

La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México

XL Reunión de la Asociación Mexicana para la
Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.

IX Seminario Internacional de
Producción de Ovinos en el Trópico



Compiladores

Alfonso Juventino Chay Canul, Fernando Casanova Lugo,
Carlos Luna Palomera, Nadia Florencia Ojeda Robertos,
Alma Catalina Berumen Alatorre, Felipe A. Rodríguez Almeida,
Jorge Alonso Peralta Torres, Oswaldo Margarito Torres Chablé,
Roberto González Garduño

La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México

**XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción
Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.**

**IX Seminario Internacional de Producción
de Ovinos en el Trópico**

C O L E C C I Ó N

EDUARDO CABALLERO Y CABALLERO

Memorias de Congresos y Simposios

José Manuel Piña Gutiérrez
Rector

La contribución del sector pecuario a la seguridad alimentaria en México

XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C.

IX Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico

Compiladores:

Alfonso Juventino Chay Canul
Fernando Casanova Lugo
Carlos Luna Palomera
Nadia Florencia Ojeda Robertos
Alma Catalina Berumen Alatorre

Felipe A. Rodríguez Almeida
Jorge Alonso Peralta Torres
Oswaldo Margarito Torres Chablé
Roberto González Garduño



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

La contribución del sector pecuario a la Seguridad Alimentaria en México : XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad, A.C. : IX Seminario Internacional de Producción de Ovinos del Trópico /Ed. Alfonso Chay Canul...[et al]. -1ª Ed.—Villahermosa, Tabasco, México : Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2013

1047 P.(Colección: Eduardo Caballero y Caballero, Memorias de Congresos y Simposios)

Incluye Referencias Bibliográficas

ISBN: 978-607-606-120-6

1. Ganado, Cría de (Ovino). I Título. II.Autor. III.Serie

L.C. SF374 C66 2013

Primera edición, 2013

D.R. © Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Av. Universidad s/n. Zona de la Cultura
Colonia Magisterial, C.P. 86040
Villahermosa, Centro, Tabasco.

El contenido de la presente obra es responsabilidad exclusiva de los autores. Queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, en términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Se autoriza su reproducción parcial siempre y cuando se cite la fuente.

ISBN: 978-607-606-120-6

Edición y diseño: Alfonso J. Chay Canul
Fernando Casanova Lugo

Hecho en Villahermosa, Tabasco, México

SOBRE ESTA EDICIÓN



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
 División Académica de Ciencias Agropecuarias
 Asociación Mexicana para la Producción
 Animal y Seguridad Alimentaria A. C.



XL Reunión de la Asociación
 Mexicana para la Producción
 Animal y Seguridad Alimentaria A. C.

IX Seminario Internacional
 de Producción de Ovinos
 en el Trópico

La Contribución del Sector Pecuario a la Seguridad Alimentaria en México



Villahermosa, Tabasco México. Mayo de 2013

Mensaje de Bienvenida

La realización de este evento es un esfuerzo conjunto de diversas instituciones de la región y del país, que han venido colaborando de manera integrada en diversas acciones, permitiendo intercambiar experiencias y puntos de vista entre los diferentes actores, e integrarse de una manera más efectiva a los esfuerzos nacionales de mejora en la producción animal a través de una participación más activa y decidida en la AMPA y Seminario Ovino.

El objetivo del evento es brindar un espacio entre instituciones, sector productivo y gubernamental para fomentar la producción y productividad animal en la región y el país, a través de la difusión, discusión y socialización del conocimiento, que permita la integración de los esfuerzos nacionales a fin de contribuir significativamente a la seguridad alimentaria.

En esta ocasión, la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco como sede se complace en recibir a los visitantes, delegados, asistentes y ponentes de la XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C. (AMPA) y del IX Seminario Internacional de Producción Ovina en el Trópico.

Deseamos que su estancia entre nosotros sea cómoda y cálida, que el objetivo del evento se vea cristalizado a través del establecimiento de acuerdos que favorezcan el intercambio de experiencias.

¡Bienvenidos al Edén de México!

DR. CARLOS LUNA PALOMERA

PRESIDENTE DEL COMITÉ ORGANIZADOR

DIRECTORIO INSTITUCIONAL



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Directorio

**Dr. José Manuel Piña Gutiérrez
Rector**

**Dra. Dora María Frías Márquez
Secretaria de Servicios Académicos**

**Dr. Wilfrido M. Contreras Sánchez
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación**

**L.C.P. Marina Moreno Tejero
Secretaría de Finanzas**

**M.A. Rubicel Cruz Romero
Secretario de Servicios Administrativos**



División Académica de Ciencias Agropecuarias

**M.A.A. Alma Catalina Berumen Alatorre
Directora**

**Dr. Rodolfo Osorio Osorio
Coordinador de Investigación y Posgrado**

**Dr. Carlos Alberto Corzo Sosa
Coordinador de Docencia**

**M. A. Mariana Ramón Jiménez
Coordinadora de Difusión Cultural y Extensión**

**Lic. José Hipólito García Vega
Coordinador Administrativo**

**Ing. Led Antonio Fernández
Coordinador de Vinculación**

Consejo Directivo

Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C.



**Dr. Felipe Alonso Rodríguez Almeida (UACH)
Presidente**

**Dra. Alma Delia Alarcón Rojo (UACH)
Secretario-Tesorero**

**Dr. Ponciano Pérez Hernández (Colegio de Posgraduados)
Vicepresidente**

**Dr. Jorge Aguirre Ortega (Universidad Autónoma de Nayarit)
1er. Vocal**

**Dr. Fernando Centurión Castro (UADY)
2do. Vocal**

**María del Socorro Bañuelos Casas (Instituto Tecnológico El Llano Aguascalientes)
Vocal Estudiante Posgrado**

**Mauricio Cruz Alonso (UACHapingo)
Vocal Estudiante Pregrado**

Consejo de Vigilancia

**Dr. Rafael Núñez Domínguez (UACHapingo)
Presidente**

**Dr. Juan Carlos Martínez González (Univ. Autónoma de Tamaulipas)
Vocal**

COMITÉ ORGANIZADOR

PRESIDENTE

DR. CARLOS LUNA PALOMERA

PRESIDENTES HONORARIOS

M.A.A ALMA CATALINA BERUMEN ALATORRE

DR. FELIPE RODRÍGUEZ ALMEIDA

Dr. Alfonso Juventino Chay Canul

Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos

M.C. Oswaldo Margarito Torres Chablé

M.C. Jorge Alonso Peralta Torres

Dra Alma Delia Alarcón Rojo

Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas

Dr. Fernando Centurion Castro

Dr. René Pinto Ruiz

Comité Editorial

Dr. Alfonso Juventino Chay Canul

Dr. Fernando Casanova Lugo

Dr. Carlos Luna Palomera

Dr. Nadia Florencia Ojeda Robertos

M.A.A. Alma Catalina Berumen Alatorre

Dr. Felipe A. Rodríguez Almeida

M.C. Jorge Alonso Peralta Torres

M.C. Oswaldo Margarito Torres Chablé

Dr. Roberto González Garduño

Comité Científico

Presidente del Comité Científico

Dr. Alfonso Juventino Chay Canul

Presidente de Mesa	Temática	Institución
Dr. Fernando Centurión Castro	Reproducción y Genética	UADY
Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas	Nutrición y Forrajes	UANL
Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos	Salud y Bienestar Animal	UJAT
Dra. Rosa M. Salina Hernández	Ciencia e Inocuidad Alimentaria	UJAT
Dr. Ponciano Pérez Hernández	Economía y Administración	COLPOS
Dr. René Pinto Ruiz	Sustentabilidad y Producción Animal Diversificada	UNACH
Dr. Eduardo Santellano Estrada	Vinculación y Extensionismo	UACH
Dra. Alma Delia Alarcón Rojo	Innovación en la Educación	UACH

Árbitros

Nutrición y Forrajes

Dr. Alfonso Chay Canul	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dr. Juan C.Kú Vera	Universidad Autónoma de Yucatán
Dr. Agustín Corral Luna	Universidad Autónoma de Chihuahua
Dr. Emilio Aranda Ibañez	Colegio Postgraduados- Tabasco
Dr. Aldenamar Cruz Hernández	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dr. Ángel Claudio Arzola Álvarez	Universidad Autónoma de Chihuahua
Dr. Rubén Barajas Cruz	Universidad Autónoma de Sinaloa
Dr. Maximino Huerta Bravo	Universidad Autónoma de Chapingo
Dr Francisco Gerardo Ríos Rincón	Universidad Autónoma de Sinaloa
Dr Manuel Murillo Ortiz	Universidad Juárez del Estado de Durango
Dr José Manuel Palma García	Universidad Autónoma de Colima
Dr. Benjamín Ortiz de la Rosa	Instituto Tecnológico de Conkal
Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas	FAUANL
Dr. Hugo Bernal Barragan	FAUANL
Dr. Martin Ibarra Hinojosa	UAT

Sustentabilidad y Producción Animal Diversificada

Dr. Jose Nahed Toral	El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas.
Dr. Heriberto Gómez Castro	Universidad Autónoma de Chiapas
Dr. Francisco Guevara Hernández	Universidad Autónoma de Chiapas
Dra. Paula Mendoza Nazar	Universidad Autónoma de Chiapas
Dr. David Hernández Sánchez	Colegio de Postgraduados
Dr. Jorge Aguirre Ortega	Universidad Autónoma de Nayarit
M.C. Francisco Javier Medina Jonapa	Universidad Autónoma de Chiapas
Dr. René Pinto Ruiz	Universidad Autónoma de Chiapas

Reproducción y Mejoramiento Genético

Dr Fernando Centurión Castro	Universidad Autónoma de Yucatán
Dr. Juan Magaña Monforte	Universidad Autónoma de Yucatán
Dr. Ricardo Aké López	Universidad Autónoma de Yucatán

Ciencia e Inocuidad

Dra. Rosa Ma. Salinas Hernández	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dra. María Guadalupe Torres Cardona	Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
Dra. Adriana Contreras Oliva	Colegio de Postgraduados, Campus Córdoba

Salud y Bienestar Animal

Dr. Roberto González Garduño	Universidad Autónoma Chapingo
Dr. José Alfonso Hinojosa Cuéllar	Universidad Popular de la Chontalpa
Dra. Nadia F. Ojeda Robertos	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
Dr. Jorge Oliva Hernández	INIFAP, Campo Experimental Huimanguillo
M.C. Maritza Zaragoza Vera	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
M.C. Claudia Zaragoza Vera	Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

Cuerpos Académicos Participantes

CA Producción de Rumiantes (CAPR), DACA-UJAT

CA Reproducción y Mejoramiento Genético en el Trópico (RMGAT), CCBA-UADY

CA Reproducción y Mejoramiento Animal (RMA), FZE-UACH

CA Nutrición Animal (NA), FZE-UACH

CA Nutrición y Sistemas de Alimentación Animal (NSAA), FA-UANL

CA En Agroforestería Pecuaria (CAAP), UNACH

CA En Ganadería Tropical Sostenible (CAGTS), UNACH

Coordinación de Simposios

Simposium	Coordinador y apoyo	Institución
1. Reproducción	Dr. Fernando Centurión Castro	UADY
	M.C. Gabriela Garduza Arias	UJAT
2. Mejoramiento Genético	Dr. Felipe Alonso Rodríguez Almeida	FZE-UACH
	Dr. Alejandro Córdova Izquierdo	UJAT
3. Nutrición y Forrajes	Dr. Erasmo Gutiérrez Ornelas	UANL
	M.C. José del Carmen de la Cruz Hernández	UJAT
4. Salud y Bienestar Animal	Dra. Nadia F. Ojeda Robertos	UJAT
	Dr. Ricardo Alfonso García	UJAT
5. Ciencia e Inocuidad Alimentaria	Dra. Rosa M. Salina Hernández	UJAT
	Dr. Maximiano Estrada Botello	UJAT
6. Economía y Administración	Dr. Ponciano Pérez Hernández	COLPOS
	M.C. Roberto Cantú Garza	UJAT
7. Sustentabilidad y Producción Animal Diversificada	Dr. René Pinto Ruiz	UNACH
	Dra. Iris Antonina Sánchez González	UJAT
8. Vinculación y Extensionismo	Dr. Eduardo Santellano Estrada	UACH
	Dr. Roberto Flores Bello	UJAT
9. Innovación en la Educación	Dra. Alma Delia Alarcón Rojo	UACH
	Dr. Julio Cámara Córdova	UJAT
10. Seminario ovino para productores	Dr. Roberto González Garduño	UA Chapingo
	M.C. Claudia Virginia Zaragoza Vera	UJAT

Cursos y Talleres

Coordinador General

M.C. Oswaldo Margarito Torres Chablé

Coordinador de curso	Curso / Taller
Dr. Maximiano Estrada Botello	Redacción de Artículos Científicos, Universidad y Ciencia
Dr. Ricardo García Herrera	Redacción de Artículos Científicos, JAS ASAS
M.C. Jorge Alonso Peralta Torres Dr. Carlos Luna Palomera	Ovulación Múltiple y Transferencia de Embriones en Ovinos
Dra. Nadia Florencia Ojeda Robertos	Control integrado de garrapatas
Dr. Alfonso Juventino Chay Canul	Establecimiento de sistemas silvopastoriles
M.C. Claudia Zaragoza Vera	Juzgamiento de ganado bovino
M.C. Julio Armando Aguilar Cabrales	Juzgamiento de ganado ovino
M.C. William Hernández Méndez	Evaluación de la canal <i>in vivo</i> por ultrasonido

Diseño, Promoción y Difusión

Lic. Leslie Arline De La Cruz Sinco

Lic. Mariana Ramón Jiménez

M.C.E. Esther Pavón Jiménez

Dr. Nadia Florencia Ojeda Robertos

Dr. Julio Cámara Córdova

Comité de Registro e Inscripción

Dra. Alma Delia Alarcón Rojo

M.C.E. Esther Pavón Jiménez

M.T.E. Gregorio Cano Molina

M.V.Z. Erika Grimaldo Viesca

Información de Hoteles

M.C. María Magdalena García Rodríguez

Eventos Culturales y Turísticos

Lic. Mariana Ramón Jiménez

M.C. Mario Fernández Pérez

Coordinación de Exposición de Carteles y Stands

M.C. Jorge Alonso Peralta Torres

Coordinación de Atención a Ponentes

M.C. Claudia Virginia Zaragoza Vera

Patrocinadores	
SAGARPA	http://www.sagarpa.gob.mx/
Gobierno Del Estado De Tabasco	www.tabasco.gob.mx/
FIRA	http://www.fira.gob.mx/
OCV - Oficina de Convenciones y Visitantes Tabasco	www.visitetabasco.com/
Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Tabasco	www.ccytet.gob.mx/
H. Ayuntamiento de Centro 2013 - 2015	www.villahermosa.gob.mx/
Brasuca in vitro	http://www.brasuca.com.mx/

Instituciones y Asociaciones Participantes

Nacionales	Liga
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco	www.ujat.mx
AMPA	www.ampa.org.mx/
Colegio de Posgraduados	www.colpos.mx/
FZE- Universidad Autónoma de Chihuahua	http://fz.uach.mx/
FMVZ-UNAM	http://www.fmvz.unam.mx/
INIFAP	http://www.inifap.gob.mx
Universidad Autónoma de Chiapas- UNACH	www.unach.mx/
Universidad Autónoma "Benito Juárez" de Oaxaca	www.uabjo.mx/
Universidad Popular de la Chontalpa, UPCH	www.upch.edu.mx/
Universidad Autónoma de Yucatán -	www.uady.mx/
Universidad Autónoma de Nuevo León	www.uanl.mx/
Universidad Autónoma Chapingo	www.portal.chapingo.mx
Universidad Autónoma de Nayarit	http://www.uan.edu.mx/
Universidad Autónoma Metropolitana	http://www.uam.mx/
Universidad Autónoma del Estado de México	http://www.uaemex.mx/
Extranjeras	Liga
Universidad de Virginia-Tech	http://www.apsc.vt.edu/
Universidad Estatal de Iowa	http://www.ans.iastate.edu/
Universidad de Texas A&M	http://animalscience.tamu.edu/
Instituto de Ciencia Animal, Cuba	http://www.ciencia-animal.org/
Universidad Federal de Lavras, Brasil	http://www.ufla.br/
Organizaciones	Liga
CONARGEN	http://www.conargen.mx/
Unidad Nacional de Ovinocultores	http://www.asmexcriadoresdeovinos.org/
American Society of Animal Science	http://www.asas.org/
Ovinocultores Asociados del Sureste	
FAO	http://www.fao.org/index_es.htm
CECS Chihuahua	
CECS Tabasco	
Casas Comerciales	Liga
Pfizer	www.pfizer.com.mx/
Laboratorios Collin	www.collinsdivisionveterinaria.com
Laboratorios Chinoin	www.chinoin.com
Laboratorios Tornel	www.tornel.com

CONTENIDO

PONENCIAS MAGISTRALES.....	1
GENETIC RESISTANCE TO INTERNAL PARASITES IN SHEEP.....	3
D.R. Notter	
IMPORTANCE OF GENETIC IMPROVEMENT PROGRAMS AND BREED RESOURCES FOR LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS	13
D.R. Notter	
BREED AND CROSSBRED EVALUATION FOR BEEF PRODUCTION IN THE TROPICS OF MEXICO	21
J.G. Magaña-Monforte and J.C. Segura-Correa	
APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS GENÉTICOS EN LA PRODUCCIÓN OVINA.	35
J. Quiroz Valiente, J.A. Hinojosa Cuellar, J. Oliva Hernández	
GENOMIC PREDICTION FOR THE GENETIC EVALUATION OF LIVESTOCK – THEORY AND PRACTICE.....	51
Dorian J. Garrick	
IMPORTANCIA DE LOS REGISTROS DE PRODUCCIÓN EN LA ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO EN OVINOS DE PELO.....	57
J A Hinojosa Cuéllar	
OVULACIÓN MULTIPLE Y TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN OVINOS	65
Aké-López J. R., Aké-Villanueva J. R	
KISSPEPTINA: APLICACIÓN POTENCIAL EN LA REPRODUCCIÓN DE LOS RUMIANTES.....	81
Rubén Santos-Echeverría, René C. Calderón-Robles, J. Alejandro Arreguín-Arévalo, Alejandro Villa-Godoy	
EXPOSICIÓN A UN FOTOPERÍODO DE 16 HORAS LUZ POR 60 DÍAS DURANTE DOS ETAPAS DEL CRECIMIENTO DE VAQUILLAS HOLSTEIN MANTENIDAS EN UN ÁREA SUBTROPICAL: EFECTOS SOBRE EL DESARROLLO Y LA EDAD A PRIMER ESTRO.....	101
N. Valenzuela-Jiménez, K. Rodríguez-Hernández, A. Villa-Godoy	
CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CORDERAS DE PELO EN PASTOREO Y CON COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA EN EL TRÓPICO HÚMEDO	113
J Oliva-Hernández	
LECHE MATERNA Y CRECIMIENTO DE LA PROGENIE EN OVINOS TROPICALES	123
G. Torres-Hernández	
GENES ASOCIADOS A TASA DE OVULACIÓN EN POBLACIONES OVINAS	131

Luna Palomera C., Alonso Morales R.A., Abad Zavaleta J., Peralta Torres J.A., Chay Canul A.J.

MANIPULACIÓN DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y PROTEICO PARA INCREMENTAR SOSTENIBLEMENTE LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE EN MÉXICO 143

Ku Vera, J.C., Ruiz González, A., Mayo Eusebio, R., Canul Solís, J.R., Piñeiro Vázquez, A.T., Briceño Poot, E.G. , Chay-Canul, A.J., Aguilar Pérez, C.F. , Ayala Burgos, A.J. , Solorio Sánchez, F.J. y Ramírez Avilés, L.

ENERGETIC EFFICIENCY OF ZEBU CATTLE..... 173

Mario Luiz Chizzotti, Eriton Egidio Valente, Karina Costa Busato, Marcio Machado Ladeira, Rafael Aparecido Gomes

RECURSOS FORRAJEROS EN MÉXICO Y SUS PERSPECTIVAS PARA LA INTENSIFICACIÓN..... 187

R. Améndola Massiotti, P. Meda Alducin, P. Topete Pelayo

UTILIZACIÓN ESTRATÉGICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA ALIMENTACIÓN DEL REBAÑO OVINO..... 197

Emilio Manuel Aranda Ibañez

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES INTENSIVOS PARA RUMIANTES, ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN ANIMAL SUSTENTABLE EN EL TRÓPICO MEXICANO 205

J. Aguirre O., L. Loya O., A. Gómez D., S. Martínez G., R. Ulloa C., F. Escalera V., Y. Valdés García, A. Gómez G. y J. Carmen Ramírez R.

BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD DE LA CARNE OVINA 217

Genaro C. Miranda-de la Lama

CONTROL INTEGRADO DE GARRAPATAS EN LA GANADERÍA BOVINA 233

RI Rodríguez-Vivas, JA Rosado-Aguilar, MM Ojeda-Chi, LC Pérez-Cogollo, I Trinidad-Martínez, ME Bolio-González

SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA PARA EL CONTROL DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVINOS BAJO PASTOREO EN MÉXICO 249

A.J. Aguilar-Caballero, J.F.Torres-Acosta, R. Cámara-Sarmiento, C. Sandoval-Castro, A. Ortega-Pacheco

EL CAMINO A LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA OVINA 257

C.A. López Díaz y R. Trueta

ANÁLISIS PROSPECTIVO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GANADERÍA 273

Esparza Vela M.E., Santellano Estrada E.

PROYECTO PARA LA GENERACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COSTOS EFICIENCIA Y COMPETITIVIDAD DE LAS ACTIVIDADES GANADERAS DEL PAÍS 285

Rafael Tueta Santiago

CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES EN EL SECTOR AGROPECUARIO	293
Jorge Damaso González Ortiz y Eduardo Santellano Estrada.	
INOCUIDAD DE LOS QUESOS ARTESANALES PRODUCIDOS EN SISTEMAS GANADEROS EN PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA DE MÉXICO	303
O.A. Castelán-Ortega, A. D. Solís-Méndez y R. Martínez-Loperena	
PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DE LOS FORRAJES DE MORERA <i>Morus alba</i> Y TULIPÁN <i>Hibiscus rosa-sinensis</i> PARA LA SUPLEMENTACIÓN DE OVINOS EN PASTOREO	317
D Hernández-Sánchez, R Pinto-Ruíz, EM Aranda-Ibáñez, MA Mata-Espinosa, G Hernández-Melchor, M Cobos-Peralta, A Cruz-Hernández	
PRODUCCIÓN INTENSIVA DE FORRAJES DE MAÍZ Y SORGO EN MÉXICO	331
E. Gutierrez Ornelas, F. Zavala García, J. Rodríguez Absi y G. Núñez Hernández	
SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA LA PRODUCCIÓN DE LA GANADERÍA TROPICAL EN MÉXICO	341
F.J. Solorio-Sánchez, F. Casanova-Lugo, E. Briceño-Poot, C. Aguilar Pérez, A. Ayala-Burgos, L. Sarabia-Salgado, L. Ramírez-Avilés y J. Ku-Vera	
EMPLEO DE <i>Pennisetum purpureum</i> vc. CUBA CT-115 COMO BANCO DE BIOMASA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y USO DE DIFERENTES VARIEDADES EN YUCATÁN, MÉXICO.	357
Rafael S. Herrera García y Benjamín Ortiz de la Rosa	
MESA: NUTRICIÓN Y FORRAJES	363
EFFECTO DE UN EXTRACTO ENZIMÁTICO DE <i>Cellulomonas flavigena</i> EN LA DEGRADABILIDAD RUMINAL <i>in vitro</i> DE UNA DIETA PARA CORDEROS	365
N. Torres Salado, R. Bárcena Gama, G. Mendoza, S. González, O. Loera, M. Crosby, A. Lara	
EFFECTO DEL TIPO RACIAL EN LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS DE PELO EN FINALIZACIÓN INTENSIVA	369
F. Ríos, B. Zazueta, I. Castro, A. Estrada-Angulo, L. Contreras, F. Núñez	
PREDICCIÓN DEL PESO VIVO EN BORREGAS PELIBUEY ADULTAS USANDO UN MODELO BASADO EN LA CONDICIÓN CORPORAL	373
D. Macías-Vega, A.J Chay-Canul, C. Luna-Palomera, J. Peralta-Torres, N. Ojeda-Robertos, J. Ku-Vera, A. Ayala-Burgos, A. Berumen-Alatorre	
RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LA CANAL Y PARTES NO COMESTIBLES DE OVINOS DE PELO ALIMENTADOS CON FRUTOS DE LEGUMINOSAS TROPICALES	377
E. Briceño-Poot, A. Soto-Aguilar, A. Ruiz-González, J.C. Ku-Vera, A. Ayala-Burgos, J. Canul-Solis, A. Chay-Canul, A. Piñeiro-Vázquez, J. Espinoza-Hernández y C. Aguilar-Pérez	

ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DE LEGUMINOSAS CON POTENCIAL FORRAJERO NATIVAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN.....	381
J. Hernández, M. Rodríguez Hernández, G. Azcorra Perera, B. Ortiz de la Rosa, H. Magaña Sevilla	
CALIDAD DE SUPLEMENTOS PECUARIOS ELABORADOS CON SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ (<i>Coffea arabica L.</i>).....	385
I. Arellano Vicente, R. Pinto-Ruiz, A. Medina-Meléndez, H. Gómez-Castro, F. Guevara-Hernández, J. M. Cena-Velázquez, J. Carmona-de la Torre, M. A. López-Anaya y M. G. Pérez-Escobar	
EFFECTO DE LA ÉPOCA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE <i>Leucaena leucocephala</i> Y <i>Guazuma ulmifolia</i> EN YUCATÁN.....	389
F. Casanova-Lugo, F.J. Solorio-Sánchez, L. Ramírez-Avilés, J.C. Ku-Vera	
FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO (FES) DEL BAGAZO DE MANZANA CON INCLUSIÓN DE CARBONATO DE CALCIO	393
Y. Castillo, O. Ruiz, C. Arzola, H. González, A. Elías	
ENGORDA INTENSIVA DE CORDEROS CON GRANO DE <i>Canavalia ensiformes</i>	397
A. Mamani Arias, J. Aguilar Cabrales, J. De La Cruz Hernández, A. Berumen Alatorre y C. Luna Palomera.	
FERMENTACIÓN <i>In Vitro</i> DE ALFALFA Y UNA DIETA CON CONCENTRACIONES ALTAS DE SELENIO	401
O. Del Razo-Rodríguez, A. Martínez-Jiménez, J. Hernández-González, I. De la Rosa-Rodríguez, J. Ramírez-Bribiesca	
CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS CALLIPYGE ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ALFALFA Y MAÍZ	405
J. Canton, H.Zerby, S. Moeller, F. Fluharty, P.Kuber	
PRODUCCION Y CALIDAD DE LA BIOMASA DEL GERMINADO DE MAÍZ (<i>Zea mays Lim</i>) Y SORGO (<i>Sorghum vulgare Lim</i>) EN VILLAFLORES CHIAPAS	409
A. Hernández, R. Pinto, H. Gómez, F.J. Medina, A. Ruiz, F.H. Albores, D. Hernández y. F. Guevara	
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO EN CANAL DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DE ENERGÍA	413
L. Rodríguez-González, W. Trejo-Lizama, R. Santos-Ricalde	
DETERMINACIÓN DE SELENIO EN TEJIDOS (MUSCULAR, RENAL, HEPÁTICO, CARDÍACO Y SANGUÍNEO) DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON SELENITO DE SODIO Y SELENOMETIONINA.....	417
R. Cruz-Monterrosa, E. Ramírez-Bribiesca, G. Miranda-delaLama, R. Jiménez-Badillo, A. Revilla-Vazquez	

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDERAS DE REEMPLAZO ALIMENTADAS CON DISTINTOS NIVELES DE CONTENIDO RUMINAL BOVINO.....	421
J. Hernández-Bautista, P.O. Fernandez-villa, V.H. García-Merlin, A. Palacios-Ortiz, J.A. Hernández-Rivera	
EFFECTO DE LA VITAMINA E EN LA COMPOSICIÓN DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO MICROENCAPSULADO.....	425
M. Ramírez-Mella, O. Hernández-Mendo, J. Ramírez-Bribiesca, R. Améndola-Massioti, M. Crosby-Galván, J. BURGUEÑO-Ferreira	
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON DISTINTOS NIVELES DE CONCENTRADO.....	429
H. Castro Hernández, I. Domínguez Vara, R. Vieyra Alberto, E. Morales Almaráz	
ESTADO MINERAL Y SUPLEMENTACIÓN CON ALAMBRE DE ÓXIDO DE COBRE EN CABRAS DE SAN JOSÉ TEACALCO, TLAXCALA.....	433
J. Muñoz González, M. Huerta Bravo, R. Ramírez Valverde, M. González Alcorta	
EFFECTO DE UNA FITASA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y EXCRECIÓN DE FÓSFORO EN HECES DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN	437
G. Buendía Rodríguez, M.D. Montoya Flores, N.I. Ortega Álvarez, C. Aceves Hachebe	
DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE OVEJAS MULTÍPARAS BLACKBELLY×PELIBUEY EN LACTACIÓN.....	441
B. Morales-Carrillo, I. García-Osorio, J. Oliva-Hernández	
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS CON DIETAS DE HARINA DE NOPAL Y ENSILADO DE NOPAL-TUNA.....	445
M. Ortiz-Heredía, L. Miranda-Romero, A. Lara-Bueno, P. Martínez-Hernández, C. Sánchez del Real, G. Aranda-Osorio	
PRODUCCIÓN DE GAS <i>In Vitro</i> DE DIETAS INTEGRALES PARA OVINOS ELABORADAS CON GARBANZO DE REZAGA.....	449
M. Cerrillo Soto, B. Castro, A. Estrada Angulo, J. Portillo, A. Juárez Reyes, F. Ríos	
USO DE CUADRADOS LATINOS MÚLTIPLES PARA DETERMINAR PREFERENCIAS DE ESPECIES ARBUSTIVAS POR OVINOS DE PELO.....	455
J. Antonio Hernández, M.J. Rodríguez Hernández, A.C. Sierra Vásquez., B. Ortiz de la Rosa, H. F. Magaña Sevilla	
COMPOSICIÓN MINERAL DE LEUCAENA (<i>Leucaena leucocephala</i> Lam. de Wit) ASOCIADA CON PASTO ESTRELLA (<i>Cynodon nlemfuensis</i> Vanderyst) EN LA REGIÓN HUASTECA POTOSINA.....	459
J.D. Jiménez Rosales, M. Ortiz Texon, A. Lara Bueno, M. Huerta Bravo, L.A. Miranda Romero, L. Krishnamurthy	

CALIDAD NUTRITIVA DE LA PUNTA DE CAÑA DE AZÚCAR (<i>Saccharumofficinarum</i>) EN DOS CONDICIONES DE COSECHA	465
H. Ramírez Cathí, J. C. Martínez González, F. Briones Encinia, F. A. Lucero Magaña, A. Cárdenas Lara, C. Marcof Alvarez	
COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO Y CEBADA A DIFERENTES TIEMPOS DE COSECHA.....	471
M. Cerrillo-Soto, A. Juárez-Reyes, J. Portillo-Loera, A. Estrada Angulo, E. Gutiérrez-Ornelas	
DEGRADACIÓN <i>In Vitro</i> DE UNA DIETA CONCENTRADA EN ENERGÍA ADICIONADA CON NIVELES DE TANINOS CONDENSADOS	475
A. Ley de Coss, D. Pineda Villatoro, W. Nájera Domínguez, J. Aguirre Medina, S. Posada Cruz, C. García Castillo y R. Pinto Ruiz	
CAMBIOS ESTACIONALES EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA DIETA DE NOVILLOS EN APACENTAMIENTO	481
O. Reyes Estrada, M. Murillo Ortiz, E. Herrera Torres, J. N. Gurrola Reyes y F. O. Carrete Carreón	
EFFECTOS DE UREA DE LENTA LIBERACIÓN EN LA DEGRADACIÓN <i>In Vitro</i> DE FORRAJES	485
J. Sánchez, S. González., J. Pinos, L. Miranda, I. Almaraz	
AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE <i>Shigella sp nov</i> DEL AMBIENTE RUMINAL CON CAPACIDAD PARA DEGRADAR CELULOSA	489
D. Hernández Sánchez, L. Luna-Rodríguez, H.V. Silva-Rojas, M.A. Cobos-Peralta, C. Cortés-Romero, S.S. González-Muñoz, R. Pinto Ruiz	
PREFERENCIA Y CONDUCTA INGESTIVA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON MICROSILOS ELABORADOS CON PULPA DE CAFÉ (<i>Coffea arabica L</i>).	495
J. Toledo Bartolo, R. Pinto-Ruiz, A. Medina-Meléndez, F. Medina-Jonapá	
PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN SISTEMAS GANADEROS TRADICIONALES Y SILVOPASTORILES BAJO DOS FRECUENCIAS DE PODA	499
L. Sarabia-Salgado, F. Solorio-Sánchez, F. Casanova-Lugo, L. Ramírez-Avilés, J. Ku-Vera, A. Caamal-Maldonado.	
ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE <i>Brachiaria</i> híbrido cv. Mulato II EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO.....	503
J. Castro-Salas, O. Ramírez-Reynoso, A. García-Martínez, F. Avilés-Nova	
COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE CÍTRICOS.....	507
Z. Villanueva Cruz, M. Ibarra Hinojosa, P. Zárate Fortuna, F. Briones Encinia, A. González Reyna; O. Escamilla Gallegos, M. Mireles Villanueva	

DIGESTIBILIDAD <i>In Vitro</i> DE DIETAS ENERGÉTICAS PARA OVINOS CON INCLUSIÓN DE SEMILLA DE GIRASOL.....	511
J. Herrera-Pérez, R. Cruz-Monterrosa, E. Ramírez-Bribiesca, O. DelRazo-Rodriguez, M. Crosby-Galvan, G. Miranda-delaLama	
PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LECHE DE CRUZAS DE OVEJAS (EAST FRIESIAN X PELIBUEY), BAJO DOS MÉTODOS DE CRIANZA: ARTIFICIAL Y NATURAL.....	515
M. Martínez Puebla, J. Gutierrez Molotla, A. Lizarazo Chaparro, J. Álvarez León	
PRODUCCIÓN DE FORRAJES Y VALOR NUTRITIVO DE <i>Brachiaria humidicola</i> A DIFERENTES RÉGIMEN DE PASTOREO.....	519
A. Cruz-Hernández, A. Gómez-Vázquez, E. de la Cruz-Lázaro, J.C. Álvarez-Rivero, N.P. Brito-Manzano, J.C. Morales-Rebolledo	
RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO CON DIFERENTES TIEMPOS DE PASTOREO EN EL VALLE DE TOLUCA, MÉXICO.....	525
R. Vieyra-Alberto, H. Castro-Hernández, I. Domínguez-Vara, E. Morales-Almaráz	
ADMINISTRACIÓN DE SELENIO PARENTERAL Y EVALUACION PRODUCTIVA EN CORDEROS ALIMENTADOS CON UNA DIETA ENERGETICA.....	531
E. Ramírez-Bribiesca, R. Cruz-Monterrosa, G. Miranda-delaLama, A. Revilla-Vázquez, O. DelRazo-Rodriguez	
PREFERENCIA Y CONDUCTA INGESTIVA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON BLOQUES NUTRICIONALES FORMULADOS CON MUCILAGO DE CAFÉ (<i>Coffea arabica</i> L.).	535
P. Santiago Espinosa, R. Pinto-Ruiz, A. Medina-Meléndez, A. Hernández-López, F. Medina- Jonapá, J. C. Gómez-Castañeda, J. Carmona-de la Torre, M.G. Pérez-Escobar, M.A. López-Anaya	
EVALUACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMAR LA CURVA DE CRECIMIENTO POSTDESTETE EN CONEJOS DE TRES GRUPOS RACIALES.....	539
J. Ortega y C. Ordoñez-Gomez	
INFLUENCIA DEL SEXO EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE OVINOS EN ENGORDA INTENSIVA EN CONDICIONES COMERCIALES	543
R. Barajas Cruz, B. Ortiz López, J. J. Álvarez García, J. A. Romo Rubio	
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL NOPAL FORRAJERO FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS CON <i>Sacharomyces cerevisiae</i>	547
E. Herrera Torres, M. Murillo Ortiz, J.B. Páez Lerma, G. Villarreal Rodríguez	
FERMENTACION ESTADO SOLIDO DE NOPAL FORRAJERO CON LA LEVADURA <i>Kluyveromyces marxianus</i>	551
J. Betancourt Cárdenas, E. Herrera Torres, J. Páez Lerma, N. Soto Cruz, M. Murillo Ortiz, L. Berumen Hernandez, F. Carrete Carreón	

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES ELABORADOS CON FRUTOS DE <i>Acacias</i> EN OVINOS	555
F. Quiroz Cardoso, J. Olivares Pérez, S. Rojas Hernández, E. Hernández Castro, R. Jiménez Guillén, E.J. Mireles Martínez, A. Córdova Izquierdo	
GERMINACION, DENSIDAD Y EMERGENCIA DE <i>Leucaena leucocephala</i> EN UNA PRADERA DE ZACATE <i>Panicum Maximum</i> CV TANZANIA	559
L. Hernández-Sánchez, I. López-Guerrero, Y. Villegas-Aparicio, J.C. Carrillo-Rodríguez, T. García-Peniche	
NIVELES CRECIENTES DE HARINA DE HOJAS DE <i>Moringa oleifera</i> COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN LA RACION DE POLLOS DE ENGORDA	565
P. Lara y Lara, G. Huan Escalante, J. Sanginés García, E. Aguilar Urquizo	
IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD PECUARIA, EL CASO SOLVER® EN NUTRICIÓN ANIMAL	569
M.Z. Romero Figueroa, C. Landa Torralba, P. Tadeo Cruz, J.A. Fernández Figueroa	
CARCASS COMPOSITION OF ADULT PELIBUEY EWES SUBMITTED TO THREE LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY INTAKE	573
A.J. Chay-Canul, J.C. Ku-Vera, A.J. Ayala-Burgos, J.G. Magaña-Monforte, H.A. Escobar-Mazariegos and R. Gonzalez-Garduño	
EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA ENZIMÁTICA EN DIETAS PARA GALLINAS DE POSTURA.....	579
Ronald Santos Ricalde, José Segura Correa, Luis Sarmiento Franco	
CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE RACIONES CON INCORPORACIÓN DE LA VAINA INTEGRAL MOLIDA DE <i>Enterolobium cyclocarpum</i> EN OVINOS DE PELO.....	583
A.T. Piñeiro-Vázquez, A. J. Ayala-Burgos, A. J. Chay-Canul y J. C. Ku-Vera	
COMPARACION DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA EVALUACION DE LA CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS <i>In Vitro</i> DE GRAMINEAS FORRAJERAS	587
M. Murillo Ortiz, M. Aroña Ríos, E. Herrera Torres	
CRECIMIENTO PREDESTETE, RENDIMIENTO DE LA CANAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE CORDEROS GEMELOS BLACKBELLY × PELIBUEY	591
I.C. García-Osorio, J. Oliva-Hernández, M. Guzmán-Oliveros, M.M. Osorio-Arce, G. Torres-Hernández, J.A. Hinojosa-Cuéllar, R. González-Garduño	
MESA: REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA	597
INTEGRIDAD DE LA MEMBRANA, VIABILIDAD Y PARÁMETROS DE MOTILIDAD ESPERMÁTICA AL DESCONGELADO EN OVINOS DE PELO.....	599
E. Barrera Gonzalez, A. Maza Gamboa, S. Pech Pool, A. Aguiar Loría y H. Magaña Sevilla	

PGF2 α y D-CLOPROSTENOL EN LA SINCRONIZACIÓN DE ESTROS EN OVINOS DE PELO: ESTUDIO DE CASO.....	603
E. Sosa Arredondo, A. Alavez Ramírez, R. López Ramírez, B. Ortíz de la Rosa y H. Magaña Sevilla	
PROGESTERONA PLASMÁTICA EN CABRAS TRATADAS CON DISPOSITIVOS CIDR RECICLADOS.....	606
E. Perez-Luna E, L. Alvarez-Ramírez, J. Herrera-Camacho	
EFFECTO DE LA VÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROSTAGLANDINAS EN LA SINCRONIZACIÓN DE ESTROS Y PORCENTAJE DE GESTACIÓN EN BECERRAS LECHERAS	611
A. Córdova-Izquierdo, V. Xolalpa-Campos, G. Ruiz-Lang, R. Espinosa-Cervantes, M. Méndez-Mendoza, R. Huerta-Crispín, A. Villa-Mancera, M. Juárez-Mosqueda, P. Sánchez-Aparicio, J. Olivares-Pérez, J. Guerra-Liera, G. Cansino-Arroyo, W. Méndez-Hernández, M. Bernardo-Clemente y J. López-Naranjo	
EFFECTO DE METRITIS Y PIÓMETRA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS LECHERAS	615
A. Córdova-Izquierdo, V. Xolalpa-Campos, G. Ruiz-Lang, R. Espinosa-Cervantes, M. Méndez-Mendoza, R. Huerta-Crpsín, A. Villa-Mancera, M. Juárez-Mosqueda, P. Sánchez-Aparicio, J. Olivares-Pérez, J. Guerra-Liera, G. Cansino-Arroyo, W. Méndez-Hernández, M. Bernardo-Clemente y J. López-Naranjo	
EFFECTO DEL TIPO DE FABRICACIÓN DE ESPONJAS INTRAVAGINALES EN LA SINCRONIZACIÓN DE ESTRO, FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS ANÉSTRICAS	619
A. Córdova-Izquierdo, V. Xolalpa-Campos, G. Ruiz-Lang, R. Espinosa-Cervantes, M. Méndez-Mendoza, R. Huerta-Crpsín, A. Villa-Mancera, M. Juárez-Mosqueda, P. Sánchez-Aparicio, J. Olivares-Pérez, J. Guerra-Liera, G. Cansino-Arroyo, W. Méndez-Hernández, M. Bernardo-Clemente, J. López-Naranjo y L. Soria-Rojas	
EL ABORTO EN LOS ESTIMADORES DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS	623
A. Córdova-Izquierdo, V. Xolalpa-Campos, G. Ruiz-Lang, R. Espinosa-Cervantes, M. Méndez-Mendoza, R. Huerta-Crispín, A. Villa-Mancera, M. Juárez-Mosqueda, P. Sánchez-Aparicio, J. Olivares-Pérez, J. Guerra-Liera, G. Cansino-Arroyo, W. Méndez-Hernández, M. Bernardo-Clemente y J. López-Naranjo	
USO DE FSH _p , eCG Y FSH+LH Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES EN OVEJAS PELIBUEY DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA.....	627
J. Martínez Tinajero, F. Izaguirre Flores, A. Ley de Coss, C. García Castillo, M. Ramón Castro	
PRODUCCIÓN DE LECHE Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN NOVILLONAS PARDO SUIZO LACTOINDUCIDAS	631

J. Coll Morales, C. Luna Palomera, A. Villa Godoy, J. Aguilar Cabrales, J. Peralta Torres	
CARACTERIZACIÓN DE LAS PUBLICACIONES SOBRE MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL EN REVISTAS CIENTÍFICAS DE MÉXICO	635
R. Ramírez Valverde, R. Núñez Domínguez y E. Fabián Barrios	
EVALUACION SEMINAL EN OVINOS JÓVENES SUPLEMENTADOS CON GRASA ANIMAL O ACEITE DE PALMA (<i>Elaeis guineensis</i>)	639
R. Castillo Bracamonte, C. Luna Palomera, A. Aguilar Cabrales, R. Urbina Cortés y H. Magaña Sevilla	
CONSERVACIÓN DE SEMEN DE BORREGO A 5°C UTILIZANDO MEDIO SUPLEMENTADO CON GLUTATION REDUCIDO (GSH)	643
A. Trejo Córdova, I. Abad Benítez, C. Antonio Estrada	
SELENIO Y VITAMINA E EN LA FERTILIDAD DE OVEJAS PELIBUEY SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA	647
S. Fraire-Cordero, J. Gallegos-Sánchez y A. Pró-Martínez	
MOTILIDAD ESPERMÁTICA A DIFERENTES TIEMPOS DE ESTABILIZACIÓN EN OVINOS DE PELO	653
E. Barrera González, A. Alavéz Ramírez, J.A. Maza Gamboa, R. Montes Pérez, R. Zamora Bustillos, H. Magaña Sevilla	
EFFECTO DE UNA VACUNA DE ADN CONTRA INHIBINA SOBRE LA TASA OVULATORIA EN OVEJAS DE PELO SUPEROVULADAS	657
E. Grimaldo-Viesca, C. Luna-Palomera, R. Alonso-Morales, J. Aguilar-Cabrales, J. Peralta-Torres, A. Gayosso-Vásquez, A. Chay-Canúl, N. Ojeda-Robertos y O. Torres-Chable	
MARCADOR C530 DEL GENE DE CALPAINA EN <i>Bos taurus</i> y <i>Bos indicus</i>	661
A. Sánchez Mendoza, A. Llorente Bousquets, M.A. Mariezcurrena Berasain, P. Sánchez Aparicio, J. Montiel Sosa.	
¿EL CONTROL DEL AMAMANTAMIENTO PUEDE ESTIMULAR EL DESARROLLO FOLICULAR POSTPARTO EN OVEJAS DE PELO?	665
J.A. Hernández-Marín, C.A. Herrera-Corredor, S. Fraire-Cordero, F. Cruz-Espinoza, G. Maki-Díaz, J. Gallegos-Sánchez	
LA NUTRICIÓN PRENATAL Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE MACHOS PELIBUEY	669
J.A. Hernández-Marín, T. Arellano-Lezama, C. A. Herrera-Corredor, C. Cortez-Romero, J. Gallegos-Sánchez	
FACTORES QUE AFECTAN LA CAÍDA DEL TAMAÑO DE CAMADA AL SEGUNDO PARTO EN CERDAS, EN LA PIEDAD MICHOACÁN, MÉXICO	673

J. Segura Correa, J. Herrera-Camacho, R.E. Pérez Sánchez, E. Gutiérrez Vázquez, R.C. Montes Pérez, R. Aké-López	
CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE TOROS CRIOLLO LECHERO TROPICAL.....	677
R.J. Villatoro-Salinas, A. Rosendo-Ponce, R. Canseco-Sedano, C. Cortez-Romero, G. Torres-Hernández, C. M. Becerril-Pérez	
CAMBIOS EN LA FLORA VAGINAL DE OVEJAS KATAHDIN DESPUÉS DE USAR ESPONJAS INTRAVAGINALES CON Y SIN ANTIBIÓTICO. Resultados preeliminares	681
I. Magaña Arriaga, J. Herrera Camacho, J.B. Herrera Ojeda, K.E. Orozco Durán	
EFFECTO DEL ACEITE DE MAÍZ SOBRE TAMAÑO FOLICULAR Y CALIDAD OVOCITARIA EN OVEJAS PELIBUEY	685
V. Meza Villalvazo, H. Magaña Sevilla, C. Sandoval Castro, A. Chay Canul, A. Trejo Cordova	
EFFECTO DEL PROTOCOLO DE LA SINCRONIZACIÓN Y EL DIÁMETRO UTERINO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA Y LH EN NOVILLONAS <i>Bos indicus</i>	689
D. Toledo-Castro, A. Carrillo-Romero, J. Peralta-Torres, C. Luna-Palomera, M. Hernández-Hernández, A.J. Chay-Canul	
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE UN HATO BOVINO COMERCIAL EN AGROSILVOPASTOREO EN LA ZONA HENEQUENERA DE YUCATÁN	693
F. Álvarez Flores y B. Vázquez González	
EFFECTO DE ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA ACTIVIDAD ESTRAL DE OVEJAS DE PELO BAJO CONDICIONES ÁRIDAS DEL NOROESTE DE MÉXICO	697
T.J. Sánchez-Estrada, U. Macías-Cruz, M. Gastélum-Delgado, J.L. Ponce-Covarrubias, A. Correa-Calderón, F.D. Álvarez-Valenzuela, L. Avendaño-Reyes	
SUPEROVULACIÓN EN GANADO CRIOLLO LECHERO TROPICAL	701
F. Rosales-Martínez, A. Rosendo-Ponce, R. Canseco-Sedano, C. Cortez-Romero, G. Torres-Hernández, C. M. Becerril-Pérez	
PRODUCCIÓN DE EMBRIONES BOVINOS <i>InVitro</i> EN CONDICIONES DE TEMPERATURA AMBIENTAL Y HUMEDAD RELATIVA DE TRÓPICO HÚMEDO.....	705
G. Cansino-Arroyo, I. Gómez-García, A. Ordoñez-León, J. Cámara-Córdova	
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVEJAS DE RAZA DE PELO EN UN SISTEMA SEMI-INTENSIVO EN EL TRÓPICO.....	711
J.E. Tec Canché, J.G. Magaña Monforte, J.R. Aké López, J.C. Segura Correa	
POLIMORFISMOS EN EL EXÓN DOS DEL GEN <i>GDF9</i> EN OVEJAS PELIBUEY.....	715
E. Pérez-Ruiz, J. Salazar-Ortiz, C. Cortez-Romero, O. Segura-León, H. Vaquera-Huerta, J. Gallegos-Sánchez	
COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y FERTILIDAD DE SEMENTALES PELIBUEY ANTE OVEJAS CON ESTRO SINCRONIZADO	719

J.R. Aké-López, J. Marín Sánchez, R.E. Castro Uitz, J.G. Magaña-Monforte	
INDUCCIÓN DEL ESTRO CON CIDR REUTILIZADO EN OVEJAS PREPÚBERES DE PELO ESTIMULADAS CON EL MACHO.....	723
J.A. Hernández-Marín, C. Cortez-Romero, A. Pro-Martínez, P. Pérez-Hernández, C.A. Herrera-Corredor, H. Vaquera-Huerta y J. Gallegos-Sánchez	
EVALUACIONES GENÉTICAS DEL GANADO ANGUS MEDIANTE VALORES DE CRÍA GENÓMICOS	727
D.E. Briones Martín del Campo, C.P. Pérez Camacho, F.A. Rodríguez Almeida, A. Anchondo Garay, H. Hernández Cano, y A. Flores Mariñelarena	
EFFECTO DE LA LECHE DESCREMADA COMO DILUYENTE SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMEN OVINO CONGELADO-DESCONGELADO	731
J.R. Aké-López, H. del S. Ramírez Pérez, F.G. Centurión-Castro, N.Y. Aké-Villanueva, B. Barrios-García	
ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE EFECTOS GENÉTICOS ADITIVOS DIRECTOS Y MATERNOS EN EL CRECIMIENTO PREDESTETE EN OVINOS HAMPSHIRE.....	735
C. Pérez-Camacho, J. Domínguez-Viveros, F.A. Rodríguez-Almeida, L. de la Cruz-Colín	
AJUSTE DE MODELOS NO LINEALES PARA CARACTERIZAR EL CRECIMIENTO DE BOVINOS HEREFORD Y SALERS	739
E. Santillán-Moreno, J. Domínguez-Viveros, J.A. Ortega-Gutiérrez, F.A. Rodríguez-Almeida, y N. Aguilar-Palma	
CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO Y FACTORES DE AJUSTE PARA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL EN BOVINOS BRANGUS.....	743
C.H. Gutiérrez-Morales, J. Domínguez-Viveros. F.A. Rodríguez-Almeida, J.A. Ortega-Gutiérrez y N. Callejas-Juárez	
SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN OVINOS DE PELO CON DINOPROST Y D-CLOPROSTENOL EN ZONAS TROPICALES	747
E. Sosa Arredondo, A. Alavez Ramírez, J. Arroyo Ledezma, E. Barrera González, R. Montes Pérez y H. Magaña Sevilla	
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA DE CARNE EN EL TRÓPICO	751
Mario M. Osorio-Arce y Víctor Díaz-Quevedo	
MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO.....	757
Mario M. Osorio-Arce y Víctor Díaz-Quevedo	
MESA: SALUD Y BIENESTAR ANIMAL.....	761

CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES CON IVERMECTINA EN EL CERDO PELÓN MEXICANO EN PASTOREO DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS	763
R.J. Kú-Duperón, A.J. Aguilar-Caballero, W. Trejo-Lizama	
RESISTENCIA SIMULTÁNEA DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y GARRAPATAS <i>Rhipicephalus microplus</i> A LA IVERMECTINA EN RANCHOS BOVINOS DEL TRÓPICO MEXICANO.....	767
M.A. Alegria-Lopez, R.I. Rodríguez-Vivas, J.F.J. Torres-Acosta	
PREVALENCIA DE <i>Cryptosporidium spp</i> EN ESTIÉRCOL DE BOVINO EN LA COMARCA LAGUNERA.....	771
L. López Torres, J.A. Vidales Contreras, M.A. Gallegos Robles, C. Vázquez Vázquez	
PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA DEL GANADO BOVINO EN CONDICIONES DE ORDEÑO MANUAL Y MECÁNICO EN EL MUNICIPIO DE REFORMA, CHIAPAS	775
H. Ramírez-Barrios, H. León-Velasco, G. Yong Ángel, H. Ruiz-Hernández, A. Ruiz-Moreno.	
SITUACIÓN ACTUAL DE LA LEUCOSIS ENZOÓTICA BOVINA EN SIETE MUNICIPIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.....	779
J.E. Vasconcelos-Bautista, F.T. Barradas-Piña, L.C. Fávila-Humara, R.J. Arieta-Roman, J.A. Fernández-Figueroa., N.F. Ojeda-Robertos	
COMPARACIÓN DE RESPUESTAS FISIOLÓGICAS, PRODUCTIVAS Y DE ESTRÉS OXIDATIVO DE VACAS HOLSTEIN LACTANTES EN VERANO E INVIERNO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.....	783
F. Anzures-Olvera, U. Macías-Cruz, F.D. Alvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderón, R. Díaz-Molina, J.A. Hernández-Rivera y L. Avendaño-Reyes	
INFERENCIA EN LA CALIDAD DE LA CARNE POR EFECTO DEL TIEMPO DE TRANSPORTE Y DEL SEXO	787
P. Sánchez Aparicio, C. Salvador Flores Peinado, P. Mora Medina, A. Luna Blasio, A. Córdova Izquierdo, M. Bernardo Clemente, G. Gerardo Vera y Cuspinera	
ESTIMATION OF DIAGNOSTIC TEST SENSITIVITY AND SPECIFICITY FOR <i>Toxoplasma gondii</i> IN CATS IN THE ABSENCE OF A GOLD STANDARD	791
J. Segura Correa, A. Ortega-Pacheco, M. Jiménez-Coello	
PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN BÚFALOS DE AGUA (<i>Bubalus bubalis</i>) EN DOS RANCHOS DE ACAYUCAN VERACRUZ.....	795
Ojeda-Robertos, N.F; Torres-Chablé, O.M; Chay-Canul, A.J; Luna-Palomera, C; Peralta-Torres J. A; Arieta-Román, R.J; Fernández-Figueroa, J.A; Liebano-Hernández, E.	
RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA EN CABRAS BOER Y MURCIANO GRANADINA EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MIXTO EN SALTILLO COAHUILA, MÉXICO.....	799

F. Ruíz Zárate, R. Olivas Salazar, A. Anquino-Ozuna, R. Villaseñor Ramos, A.J. Aguilar-Caballero	
CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES CON BLOQUES NUTRICIONALES CON HOJAS DE PIÑA (<i>Ananas comosus</i>) EN OVINOS BAJO PASTOREO	803
J.I. Ramírez-May., A.J. Ayala-Burgos., Aguilar-Pérez, F., Torres-Acosta, J.F.F., Aguilar-Caballero, A.J.	
PRUEBAS <i>In Vitro</i> DEL EXTRACTO ACUOSO DEL RABO DE MICO (<i>Heliotropium indicum</i> L.) CONTRA <i>Haemonchus contortus</i>	807
E. Pérez Castañeda, G. Vera y Cuspinera, C. Zaragoza Vera, D. Centurión Hidalgo, J. Espinosa Moreno, S. López Jiménez, A. Berumen Alatorre, S. Martínez Martínez	
MORFOLOGÍA DE ADULTOS Y ELIMINACIÓN DE HUEVOS DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVINOS DE PELO	811
J. Arias Julián, R. González Garduño, M. Zaragoza Vera, C. Zaragoza Vera	
AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE <i>Escherichia coli</i> EN TERNEROS Y DIAGNÓSTICO DE SENSIBILIDAD Y RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS	817
J. Olivares Pérez, C.A. Bahena Nava, M.T. Valencia Almazán, I. Gutiérrez Segura, S. Rojas Hernández y A. Córdova Izquierdo	
ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA REDUCIR BACTERIAS COLIFORMES EN RUMEN Y HECES DE BOVINOS Y OVINOS	821
C. Arzola, R. Copado, F. Rodriguez, J. Salinas, A. Corral, C. Rodriguez-Muela, O. Ruiz, H. Gaytan	
SITUACIÓN ACTUAL DE PARATUBERCULOSIS BOVINA (<i>Mycobacterium avium</i>) EN CUATRO ZONAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO	825
L. Gómez-Martínez, F.T. Barradas-Piña, L.C. Favila-Humara, R.J. Arieta-Roman, J.A. Fernández-Figueroa, N.F. Ojeda-Robertos	
ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TRES MÉTODOS DE LABORATORIO Y LA PRUEBA ALERGICA, PARATUBERCULOSIS EN OVINOS	829
I.A. Sánchez González, A.C. Berumen Alatorre, A. Gómez Vázquez	
RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY × HOSTEIN BAJO LA SOMBRA EN CONDICIONES DE ESTRES POR CALOR.....	833
J.A. Hernández-Rivera, A. Palacios-Ortiz, J. Hernández-Bautista, F.D. Álvarez-Valenzuela, U. Macías-Cruz, L. Avendaño-Reyes, T.R. Bilby.	
ILUMINACIÓN CON DIODOS EMISORES DE LUZ DICROMÁTICA Y PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDA.....	837
S. Pech Pool, H. Mijangos Canché, G. Ayora Ricalde R. Zamora Bustillos, H. Magaña Sevilla	
EFFECTO DE UN FÁRMACO VASODILATADOR SOBRE PARAMETROS SOMATOMÉTRICOS EN FETOS (<i>Cavia porcellus</i>)	841

P. Sánchez Aparicio, J.A. Ibancovich Camarillo, J.M. Mora Victoria, A. Córdoba Izquierdo, H. Bonilla Jaime, J. Del Angel Caraza, H. Reyes Alva	
PERFIL FISIOMETABOLICO DEL ROEDOR CON HIPOXIA INDUCIDA: EFECTO DE LA GLICOCOLA.....	845
P. Sánchez Aparicio, M. Vega Rosas, J. Mauro Victoria Mora, J.A. Ibancovich Camarillo, A. Córdoba Izquierdo, H. Bonilla Jaime, A. Luna-Blasio	
MESA: ALIMENTOS E INOCUIDAD.....	849
DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE CARNE DE AVE, CERDO Y SOYA EN HAMBURGUESAS COMERCIALES MEDIANTE PCR MÚLTIPLEX	851
A. Sánchez Mendoza, P. Sánchez Aparicio, J. Montiel Sosa	
ASPECTOS HIGIÉNICO-SANITARIOS DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE QUESO: EL CASO DEL QUESO RANCHERO EN EL VALLE DE TOLUCA.....	857
A.D. Solís-Méndez J.G. Estrada-Flores y O.A. Castelán-Ortega	
EFFECTO DE LA LÍNEA GENÉTICA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN CONEJOS NUEVA ZELANDA vs. CALIFORNIA	861
A.C. Martínez López, C.S. Flores Peinado, P. Mora Medina, J.M. Mora Victoria, J.A. Ibancovich Camarillo, G.G. Vera y Cuspinera, P. Sánchez Aparicio	
RESIDUOS DE CLEMBUTEROL EN CARNE DE BOVINO COMERCIALIZADA EN EL MUNICIPIO DE TEXCOCO ESTADO DE MÉXICO.....	865
D. Hernández Sánchez, A. Francisco Martínez, J.P. Osorio Reyes, R. Pinto Ruiz, M.M. Crosby Galván, O. Hernández Mendo	
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y NIVELES DE ÁCIDO OLEICO EN LA CANAL DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	869
A. Gloria Trujillo, D. Hernández Sánchez, M. Cobos Peralta, O. Hernández Mendo, M. Crosby Galván, E. Meraz Romero	
COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE OVINOS DE PELO.....	875
V. Moo-Huchin, M. Chi-Kuk, E. Sauri-Duch, M. Moo-Huchin, I. Estrada-Mota, R. Estrada-León	
EFFECTO DE ANTIOXIDANTES ADICIONADOS A LA DIETA Y SOBRE LA CARNE EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE POLLO COCIDA.....	879
F. Avila Ramos, A. Pro Martínez, E. Sosa Montes, J. Manuel Cuca García, C. Becerril Pérez, J. L. Figueroa Velasco, C. Narciso Gaytán	
EFFECTO DEL CLORHIDRATO DE ZILPATEROL SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CANAL DE CORDEROS FINALIZADOS EN CORRAL: ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN	883
S. Soto-López, R. Vicente-Pérez, U. Macías-Cruz, F.D. Álvarez-Valenzuela, N. Torrentera-Olivera, A. Correa-Calderón, S.A Soto-Navarro, L. Avendaño-Reyes	

APLICACIÓN DE ULTRASONIDO DE POTENCIA EN EL MARINADO DE LA CARNE DE BOVINO	887
A.D. Alarcón-Rojo, E.B. Ordaz-Portillo, C. Valenzuela-González	
CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CERDO POR EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITES ESENCIALES DE <i>Origanum vulgare</i>	891
E.M. Peña, A.D. Alarcón-Rojo, H. Janacua-Vidales, J.A. Ortega	
MESA: SUSTENTABILIDAD Y PRODUCCIÓN DIVERSIFICADA	895
ADOPCIÓN-ADAPTACIÓN DEL CONEJO (<i>Oryctolagus cuniculus</i>) AL TRASPATIO EN DOS COMUNIDADES DE YUCATAN.....	897
L.E. Cruz Bacab, C. Sandoval Castro, W. Aguilar Cordero y G.I. Pantoja Nuñez	
PREFERENCIA DE CONSUMO DE ENSILADO ELABORADOS CON <i>Brosimum alicastrum</i> y <i>Leucaena leucocephala</i> , SOLOS O EN COMBINACIÓN, POR PECARÍ DE COLLAR (<i>Pecari tajacu</i>).....	901
R. Montes Pérez, J. Patrón Castro, L. Chan Ek, F. Centurión Castro, J. Mukul Yerves, A. Sierra Vázquez	
VALOR NUTRITIVO Y FERMENTACIÓN <i>IN VITRO</i> DE NOPAL (<i>opuntia ficus indica</i>) COMPARADO CON FORRAJES USADOS EN OVINOS	905
I. Almaraz Buendía, H. Losada Custardoy, J. G. Rivera Martínez, J. Cortés Zorrilla, L. A. Miranda Romero, J. A. Sánchez Meráz, J. M. Vargas Romero	
INFLUENCIA DE LAS CERCAS VIVAS DE <i>Gliricidia sepium</i> SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DEL SUELO, EN TACOTALPA, TABASCO, MÉXICO.	909
G. Villanueva-López, L. Ramírez-Avilés, P. Martínez-Zurimendi, F. Casanova-Lugo	
DEFENSIVIDAD DE COLONIAS DE ABEJAS (<i>Apis mellifera</i> L.) EN GUEMEZ, TAMAULIPAS	917
A. Silva-Contreras, J.C. Martínez-González, F. Briones-Encinia, E. G. Cienfuegos-Rivas, R. López-Zavala y J. M. Tapia-González	
ESTABLECIMIENTO DE UNA UNIDAD DE MANEJO DE VIDA SILVESTRE (UMA) INTENSIVA DE VENADO COLA BLANCA (<i>Odocoileus virginianus</i>) EN CHIAPAS.....	921
P.J. Arcos Vázquez, L.F. Jimenez Ramirez, C. Tejeda Cruz	
LA OVINOCULTURA EN LAS CUATRO ZONAS BORREGUERAS DE MICHOACÁN DE OCAMPO.....	925
MGJ. Nuncio Ochoa, J. Nahed Toral, V. Salinas Melgoza, CM. Arriaga Jordán, E. Sánchez Vera y B. Gómez Ramos	
COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE UN HATO BOVINO COMERCIAL EN PASTOREO SUSTENTABLE EN EL SUR DE CAMPECHE.....	931
F. Álvarez Flores	

LAS UMA'S TABASQUEÑAS DE TORTUGA BLANCA <i>Dermatemys mawii</i> : ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CULTURA ALIMENTARIA MEDIANTE SU APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE	935
G. Beauregard Solís, C.E. Zenteno Ruiz, C.A. Méndez Sánchez, J.D. Peregrino Reyes, E. Guzmán Juárez y C. Solís Zurita	
DINÁMICA DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN CALLEJONES CON ÁRBOLES FORRAJEROS EN LA ZONA CENTRAL DE YUCATÁN.....	939
R. Tzuc-Martínez, F. Casanova-Lugo, A. Caamal-Maldonado, M. Gallegos-Pérez	
RENDIMIENTO DE FORRAJE DE ESPECIES ARBÓREAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES Y SU USO COMO ABONO VERDE PARA EL MAÍZ.....	943
M. Gallegos-Pérez, A. Caamal-Maldonado, F. Casanova-Lugo, R. Tzuc-Martínez	
PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN JAULAS FLOTANTES UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO ACUÍCOLA.....	947
J. Julián-Hernández, M. Fernández-Pérez y I. Gallegos-Morales	
CRECIMIENTO DE MAÍZ UTILIZANDO LA VERMICOMPOSTA DE EXCRETAS PORCINAS	951
B. Balam Cocom, A. Martin Casanova, M. Puc Chan, W. Trejo Lizama, R. Belmar Casso	
CARACTERIZACIÓN DE GRANJAS PORCINAS CON BIODIGESTORES EN EL ESTADO DE YUCATÁN.....	955
A.J. Uicab, L.B. Vázquez González, W. Trejo Lizama, R. Belmar Casso, A. Caamal Maldonado, J. Castillo Caamal, R. Santos Ricalde	
VALORES DE QUÍMICA SANGUÍNEA DEL COCODRILO DE PANTANO (<i>C. moreletii</i>) EN CAUTIVERIO DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA.	959
G. Borrallas-Briones, M. Velásquez-Castro., P. Mendoza-Nazar, B. Ruíz-Sesma, j. Domínguez-Laso	
ÍNDICES ZOOMÉTRICOS DE OVINOS BLACKBELLY BAJO MANEJO SEMI-EXTENSIVO EN CAMPECHE, MÉXICO	965
F. Dzib-Can, G. Torres-Hernández, R. González-Garduño, J.A.....	
Hinojosa-Cuéllar	
LOS CULTIVOS DE COBERTURA EN EL VALLE DEL TULIJÁ, SALTO DE AGUA, CHIAPAS. MÉXICO.....	969
C. González Santiago	
PRODUCCIÓN ANIMAL DIVERSIFICADA PARA LA SUSTENTABILIDAD Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN CONDICIONES DE INUNDACIÓN ANTROPOGÉNICA EN TABASCO, MÉXICO	973

J. Cámara-Córdova, G. Beauregard S., G.R. Cansino A., Álvaro Hernández S., M. Fernández P., L.M. Gómez D.D., S. López J., M.A. Magaña A., W. Álvarez J., L. del C. Cámara C., R.A. Cantú G., R. Flores B. y J. Nava A.

CONSUMO Y PREFERENCIA ALIMENTICIA DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*) EN ETAPA JUVENIL EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO..... 977

P. Mendoza Nazar, A. K. Zavala Huchin, B. Ruiz Sesma, M.A. Oliva Llavén, R. Pinto Ruiz, F. Guevara Hernández, P.G. Macías Farrera y A. Yamasaki Maza

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ACUICOLA EN EL ESTADO DE CHIAPAS..... 981

F. Moreno Martínez, A.E. Ruiz Pereyra, P. Mendoza Nazar, B. Ruiz Sesma, C. Ibarra Martínez

MESA: ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN AGROPECUARIA 985

DIAGNOSTICO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA EN LOS SISTEMAS PECUARIOS DE PRODUCCION FAMILIAR EN SANTA MARIA HUATULCO, OAXACA..... 987

Y.A. Cabrera-Vargas, Y. Villegas-Aparicio, P. Bautista-Hernández, M.P. Jerez-Salas, M.A. Vasquez-Davila

MODELO DE SIMULACIÓN PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE OVINOS FINALIZADOS EN YUCATÁN. 991

P. Soberanis Ojeda, C.A Sandoval Castro, L.A Sarmiento Franco

CARACTERIZACION DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA LECHE Y QUESO EN EL MUNICIPIO DE TECPATÁN, CHIAPAS..... 995

B. Sánchez. Muñoz, J. Nahed Toral., J. Calderón, Perez. J. A. Manzur Cruz., M. A. Orantes Zebadua, J.L. Cruz, Lopez, J.L. Ruiz Rojas

FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN EL ÁREA RURAL DEL CENTRO DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO 999

G. Muñoz-Osorio; R. Cámara-Sarmiento; A. Aguilar-Caballero

CARACTERIZACIÓN DE EXPLOTACIONES OVINOCULTORAS DEL MUNICIPIO DE JALAPA, TABASCO 1003

G. Garduza Arias, J.U. Medina Reynés, C.V. Zaragoza Vera, M. Zaragoza Vera, G. Arjona Jiménez

PONENCIAS MAGISTRALES

GENETIC RESISTANCE TO INTERNAL PARASITES IN SHEEP

D.R. Notter

Department of Animal and Poultry Sciences, Virginia Tech, Blacksburg, VA 24061, U.S.A.

ABSTRACT

Heritable genetic differences in resistance to gastrointestinal nematodes are found among and within sheep breeds. Heritability estimates for fecal egg count (FEC) generally range from 0.2 to 0.3, and selection to enhance parasite resistance has been successful. Studies to detect quantitative-trait loci (QTL) and associated genetic markers involved in control of FEC in sheep have found consistently interesting regions on ovine chromosomes 1, 3, 12, 20, 22, 23, and 26. However, the fraction of the total additive genetic variance associated with markers was low, and parasite resistance in sheep is increasingly viewed as a polygenic trait, controlled by many genes with relatively small individual effects. Katahdin sheep, derived by crossing tropical hair and temperate wool breeds, are currently popular in both the U.S.A. and Mexico, in part because of their relatively high level of parasite resistance. Heritability estimates for FEC in Katahdin sheep are well above the global average, with values in the range of 0.4 to 0.5. Protocols for genetic evaluation of parasite resistance in Katahdin sheep currently use FEC records at approximately 60 and 120 d of age in order to address genetic variation in both innate (60-d) and acquired (120-d) immune responses.

Key words: gastrointestinal nematodes, heritability

INTRODUCTION

Gastrointestinal nematodes are a major health problem in small ruminants. Partial control can be achieved by careful grazing management, but treatment with chemical dewormers is often required to maintain year-round levels of control and protect vulnerable animals. However, resistance to chemical dewormers has been documented in parasite populations worldwide, and a relationship between aggressive use of dewormers and the emergence of drug resistance is now accepted (Kaplan, 2004). Control of internal parasites increasingly focuses on holistic approaches combining management practices that minimize infection with strategic deworming of infected and highly susceptible individuals. This approach can slow the rate of development of drug resistance in parasite population and prolong the effective life of available anthelmintic drugs.

Use of selective breeding to enhance parasite resistance is recognized as part of a comprehensive strategy for parasite control. Several highly resistant sheep breeds have been identified and generally were developed by natural selection for parasite resistance in warm, high-rainfall regions. Selection experiments in temperate breeds such as the Merino and Romney also confirmed that parasite resistance can be improved in susceptible breeds. Resistance to internal parasites is now recognized as a quantitative trait with polygenic inheritance involving many genes scattered across the genome.

This review will summarize evidence for the genetic control of parasite resistance and opportunities for genetic improvement using combinations of existing breed resources, artificial selection with traditional breeding methods, and emerging genomic techniques. The review will focus mainly on the abomasal nematode *Haemonchus contortus*. This focus is justified by its global distribution, short generation time (allowing rapid development of infections), feeding

behavior and pathogenicity (involving blood feeding and potentially life-threatening anemia in susceptible hosts), and widespread use as an experimental model. However, principles derived from studies of *H. contortus* are expected to be relevant to other parasitic nematodes of genera such as *Teladorsagia* (formerly *Ostertagia*), *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, and *Cooperia*.

GENETIC CONTROL OF PARASITE RESISTANCE

There is strong evidence for differences among breeds in resistance to internal parasites. Breeds with documented levels of resistance include the St. Croix (Courtney *et al.*, 1985; Gamble and Zajac, 1992; Vanimisetti *et al.*, 2004), Red Maasai (Baker *et al.*, 1999, 2003; Mugambi *et al.*, 2005), and Florida and Gulf Coast Natives (Bahirathan *et al.*, 1996; Miller *et al.*, 1998; Amarante *et al.*, 1999).

Selection to increased parasite resistance was effective in several susceptible breeds. In particular, approximately four generations of divergent selection for high or low FEC following artificial infection with *H. contortus* in Australian Merino sheep resulted in a 79% reduction in FEC in a resistant line and a 37% increase in FEC in a susceptible line (Woolaston *et al.*, 1990; Woolaston and Eady, 1995). Similar results were obtained in New Zealand Romney ewes selected for high or low FEC following a natural, mixed-species parasite challenge (Morris *et al.*, 1995). After 13 yr of selection, high and low FEC lines differed by 2.9 additive standard deviations. In important subsidiary studies, line differences in FEC in response to artificial infection with *H. contortus* were also observed in natural infections and in artificial infections with *Trichostrongylus colubriformis* (Woolaston and Eady, 1995). Line differences in FEC in lambs were also observed in adult ewes around the time of lambing (Woolaston, 1992). In a summary of 16 studies, the average heritability estimate for FEC was 0.27 ± 0.02 (Safari *et al.*, 2004), notable for both the reasonably large size of the estimate and the uniformity of the estimates among studies.

QUANTITATIVE TRAIT LOCI (QTL) INFLUENCING PARASITE RESISTANCE

Several studies have attempted to identify genetic markers for resistance to *H. contortus* in populations representing resistant and susceptible sheep breeds. The genomic tools used for these studies involved initial emphasis on specific candidate genes, subsequent use of limited numbers of highly polymorphic microsatellite markers, and, today, use of very large numbers (i.e., 50,000 to 700,000) of biallelic single-nucleotide polymorphisms (SNP). Even larger SNP arrays are potentially available, and eventual analysis of full DNA sequences is anticipated.

Possible QTLs associated with parasite resistance in sheep were reviewed by Dominik (2005) and Slota (2009), and several additional studies have been conducted since those reviews using Merinos (Marshall *et al.*, 2009), Romney x Merino crosses (Dominik *et al.*, 2010), multiple Australian breeds (Kemper *et al.*, 2011), Red Maasai x Dorper crosses (Silva *et al.*, 2012; Marshall *et al.*, 2012), and Blackbelly x Romane crosses (Sallé *et al.*, 2012). These studies generally detected relatively large numbers of QTL affecting FEC and related traits. However, individual QTL effects were usually small and the QTL were scattered across the genome. Little consistency in QTL locations was observed across the studies. Instead, consensus is emerging that parasite resistance, as measured by FEC, is a quantitative trait with polygenic inheritance consistent with the classical infinitesimal model of genetic control involving many genes, each with small individual effects.

This model suggests that molecular diagnostic tools based on simplified SNP panels with limited numbers of markers are unlikely to make important contributions to genetic improvement in FEC. Inconsistency in QTL locations across breeds indicates that different SNP panels will likely

be required for different breeds, increasing the cost of implementation of genome-based selection methods. Continued recording of FEC will thus likely remain important to allow sustained improvement in parasite resistance.

Results of past studies do, however, point to a few promising chromosome regions that may be associated with parasite resistance. Prominent among these is the region on ovine chromosome 3 surrounding the interferon- γ gene near map position 210. QTL for FEC on chromosome 3 in sheep infected with *H. contortus* were reported by Marshall *et al.* (2009) near map position 290 in Merino sheep, Silva *et al.* (2012) at map position 237 to 277 in Red Maasai x Dorper sheep, and Sallé *et al.* (2012) at map position 141 to 167 in Blackbelly x Romane crosses. QTL for FEC in this region were also reported in Soay sheep infected with *Teladorsagia circumcincta* (Coltman *et al.*, 2001) and in Merino sheep (Beh *et al.*, 2002) and Romney x Merino crosses (Dominik *et al.*, 2010) infected with *T. colubriformis*.

Regions on chromosome 20 associated with the ovine major histocompatibility complex (MHC) have also attracted attention. QTL for FEC on chromosome 20 were reported in Scottish Blackface sheep infected with *T. circumcincta* by Schwaiger *et al.* (1995); in Rhönschaf and Merino sheep infected with *H. contortus* by Janßen *et al.* (2002) and Marshall *et al.* (2009), respectively; and for strongyle FEC in Scottish Blackface sheep by Davies *et al.* (2006). Sallé *et al.* (2012) identified a QTL for FEC at the second, but not first, infection in Blackbelly x Romane sheep in the MHC region of chromosome 20 and postulated that this QTL may specifically affect acquired immune responses.

Marshall *et al.* (2009), Gutiérrez-Gil *et al.* (2009), and Kemper *et al.* (2011) all reported QTL for FEC at a 5% or greater chromosome-wise (CW) significance level in a region near map position 140 on ovine chromosome 1 in sheep infected with *H. contortus*. Marshall *et al.* (2009, 2012), Dominik *et al.* (2010), and Silva *et al.* (2011) likewise found QTL for FEC with 5% CW significance or greater in the proximal region of chromosome 22. Gutiérrez-Gil *et al.* (2009) and Beh *et al.* (2002) both identified QTL with large effects on trichostrongylid FEC in Spanish Churra and Australian Merino sheep, respectively, on adjacent regions of chromosome 6. Both Marshall *et al.* (2009) in Merino sheep and Sallé *et al.* (2012) in Blackbelly x Romane crosses found significant QTL for *H. contortus* FEC on adjacent regions of chromosome 12.

Marshall *et al.* (2012) reported QTL for FEC with 1% CW significance levels on chromosomes 23 and 26 in Red Maasai x Dorper crossbred lambs naturally infected with *H. contortus*. Silva *et al.* (2011), using animals from the same population, but with artificial infection, also found QTL that approached the 5% genome-wide significance level in these same chromosome regions. However, evidence for QTL on these chromosome segments has not been reported in other breeds.

GENETIC EVALUATION OF FEC IN KATAHDIN SHEEP IN THE U.S.A.

Fecal egg counts were first used in national genetic evaluation programs in New Zealand (Parker, 1991) and Australia (Eady *et al.*, 1997) following documentation of useful levels of additive genetic variation in parasite resistance in New Zealand Romney and Australian Merino sheep. These programs used FEC in 6- to 16-month-old lambs as the indicator of parasite resistance. The challenge in establishing useful levels of parasite resistance in a highly susceptible breed such as the Merino were highlighted by early estimates of potential rates of genetic improvement in FEC in this population. Eight to 10 yr of selection for reduced FEC were predicted to be required before achieving sufficient levels of genetic resistance to allow meaningful reductions in the use of chemical dewormers (Woolaston and Baker, 1996; CSIRO, 2012).

The genetic evaluation of FEC in Katahdin sheep in the U.S.A. provides a template for improvement of parasite resistance in a moderately resistant sheep breed. The Katahdin breed is a composite breed derived mainly from crosses among Caribbean hair and various temperate wool breeds, but also with documented, but poorly quantified, contributions from the Wiltshire Horn and Gulf Coast and Florida Native breeds. The initial crosses to develop the breed were made in the late 1950's at the Piel Farm in Maine. The objective was the creation of an easy-care sheep that did not require shearing and had high levels of parasite resistance. Foundation animals for the Katahdin breed were present on the Piel Farm by the early 1970's, and a breed association (Katahdin Hair Sheep International; www.khsi.org) was established in 1986. The Katahdin is now one of the most rapidly growing sheep breeds in the U.S.A. and Mexico. Fecal egg counts in Katahdin sheep with either artificial or natural infections with *H. contortus* were intermediate to those observed in temperate wool and Caribbean hair breeds, and superior to those found in Dorper crossbred lambs (Vanimisetti *et al.*, 2004). These results document both the favorable levels of parasite resistance present in this breed and the potential for further genetic improvement.

Several studies investigated the levels of additive genetic variation in FEC in Katahdin sheep. The first of these studies was conducted over 3 yr beginning in 2003 and used FEC measurements on 850 Katahdin lambs from six flocks and representing 26 sires. Each flock used a minimum of two Katahdin sires, with a minimum of 10 to 12 lambs per sire. FEC were determined at average ages of approximately 8 and 22 wk. The 22-wk measurement corresponded to the recommended minimum measurement age used in Australian and New Zealand studies. Bishop *et al.* (1996) reported that heritability estimates for FEC in Scottish Blackface lambs parasitized mainly with *T. circumcincta* did not differ from zero until after 3 mo of age. Gamble and Zajac (1992) likewise did not find differences in FEC between St. Croix and Dorset lambs in response to a primary experimental infection at 8 wk of age, but reported much lower FEC for St. Croix lambs challenged following deworming at 14 wk of age. However, measurement of FEC in young Katahdin lambs was included in our initial study based on anecdotal observations of apparent resistance in these lambs.

Heritability estimates for FEC in Katahdin sheep in this study were of 0.54 at 22 wk of age and 0.48 at 8 wk of age. The heritability estimate of 0.54 at 22 wk was well above the global average of 0.27 reported by Safari *et al.* (2004), and the estimate of 0.48 at 8 wk of age was unprecedented, suggesting the presence of useful additive genetic variation associated with both innate (i.e., 8-wk) and acquired (i.e., 22-wk) immunity to *H. contortus* in Katahdin sheep. A genetic correlation of 0.50 between FEC at the two ages indicated a favorable, though modest, additive association between measures of parasite resistance at the two ages.

A second study conducted in 2006 used data from 10 Katahdin flocks in Ohio, Missouri, and Pennsylvania. Despite modest numbers of lambs ($n = 456$) and sires ($n = 31$), measurements of lamb FEC were available at approximately 8 ($n = 244$), 13 ($n = 289$), and 17 ($n = 139$) wk of age. Resulting heritability estimates for FEC were 0.41 at 8 wk, 0.52 at 13 wk, and 0.54 at 17 wk and were both consistent with our initial study and again much higher than estimates obtained in previous studies using other breeds.

A final study combined FEC data collected in 2003 through 2005 with additional records on 730 lambs from 10 Katahdin flocks in 2006 and 2007. Records were separated into those taken at approximately 9, 14, and 20 wk of age, and the data were further restricted to only contemporary groups with means for FEC of ≥ 500 eggs per gram of feces (epg). Records were analyzed with an animal model that included fixed contemporary-group effects, a random animal additive genetic effect, and a random litter effect which accounted for the additional resemblance (beyond

that attributable to their additive genetic relationship) among full-sib littermates. The litter effect presumably reflects genetic and non-genetic maternal influences of the dam and common environmental effects unique to lambs born in the same litter. Heritability estimates for FEC were 0.27 at 9 wk, 0.65 at 14 wk, and 0.51 at 20 wk, further confirming relatively high heritabilities for FEC in Katahdin sheep. Full-sib littermate correlations were 0.61 at 9 wk, 0.76 at 14 wk, and 0.80 at 20 wk. Genetic correlations of 9-wk FEC with FEC at 14 and 20 wk were 0.85 and 0.76, respectively, and the genetic correlation between FEC at 14 and 20 wk was 0.99. Corresponding phenotypic correlations were 0.55, 0.38, and 0.95, respectively. These correlations indicate that essentially the same genes affect FEC at 14 and 20 wk, but that FEC in young lambs at 9 wk of age was strongly, but not perfectly, correlated with FEC at later ages.

Based on these results, a scheme to generate estimated breeding values (EBV) for FEC in Katahdin sheep was implemented in 2007 (Figure 1). The scheme allows measurement of FEC at target ages of 45 to 90 and 90 to 150 d, corresponding to the ages identified as informative in preliminary studies and to the age ranges specified for collection of weaning and postweaning body weights, respectively.

Protocols to measure FEC must ensure an adequate level of parasite challenge to allow discrimination among candidates for selection, but also avoid creation of unacceptable risks of serious disease in the lambs. Measurement protocols must therefore permit accumulation of substantial worm burdens before FEC are recorded but also provide for treatment of animals when required. Thus in Figure 1, monitoring of developing parasite loads in young, spring-born lambs is required, and may involve FAMACHA scoring, monitoring of FEC in a sample of the lambs, or subjective assessment of risk levels based on weather conditions and historical patterns of infection. The first FEC measurement is scheduled to occur immediately before the first deworming of the lambs, and, for many flocks, would occur at some point between 30 and 90 d of age. Following the initial fecal collection, lambs are treated as needed (either as a group or selectively based on symptoms of parasitism) and subsequently managed to control infection using standard treatment protocols.

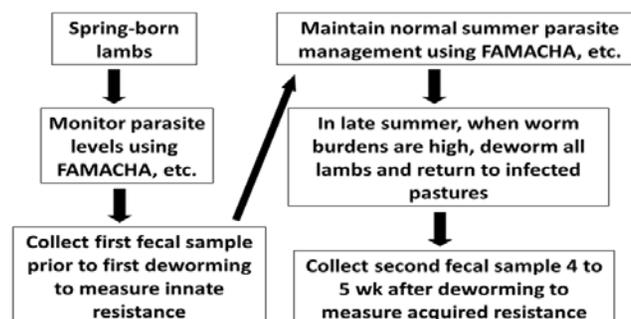


Figure 1. Protocol for measurement of fecal egg counts for use in genetic evaluation of parasite resistance in Katahdin sheep.

A second FEC measurement is recommended in late summer (usually August or September in the southern U.S.A.). Recording protocols will depend on the treatment history of the lambs. In areas with moderate to high parasite challenge, where some or all of the lambs are normally treated during the summer, we recommend that all lambs be dewormed using a product with limited residual activity (levamisole is ideal, in areas where it is still available and effective). The lambs would be returned to contaminated pastures after deworming, and the second FEC would be

determined 4 to 6 wk after deworming, depending on the parasite load on the pasture and the residual anthelmintic action of the dewormer. This procedure uses the group deworming to standardize parasite burdens prior to collection of data to be used for genetic evaluation.

In areas with modest to low parasite challenge or flocks with high levels of parasite resistance, a second late-summer deworming may not be necessary. In such situations, the recommended (pre)weaning deworming following the first FEC measurement may be sufficient to protect most lambs from disease for the 4 to 12 wk between collection of weaning and postweaning weights and FEC. The postweaning FEC measurement could then be taken without an additional deworming. We require, however, that lambs be at least 90 d old at the second FEC and that the two FEC measurements be separated by a minimum of 90 d.

This protocol works well for many Katahdin flocks in the U.S.A. Late-spring (March to May) lambing is common in this breed, allowing recording of the first FEC in June or July and the second FEC on August or September. Some breeders treat all their lambs following the first FEC and again before the second FEC in August or September. However, increasing numbers of breeders practice strategic deworming and treat only lambs that show symptoms of parasitism. In this situation, it is critical that lambs be directly compared only to other lambs with comparable treatment histories. This is most easily accomplished by assigning lambs to different management groups based on their date(s) of previous treatment. In addition, recently treated lambs with anticipated FEC of near zero due to treatment must be excluded from the FEC records, since their low FEC values are a result of treatment rather than resistance.

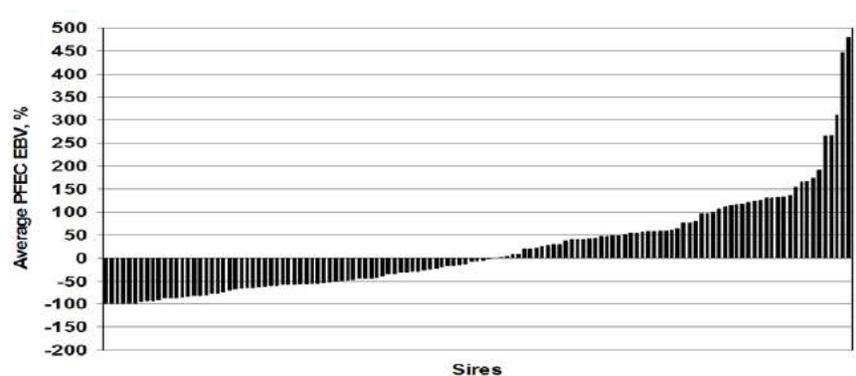


Figure 2. distribution of postweaning FEC (PFEC) EBV for 127 sires with at least 10 progeny with FEC records and a minimum accuracy of 0.75 for either the weaning or postweaning FEC EBV. FEC EBVs are expressed as a percentage of the population mean FEC, and therefore range nearly -100% to extreme of 480%.

For calculation of EBV, weaning and postweaning FEC are considered to be separate, but positively correlated, traits, with an assumed genetic correlation of 0.81. We thus assume that the innate immune response to parasite infection is potentially controlled by somewhat different genes than the acquired immune response observed in older lambs. FEC records are transformed as $(\text{FEC})^{1/3}$ (i.e., the cube-root of FEC; Eady, 1995), and EBVs are expressed as percentages of the population mean FEC. An EBV of -70% thus indicates that progeny of the animal in question are expected to have mean FEC that are 35% lower than those of the average Katahdin lamb.

FEC EBVs for 127 progeny-tested Katahdin sires with an accuracy of the FEC EBV of at least 0.75 and at least 10 progeny with FEC records are shown in Figure 2. Six sires asymptotically approached the lower limit of -100% that is possible for this trait, with EBVs of -97.2 to -99.3%.

Two sires had very high FEC EBVs of 447 and 480%, but even after excluding extremes, the 10th and 90th percentiles for these rams were -86.5 and 132.3%, respectively. At a mean FEC of 2,000 epg, this range for sires in the 10th to 90th percentiles would translate into progeny means ranging from 1,135 to 3,323 epg.

High heritabilities for FEC in Katahdin sheep, coupled with the high phenotypic variance commonly observed for FEC, indicate potential for rapid genetic progress from simple mass selection based on FEC EBV. This situation potentially arose from the crossbred origin of the Katahdin, combining genes from highly resistant tropical hair and highly susceptible temperate wool breeds and resulting in high levels of additive genetic diversity in segregating crossbred descendants. The initial crossbred matings used to establish the Katahdin breed were largely completed by the early 1970's. Modern Katahdin sheep have thus experienced 9 to 10 generations of *inter se* matings from the foundation crosses that established the breed.

The high heritabilities and diverse parental origin of the breed also suggest potential to identify favorable QTL arising from the hair sheep ancestors of the Katahdin breed. Despite the generally negative results discussed earlier in this paper, the Katahdin breed has some specific advantages for QTL detection. These include their origin as a composite breed representing extreme parental genetic types and a reasonable number of intervening generations to allow segregation among markers and between markers and QTL. To that end, we have identified and collected DNA from approximately 100 progeny-tested Katahdin sires for SNP marker analysis using a soon-to-be-released ovine SNP chip containing approximately 700,000 SNP markers.

CONCLUSIONS

Genetic improvement of parasite resistance has been successful in Katahdin sheep. Traditional selection methods based on EBVs were sufficient to permit sustained genetic improvement in the breed, and individual breeders have been successful in developing, documenting, and marketing animals with high levels of genetically mediated parasite resistance. Substantial baseline levels of resistance in the Katahdin allowed the breed to have an immediate impact on management of parasite resistance in flocks located in regions of high parasite challenge. Detection of molecular genetic markers could enhance selection responses and expand our understanding of genetic mechanisms involved in parasite resistance in sheep and other species, but is not required to establish effective genetic improvement programs.

REFERENCES

- Amarante, A. F., T. M. Craig, W. S. Ramsey, N. M. El-Sayed, A. Y. Desouki, and F. W. Bazer. 1999. Comparison of naturally acquired parasite burdens among Florida native, Rambouillet and crossbreed ewes. *Vet. Parasitol.* 85:61-69.
- Bahirathan, M., J. E. Miller, S. R. Barras, and M. T. Kearney. 1996. Susceptibility of Suffolk and Gulf Coast Native suckling lambs to naturally acquired strongylate nematode infection. *Vet. Parasitol.* 65:259-268.
- Baker, R. L., D. M. Mwamachi, J. O. Audho, and W. Thorpe. 1999. Genetic resistance to gastro-intestinal nematode parasites in Red Maasai, Dorper and Red Maasai x Dorper ewes in the sub-humid tropics. *Anim. Sci.* 69:335-344.
- Baker, R. L., S. L. Rodriguez-Zas, B. R. Southey, J. O. Audho, and W. Thorpe. 2003. Resistance and resilience to gastro-intestinal nematode parasites and relationships with productivity of Red Maasai, Dorper and Red Maasai x Dorper crossbred lambs in the sub-humid tropics. *Anim. Sci.* 76, 119-136.

- Beh, K. J., D. J. Hulme, M. J. Callaghan, Z. Leish, I. Lenane, R. G. Windon, and J. F. Maddox. 2002. A genome scan for quantitative trait loci affecting resistance to *Trichostrongylus colubriformis* in sheep. *Anim. Genet.* 33:97–106.
- Bishop, S. C., K. Bairden, Q. A. McKellar, M. Park, and M. J. Stear. 1996. Genetic parameters for fecal egg count following mixed, natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection and relationships with liveweight in young lambs. *Anim. Sci.* 63:423–428.
- CSIRO, 2012. Breeding for worm resistance: a component of sustainable worm control. Available at: <http://www.csiro.au/nemesis>; accessed 21 March, 2012.
- Coltman, D. W., K. Wilson, J. G. Pilkington, M. J. Stear, and J. M. Pemberton. 2001. A microsatellite polymorphism in the gamma interferon gene is associated with resistance to gastrointestinal nematodes in a naturally-parasitized population of Soay sheep. *Parasitol.* 122:571–582.
- Courtney, C. H., C. F. Parker, K. E. McClure, and R. P. Herd. 1985. Resistance of exotic and domestic lambs to experimental infection with *Haemonchus contortus*. *Intern. J. Parasitol.* 15:101–109.
- Davies G., M. J. Stear, M. Benothman, O. Abuagob, A. Kerr, S. Mitchell, and S. C. Bishop. 2006. Quantitative trait loci associated with parasitic infection in Scottish blackface sheep. *Heredity* 96:252–258.
- Dominik, S. 2005. Quantitative trait loci for internal nematode resistance in sheep: a review. *Genet. Sel. Evol.* 37(Suppl. 1):83–96.
- Dominik S., P. W. Hunt, J. McNally, A. Murrell, A. Hall, and I. W. Purvis. 2010. Detection of quantitative trait loci for internal parasite resistance in sheep. I. Linkage analysis in a Romney x Merino sheep backcross population. *Parasitol.* 137:1275–1282.
- Eady, S. J. 1995. Implications of non-normal distribution of faecal egg count for measuring worm resistance in Merino sire evaluation schemes: phenotypic traits associated with resistance to internal parasites. *Proc. Australian Assoc. Anim. Breed. Genet.* 11:79–83.
- Eady, S. J., Woolaston, R. R., J. L. Ward, G. D. Gray, J. Karsson, and J. Greef. 1997. Nemesis—systems for incorporating resistance to worms in Merino breeding programs. *Proc. Assoc. Advance. Anim. Breed. Genet.* 12:507–511.
- Gamble, H. R. and A. M. Zajac. 1992. Resistance of St. Croix lambs to *Haemonchus contortus* in experimentally and naturally acquired infections. *Vet. Parasitol.* 41:211–225.
- Gutiérrez-Gil, B., J. Pérez, L. Álvarez, M. Martínez-Villadares, L.-F. dela Fuente, Y. Bayón, A. Meana, F. San Primitivo, F.-A. Rojo-Vazqwues, and J.-J. Arranz. 2009. Quantitative trait loci for resistance to trichostrongylid infection in Spanish Churra sheep. *Genet. Selec. Evo.* 41:41–46.
- Janßen, M., C. Weimann, M. Gauly, and G. Erhardt. 2002. Associations between infections with *Haemonchus contortus* and genetic markers on ovine chromosome 20. *Proc. 7th World Congr. Genet. Appl. Livestock Prod., CD-ROM Commu.No. 28-09, Montpellier, France.*
- Kaplan, R. M. 2004. Drug resistance in nematodes of veterinary importance: a status report. *Trends Parasitol.* 20:477–481.
- Kemper, K. E., D. L. Emery, S. C. Bishop, H. Oddy, B. J. Hayes, S. Dominik, J. M. Henshall, and M. E. Goddard. 2011. The distribution of SNP marker effects for faecal worm egg count in sheep, and the feasibility of using these markers to predict genetic merit for resistance to worm infection. *Genet. Res. Camb.* 93:203–219.
- Marshall K., J. F. Maddox, S. H. Lee, Y. Zhang, L. Kahn, H.-U. Graser, C. Gondro, S. W. Walkden-Brown, and J. H. J. van der Werf J.H.J. 2009. Genetic mapping of quantitative trait loci for resistance to *Haemonchus contortus* in sheep. *Anim. Genet.* 40:262–272.

- Marshall, K., J. M. Mugambi, S. Nagda, T. S. Sonstegard, C. P. Van Tassell, R. L. Baker, and J. P. Gibson. 2012. Quantitative trait loci for resistance to *Haemonchus contortus* artificial challenge in Red Maasai and Dorper sheep of East Africa. *Anim. Genet.* doi: 10.1111/j.1365-2052.2012.02401.
- Miller, J.E., M. Bahirathan, S. L. Lemarie, F. G. **Hembry**, M. T. **Kearney**, and S. R. Barras. 1998. Epidemiology of gastrointestinal nematode parasitism in Suffolk and Gulf Coast Native sheep with special emphasis on relative susceptibility to *Haemonchus contortus* infection. *Vet. Parasitol.* 74:55-74.
- Morris, C. A., T. G. Watson, S. A. Bisset, A. Vlassoff, and P. G. C. Douch. 1995. Breeding sheep in New Zealand for resistance or resilience to nematode parasites. *In: Gray, G.D., R. R. Woolaston, and B.T. Eaton (Eds), Breeding for Resistance to Infectious Diseases in Small Ruminants.* ACIAR Monograph No. 34, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp. 77-98.
- Mugambi, J. M., J.O. Audho, and R.L. Baker. 2005. Evaluation of the phenotypic performance of a Red Maasai and Dorper double backcross resource population: natural pasture challenge with gastro-intestinal nematode parasites. *Small Ruminant Res.* 56:239-251.
- Parker, A. G. H. 1991. Selection for resistance to parasites in sheep. *Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod.* 51:291-294.
- Safari, A., N. M. Fogarty, and A. R. Gilmour, A.R. 2005. A review of genetic parameter estimates for wool, growth, meat and reproduction traits in sheep. *Livestock Prod. Sci.* 92:271-289.
- Sallé, G., P. Jacquiet, L. Gruner, J. Cortet, C. Sauvé, F. Prévot, C. Grisez, J. P. Bergeaud, L. Schibler, A. Tircazes, D. François, C. Pery, F. Bouvier, J. C. Thouly, J. C. Brunel, A. Legarra, J. M. Elsen, J. Brouix, R. Rupp, and C. R. Moreno. 2012. A genome scan for QTL affecting resistance to *Haemonchus contortus* in sheep. *J. Anim. Sci.* 90:4690-4705.
- Schwaiger, F.-W., D. Gostomski, M. J. Stear, J. L. Duncan, Q. A. McKellar, J. T. Epplen, and J. Buitkamp. 1995. An ovine major histocompatibility complex DRB1 allele is associated with low faecal egg counts following natural, predominantly *Ostertagia circumcincta* infection. *Intern. J. Parasitol.* 25:815-822.
- Silva, M. V., T. S. Sonstegard, O. Hanotte, J. M. Mugambi, J. F. Garcia, S. Nagda, J. P. Gibson, F. A. Iraqi, A. E. McClintock, S. J. Kemp, P. J. Boettcher, M. Malek, C. P. Van Tassell, and R. L. Baker.** 2012. Identification of quantitative trait loci affecting resistance to gastrointestinal parasites in a double backcross population of Red Maasai and Dorper sheep. *Anim Genet.* 43:63-71.
- Slota, A. K. 2009. Genetic markers to gastrointestinal nematode resistance in sheep: a review. *Helminthologia* 46:3-8.
- Vanimisetti, H. B., S. P. Greiner, A. M. Zajac, and D. R. Notter. 2004. Performance of hair sheep composite breeds: resistance of lambs to *Haemonchus contortus*. *J. Anim. Sci.* 82:595-604.
- Woolaston, R. R. 1992. Selection of Merino sheep for increased and decreased resistance to *Haemonchus contortus*: peri-parturient effects on fecal egg counts. *Intern. J. Parasitol.* 22:947-953.
- Woolaston, R. R. and R. L. Baker. 1996. Prospects of breeding small ruminants for resistance to internal parasites. *Intern. J. Parasitol.* 26:845-856.
- Woolaston, R. R., I. A. Barger, and L. R. Piper. 1990. Response to helminth infection of sheep selected for resistance to *Haemonchus contortus*. *Intern. J. Parasitol.* 22:377-380.

Woolaston, R.R. and S. J. Eady. 1995. Australian research on genetic resistance to nematode parasites bacteria. *In*: Gray, G.D., R. R. Woolaston, and B.T. Eaton (Eds), *Breeding for Resistance to Infectious Diseases in Small Ruminants*. ACIAR Monograph No. 34, Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, pp. 53-75.

IMPORTANCE OF GENETIC IMPROVEMENT PROGRAMS AND BREED RESOURCES FOR LIVESTOCK PRODUCTION SYSTEMS

D.R. Notter

Department of Animal and Poultry Sciences, Virginia Tech, Blacksburg, VA 24061, U.S.A.

ABSTRACT

Comprehensive plans to manage national livestock genetic resources must consider both, the preservation of endangered local breeds to secure future access to potentially unique genes and gene combinations as well as active programs of new breed development and genetic improvement to meet national food security goals. Integration of these activities into a single national program is recommended to prevent duplication and ensure attention to both of these aspects of livestock genetic resource conservation. Opportunities to further develop existing genetic resources are enhanced by the explicit definition of breeding objectives for individual breeds and production systems. Opportunities also exist to use genomics as a tool to optimize genetic contributions in new breed development. Examples of combining local and exotic genetic resources to optimize animal productivity are found in the use of *Bos taurus* x *B. indicus* dairy cattle in Brazil and the use of hair sheep breeds and crosses in Mexico, the Caribbean, and the U.S.A. A similar opportunity exists to maintain and further develop local chicken breeds to supply high-value niche markets in Asia and Africa.

Key words: genetic resources, local breeds, food security

INTRODUCTION

Comprehensive programs for the conservation, management, and improvement of national livestock genetic resources must address both, the long-term preservation of unique local genetic resources and the sustained genetic improvement in animal productivity and efficiency that is required to meet national food security goals. Implementation of such programs requires: 1) recognition of the diversity in environmental conditions and production systems within the country; 2) characterization of available local and exotic breed resources; 3) development of breeding objectives to specify the characteristics of greatest importance within each production system; 4) establishment of infrastructure for recording, summarizing, and communicating information on animal performance for use in genetic improvement; and 5) implementation of systems to support value-based marketing of livestock products and breeding animals.

This paper will give an overview of strategies to utilize genetic variation among and within livestock breeds to achieve sustained rates of genetic improvement and optimize the utilization of livestock genetic resources. The need for comprehensive breeding objectives to direct genetic improvement and the potential of genomic technology to assist in the design of new livestock breeds will be highlighted, and case studies will provide examples of the use of local breed resources to address changing production and marketing opportunities in rapidly evolving agricultural production systems.

MANAGING NATIONAL LIVESTOCK GENETIC RESOURCES TO SUPPORT FOOD-SECURITY GOALS

The preservation of endangered livestock breeds has been an area of global emphasis for over 20 yr (FAO, 1999, 2007a,b; Notter *et al.*, 2013). However, consensus regarding optimal

management strategies for livestock genetic resources has not been achieved. As noted by the U.S. National Academy of Sciences (NRC, 1993) and discussed by Notter *et al.* (2013), tension arises from conflict between a primarily “preservationist view” that emphasizes the retention and continued use of local breeds in their traditional production environments and a more “utilizationist view” that emphasizes the need for rapid genetic improvement in productive capacity to meet food security goals and is unwilling to use scarce resources to preserve non-competitive livestock breeds. The utilizationist view acknowledges the potential value of genes and gene combinations derived from local breeds, but only in the context of aggressive programs of new breed development and livestock improvement. In the utilizationist view, breed replacement is a natural part of livestock development, and the disappearance of less-productive breeds is inevitable. For example, the utilizationist view would maintain that there may be a need for 10 to 20 global pig breeds to meet the demands of different markets and production systems, but that the maintenance of all of the 656 currently recorded global pig breeds (FAO, 2010) is neither necessary nor desirable.

Notter *et al.* (2013) have argued that neither of these views is consistent with a comprehensive “conservationist view” designed to support the wise use of all livestock genetic resources and proposed that the integration of the preservationist and utilizationist views is essential for long-term management of global genetic resources. The conservationist view asserts that preservation of endangered, and in many cases phenotypically and genetically unique, livestock breeds is essential to the maintenance of livestock genetic diversity, and that this diversity is a source of information regarding mechanisms that allow animals to survive and thrive in difficult environments and under diverse disease challenges. However, many endangered local breeds do not have the productive capacity required for use in modern production systems and contribute little to global food security. The continued use of the unique genetic material that is potentially present in such breeds will therefore require that they contribute to the creation of new, composite populations and/or undergo relatively intensive selection to allow them to adapt to the new needs and realities of animal production. These breeds may also play important roles as resources for understanding the genetic control of complex traits; for use to support livestock production in low-intensity, high-stress subsistence production systems; and as cultural-historical resources. Livestock genetic resource management plans that both support preservation and permit efficient utilization of available genetic resources are thus essential.

The polarization of livestock management activities into preservationist *versus* utilizationist camps has likewise had negative impacts on organizational structures for conservation and use of these resources. In many countries, including the U.S.A., activities to preserve endangered breeds are quite separate from programs for genetic improvement and breed utilization in commercial agriculture, leading to poor communication and inconsistent messages to farmers and consumers regarding the appropriate genetic resources for food production. Intensification of animal production is essential to meeting increasing global demand for animal products and may have positive benefits in management of global carbon emissions and climate change, especially in poultry, pig, and, perhaps, dairy production. However, attempts to intensify grazing systems involving ruminant livestock have been less successful, with attendant negative environmental impacts on grazing lands.

The rapidly developing economies of Latin America have, however, been relatively successful in developing integrated structures, such as CONARGEN, charged with developing comprehensive plans for both animal genetic resource preservation and genetic improvement. In particular, active private sector involvement in genetic improvement and the marketing of improved breeding stock is present throughout the Americas, and, if properly focused, provides opportunity

to both create and capitalize on genetic improvement activities. By contrast, in much of Asia and Africa, the animal seedstock sector is weak, with only limited capacity to generate genetic improvement. Poorly developed linkages between commercial farmers and elite seedstock producers in these regions further limit opportunities for the generation and utilization of new livestock breeds and genetically superior breeding animals.

ACTIVITIES TO SUPPORT BREED UTILIZATION AND GENETIC IMPROVEMENT IN FARM ANIMALS

Development of breeding objectives

The development of comprehensive breeding objectives for specific populations and production systems is necessary to provide direction for genetic improvement programs. The critical role of the breeding objective in genetic improvement was recognized by Hazel (1943), but specification of the breeding objective continues to be one of the most overlooked activities in genetic evaluation programs. In commercial farming, the breeding objective normally quantifies the impact on profitability associated with improvement in each of the measured production traits. More rigorously, the breeding objective may be defined as a linear function relating profit (P) from the livestock enterprise to the mean breeding value (G_i) of the individuals in the herd or flock for each of k measured genetic traits. Thus:

$$P = \beta_0 + \beta_1 G_1 + \beta_2 G_2 + \beta_3 G_3 + \beta_4 G_4 + \dots + \beta_k G_k \quad (1).$$

The β_i are partial regression coefficients relating each of the genetic traits to profitability and are rigorously defined as the impact of a change in G_i on P holding all other animal breeding values constant at their mean. The β_i are commonly also scaled to represent the effect on profitability of a change of one additive genetic standard deviation in each trait. Definition of the breeding objective often involves the use of comprehensive bioeconomic models to describe the impact of changes in genetic merit on costs and returns in the production system. These models may generate complex, nonlinear relationships between breeding values and profitability, but can be conceptualized and applied in the context of Equation (1) by replacing each of the β_i with the change in P associated with a change in G_i at the flock mean G_i (i.e., by replacing the conceptually constant β_i with the potentially variable first derivative of P with respect to G_i at the herd mean for G_i).

In the context of current genetic evaluation methods, the breeding objective can also be directly linked to a selection index for individual animals by replacing the G_i in Equation (1) with corresponding EBVs for each trait (Schneeberger et al., 1992). With this reformulation, the breeding objective and selection index (I) become synonymous as:

$$I = \beta_0 + \beta_1 EBV_1 + \beta_2 EBV_2 + \beta_3 EBV_3 + \beta_4 EBV_4 + \dots + \beta_k EBV_k.$$

An example of the development of a comprehensive breeding objective using a bio-economic production model for Targhee sheep was given by Borg et al. (2007). The model was capable of accounting for nonlinear relationships between trait means and flock profitability and customizing the breeding objective to flock- or region-specific performance levels. In particular, strong nonlinearities were found for the relationship between profitability and flock prolificacy (defined as the number of lambs born per ewe lambing) with emphasis on maximizing the proportion of twin lambs while minimizing the incidence of both single and triplet litters.

Breeding objectives could thus be adjusted in response to genetic trends in traits with nonlinear relationships to profitability, most easily by reassessing breeding value weightings at intervals of 1 to 2 sheep generations (i.e., 4 to 8 yr).

Consideration of all costs of production are essential in development of breeding objectives, especially in grazing ruminants or any situation where production occurs under extensive or low-input conditions. In the Targhee breeding objective, negative weight was applied to breeding values for yearling weight to attempt to moderate increases in adult ewe size and maintenance requirements. This situation highlighted the need to focus on objective analysis, as opposed to breeder perceptions, in the development of the breeding objective. Negative emphasis on yearling weight in the Targhee breeding objective was compensated by a large positive weighting for weaning weight, and, as a result of the positive correlation between weaning and yearling weight, the result was a positive overall expected genetic trend in both yearling and adult ewe weights, but at lower rates than expected in the absence of negative emphasis on yearling weight EBVs.

The incorporation of measures of animal resilience to anticipated, but often unpredictable, environmental challenges such as sporadic disease outbreaks and weather events is also desirable, but challenging. For example, increases in adult body size may be a concern in areas that experience periodic drought conditions or occasional severe winter storms. The appropriate weightings for measures of disease resistance have likewise been debated when the risk of disease is influenced by both management (e.g., proper isolation of newly purchased animals, appropriate monitoring and treatment or disposal of infected animals, weather-mediated risk variables) and genetically mediated resistance or resilience. In particular, different approaches for development of economic weightings for resistance to gastrointestinal nematode parasites in small ruminant production systems have been reported, depending on the assumptions regarding levels of infection and efficacy of treatment protocols in the environment of interest (Amer *et al.*, 1999; Gunia *et al.*, 2013).

Potential contributions of genomics to utilization of breed resources

The potential to use genetic markers to enhance rates of within-breed selection has been widely discussed and, in a few cases, realized. Unfortunately, the likelihood that many genetic markers will be breed-specific, requiring the identification of markers specific to each breed or population complicates the use of genomic information in livestock improvement. However, as our understanding of the impact of specific genomic regions on various performance traits expands, there may be potential to utilize genomic technology to favorably influence the genetic composition of new breeds and composite populations.

Marker-assisted breed synthesis would use information on regions of the genome that have been found to have the greatest impact on specific performance traits. For example, Notter (2013) summarized studies of quantitative-trait loci (QTL) involved in parasite resistance in sheep and found evidence from multiple studies indicating the presence of QTL for parasite resistance on ovine chromosomes 1, 3, 12, 20, 22, 23, and 26. In a similar way, QTL involved in muscling have been found within the myostatin gene on ovine chromosome 2 and in a highly imprinted region of chromosome 18 including the callipyge, Carwell, and LOINMAX genes (Tellam *et al.*, 2012).

Given this information, an interesting strategy for creation of a well-muscled, relatively parasite resistant composite sheep breed from crosses involving breeds such as the Blackbelly and the Dorper could use genetic marker panels to preferentially create homozygosity of genes from the Blackbelly in regions that have shown a high probability of involvement in parasite resistance

and genes from the Dorper in regions with high probability of involvement in expression of muscling. Genetic markers from these regions could be used to maximize the probability of retaining genes from the Blackbelly in regions implicated in control of parasite resistance and genes from the Dorper in regions implicated in control of muscling. Such an experiment would be somewhat audacious because the control of muscle expression in Dorper sheep has not been specifically studied. However, an experimental test of the potential for marker-assisted breed synthesis might prove as valuable as, and have greater production context than, more narrowly focused QTL studies.

CASE STUDIES FOR THE USE OF BREED RESOURCES IN ANIMAL IMPROVEMENT PROGRAMS

***Bos taurus* x *B. indicus* dairy cattle in Brazil**

The development of appropriate germplasm to support dairy production in tropical and humid subtropical regions has been a particular challenge. Global dissemination of Holstein genetics has increased the genetic potential for milk production in many regions, but the realization of that production potential is often difficult. Various models have emerged for genetic improvement of milk production. In many cases, animals with primarily Holstein genetics have been favored, with concentrate feeding and environmental modifications to reduce effects of high temperatures, generally in arid regions. These production conditions would be common in both the southwestern U.S.A. and northern Mexico. However, in the humid tropics, the productivity and reproductive performance of Holstein cattle has often been very poor.

A number of Brazilian studies, summarized by Madalena *et al.* (2012) have shown advantages in efficiency of milk production for crossbred dairy cows produced by mating Holstein bulls with cows of various *Bos indicus* breeds such as the Gir and Guzera. Under low-input condition, the F₁ Holstein × *B. indicus* cow exhibited clear productive superiority. Under more intensive production conditions, animals with a larger contribution of Holstein genetics were sometimes comparable, but seldom superior, to the F₁. Madalena *et al.* (2012) thus concluded that the recurrent production and use of F₁ Holstein × *B. Indicus* females was optimal for many Brazilian dairy herds.

Unfortunately, the sustainability of these crossing systems is challenging, mainly because of difficulty in locating *B. indicus* cows with high genetic merit for dairy production, but also because many Holstein sires are imported directly from the U.S.A. rather than selected for performance under Brazilian conditions. Thus Madalena *et al.* (2012) reported that imported semen accounted for 92% of Holstein semen sales in the period 2009 through 2011 and that only 17 of 87 sires of bulls in the 2011 Brazilian Holstein sire summary were born in Brazil. Programs to generate genetic improvement in the relevant *B. indicus* populations is thus essential to the long-term success of programs based on use of F₁ females, but programs for recording and genetic improvement of dairy traits in Gir, Guzera, and composite Girolando (Gir × Holstein crossbred) cattle remain modest relative to the demand for foundation *B. indicus* cows.

Hair sheep and their crosses in Mexico, the Caribbean, and the U.S.A

The increasing popularity of hair sheep breeds in the U.S.A. (Notter, 2000) and Mexico provides an example of the value of well-adapted, highly fertile, moderately sized maternal breeds of sheep. In the U.S.A., the Katahdin breed was developed by crossing Caribbean hair and temperate wool sheep breeds in order to improve parasite resistance and avoid the need for shearing in warm temperate regions where wool production was not profitable. By contrast,

Mexico has well-established populations of Pelibuey and Blackbelly sheep, but has used the Katahdin breed to add growth and muscling to these hair sheep types. In both cases, however, the objective was an incremental increase in size and growth rate of hair sheep without losing the tropical adaptation and parasite resistance that was critical to profitable sheep production in warm, humid regions in both countries.

In the U.S.A., Katahdin breeders have made a strong commitment to animal recording and genetic improvement using EBVs. Genetic evaluation activities in this breed have focused on improving ewe productivity and the genetic evaluation of parasite resistance using fecal egg count EBVs (Notter, 2013). The development of the Katahdin breed thus provides an example of the optimization of existing breed resources to achieve a desirable intermediate optimum type, followed by development of a breeding goal (increased maternal performance and parasite resistance) and the implementation of animal recording and genetic evaluation methods to support further genetic improvement toward that goal.

Marketing of local chickens in Asia and Africa

Intensive production of meat and egg chickens has come to dominate global poultry production worldwide, and, as a result, many local chicken breeds have become endangered or disappeared entirely. However, in much of Asia and parts of Africa (Mlozi *et al.*, 2003), markets for local chicken breeds remain profitable. The industrial broiler chicken is valued for its uniformity and efficiency of production and increasingly dominates supermarket meat cases. However, many consumers retain a preference for local poultry types and, as incomes have increased, are willing and able to pay a premium for local birds, especially in restaurants or for holiday meals. Small farmers in these regions have thus been able to continue producing birds from traditional poultry breeds (Haitook, 2006; Haitook *et al.*, 2003).

Niche markets such as these assist in the cost of maintenance of local poultry breeds, and support continued availability of chicks from these breeds in village production systems and commercial hatcheries. However, genetic improvement programs to enhance the profitability of these local breeds without losing the unique flavor characteristics that have made them popular (and, perhaps, to identify the sources of these unique flavors) are generally lacking, raising concern about the long-term viability of these breeding programs.

CONCLUSIONS

The management of livestock genetic resources requires both, the optimal use of local and exotic breed resources and the implementation of programs for genetic evaluation in resulting populations to generate sustained rates of genetic improvement. Adapted, local livestock breeds may make important contributions to food security, but generally require further development, either as pure breeds or in crosses with other breeds to generate new genetic resources. Further development of livestock genetic resources is facilitated by a clear understanding of breeding objectives for each breed and production system. Potential also exists to use genomic technology in new breed development programs to optimize the genetic contributions of individual parent breeds.

REFERENCES

- Amer, P. R., R. R. Woolaston, S. J. Eady, and J. C. McEwan. 1999. Economic values for sheep internal parasite resistance traits in New Zealand and Australia. *Proc. Adv. Anim. Breed. Genet.* 13:504-507.

- Borg, R. C., D. R. Notter, L. A. Kuehn, and R. W. Kott. 2007. Breeding objectives for Targhee sheep. *J. Anim. Sci.* 85:2815-2829.
- FAO. 1999. The global strategy for the management of farm animal genetic resources: Executive brief. Food and Agriculture Association of the United Nations, Rome Retrieved 31 March, 2013 from <http://lprdad.fao.org/cgi-bin/getblob.cgi?sid=-1,50006152>.
- FAO. 2007a. The state of the world's animal genetic resources for food and agriculture. Rischkowsky, B. and D. Pilling (Eds.). Food and Agriculture Association of the United Nations, Rome. Retrieved March 31, 2013 from <http://www.fao.org/docrep/010/a1250e/a1250e00.htm>.
- FAO. 2007b. Global plan of action for animal genetic resources and the Interlaken Declaration. Food and Agriculture Association of the United Nations, Rome. Retrieved March 31, 2013 from <http://www.fao.org/docrep/010/a1404e/a1404e00.htm>.
- FAO. 2010. Status and Trends Report on Animal Genetic Resources—2010. Food and Agriculture Association of the United Nations, Rome. Retrieved March 31, 2013 from <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e00.htm>.
- Gunia, M., N. Mandonnet, R. Arquet, G. Alexandre, J-L. Gourdine, M. Naves, V. Angeon, and F. Phocas. 2013. Economic values of body weight, reproduction and parasite resistance traits for a Creole goat breeding goal. *Animal* 7:22-33.
- Haitook, T. 2006. Study on chicken meat production for small-scale farmers in northeast Thailand. *J. Agric. Rural Develop. Tropics Subtropics*, Suppl. 87, Kassel Univ. Press, Kassel, Germany. Retrieved April 1, 2013 from <http://www.uni-kassel.de/hrz/db4/extern/dbupress/publik/abstract.php?978-3-89958-238-3>.
- Haitook, T., E. Tawfik, and M. Zöbisch. 2003. Options for native chicken (*Gallus domesticus*) production in northeastern Thailand. *Proc. Conf. Intern. Agric. Res. Develop.*, Göttingen, Germany. Retrieved April 1, 2013 from <http://www.tropentag.de/2003/abstracts/full/166.pdf>.
- Hazel, L. N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics* 28:476-490.
- Madalena, F. E., M. C. C. D. Peixoto, and J. Gibson. 2012. Dairy cattle genetics and its applications in Brazil. *Livestock Res. Rural Develop.* 24:Article 97. Retrieved April 1, 2013 from <http://www.lrrd.org/lrrd24/6/made24097.htm>.
- Mlozi, M. R. S., A. V. M. Kakengi, U. M. Minga, A. M. Mtambo, and J. E. Olsen. 2003. Marketing of free range local chickens in Morogoro and Kilosa urban markets, Tanzania. *Livestock Res. Rural Develop.* 15(2). Retrieved April 1, 2013 from <http://www.lrrd.org/lrrd15/2/mloz152.htm>.
- NRC. 1993. *Managing Global Genetic Resources: Livestock*. National Academy Press, Washington, DC, 276 pp.
- Notter, D. R. 2000. Potential for hair sheep in the U.S. *J. Anim. Sci.* 77(E-Suppl.):1-8.
- Notter, D. R. 2013. Selection for parasite resistance. *Proc. XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y la Seguridad Alimentaria and IX INTERNATIONAL SEMINAR IN SHEEP PRODUCTION IN THE TROPICSIX Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico*, Villahermosa, Tabasco, Mexico, May 22-24 (In press).
- Notter, D. R., B. Scherf, and I. Hoffmann. 2013. Breeding of animals. In: Levin, S. A. (Ed.), *Encyclopedia of Biodiversity*, 2nd Edition, Volume 1. Academic Press, Waltham, MA, pp. 636-649.
- Schneeberger, M., S. A. Barwick, G. H. Crow, and K. Hammond. 1992. Economic indices using breeding values predicted by BLUP. *J. Anim. Breed. Genet.* 109:180-187.

Tellam, R. L., N. E. Cockett, T. Vuocolo, and C. A. Bidwell. 2012. Genes contributing to genetic variation of muscling in sheep. *Frontiers Genet.*3:164. doi: 10.3389/fgene.2012.00164.

BREED AND CROSSBRED EVALUATION FOR BEEF PRODUCTION IN THE TROPICS OF MEXICO

EVALUACIÓN DE RAZAS Y CRUZAS PARA LA PRODUCCIÓN DE CARNE BOVINA EN EL TRÓPICO MEXICANO

J.G. Magaña-Monforte and J.C. Segura-Correa

Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. CP 97000.

INTRODUCTION

Cattle production in Mexico provides vital economic activity in almost half of the territory. Bovine population in Mexico is around 32 million and its beef production has increased 2% per year during the last decade with a production of 1.7 million metric tons/year (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, 2006). Beef production is carried out in the three agro-climatic regions of Mexico (North, center and south regions) characterized by different climatic conditions. It is recognized that climatic conditions have a great impact in agriculture and livestock production systems.

Recent studies related to beef cattle carcass quality and quantity attributes in Mexico have pointed out that almost 90% of the carcasses have a strong *Bos indicus* genetic composition and slaughter body weight (400 to 500 kg) is the main beef producer target. As a result more than 80% of the carcasses are classified from good to poor conformation, 17% as very good, but none as supreme carcass classification (Barrón-Gutierrez et al 2004; Delgado et al., 2005; Núñez et al. 2005; Méndez et al 2009; Zorrilla-Ríos et al. 2013). Also, from these studies and others carried out in the south region (tropical) can be concluded that the type of carcass produced is a reflection of interactions between the management of animal genetic and the sort of resources available to perform under a bio-economic sustainability system based on pasture and sound quantities of commercial concentrates.

The tropical region of Mexico represents 25% of the territory and its contribution is almost 37% of the total beef production. Beef cattle production environment in this area is characterized by hot and humid climate, disease, parasites, and reduced quality and quantity of forage and results in lower animal productivity unless supplemental feed is provided. These environmental conditions strongly suggest and favor the use of Zebu cattle in the region. However, as environmental conditions change with improving health, nutritional and management status, the introduction of other animal genetic resources different to pure Zebu breeds may be possible to make a better use of the new production environmental conditions. Probably with this argument, cattle producers in the tropics of Mexico had introduced several European breed in the tropics to be managed mainly by crossbreeding with Zebu cows. Yet, huge breed evaluation in Mexico, especially in the tropics has not been carried out, although exist some information available as result of isolation evaluations realized in different parts of the tropics that can be summarized and used for breed evaluation purposes.

Cundiff (1970) and Long (1980) reviewed the experiments on crossbreeding carried out in the USA. Brahman cattle showed good maternal ability and is used with successful results. Also, they pointed out that information on straightbreed and crossbreed groups can be used to estimate breed effects, heterosis and reciprocal differences and then, the information can be used for

selection among breeds and develop strategic crossbreeding systems and make better use of the resources available to make more profits for the producers.

Beef cattle production systems relay on two phases, the cow:calf unit, and the growing and fattening phase. The cow:calf system includes traits related to pre-weaning growth, survival and female reproductive performance. The growing and fattening system includes traits such as post-weaning growth rate, feed consumption and carcass yield and quality traits.

The objective of this review is to summarize the information of breeds and crossbreeding evaluations, breed differences and heterosis, among Zebu breeds and their crosses with European cattle breeds with potential to be used in the beef cattle production in the tropics of Mexico.

PROCEDURES

Breed evaluation and crossbreeding

The information used included articles published since 1973 which contain results from cow:calf production systems and the performance of at least two traits on Zebu breeds and their crosses, or Zebu and European crossbreds.

In general, animals grazed on paddocks of tropical forages, without irrigation, minimal supplementation using agro-industrial by-products, vaccination against endemic diseases such as rabies, black leg, pasteurella, and external parasites were controlled by dipping baths and internal parasites before weaning. Natural mating was practiced during the whole year except in those studies related to purebred populations. Seasonal variation in the amount and quality of forage was due to the variation during the dry and wet seasons of the year.

For each trait, information included was the mean, number of observations and either standard deviations or standard errors. Weaning weight was adjusted at 205 days of age. Weighted means and standard errors were calculated for all traits. Thereafter, breed differences were estimated by using “t” test procedure and all pure zebu breeds were tested against Brahman breed.

The characters evaluated were birth and adjusted weaning weight and daily gain for pre-weaning performance. Cow reproductive performance was evaluated through age at first calving and calving interval and in some articles average year cow production per year was computed as: weaning rate of the cow x adjusted weaning weight of the calf. Published results on post-weaning performance are scarce and none of slaughter weights and carcass yield, but few unpublished information available are presented.

Zebu breeds and their crosses

Bos indicus breeds have tropical environment origin and are numerically the most important in the tropics of Mexico and in several Latin American countries. Since their introduction to Mexico (1923-1946), first they were used to absorb the Creole cattle into Zebu populations; second, to become managed in pure zebu breed herds such as Brahman, Gyr, Guzerat, Indubrazil, or under commercial conditions as crossbred among them and now is known as commercial zebu. However, this absorption process were made without a documented scientific information of Zebu advantage and heterosis was confused and considered as breed differences (Plasse, 1998; 1999; Martínez et al. 2008).

At the beginning of the 70's studies reported the performance of some zebu breeds using field data, thereafter other studies reported the performance of different zebu breeds and their crosses managed under similar environment within herds, so relative breed differences could be estimated and reported.

The means and standard errors for birth (BW) and weaning weight (WW) and average daily gain (ADG), age at first calving (AFC) and calving interval (CI) of different zebu breeds are presented

in Table 1. For BW, except in Rojas et al. (1987) and Magaña et al. (2002) there were not significant differences among zebu breeds; however, based on the adjusted mean from one study Nellore calves were heavier at birth than Brahman. Other studies when Zebu breeds were used as sires in crossbreeding with either Angus or Hereford, reported higher BW than the present study, and Brahman and Indu-Brazil were heavier than Nellore and the lightest weight was for Gir calves (Paschall et al. (1991) and Rilley et al. (2001).

Weighted means for WW adjusted to 205 days and ADG (Table 1) showed that Brahman, Indu-Brazil and Commercial zebu have similar performance but were inferior to Guzerat, and breeds such as Gir and Nellore were intermediated. Plasse et al. (1998; 1999) in Venezuela showed different results regarding to Brahman, Guzerat and Nellore, with better performance of Brahman. Also, Paschall et al. (1991) and Rilley et al. (2001) reported higher calf WW and AGD sired by Brahman compared to Gir, Nellore and Indu-Brazil breeds.

Direct and maternal effects were not significant among Zebu breeds for BW, WW and ADG traits, as well as for heterosis between the F1's populations evaluated (Table 2). In studies carried out in subtropical regions such as in Southern USA concluded that among Zebu breeds except Indu-Brazil offers good alternatives for the cow:calf system and the main constraint of Indu-Brazil breed seems to be related to its low survival rate, probably associated to high BW (Paschall et al. 1991; Rilley et al. 2001).

In relation to reproductive characters evaluated, the AFC and CI means were in general low. Nellore and Commercial Zebu had AFC one month shorter than Brahman (Table 1). Indu-Brazil, Guzerat and Gir cows had similar performance to Brahman. Thalman et al. (1999) pointed out that Nellore breed has better reproductive ability compared to Brahman and this can explain the shorter AFC registered in the present report. Mejía-Bautista et al (2010) in the southern of Mexico also reported better reproductive performance of Nellore cows compared to Brahman and had similar performance to Commercial Zebu. The same tendency was observed for CI character, Nellore and Commercial Zebu had shorter CI than Brahman, 42 and 23 days respectively (Table 1).

Crosses (F1) between some *Bos taurus* breeds and Zebu

As can be seen in Table 3, there are few information available on the performance of crossbreeding among European and Zebu breeds in Mexico. Charolais, Simmental, Chianina and Brown Swiss sired calves had greater BW than Zebu; however their survival at birth is as good as Zebu breeds (Vega-Murillo et al. 1996; Ríos-Utrera et al. 1996). Medina-Navarro et al. (2007) reported that maternal negative effects of Zebu breeds on BW, this negative effect could explain the advantage of use Zebu and crossbred (F1) cows to avoid high mortality rate due higher BW and calving difficulty as happen with European cows mated to European bulls (Cunndiff et al. 1996).

Table 2 shows the additive genetic effect for AFC, the worse performance were for Gir and Indu-Brazil cows 130 and 65 days, respectively compared to Brahman (1255 days). For CI Guzerat and Indu-Brazil had 45 and 18 days longer than Brahman (488 days).

Table 1. Means and standard errors of some pre-weaning growth and reproductive performance traits for Zebu breeds in the tropics of Mexico.

Trait	Brahman (n)	Nellore (n)	Indu-Brazil (n)	Guzerat (n)	Gir (n)	Commercial Zebu (n)	Author
Birth Weight (kg)	(420) 29.1±0.16 (170) 31.9±0.35	(448) 32.4±0.18	(963) 28.72±0.15 (82) 31.4±0.42 (293) 32.4±0.22		(473) 30.5±0.20 (25) 31.4±0.90 (149) 31.1±0.32	(227) 21.6±0.5 (584) 31.8±0.18 (72) 32.7±0.74	1 3 4 5 6
Weighted mean	(590)29.91±0.16	(448)32.4±0.18 2.49 kg, *	(1338)29.69±0.12 -0.22 kg, NS		(647)30.67±0.13 0.76 kg, NS	(883)29.25±0.17 -0.66 kg, NS	
Difference from Brahman							
Weaning Weight (kg)	(606) 164±0.8 (347) 179.1±1.52 (170) 205.4±2.7 (268) 182±2.0 (81) 167.0±3.0 (1536) 166.5±0.7 (202) 203.3±2.3	(56) 185±5.0 (1056) 162.0±0.8	(763) 165.7±1.9 (82) 212.7±3.3 (18) 177±9 (58) 175.0±6.0 (148) 203.0±3.5	(39) 220.2±5.8	(473) 177.6±0.89 (25) 211.8±6.9 (52) 200.1±5.4	(227) 148.6±2.18 (72) 204.0±3.8 (858) 162.1±0.9 (141) 203.4±4.1	1 (293d) # 2 (205d) 3 (205d) 4 (205d) 5 (249d) 7 (270d) 8 (220d) 9
Weighted mean (205d)	(3210)165.8±0.5	(1112)161.6±0.7 9	(1011)166.6±.79 0.8 kg, NS	(39)181.3±5.8 15.5 kg, *	(550)172.6±0.97 6.8 kg, *	(1289)164.0±0.8 6 -1.8 kg, NS	
Difference		4.2 kg, *					

e from Brahman							(205d) 10 (240d)
Average daily gain (g/d)	(347) 595±7 (170) 700±10 (268) 508±8 (202) 661±6	(56) 533±17	(763).542±6 (82) 724±.13 (18) 509±.30 (148) 661±7	(39) 728±8	(473) 700±11 (25) 729±27	(227) 423±96 (72) .691±15 (141) 674 ±6	1 3 4 5 7 10
Weighted mean	(987) 603±4	(56) 533±17 -70 g/d, *	(1011) 579±4 24 g/d, NS	(39) 728±8 125 g/d, *	(550) 698±.30 95 g/d, *	(711) 548±3 -55 g/d, *	
Difference from Brahman							
Age at First Calving (d)	(300) 1123.4±8.1 (179) 1253±20 (101) 1038±13.7 (220) 1059.5±8.9	(191) 1093.7±10 (191) 1093.7±10	(48) 1330±36 (223) 1101±15.4 (150)1111.2±18.1 (421)1130.7±1.7	56) 1262±33 (46) 995.2±23.3 (102)1141.7±20.6	(271)1112.9±10.4 (37) 1386±46 (61) 1095.8±21 (369)1137.3±9.3	(140) 1092±12.2 (236)1229±18 (449) 1048±5.9 (187)1043±15.2 (1012)1096±5.3	9 11 12 13 10
Weighted Mean	(800) 1124.0±6.6	-30.3 d, *	-5.7 d, NS	-17.7 d, NS	13.3 d, NS	-28 d, *	
Difference from Brahman							

Calving Interval (d)	(1227)440.6±3.2 (845)478±4.6 (223)425±7.7	(803)410.2±3.6 (954)436.8±5.3	(67)506±17 (205)425±10.5 (435)465±7.4	(72)533±17	(47)489±20 (185)460.8±10.3 (761)511.4±5.3 (241)565.6±10.5	(641)424.1±4.1 (508)485±4.6 (1230)434±7.9 (554)450.6±7.3	9 12 13 6 4 15
Weighted Mean	(1068)467±3.97	(1757)424.7±5.3 -42.3 d, *	(707)457.3±5.69 -9.7 d, NS	(72)533±17 66 d, *	(1237)513.5±4.2 2 46.5 d, *	(2933)443.8±4.7 1 -23.2 d, *	
Difference from Brahman							

1 Ochoa and Varela, 1973; 2 Torner et al. 1984; 3 Trung et al. 1986; 4 Rojas et al. 1987; 5 Magaña et al. 1998; 6 Magaña et al. 2002; 7 Segura et al. 1988; 8 Vega-Murillo et al. 1996; 9 Mejía-Bautista et al. 2010; 10 Magaña y Segura, 1997; 11 Segura et al., 1989; 12 Duarte-Ortuño et al. 1988; 13 Magaña and Segura, 2001; 14 Segura, 1985; 15 Segura, 1989.

= weaning age ; NS = Non significant; * = (<0.05).

Table 2. Direct additive, maternal and heterosis effects estimated among Zebu breeds

Effects	Birth weight (kg) ¹	Weaning weight (kg) ¹	Average daily gain (g/day) ¹	Age at first calving (days) ²	Calving interval (days) ²
Additive effects	33.3±0.64	240.0±4.9	760.06±19.24	1261±20	479±7
Brahman (B)	0.41±0.57	-10.75±4.42	-40.77±17.14	-19±18	-10±6
Zebu (CZ)	0.21±0.63	7.75±0.88	26.56±18.95	75±36	18±17
Indu-Brazil (I)	-0.65±0.87	-0.30±6.76	1.38±26.22	130±40	1±20
Gir (Gi)				7±33	45±17
Guzerat (Gz)					
Maternal effect	0.01±0.40	3.23±3.11	10.35±12.05		
CZ	0.17±0.50	-2.77±3.90	-10.04±15.14		
I	-0.12±0.67	5.82±5.17	24.21±20.06		
Gi					
Direct Heterosis	-0.42±0.38	0.78±2.95	4.74±11.44		
CZB	1.01±0.51	0.84±3.75	1.36±14.65		
CZI	1.01±0.69	-2.61±5.3	-16.15±20.68		
CZGi	-0.20±0.62	1.50±4.83	9.82±18.76		
BI	-0.78±0.94	-4.28±7.32	-11.88±28.40		
BGi	0.54±0.79	4.59±6.14	17.74±23.83		
IGi					

¹ Magaña and Segura, 1997; ² Duarte-Ortuño et al. 1988.

Weaning weight and average daily gain weighted means show that Simmental sired calves had higher WW and ADG compared to the other European and Zebu breeds (Table 3). Chianina sired calves had lower WW and ADG, even than Zebu or Angus. Positive direct genetic effects and individual heterosis for Angus, Charolais, Simmental and Brown Swiss compared to Zebu breeds were reported by Medina-Navarro et al. (2007) in the tropics and subtropics. Osorio and Segura (2010) also reported advantages due to direct genetic effects of Charolais and Simmental over Brahman and negative for Brown Swiss in the tropics of Mexico.

The performance of F1 cows for AFC, CI, pregnancy and weaning rate are shown in Table 3. Brown Swiss sired cow calved around six months younger than either Zebu or Charolais sired heifers. Medina-Navarro et al. (2007) and Magaña and Segura (2001) also reported lower AFC of Brown Swiss compared to Charolais and Zebu breeds. For CI there was no advantage of F1 over Zebu cows; this result disagrees with the report of (Medina-Navarro et al. 2007). Magaña and Segura (2001) did not find effects of heterosis in crossbred Brown Swiss-Zebu cows; they argued that this may be due was to increasing nutritional demands of more fertile cow such as Browns Swiss and Charolais crossbreds. In extensive systems based on direct grazing without energetic supplementation crossbreds may not fulfill their energetic requirements and in consequence their reproductive potential could not be expressed.

Pregnancy rate was higher in Angus sired cows but their weaning rate was similar to Brown Swiss sired cows, both being superior to Zebu and Charolais sired cows. Using the values of WW and the weaning rate of F1 cows, the calculate the annual productivity of F1 cows was 123.4 kg for Brown Swiss, 115.3 kg for Angus, 108 kg for Charolais and 99 kg for Zebu cows.

Although productivity and reproductive longevity are economical important traits information available is scarce; however, it has been reported superior and significant differences ($P < 0.05$) between Nellore, Brahman and crossbred cows in total kilograms of weaning weight during life time production of cows (744.6 ± 48.2 kg, 697.7 ± 34.6 kg and 585.7 ± 41.2 kg, respectively). The Nellore advantage was due to their younger age at first calving and shorter calving interval rather than higher weaning weight of their calves (Aranda-Ávila et al. 2010). Other results reported that crossbreed cows between European and Zebu breeds stay longer and have more calvings than either Zebu or pure European breeds (Ríos-Utrera et al. 1998; Magaña and Segura, 2001). The main causes of disposal of Zebu cows were infertility (66.2%) compared to (17.4%) in crossbreed cows and Angus sired cows stayed in average 8.5 years in the herd compared to 5.5 and 7.5 years of Zebu and other crossbreed cows (Ríos-Utrera et al. 1998).

Table 3. Growth and reproductive performance of crossbreeding (F1) cows among some European and Zebu breeds in the tropics of Mexico.

Trait	Zebu	Angus	Brown Swiss	Charolais	Simmental	Chianina	Author
Birth Weight (kg)	(898)28.72±0.15		(110)31.24±.44	(64)33.8±.52	(97)31.7±.49	(90)30.61±.63	1
Weaning Weight (kg)	(756)194.2±1.3 (573)194.2±1.1 (268)171±4.5	(81)189±4	(99)180.5±3.3 (125)204.3±2.6 (78)182±4	(61)193.7±3.8 (67)205.2±4.0 (77)175±5	(84)197.3±4.5	(84)171.0±4.3	1 2 3
Weighted Mean (205d)	(1597)190.3±1.05	(81)189±4	(302)190.8±1.8	(205)190.4±2.5	(84)197.3±4.5	(84)171.0±4.3	
Average daily gain (g/d)	(756)610±5 (573)673±4.6		(99)644±10 (125)712±11	(61)693±10 (67)718±16	(84)713±10	(84)605±10	1 2
Weighted Mean	(1329)637.2±2.9		(224)682±7.5	(128)706±9.5	(84)713±10	(84)605±10	
Age at First Calving (d)	(236)1236±18 (447)1428±15.5 (45)1671±50 (622)1062±11.6	(26)1056±44	(22)1102±49 (107)939±16.6	(111)1169±25 (133)1301±25.8 (36)1221±38			4 5 3 6
Weighted Mean	1350)1234±19.5	(26)1056±44	(129)967±25.4	(280)1238±30			
Calving Interval (d)	(845)±478±6 (1748)428±8		(316)430.6	(385)440±8			4 6
Weighted Mean	(2593)443±5		(316)430.6	(385)440±8			
Pregnancy rate (%)	(728)42.5 (167)65.8±3.3 (268)66.5±4	(106)67.7±5.9 (81)85±5	(91)26.4 (79)65.0±6.5 (78)79±6	(38)50.0 (134)71.5±5.3 (77)65±5			7 8 3
Weighted Mean	(1163)51.4±4	(187)75.2±5.3	(248)55.2±6	(249)66.2±5			

Weaning rate (%)	(167)51.8±3.4 (268)52±5	(106)50.5±6.1 (81)74±5	((91)57.6±6.6 (78)73±6	(134)54.3±5.4 (77)61±6			8 3
Weighted Mean	(435)51.9±4	(187)61±5	(169)64.7±6	8211)56.7±5.5			

1 Reynoso et al 1987; 2 Magaña & Segura, 2006; 3 Ríos et al. 1996; 4 Duarte-Ortuño 1988; 5 Hinojosa & Segura, 1988; 6 Magaña & Segura, 2001; 7 Segura et al. 1989;
 8 Vega et al 1996. 9 Mejía-Bautista et al. 2010.

Another relevant trait for cattle production in the tropics is adult body size, because its relationship with energy and protein requirements (mainly for maintenance) can be fulfilled from forage. It is more probably that small or medium body size cows can achieve good reproductive and productive performance than larger cows. Medina-Navarro et al. (2007) reported weaning weights of 239 kg of Angus sired cows compared to 209 kg for Brahman or Charolais and 303 kg for Brown Swiss crossbred cows from tropical and subtropical environments.

Finally, reports about post-weaning performance under extensive systems show ADG of 350 g/day for Zebu breeds (Magaña and Segura 1997) and more than 500 g/day when crosses between Zebu and Brown Swiss or Charolais breeds were involved (Magaña and Segura, 2006). Among Zebu breeds, Guzerat had higher body weight (313 kg) at 18 months of age than Brahman, Gyr and Indubrazil cattle (305, 301 and 307 kg, respectively); advantage probably associated to higher weaning weight. Crosses between Brown Swiss and Charolais with Brahman breeds had body weights at 18 months of age of 307 kg for Brahman, 310 kg for Brown Swiss and 325 kg for Charolais purebreds calves and 330 kg and 324 kg for F1 calves sired by Brown Swiss and Charolais bulls, respectively (Magaña and Segura, 2006).

CONCLUSIONS

There are few differences between the pre-weaning and post-weaning performance of Zebu breeds; however, the Brahman breed could be used as paternal breed and the Nellore as maternal breed, due to the better reproductive performance of Nellore cattle. Crossbreeding among Zebu breeds did not showed heterosis; therefore, it is more recommended to manage one breed when management facilities are not adequate. Crossbreeding among European and zebu breeds showed much better productive and reproductive performance than Zebu. Crosses of Angus and Charolais with Zebu seem to be preferred than the other crosses, but more information is needed, mainly on traits such as life time production and longevity. In extensive conditions such as in the tropics of Mexico, adult cow size is a relevant trait, small or medium size genotypes can deal more friendly with harsh conditions than large size animals. Also, if better fertility, better maternal ability and high productive during lifetime od cow is desirable, then Angus crossbred cows may be an option. Charolais, Simmental and Brown Swiss could be used as sire breeds. More research is needed on quantity and quality of carcasses produced under the tropical production systems in harmony with the animal genetic resources and the environment.

REFERENCES

- Aranda-Ávila I, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC. 2010. Effects of breed type and age at first calving on length of productive life in a cow-calf system in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 42:1737-1741.
- Barrón-Gutierrez B, García-Bohalil C, Mora-Izaguirre O, Shimada-Miyasaka A. 2004. Impacto económico de la pigmentación del tejido adiposo 3n bovinos en pastoreo en el trópico. *Agrociencia.* 38:173-179.
- Cundiff LV. 1970. Experimental results on crossbreeding cattle for beef production. *J. Anim. Sci.* 30:694-705.
- Cundiff LV., Szabo F., Gregory KE., Koch RM., Dikeman ME., Crouse JD. 1996. Breed comparison in the Germplasm Evaluation Program at MARC. Roman L, Hruska U.S. Meat Animal Research Center- USDA, Clay Center, Nebraska, USA.
- Delgado EJ, Rubio MS, Iturbe FA, Méndez RD, Cossis L, Rosiler R. 2005. Composition and quality of Mexican and imported retail beef in Mexico. *Meat Science.* 69:465-471.

- Duarte-Ortuño A, Thorpe W, tewolde A. 1988. Reproductive performance of purebred and crossbred beef cattle in the tropics of Mexico. *Anim. Prod.* 47:11-20.
- Hinojosa A, Segura JC. 1988. Edades al primer servicio y parto en hembras Cebu, Charolais y sus cruces con razas europeas bajo condiciones en trópico húmedo. *Tec. Pecu. Mex.* 26:277-284.
- Long CR. 1980. Crossbreeding for beef production: Experimental results. *J. Anim. Sci.* 51:1197-1223.
- Magaña JG, & Segura JC. 1997. Heritability and factors affecting growth traits and age at first calving of Zebu beef heifers in south-eastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 29:185-192.
- Magaña JG & Segura JC. 1998. Environmental and genetic factors affecting *Bos indicus* preweaning performance and calving interval in Southeast Mexico. *Cuban J. Agric Sci.* 32:315-321.
- Magaña JG & Segura-Correa JC. 2001. Estimates of breed and heterosis effects for some reproductive traits of Brown Swiss and Zebu-related breeds in South-eastern Mexico. *Livestock Research for Rural Development* 13(5) [on line]. <http://www.cipav.org.co/lrrd3/5/maga135.htm>. Accessed November 2, 2005.
- Magaña JG, Delgado R, Segura JC. 2002. Environmental and genetic factors affecting calving interval and birth weight of Zebu cattle in southeastern Mexico. *Cuban J. Agric Sci.* 36:307-312.
- Magaña JG, & Segura JC. 2003. Estimates of breed average direct, maternal and heterosis effects for some pre-weaning traits of zebu breeds and their crosses in Southeastern Mexico. *Trop. Anim. Health Prod.* 35:341-350.
- Magaña JG & Segura JC. 2006. Body weights at weaning and 18 months of Zebu, Brown Swiss, Charolais and their crossbred heifers in south-east Mexico. *J. Anim. Breed. Genet.* 123:37-43.
- Martínez Velázquez G, Montañón bermudez M, Palacios fránquez JA. 2008. Productividad hasta el destete de vacas Criollo, Guzerat y sus cruces recíprocas F1. *Tec. Pecu. Mex.* 46(1):1-12.
- Medina-Navarro CG, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC. 2008. Estimación de efectos genéticos aditivos y heterosis para características importantes en la producción de carne en el trópico. IV Reunión Estatal de Investigación Agropecuaria, Forestal y Pesca, Mérida, Yucatán, México, 65-68.
- Mejía-Bautista GT, Magaña-Monforte JG, Segura-Correa JC, Delgado R, Estrada-León JR. 2010. Reproductive and productive performance of *Bos indicus*, *Bos Taurus* and their crossbred cows in a cow:calf system in Yucatan, Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12:289-301.
- Méndez RD, Meza CD, Berruecos JM, Garcés P, Delgado EJ, Rubio MS. 2009. Survey of beef carcass quality and quantity attributes in Mexico. *J. Anim. Sci.* 87:3782-3790.
- Osorio-Arce MM, Segura-Correa JC. 2010. Estimates of breed direct, maternal and heterosis effects for weaning and yearling weights of beef cattle in the humid tropics of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12:463-469.
- Núñez-González FA, García-Macías JA, Hernández-Bautista J, Jiménez-Castro JA. 2005. Caracterización de canales de ganado bovino en los Valles Centrales de Oaxaca. *Téc. Pecu. Mex.* 43(2):219-228.

- Paschall JC, Sanders JO, Kerr JL. 1991. Calving and weaning characteristics of Angus-, Gray Brahman-, Gir-, Indu-Brazil- and Red Brahman sires F1 calves. *J. Anim. Sci.* 69:2395-2402.
- Plasse D, Romero R, Arango J, Verde O, Fossi H, Hoogesteijn R, Bastidas P, Rodriguez R. 1998. Cow production from upgrading Brahman to Nellore and Guzerat. *J. Anim. Breed. Genet.* 116:75-86.
- Plasse D, Verde O, Fossi H, Hoogesteijn R, Bastidas P, Rodriguez R. 1999. Upgrading Brahman to Guzerat in savana. 2. Birth, weaning and 18 months weights. *Ver. Fac. Ciens. Vets (UCV)*, 40(1):29-35.
- Plasse D, Arango J, Fossi H, Camaripano L, Llmozas G, Pierre A, Romero R. 2004. Genetic and non-genetic trends for calf weights in a *Bos indicus* herd upgraded to pedigree Brahman. *Livestock Research for Rural Development* 16(4) [on line]. <http://www.cipav.org.co/lrrd16/7/plas1604.htm>. Accessed September 10, 2012.
- Reynoso campos O, Villareal y puga M, Vázquez Pelaez CG. 1987. Análisis del crecimiento hasta el destete de animales *Bos taurus* x *Bos indicus* criados bajo condiciones tropicales de México. *Tec. Pecu. Mex.* 25:271-280.
- Riley DG, Sanders JO, Knutson RE, Lunt DK. 2001. Comparison of F1 *Bos indicus* x Hereford cows in Central Texas.I. Reproduction, maternal and size traits. *J. Anim. Sci.* 79:1431-1438.
- Ríos Utrera A, Vega Murillo VE, Montaña Bermudes M, Lagunes Lagunes J, Rosete Fernández JV. 1996. Comportamiento reproductivo de vacas Brahman, Indobrasil y cruza F1, Angus, Hereford, y Suizo Pardo x Cebu y peso al destete de sus crías. *Tec. Pecu. Mex.* 34:20-28.
- Ríos Utrera A, Vega Murillo VE, Montaña Bermudes M. 1998. Causas de desecho y vida productiva de vacas *Bos indicus* y cruza F1, Angus, Charolais, Hereford y Suizo Pardo x Cebu. *Tec. Pecu. Mex.* 36:203-211.
- Rojas J, Reynoso O, Lagunes J, Vasquez C. 1987. Comportamiento productivo del ganado Brahman e Indobrasil en clima subtropical húmedo.I. Comportamiento al destete. *Tec. Pecu. Mex.* 25:281-288
- SAGARPA. 2006. Situación actual y perspectiva de la producción de carne de bovino en México. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Publicaciones>.
- Segura-Correa JC. 1989. Influencia de algunos factores ambientales en el comportamiento reproductivo y peso al destete de vaquillas Gyr. *Tec. Pecu. Mex.* 27:35-40.
- Segura JC, Velázquez A, Medina G. 1988. Comportamiento hasta el destete de dos hatos cebú comercial en el oriente de Yucatán, *Tec. Pecu. Mex.* 26:16-23.
- Thalmann RM, Cundiff LV, Gregory KE, Koch RW. 1999. Germplasm evaluation in beef cattle-cycle IV: Postweaning growth and puberty in heifers. *J. Anim. Sci.* 77:2651-2659.
- Torner C, M de los A, Pérez-Gil S, LE, Berruecos V, JM y Vázquez P, CG. 1984. Efectos medio ambientales que influyen en el peso al destete, al año y a los 18 meses. Estimación de heredabilidad para estas características en un hato Brahman comercial en el trópico mexicano. *Técnica Pecuaria en México* 46:58-64.
- Trung VV, Reynoso O, Mondragon I, Villareal M. 1986. Algunos factores ambientales que afectan el crecimiento hasta el destete de animales Gyr en la región de la huasteca potosina. *Tec. Pecu. Mex.* 51:44-50.
- Vega-Murillo VE, Ríos-Utrera A, Montaña-Bermudes M, Lagunes-Lagunes J, Calderón-Robles RC. 1996. Comportamiento productivo hasta el destete de vacas Cebu apareadas con sementales *Bos taurus* y *Bos indicus*. *Tec. Pecu. Mex.* 34: 12-19.

Zorrilla-Ríos JM, Lancaster PA, Goad CL, Horn WG, Hilton GG, Galindo JC 2013. Quality evaluation of beef carcasses produced under tropical conditions of Mexico. *J. Anim. Sci.* 91:477-482.

APROVECHAMIENTO DE LOS RECURSOS GENÉTICOS EN LA PRODUCCIÓN OVINA.

J. Quiroz Valiente¹, J.A. Hinojosa Cuellar², J. Oliva Hernández¹
¹INIFAP; ²UPCH

INTRODUCCIÓN

En la región sureste de México, la ganadería ovina es la tercera en importancia después de los inventarios de bovinos y porcinos. El inventario ovino en la región tropical se ha incrementado sustancialmente en los últimos 12 años, de tal modo que en el año de 2002 se indicó la existencia de 1,597,289 cabezas ovinas y para el año 2011, 2,180,958 cabezas (SIAP 2012). Este incremento (37 %) en el inventario de ovinos se atribuye a múltiples factores, entre los cuales destacan: a) una demanda insatisfecha de productos cárnicos de origen ovino a nivel nacional y regional; b) un precio de venta del cordero finalizado y ovejas de desecho, relativamente estable a través del año; c) la incursión de productores al sector ovino con interés en su explotación industrial; d) apoyos del gobierno federal y estatal hacia los productores, para que estos accedan a programas que otorgan asistencia técnica y ovejas reproductoras de manera gratuita.

Información reciente señala un consumo de carne de ovino en el año 2009 fue de 76,300 t produciéndose 53,462 t lo cual genera un déficit de 23,838 t de este producto (Arteaga Castelán 2010). La región tropical de México, representa una oportunidad para producir carne de borrego y constituyen además una opción para aprovechar más eficientemente ingredientes alimenticios de baja calidad (forrajes) en alimentos de alta calidad, por ejemplo, carne y leche.

La producción ovina, en muchos casos, es una actividad secundaria o complementaria, pues difícilmente un ovinicultor puede subsistir dependiendo únicamente de los ingresos que le genere esa actividad, situación explicada en parte por el bajo número de ovejas reproductoras presentes en el rebaño.

Para mejorar la producción de carne de ovinos y satisfacer el mercado regional, es necesario producir animales con alto rendimiento de acuerdo a los objetivos de la producción. Para lograr lo anterior es necesario revisar los factores técnicos que inciden en la producción animal, tales como, nutricionales, sanitarios, de manejo, reproductivos y genéticos. En relación con este último se considera que el genotipo de un animal produciendo en un ambiente dado son los responsables del fenotipo (Falconer & Mackay 1996).

Los objetivos del presente trabajo consisten en indicar los requerimientos básicos y beneficios que se pueden obtener al implementar un programa de mejora genética en ovinos. Colateralmente se mostraran algunos indicadores productivos que se han obtenido en fincas ovinas localizadas en Tabasco, en donde se ha utilizado cruces de razas ovinas de tipo cárnico con razas de pelo y finalmente se hace una propuesta de mejoramiento para las razas establecidas en Tabasco.

INDICADORES PRODUCTIVOS EN EL CORDERO DESTINADO AL ABASTO EN EL TRÓPICO

La eficiencia de crecimiento de los corderos en finalización se aborda considerando el sistema de alimentación utilizado, aclarando en cada situación el grupo racial utilizado.

Alimentación con base exclusiva en el pastoreo

La mayor parte de los estudios de crecimiento con ovinos en pastoreo, carecen de indicadores sobre el manejo de la pradera y solo se limitan a mostrar la ganancia diaria de peso (GDP) y los cambios en el peso vivo de los corderos.

En el Cuadro 1 se muestran las GDP de ovinos que fueron utilizados como parte de un grupo control, en donde la alimentación fue con base exclusiva en el pastoreo sobre gramíneas tropicales. Los resultados obtenidos indican una baja GDP, si se proyecta un escenario con una GDP de 50 g, un cordero destetado con 15 kg requeriría de 400 días adicionales para ganar 20 kg y poder alcanzar los 35 kg (promedio de peso de venta al mercado).

Cuadro 1. Ganancia diaria de peso (GDP) en corderos alimentados con base en el pastoreo sobre gramíneas tropicales en Tabasco

Tipo de cordero	GDP, en g	Localidad del estudio	Fuente
Pelibuey × Blackbelly (macho) con 18 kg	46	Cárdenas, Tabasco	(Hernández Sánchez 2003)
Pelibuey × Blackbelly × Dorper (macho) con 18 kg	82	Cárdenas, Tabasco	(Hernández Sánchez <i>et al.</i> 2005)
Corderas híbridas de razas de pelo	43	Centro, Tabasco	(Luna Palomera <i>et al.</i> 2009)

En el Cuadro 2 se muestran los pesos vivos de corderos Pelibuey en pastoreo sobre *Digitaria decumbens* y *Panicum maximum* en Aldama, Tamaulipas (Awo) (González *et al.* 2002). Los resultados mostrados corresponde a corderos provenientes de parto simple, y muestran que en el caso de los corderos machos, es factible reducir los días a mercado en un sistema de pastoreo sobre gramíneas tropicales, la GDP postdestete de los corderos se calculó con los datos del referido cuadro, obteniéndose una ganancia de 102 g por día. Mientras que en el caso de las corderas, la GDP postdestete fue de 82 g. En ambos casos, machos y hembras, se observa que a los ocho meses, existe una amplia diferencia en el peso final del cordero más liviano con respecto al más pesado, lo que resalta la importancia de generar conocimiento orientado a identificar y controlar las causas que generan la variación en la GDP lograda con este sistema de alimentación.

Alimentación con base en el pastoreo y la complementación alimenticia

El crecimiento y finalización de corderos con este sistema de alimentación ha sido documentado en diversos estudios efectuados en Tabasco, las principales diferencias entre estudios, consisten en el tipo y cantidad de complemento alimenticio utilizado.

Con el propósito de facilitar el uso de la información generada, el tipo de complemento alimenticio se clasificará en dos categorías: comercial y regional. En el complemento alimenticio comercial, se incluyen los resultados de trabajos efectuados con un complemento de tipo comercial o dieta experimental elaborada con ingredientes convencionales. En el complemento alimenticio regional, se incluyen diversos complementos elaborados con base en follaje de árboles, arbustivas y leguminosas.

Cuadro 2. Peso vivo de corderos Pelibuey provenientes de partos simples y finalizados en pastoreo en trópico seco

Sexo	Etapa	N	Media ± DE	Valor mínimo y máximo
Hembra	Nacimiento	42	2.6±0.06	1.9 y 3.3
	Dos meses	26	11.0±0.34	5.9 y 14.5
	Ocho meses	20	25.7±0.70	20.4 y 31.5
Macho	Nacimiento	46	2.8±0.08	1.5 y 3.7
	Dos meses	19	11.8±0.5	7.9 y 15.6
	Ocho meses	15	30.2±0.8	26.0 y 35.0
Macho y hembra	Nacimiento	88	2.7±0.05	1.5 y 3.7
	Dos meses	45	11.3±0.29	5.0 y 15.6
	Ocho meses	35	27.6±0.65	20.4 y 35.0

N= número observaciones; DE= desviación estándar; modificado de Gonzáles (2002).

En el Cuadro 3 se muestran algunos indicadores de eficiencia en la finalización en corderos Pelibuey en pastoreo con complemento alimenticio comercial.

Las mayores GDP postdestete obtenidas, corresponde a los corderos machos que recibieron un nivel de complementación alimenticia alto (Oliva Hernández & Vidal Baeza 2001, Mora Morelos *et al.* 2003). Las corderas mostraron la GDP más baja, con respecto a los machos, en estudios futuros se deberán evaluar diversos niveles de complementación para corderas en pastoreo, con el propósito de identificar en cual nivel se logra obtener una GDP igual o mayor a 150 g.

Alimentación con base en dietas integrales

En el estado de Tabasco, el crecimiento de corderos en estabulación se ha estudiado fundamentalmente en grupos raciales híbridos, cuyas razas paternas estudiadas han sido Dorper, Katahdin, Ile de France, Dorset y Texel y las maternas Pelibuey x Blackbelly (Berumen Alatorre *et al.* 2003, Berumen Alatorre *et al.* 2006). En los Cuadros 4 y 5 se muestran las GDP de los grupos raciales indicados previamente.

Es de resaltar que en los grupos raciales señalados previamente, no se logró, en promedio, obtener una GDP superior a los 200 g por día. Sin embargo, los corderos provenientes de las razas paternas Dorper y Katahdin, destacaron por lograr una mayor GDP con respecto al resto de los grupos raciales estudiados.

En estudios efectuados en el estado de Veracruz (Ferrer *et al.* 2002) y Tamaulipas (Martínez *et al.* 2002), con corderos híbridos y de razas puras, se ha logrado obtener una GDP superior a los 200 g, cuando estos se mantienen en estabulación y reciben dietas integrales. En el Cuadro 6 se muestra la influencia del tipo de piso sobre la GDP de corderos Katahdin × Pelibuey × Blackbelly. Mientras que en el Cuadro 7 se indican diferencias en la GDP atribuida a grupo racial.

Cuadro 3. Indicadores de eficiencia en la finalización de corderos alimentados con base en pastoreo y complementación alimenticia en Tabasco

Tipo de cordero	Peso vivo inicial, en kg	GDP, en g	Peso vivo final, en kg	Localidad del estudio	Fuente
Pelibuey, macho	22.0	145	37.8	Huimanguillo, Tabasco	(Oliva Hernández & Vidal Baeza 2001)
Blackbelly, hembra	13.3	79	18.9	Centro, Tabasco	(González <i>et al.</i> 2002)
Macho	14.1	96	25.4		
Pelibuey, macho	13.0	190	40.0	Centro, Tabasco	(Mora Morelos <i>et al.</i> 2003)
Pelibuey x Blackbelly, macho	14.7	116	37.2	Centla, Tabasco	(Hinojosa Cuellar <i>et al.</i> 2013)
Dorpex ó Katahdin x (Pelibuey x Blackbelly)	13.3	110	35.6	Centla Tabasco	(Hinojosa Cuellar <i>et al.</i> 2013)
Pelibuey x Blackbelly, hembra	13.2	43	16.0	Huimanguillo, Tabasco	(Cadenas <i>et al.</i> 2010)
Pelibuey x Blackbelly, hembra	17.0	77	23.5	Huimanguillo, Tabasco	(López Quen <i>et al.</i> 2008)
Pelibuey, hembra	15.0	107	26.0	Huimanguillo, Tabasco	(Díaz Arcos <i>et al.</i> 2008)

Cuadro 4. Ganancia diaria de peso postdestete en corderos híbridos alimentados con dietas integrales, Centro, Tabasco (Berumen Alatorre *et al.* 2003).

Época climática	Grupo racial del cordero		
	F1 Katahdin x Pelibuey	Pelibuey	Blackbelly
Nortes	179	131	145
Sequía	236	179	164

Cuadro 5. Ganancia diaria de peso postdestete en corderos híbridos alimentados con dietas integrales, Centro, Tabasco (Berumen Alatorre *et al.* 2006).

Finalización	Raza paterna del cordero				
	Texel	Dorper	Katahdin	Ile de France	Dorset
Uno	144	154	118	116	45
Dos	149	174	173	163	156

LIMITACIONES DE LOS PROGRAMAS DE MEJORA GENÉTICA EN OVINOS

Desafortunadamente, no se encuentran en la literatura casos en los cuales haya fallado la estrategia de mejoramiento, sin embargo, algunos esquemas que han fallado se han podido documentar. Uno de los problemas más importantes se da por la omisión de la desorganización de los ganaderos y los pocos beneficios obtenidos por la adquisición de animales producidos en los niveles de reproductores. Cuando no existe buena organización, la mayoría de los animales mejorados terminan en los banquetes de las fiestas regionales.

Cuadro 6. Influencia del tipo de piso sobre la ganancia diaria de peso (GDP) de corderos híbridos alimentados con una dieta integral (Ferrer *et al.* 2002).

Tipo de piso	GDP, en g
Concreto	208±2.2
De rejilla elevado	280±1.1

Muchos de los programas de mejoramiento que fracasan se deben a que son diseñados por científicos e implementados por agencias de desarrollo que ignoraron las necesidades de los productores y no tomaron en cuenta que el impacto de estas acciones es a largo plazo. Por lo tanto, los productores encuentran estos programas como inadecuados, improductivos, demasiado aventurados y que requieren demasiado trabajo o son imposibles de ejecutar.

Cuadro 7. Influencia del grupo racial sobre la ganancia diaria de peso (GDP) de corderos híbridos alimentados con una dieta integral

Grupo racial	GDP, en g	Fuente
Dorper	287	
Pelibuey Tabasco	253	
Pelibuey	218	
Suffolk	224	(Martínez <i>et al.</i> 2002)
Dorper x Katahdin	270	
Pelibuey	198	Rodríguez <i>et al.</i> (2002)

Algunas de las limitaciones puntuales en los programas de mejoramiento ovino son los siguientes: a) Las explotaciones ovinas generalmente se ubican en un medio ambiente difícil o adverso (clima, alimentación, sanidad, etc.); b) La mayoría de los sistemas de explotación son extensivos con razas autóctonas, muy localizadas; c) Las fincas ovinas cuentan con infraestructura inadecuada, lo que dificulta la toma de registros productivos y por ende escaso número de animales en control genealógico. No se puede mejorar lo que no se puede medir; d) La estructura empresarial, suele ser muy deficiente con escasa formación del ganadero, con mínima aceptación a cambios y; e) Canales de comercialización muy rígidos y carentes de controles económicos que permitan valorar la rentabilidad de las explotaciones.

DESARROLLO DE UN PROGRAMA DE SELECCIÓN PARA RAZAS OVINAS

La finalidad de un esquema de selección es implantar las medidas necesarias para conseguir mecanismos que aseguren el progreso genético de los animales. Cada raza habita un medio particular y está sometida a diversas particularidades en su sistema de producción. Cada ecosistema productivo; en consecuencia, requiere un programa de mejora propio; si se desea

incrementar el beneficio económico, manteniendo aquellas características que definen la población a seleccionar.

La puesta en marcha de un programa de selección requiere de tres aspectos: a) La necesidad de financiamiento permanente; b) La instrumentación y esquemas de selección adaptados al tipo de producción; c) Una voluntad de acción colectiva de los ganaderos integrados en estructuras técnicas eficaces.

Una asociación de criadores que desde su creación debe responsabilizarse de la tarea de llevar el libro genealógico de la raza y del control de producción, así como la conexión genética de rebaños a través de la implantación y desarrollo de un programa de reproducción asistida (apareamiento natural dirigido e inseminación artificial).

Atendiendo a las características zootécnicas de cada raza se deben plantear los objetivos de selección. Para la situación particular del trópico de Tabasco, como objetivo se propone mejorar las características productivas de las razas de pelo mantenidas en pastoreo y mejorar la productividad individual por oveja en función de los kilogramos de carne que produce a lo largo de su vida, los cuales dependen del número de corderos por parto, del peso y las ganancias registradas por estos y por la longevidad de la oveja. Para conseguir estos objetivos, se propone apoyarse en los criterios de selección siguientes:

- a) Prolificidad. El número de corderos/nacidos y/o destetados por parto es el carácter de mayor importancia en la productividad numérica de los rebaños, ya que en él se expresan la fertilidad, la fecundidad y la propia prolificidad.
- b) Crecimiento de los corderos. Los criterios de selección referidos a pesos, a determinadas edades y las correspondientes tasas de crecimiento en las distintas fases en la cría y recría son los más clásicos en los esquemas de selección de las razas de orientación cárnica. Así, atendiendo a los diferentes intereses comerciales que se pueden encontrar en las ganaderías que cuenten con el ciclo completo de cría, recría-y engorda o solamente engorda se incluirán las características a medir siguientes: Pesos al nacimiento, a los 60 y a los 90 días, haciendo el destete a los 60 días. Crecimiento: ganancia diaria de peso de 0 a 60, de 0 a 90 y de 60 a 90 días. Estos caracteres son de fácil control y de alta heredabilidad (directa y materna), además son caracteres que se expresan en ambos sexos y permite hacer una evaluación precoz de los candidatos a reproductores, ya que en dos años se cuenta con información de su descendencia.
- c) Valor morfológico global. Tratándose de una variable compuesta donde se recogen las principales características de la raza, permitiendo asegurar en los programas que el producto seleccionado funcional no llevará apareada una degeneración de la raza, que pudiera afectar a la longevidad productiva de los animales, clásicamente la valoración morfológica se ha llevado a cabo mediante la calificación regional convencional por puntos de 0 a 10, resultando el valor morfológico global como el sumatorio de las calificaciones regionales parciales una vez corregidas por los correspondientes factores de ponderación, pero hoy día se imponen las técnicas modernas en torno al empleo de la valoración lineal con objeto de mejorar los resultados esperados.

La estructura general del plan es piramidal, conformada por tres niveles.

1.- Nivel superior: lo constituye el núcleo de selección, correspondiente al vértice de dicha pirámide formado por los rebaños integrados en el núcleo de selección que tienen sus animales bajo control morfológico, productivo y genealógico, donde todo el proceso de mejora se genera en este estrato y de aquí se irradia hacia los niveles inferiores.

2.- Nivel intermedio: Lo componen el resto de los rebaños de la asociación, que cuenten con cierto grado de organización y que generen información de interés para el programa. Este segmento aporta en la raza un número importante de hembras que podrán integrarse al Nivel superior cuando cumplan con los requisitos impuestos.

3.-Población base: Los animales integrados en rebaños externos o sea fuera de control y cuyos animales podrán entrar en el segmento intermedio por la inclusión de sus poblaciones (total o parcialmente) en el registro auxiliar del libro genealógico de la raza y su activación en el núcleo de control de producción.

Entre estos estratos se establece un flujo genético permanente descendente por medio de la difusión del mejoramiento genético mediante el empleo de la inseminación artificial o la venta de reproductores probados genéticamente. Y en sentido contrario también existe un flujo genético ascendente gracias a la inclusión de aquellos rebaños procedentes de los estratos inferiores que incorporan hembras para los estratos superiores (Delgado *et al.* 2004). La organización de la población y el flujo se esquematiza en la Figura 1.

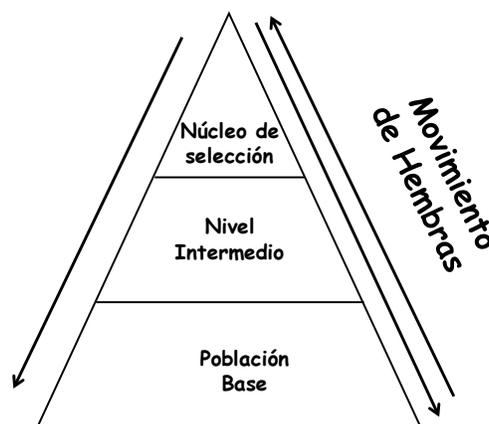


Figura 1. Organización de la población y flujo genético

Metodología para el desarrollo de la evaluación genética

La evaluación genética de los candidatos a reproductores es fundamental en los procesos de selección; es por esto que el esquema de selección que aquí se propone, utiliza dos vías de selección. La primera será la selección de madres para producir machos (madres de candidatos a futuro semental en el nivel intra rebaño. Y una segunda, es la selección de machos basados en sus valores genéticos obtenidos a partir de la metodología BLUP, para producir corderas o hijas (madres) en etapa inter-rebaño.

Fase intra-rebaño

El proceso de selección empieza con la elección de las madres, dentro de cada rebaño, que serán las que producirán los candidatos a semental. Se seleccionan el 10% de las ovejas disponibles dentro de contemporáneas en cada rebaño y sus crías machos entrarán en la valoración genética ínter rebaño en la siguiente fase del esquema. Se utilizan para esta selección los valores genéticos obtenidos a través de un índice de selección individual multicarácter (índice de oveja), por lo que la estructura del índice contendrá las características de la oveja: prolificidad, peso a los 90 días de edad y valor morfológico.

Fase Inter rebaño

Los corderos machos nacidos de las hembras seleccionadas en el apartado anterior serán sometidos a una evaluación fenotípica utilizando su propia información (crecimiento y morfología) a los 90 días de edad y otra posterior a los 9 meses de edad (crecimiento, morfología y aptitud reproductiva).

Esta selección se realizará dentro de cada rebaño, y los animales que superen estas pruebas serán considerados candidatos a futuro semental pasando a valorarse entre rebaños a través de la inseminación artificial. Otra de las características a tomar en cuenta es la ausencia de defectos que impidan el normal funcionamiento reproductivo.

Estos machos pasarán a ser adiestrados para su utilización en inseminación artificial y serán evaluados genéticamente de manera directa o indirecta en el esquema de selección mientras que los machos utilizados en monta natural en los propios rebaños podrán ser evaluados indirectamente a través de los machos de referencia que conecten genéticamente todos los rebaños del núcleo de selección.

Los machos utilizados en inseminación artificial, de manera ideal, fertilizarán un mínimo de 50 hembras en al menos tres rebaños que comprendan todas las edades y niveles productivos, mientras que los de monta natural se ajustarán a las necesidades del rebaño con un mínimo de 20 hembras por semental. Cada rebaño se inseminará con al menos dos sementales de referencia, así mismo se utilizarán machos de referencia para la conexión intergeneracional.

Crecimiento

Para todos los criterios relacionados con el crecimiento, a los ocho meses de la fertilización de las hembras por parte de los machos en prueba se dispondrá de la información completa sobre los pesos y crecimientos de los descendientes de estos machos, por lo que aproximadamente a los dos años de edad de los candidatos a reproductores se contará con valores genéticos para este tipo de caracteres (León *et al.* 2006).

Morfología

Los datos obtenidos de la evaluación de la conformación de los animales, cuando se han obtenido en condiciones técnicamente correctos, permite asegurar que no llevará aparejado una degeneración de la raza que pudiera afectar a algunos caracteres adaptativos. Así mismo, la selección de la conformación permitirá mejorar la longevidad productiva de los animales.

Los animales se evalúan morfológicamente entre 14 y 16 meses, por lo que se precisará un mínimo de tres años para disponer de descendientes valorados morfológicamente que permitan la evaluación genética de los candidatos a reproductores.

Prolificidad

Será necesario contar con un mínimo de 30 hijas por macho en inseminación artificial distribuidas en al menos 3 rebaños o en el propio rebaño conectado en el caso de machos utilizados en monta natural. Estas hijas deberán tener registrados tres partos para poder realizarse la evaluación genética de sus padres. Aunque es la medición más sencilla, se requiere de mayor tiempo para obtener resultados. Además, por ser una característica de baja heredabilidad, la respuesta a la selección es menor (León *et al.* 2005).

Anualmente se podrá publicar un catálogo de sementales con la actualización de la información existente. En él entrarán por primera vez los machos evaluados positivamente para los caracteres de crecimiento a los dos años de edad; y se actualizará con la información sobre morfología y en la siguiente sobre prolificidad. Los machos permanecerán en el catálogo mientras que estén en activo y pertenezcan al plantel de machos mejoradores probados.

De esta manera, los ganaderos obtendrán mejoramiento en:

- a) Mejoramiento en las diversas fases del crecimiento de los corderos (valor genético directo de pesos y crecimientos).
- b) Mejoramiento de la aptitud materna para mejorar el crecimiento de los corderos en distintas fases (valor genético materno para pesos y crecimientos).
- c) Mejoramiento de la estructura morfológica del rebaño (valor genético de la morfología).
- d) Mejoramiento de la prolificidad (valor genético de la prolificidad)

Una vez dirigidos los objetivos de selección, definidos los criterios específicos que se van a medir en la población, organizada la información proveniente de los diferentes estratos, tanto la información productiva como la genealógica, sólo queda proponer el funcionamiento operativo del esquema de selección tal y como se muestra en la Figura 2.

Como primera actividad de seguimiento se requiere elaborar un diagnóstico de la situación de la raza del cual se obtenga información suficiente para realizar un análisis demográfico para tomarlo como base del desarrollo del esquema de selección. Se analizan los censos, los intervalos generacionales, los tamaños efectivos, los porcentajes por sexo y los incrementos esperados de la consanguinidad (Delgado *et al.* 2005). Con base a estos resultados se hacen las sugerencias iniciales. Posteriormente, se deberá verificar la eficacia en las declaraciones de cubrición y nacimientos utilizando para ello, marcadores moleculares (microsatélites del ADN), tanto de los animales resultantes del apareamiento controlado como los producidas a través de la inseminación artificial (Quiroz *et al.* 2005).

Conexión genética de rebaños con el uso de machos de referencia

La importancia de la inseminación artificial al inicio de un programa de mejoramiento, radica en que permite la planificación de las estrategias de conexión genética de los rebaños utilizando sementales de referencia. Posteriormente, su importancia es mayor en la difusión de la mejora en los rebaños de estratos más bajos mediante la utilización de sementales probados.

Los rebaños integrados en el programa se clasifican en tres categorías:

- a) Rebaños que usan IA (Inseminación Artificial)
- b) Rebaños que usan IA y tan sólo un macho de repaso en MN (Monta Natural)
- c) Rebaños que usan IA y varios machos de repaso en MN.

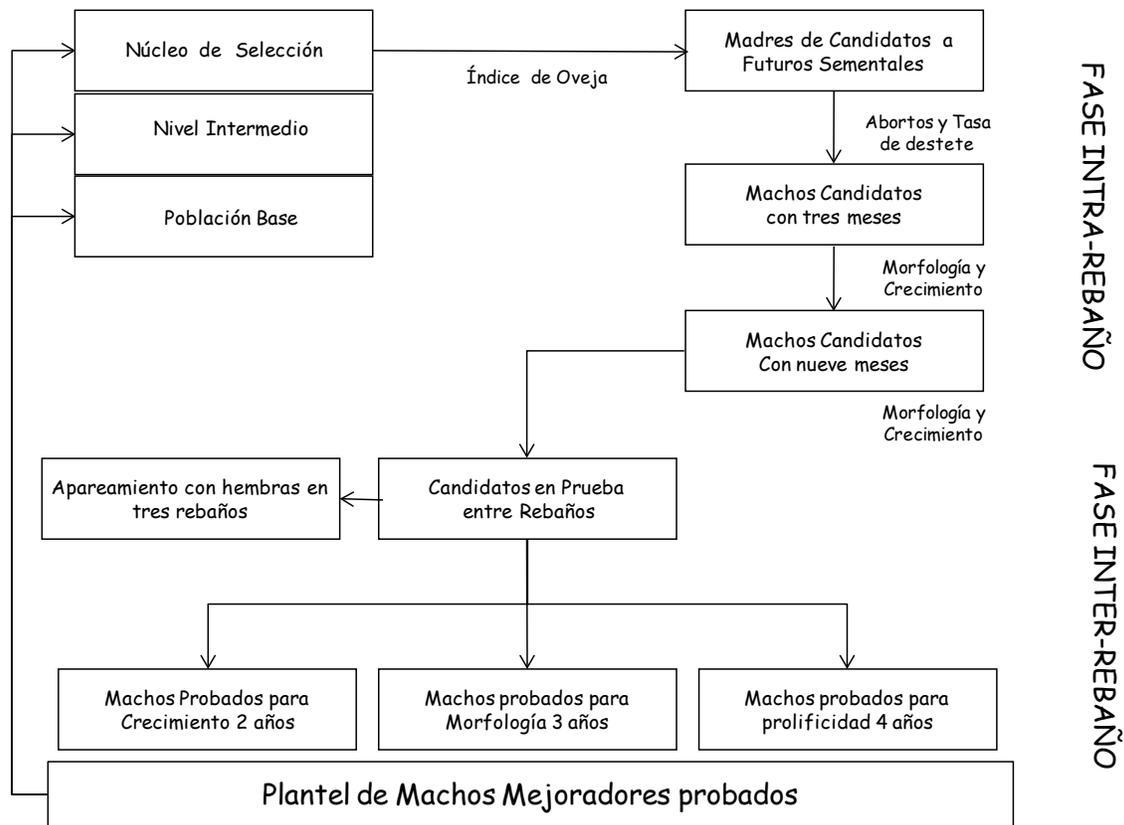


Figura 2. Fases del esquema de selección

En los rebaños de las categorías a y c sólo se probarán machos de IA de manera directa o indirecta. En los rebaños de categoría b, además se podrán probar los machos de MN de cada rebaño, de manera indirecta a través del macho de referencia (IA), esto debido a que en los rebaños de tipo b un solo semental tendrá varias crías.

Estas diferentes estrategias en la conexión genética de rebaños se pueden observar en forma gráfica en la Figura 3.

Organización del flujo de información

La Asociación de criadores es la encargada de la organización y activación del núcleo de selección y de llevar la información del libro genealógico, ésta última conlleva la ejecución y supervisión del programa de identificación individual provisional y definitivo, el control de las declaraciones de empadre y de nacimientos, las altas en el libro de registro definitivo, la declaración de bajas y el inventario anual; mientras que el funcionamiento del núcleo de selección se centra en el control de las pesadas y la valoración morfológica de los animales (Puntas *et al.* 2005).

El flujo de información debe ser recíproco y constante entre las ganaderías integradas en el núcleo de selección y la asociación. Una vez al año, estas bases de datos se envían a la institución de investigación o universidad donde se realizan los análisis estadísticos y genéticos con objeto de obtener los correspondientes valores genéticos para finalmente, publicar un catálogo de sementales probados genéticamente de forma continua.

Cruzamientos

Como cruzamiento se entiende el apareamiento de dos poblaciones diferentes. En el caso de los ovinos, hablamos de razas diferentes. Los ovinos de pelo constituyen un recurso genético importante por su adaptación a las condiciones climáticas de las regiones tropicales, sin embargo, en México no existen programas de mejoramiento para estas razas. Por lo tanto, la mejor forma de lograr un avance en productividad es a través de los cruzamientos. Con el cruzamiento se busca obtener la combinación de características deseables de dos o más razas. El inconveniente de los cruzamientos, radica en que después del primer apareamiento, siempre resulta aventurado recomendar el siguiente.

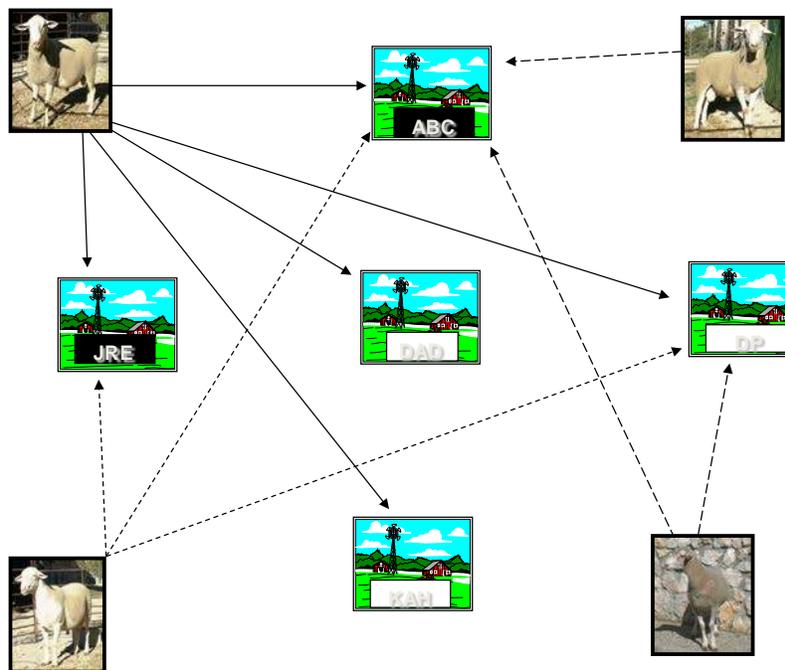


Figura 3. Conexión genética entre rebaños

Tipos de cruzamiento

Los principales tipos de cruzamiento para el desarrollo de la especie ovina son los siguientes:

- a) Cruce para mejoramiento. La línea del padre mejorador (A) se aparea con la línea de la madre a mejorar (B), solo se usa hasta el primer apareamiento. Un ejemplo es el uso de razas prolíficas sobre razas menos prolíficas con el fin de obtener partos múltiples (dos o más corderos).
- b) Cruza absorbente. Se trata de un cruzamiento mejorador reiterado hasta la completa absorción de la raza a mejorar. Por ejemplo, la raza Pelibuey ha absorbido algunos rebaños con razas no definidas.
- c) Cruce industrial o comercial. Consiste en un cruzamiento que mejora la primera generación y toda la descendencia (F1) va a sacrificio, por lo que no es importante la reproducción. Las hembras de reemplazo se producen con la misma raza por lo que no se modifica la base genética, esto es de importancia cuando se utilizan razas rusticas. Sus aplicaciones más importantes están en la producción de carne y animales para producción de piel (Sierra 1989).

En la ovinocultura tropical de México existe poca información disponible sobre la evaluación de razas en cruzamientos. En el Campo Experimental Mococho del INIFAP, se llevó a cabo un experimento de cruzamientos encaminado a establecer un sistema de cruza terminal utilizando la rusticidad de la raza Pelibuey, la prolificidad de la Blackbelly y la Suffolk como raza terminal y se demostró que los cruzamientos entre Pelibuey x Blackbelly y Blackbelly x Pelibuey no producen diferencias importantes en cuanto a prolificidad, peso al nacimiento ni peso al año de edad. En el Cuadro 8 se resumen algunas de las características de crecimiento de cruzamientos evaluados en condiciones tropicales. La ganancia de peso postdestete de este estudio fue superior a la lograda en un estudio similar realizado en el sureste de Estados Unidos (Burke & Apple 2007). En México se han evaluado los cruzamientos desde mediados de los 90 (Pineda *et al.* 1998), sin embargo, se han ido incorporando algunas razas, que no se han evaluado apropiadamente por lo que la información disponible no es suficiente para realizar recomendaciones concluyentes. En cuanto a la calidad de la canal, las cruza con Dorper son las que han obtenido los mejores resultados en cuanto muscularidad y calidad de la canal (Burke *et al.* 2003), aunque hay evidencia de la susceptibilidad a infecciones parasitarias en el trópico húmedo (Vanimisetti *et al.* 2004). Es importante señalar que cuando la dieta está bien balanceada y que, sobre todo la cantidad de proteína es suficiente, los daños ocasionados por los parásitos son menores (Louvandini *et al.* 2006).

Cuadro 8. Crecimiento de algunos cruzamientos ovinos en condiciones tropicales*

Genotipo	Peso al nacer, en kg	Peso al destete, en kg	Ganancia diaria de peso, en g	
			Predestete	Postdestete
Pb	2.90	12.25	96.5	181
Pb	3.17	15.57	139	Nd
PbxBb	2.77	11.74	93.4	Nd
BbxPb	2.91	12.39	96.8	Nd
Bb	2.93	12.22	95.5	Nd
Bb	2.85	11.17	152	Nd
PbxS	3.57	17.47	155	Nd
PbxS	3.18	10.86	85	250
PbxD	3.46	15.06	130	246
DxPbxBb	2.84	11.95	133	217
HxPbxBb	3.22	133.81	143	219
SxPbxBb	3.12	12.58	112	222
RxDxBb				238
RxDxPb				182
1/4Dpx3/4Pb				209
DbxPb				232
Kh				223
Pb				242

Pb= Pelibuey; Bb= Blackbelly; S=Suffolk; D=Dorset; H=Hampshire; R= Rambouillet; Dp= Dorper; Db=Dorper Blanco; Kh= Katahdin. Nd= No disponible. * Tomado de Velázquez Madrazo (2006)

AVANCES DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO EN TABASCO

Información genealógica y productiva

Se utilizó inseminación artificial y apareamiento controlado para tener control de la genealogía de los corderos y hacer la evaluación de la progenie de cada semental. En los corderos se registraron los pesos al nacer, al destete ajustado a 60 días y al inicio de la prueba, la cual duró en promedio 61 días, analizándose la ganancia de peso posdestete. Durante este periodo los corderos se alimentaron con una dieta integral y se obtuvo una ganancia diaria de peso promedio de 210 gramos por animal. Para la obtención de los valores genéticos para los caracteres de peso y crecimiento postdestete se dispuso de la información genealógica y productiva procedente de los registros realizados sobre 244 crías hijas de 18 sementales, pertenecientes a cuatro ganaderías conectadas genéticamente. Los animales evaluados (carneros, borregas y corderos) son en total 449.

Modelo de evaluación genética

En la fase intrarrebaño las madres son evaluadas mediante selección masal para la característica de peso al destete ajustado a 60 días, mientras que en la fase interrebaño las evaluaciones son realizadas mediante la aplicación de las variantes del BLUP Modelo Animal dependiendo de la naturaleza de la característica a evaluar. La evaluación genética para las características de crecimiento: Peso ajustado a 60 días de edad y la ganancia de peso posdestete, se desarrolló mediante la metodología BLUP, aplicando para ello un Modelo Animal con efectos maternos utilizándose el paquete MTDFREML (Boldman *et al.* 1995). La característica de peso al destete ajustado a 60 días se evaluó mediante la aplicación de un BLUP Modelo Animal con Efectos Maternos, con vistas a obtener valores de cría tanto para los efectos genéticos directos como para los efectos genéticos maternos, el cual ha demostrado ser el de máxima eficacia en los programas de selección, en especial cuando los objetivos de selección abordan características de peso y crecimiento como el que aquí es presentado (Quaas & Pollak 1980). Considerando, para ello, como efectos aleatorios: valores genéticos directos y maternos, efecto ambiental permanente y como efectos fijos la combinación rebaño-mes, tipo de parto, época de parto, sexo del cordero. El modelo incluyó como efectos fijos: la Interacción Rebaño-Mes de parto, el sexo del cordero (Macho o Hembra), el Tipo de parto (simple, doble, triple) y el peso al nacimiento como covariable. El número de parto de la madre, se incluyó en análisis preliminares pero no resultó significativo, por lo que se excluyó del análisis final.

Se utilizó un método de conexión genética de los rebaños participantes que consistió en tener crías de un mismo semental (semental de referencia) a través de la inseminación artificial en la época de parición. La importancia de la inseminación artificial al inicio de un programa de mejoramiento, radica en que permite la planificación de las estrategias de conexión genética de los rebaños utilizando sementales de referencia. Posteriormente, su importancia es mayor en la difusión del mejoramiento en los rebaños de estratos más bajos mediante la utilización de sementales probados. Todas las crías participantes se trasladaron después del destete al Centro de Investigación Ovina del Sureste (CIOS) en donde se les proporcionó una misma dieta integral y se registraron los cambios de peso. Con la información genealógica y productiva se realizó la evaluación genética para las características de peso al destete ajustado a 60 días y ganancia de peso posdestete. Los procedimientos de evaluación genética utilizan la tecnología del modelo animal para incorporar toda la información disponible en la predicción de las DEPs de los individuos.

Los resultados obtenidos para el cálculo de la Diferencia Esperada en la Progenie (DEP) en los 18 sementales para la característica peso ajustado a los 60 días fue de 1,83 a -2,32 con una confiabilidad entre 0,44 y 0,86. El número de crías promedio por semental fue de 13 con un rango de 3 a 37. El rango obtenido en las evaluaciones realizadas con todos los animales registrados de la raza es de 1,17 a -1,06 (AMCO 2010).

CONCLUSIONES

Existen conocimientos técnicos suficientes para hacer un programa de mejoramiento genético que permita evaluar el material genético producido en el trópico de México y que a través de una estrategia piramidal ofrezca beneficios a los ovinocultores de la región.

REFERENCIAS

- AMCO, (2010) Evaluaciones genéticas en ovinos. Catálogo de sementales de alto valor genético 2009-2012. CONARGEN (Ed.). México, D.F.
- Arteaga Castelán, JD, (2010) Recursos y Necesidades para la producción de carne de ovinos en México. Ovinos, S. P. (Ed.).
- Berumen Alatorre, AC, Morales R., JC & Vera C, G, (2003) Comportamiento de las cruza de la raza ovina Katahdin en Tabasco. In: *II Seminario de producción de ovinos en el trópico: 52-53*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.
- Berumen Alatorre, AC, Santamaría, E, Morales, J, Vega, G & Osorio, C, (2006) Evaluación de una engorda intensiva de corderos cruza de razas de carne con hembras Pelibuey-Blackbelly, una alternativa en el trópico húmedo de México. In: *V Seminario de producción de ovinos en el trópico: 132-135*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.
- Boldman, KG, Kriese, LA, Van Vleck, LD, Van Tassell, CP & D, KS, (1995) A Manual for Use of MTDFREML. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances. U. S. Department of Agriculture, Agriculture Research., Clay Center, NE.
- Burke, JM & Apple, JK (2007) Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Ruminant Research*, **67**, 264.
- Burke, JM, Apple, JK, Roberts, WJ, Boger, CB & Kegley, EB (2003) Effect of breed-type on performance and carcass traits of intensively managed hair sheep. *Meat Science*, **63**, 309.
- Cadenas, JA, Oliva Hernández, J, Hinojosa C., JA & Torres Hernández, G (2010) Suplementación postdestete de corderas Pelibuey x Blackbelly en pastoreo en el trópico húmedo. *Archivos de Zootecnia*, **59**, 303-306.
- Delgado, JV, León, JM, Quiroz, J, Puntas, JA & García, G (2005) Análisis demográficos de la población ovina Segureña como base para el desarrollo de su esquema de selección. *FEAGAS*, **27**, 96-98.
- Delgado, JV, Rodríguez, JV, León, JM, Puntas, J, Benavente, M, García, G & Barba, C (2004) Esquema de selección de la raza ovina Segureña. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*, **12**, 59-62.
- Díaz Arcos, F, Oliva Hernández, J & Hinojosa Cuellar, JA, (2008) Efecto de la suplementación mineral con monensina sódica sobre la eficiencia productiva de corderas Pelibuey. In: *XLIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria: 201*. Mérida, Yucatán.
- Falconer, DS & Mackay, TFC (1996) *Introduction to Quantitative Genetics*, 4 edn. Essex, UK: Longmans Green.

- Ferrer, AA, Lucero, M & González, RA, (2002) Estadísticas de comportamiento productivo y reproductivo de ovejas F1 Katahdin, Pelibuey y Blackbelly en trópico húmedo. In: *II Taller Ovino del Golfo y Noroeste de México*: 13-16. Ciudad Victoria, Tamaulipas.
- González, RA, Martínez, BI, Chávez, FJA, Loya, HM & Lucero, MFA, (2002) Crecimiento de corderos Pelibuey en pastoreo. In: *II Taller Ovino del Golfo y Noroeste de México*: 17-20. Ciudad Victoria, Tamaulipas.
- Hernández Sánchez, D, (2003) Suplementación de corderos en pastoreo con harina de cocoite, morera o tulipán. In: *II Seminario de Producción de Ovinos en el Trópico*: 46-48. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.
- Hernández Sánchez, D, Obrador Olán, PV, Aranda Ibañez, EM & Gómez Vazquez, A, (2005) Comportamiento productivo de corderos utilizando morera y tulipán de diferente edad de corte como suplemento. In: *IV Seminario de producción de ovinos en el trópico*: 85-91. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.
- Hinojosa Cuellar, JA, Oliva Hernández, J, Torres Hernández, G & Segura Correa, JC (2013) Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruza con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco. *Archivos de Medicina Veterinaria*, **en prensa**.
- León, JM, Barba, C, Gama, LT, Carolino, N, Puntas, J, Quiroz, J & Delgado, JV (2005) Parámetros genéticos de prolificidad de la oveja segureña. Resultados preliminares. *Archivos de Zootecnia*, **54**, 323-326.
- León, JM, Quiroz, J, Puntas, J, García, G & Delgado, JV (2006) Análisis de la situación actual en el control de rendimientos en la raza ovina Segureña. *FEAGAS*, **29**, 113-115.
- López Quen, R, Oliva Hernández, J & Hinojosa Cuellar, JA, (2008) Respuesta productiva a la complementación energética y proteínica suministrada antes del empadre en primas Pelibuey x Blackbelly. In: *XX Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria de Tabasco*: 113-120. INIFAP, Villahermosa, Tabasco.
- Louvandini, H, Veloso, CF, Paludo, GR, Dell'Porto, A, Gennari, SM & McManus, CM (2006) Influence of protein supplementation on the resistance and resilience on young hair sheep naturally infected with gastrointestinal nematodes during rainy and dry seasons. *Veterinary Parasitology*, **137**, 103-111.
- Luna Palomera, C, Berumen Alatorre, AC, Miranda Vidal, MG & Ávila Peña, SE, (2009) Desarrollo de ovejas de pelo suplementadas con diferentes niveles de inclusión de harina de kernel de palma en sustitución de granos. In: *VII Seminario de producción de ovinos en el trópico, las parasitosis y su control*: 1-7. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Villahermosa, Tabasco.
- Martínez, GJC, Villareal, VE, Salinas, ZN & González, RA, (2002) Aditivos en dietas integrales para corderos de razas de pelo en estabulación. In: *II Taller de Ovino del Golfo y Noroeste de México*: 29-31. Ciudad Victoria, Tamaulipas.
- Mora Morelos, H, Hinojosa Cuellar, JA & Oliva Hernández, J (2003) Características de crecimiento posdestete de borregos Pelibuey en pastoreo con suplemento alimenticio. *Universidad y Ciencia*, **19**, 105-111.
- Oliva Hernández, J & Vidal Baeza, A (2001) Utilización del zeranol en borregos Pelibuey en pastoreo y con concentrado energético. *Universidad y Ciencia*, **17**, 57-64.
- Pineda, J, Palma, JM, Haenlein, GFW & Galina, MA (1998) Fattening of Pelibuey hair sheep and crossbreds (Rambouillet-Dorset×Pelibuey) in the Mexican tropics. *Small Ruminant Research*, **27**, 263.

- Puntas, J, León, JM, Quiroz, J, García, G & Delgado, JV, (2005) Estudio de la efectividad del control de rendimientos en la raza ovina Segureña. In: *VI Simposio Iberoamericano sobre la Conservación y Utilización de Recursos Zoogenéticos*: 79-81. CYTED (Ed.). CYTED, San Cristobal de las Casas, Chiapas.
- Quaas, RL & Pollak, EJ (1980) Mixed model methodology for farm and ranch beefcattle testing programs. *Journal of Animal Science*, **51**, 1277-1287.
- Quiroz, J, Landi, V, Martínez, A, Barba, C & Vega Pla, JL (2005) Asignación de individuos a poblaciones caprinas a partir de técnicas moleculares. *Ovis*, **100**, 67-77.
- SIAP, (2012) Población Ganadera. Ovino. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Sierra, I (1989) Cruzamiento en la especie ovina. III: mejora de la producción de carne. *Ovis*, **4**, 47-73.
- Vanimisetti, HB, Greiner, SP, Zajac, AM & Notter, DR (2004) Performance of hair sheep composite breeds: Resistance of lambs to *Haemonchus contortus*. *Journal of Animal Science*, **82**, 595-604.
- Velazquez Madrazo, PA, (2006) Manejo de los recursos Genéticos para la ovinocultura de pelo. In: *Tecnología para la producción de ovinos de pelo*: 55-85. Castellanos, R. A. F. & S. C. Arellano (Eds.). Fundación Produce Yucatán A.C., Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.

GENOMIC PREDICTION FOR THE GENETIC EVALUATION OF LIVESTOCK – THEORY AND PRACTICE

Dorian J. Garrick

Department of Animal Science, Iowa State University, Ames, IA 50010, U.S.A.

ABSTRACT

Cost-effective breeding programs with high rates of genetic progress require that selection candidates be cheaply and accurately evaluated at young ages. Conventional breeding programs rely on measurements on the individual or progeny in order to achieve accurate evaluations. Individual measurement is not accurate on low heritability traits, and progeny testing is expensive and difficult to manage. Genomic prediction offers potential for accelerating genetic progress once the genomic regions causing variation in every trait of interest have been characterized. In the immediate term, genomic prediction only provides reliable prediction in close relatives of large populations of animals with genotypes and phenotypes. Considerable investment is required to produce such populations, and this has so far limited implementation of genomic prediction to large breeding programs of popular breeds with opportunity to clear avenues to recover the initial investment in genotyping.

GENETIC IMPROVEMENT

Genetic improvement is achieved when above-average candidates are used to parent the next generation. Above-average candidates can be distinguished from average animals by their selection index values (Hazel, 1943), obtained by weighting estimated breeding values by their respective economic values. Conventional genetic evaluation uses pedigree and performance information to estimate breeding values (Henderson, 1975). An individual is evaluated as a linear combination of its parent average estimated breeding values, its own performance relative to its contemporaries and the average estimated breeding values of its offspring, adjusted for the merit of its mates (VanRaden and Wiggans, 1991).

The rate of genetic improvement can be accelerated if candidates can be reliably ranked and selected at a young age. However, the reliability of estimated breeding values based on individual observations is limited by the trait heritability. Delaying selection of animals for progeny testing prior to their widespread use extends the generation interval and increases the costs of a breeding program. Genetic improvement programs could be enhanced by more accurate prediction of breeding values in young animals. Historically, this was attempted by searching for highly correlated indicator traits that could be cheaply and easily measured at young ages. For many traits, no such indicators are available. Traits that are sex-limited, of low heritability, expensive to measure, or measured late in life have been particularly problematic to improve.

BREEDING VALUES

Breeding values are determined by the sum of the average effects of the alleles an individual carries, summed over all the loci that affect the particular trait (Falconer and Mackay, 1996). Accordingly, breeding values could be predicted by summing up estimated average effects of alleles provided the causative loci were known, so that the alleles could be identified. Developments in molecular technologies have now made it cheap and straightforward to reliably identify allelic values at large numbers of polymorphic loci, provided the genomic sequence

around the polymorphism is known in advance. Corresponding progress in genomic sequencing makes it relatively straightforward to identify and map polymorphic loci. The major remaining challenges are to identify the approximate genomic locations of loci that influence any particular trait, and to determine the alleles present at such loci. Estimation of the effects of known loci is relatively straightforward provided datasets comprising phenotypes and genotypes are available, and can be achieved using widely available statistical techniques, such as least squares.

In practice, although we have likely identified most of the genes in many of the well-studied genomes including humans, model organisms and livestock species, we know very little about the number or nature of the genes and other genomic variants that influence variation in complex traits. However, these genes that influence variation are precisely the genes we need to know in order to achieve reliable genomic predictions. In human studies, the approach has been to scan the genome, one polymorphism at a time, in order to detect polymorphisms influencing a trait at an experiment-wise level of significance. In contrast, in livestock our focus has been on achieving the most accurate genomic prediction of merit regardless of significance. This is partly due to the fact that we expect complex traits to be polygenic, and having many genes influencing variation in a trait implies that the effects of any particular gene are likely to be small, and hard to detect at a high level of significance, compared to oligogenic or monogenic traits.

GENOMIC AND CONVENTIONAL PREDICTION

Our current approaches to genomic prediction do not use real or imputed polymorphisms at genes, instead they simultaneously fit many, or all of the polymorphisms for the markers that happen to be present on a multiplex genotyping platform, usually chosen to be approximately evenly-spaced across the genome. The approaches used today are based on those introduced by Meuwissen, Hayes and Goddard (2001), who presented three methods for approaching the genomic prediction problem. All three methods involve simultaneously fitting markers to estimate their average effects as if the markers represent the mutations responsible for observed variation. It was assumed that if there were sufficient numbers of markers spread throughout the genome that any causal mutation would have to be associated with at least some of the nearby markers. Linkage disequilibrium (LD) measures the association between genotypes at two loci, and perfect LD indicates that genotypes at one locus are the same as the genotypes at the other locus. On average, LD is higher among pairs of markers that are physically close together than is the case in comparing physically distant markers.

The three methods of genomic prediction presented by Meuwissen et al. (2001) all involve fitting the marker effects as random, and regressing phenotype on the number of marker alleles at each locus in order to estimate substitution effects. The substitution effect is the difference between the average effect of one allele and the average effect of the other allele at a biallelic locus. Fitting effects as random is subtly different from fitting effects as fixed as is the case in least squares, in that the inverse of a variance covariance matrix is added to the coefficient matrix in the position corresponding to the random effects (Henderson, 1984). In conventional genetic evaluation, the variance-covariance matrix is proportional to the additive genetic relationships among the animals being evaluated, and the inverse of that matrix can be formed directly from knowledge of the pedigree (Henderson, 1976, Quaas, 1976).

METHODS FOR GENOMIC PREDICTION

In the case of marker effects, it might reasonably be assumed that their effects are independent, so that knowledge of effects at one locus provides no information as to likely effects at other loci. In that case, the variance-covariance matrix is diagonal, and scalar values are added to the

diagonal elements of the coefficient matrix corresponding to the random effects. The simplest approach would be to add the same scalar to every diagonal, and that method Meuwissen et al. (2001) called “BLUP” and further assumed that the appropriate scalar was known. Adding a scalar to the diagonal is also known as ridge regression. Kizilkaya et al. (2010) extended this method to the circumstance where the appropriate scalar was not known but estimated from the data and refer to that method as BayesC0.

Adding a scalar to the diagonal elements of the coefficient matrix shrinks the estimates in relation to the values that would be determined using least squares. Meuwissen et al. (2001) proposed a Bayesian method they called BayesA, that involved using a different unknown scalar for each marker. Bayesian statistics involve the use of prior assumptions about parameters, and inference is made from posterior distributions that are obtained using information contained in the data along with the information contained in the priors. BayesA allows markers with small effects to be shrunk towards zero, whereas markers with large effects can have estimates closer to their least squares counterparts. The idea of BayesA was to use the information in the data to identify the loci with large effects and to shrink but not ignore the markers with smaller effects.

The real number of mutations responsible for variation in any particular trait is not known but it seems reasonable to assume that it might be less than the number of markers that are available on the genotyping panel. In that case, it would be good to be able to select among the markers to find those subsets that fit that data better than other subsets. This is known as a variable selection model. In least squares methodology, variable selection is often achieved by approaches such as forward selection which progressively adds the next effect that achieves the greatest reduction in the error sums of squares, or stepwise regression, that progressively adds effects and also tests whether previously fitted effects can be removed from the model without loss of predictive ability. Meuwissen et al. (2001) proposed a Bayesian approach to the variable selection problem that involves the use of mixture distributions. They assumed that any particular marker might come from a distribution with a real effect on the trait, or an alternative distribution with no effect. They referred to this method as BayesB, and it extended BayesA to a mixture model. That is, like BayesA the fitted effects had different scalar values added to the diagonal according to the size of the effect, but unlike BayesA, the markers with larger effects were fitted more often in the model than were markers with small effects. BayesB involves an additional parameter they called π , assumed known, which was the prior probability that any effect belonged to the distribution with zero effect, and correspondingly $1-\pi$, was the probability the effect was non zero.

Kizilkaya et al. (2010) coined the term BayesC for a variable selection model that involved the parameter π , but assumed the scalar shrinkage parameter was the same for all markers as in BayesC0, rather than different for each fitted marker as in BayesA and BayesB. Habier et al. (2011) recognized that estimating π from the data was of real interest, and proposed a method BayesC π , whereby π , was treated as unknown and estimated from the data.

Ideally, marker effects could be estimated in one population, and those estimated effects could be used to predict the genomic breeding values of animals in other populations. This would allow the investment in collection of phenotypes for traits that are hard to measure, such as longevity, feed efficiency, disease resistance or reproductive performance to be recovered by improved rates of gain in many breeding programs.

Goddard and Hayes (2009) argued that thousands or tens of thousands of genotyped individuals would be required to obtain reliable prediction exploiting LD, with larger numbers of individuals

required if the heritability is low, and/or the effective population size large, compared to a high heritability trait in a population with small effective population size. In practice, it has been shown that remarkably good predictions can be achieved in the genomic analysis of simulated data, but predictive ability tends to be poorer with real data, and variable according to the specific trait. Traits influenced by a few major genes are better analyzed using variable selection methods such as BayesB, but often in analysis of real data there is little difference between methods (Hayes et al., 2010).

GENOMIC RELATIONSHIPS

Marker effects models estimate the effects of markers rather than the breeding values of animals directly. Strandén and Garrick (2009) showed that equivalent models to BayesA and BayesC0 could be fitted that involved forming a so-called genomic relationship matrix, whose inverse could be added to the coefficient matrix in the same manner to which the inverse of the pedigree-based relationship matrix is added in conventional evaluation. Such an approach applied to the BLUP method of Meuwissen et al. (2001) is known as G-BLUP. It has been widely adopted for practical application in many livestock species, as it allows existing software to be trivially modified to use the inverse of the genomic rather than pedigree relationship matrix.

Analysis of real data has shown that predictive ability is better in close relatives of those used to estimate marker effects, or those used in G-BLUP, but distant relatives are poorly predicted (Habier et al., 2010; Saatchi et al., 2013), and across breed prediction has almost no utility (Weber et al., 2012). This has made it necessary to develop genotyped populations in every population for which genomic prediction is to be implemented. This is unfortunate, because prior to applying genomic prediction an historical population of individuals with phenotypes needs to be genotyped, and the cost of that genotyping is a significant investment. In chickens and pigs, it is necessary to repeat this investment in every nucleus line, and in dairy and beef cattle it means it must be repeated in every breed, and in subpopulations such as those in different countries unless there is considerable interchange of germplasm, as is the case for example in the global Holstein population.

A benefit of applying genomic prediction is that genomic regions with major effects can be identified (Garrick and Fernando, 2013; Peters et al., 2012; 2013), and over time these will be better characterized, and may enable genomic prediction across breeds, at least for that fraction of the variation in breeding values that are caused by the major genes.

CONCLUSIONS

Genomic prediction has come a long way since its conception by Meuwissen et al. (2001) and its initial applications when bovine genotyping panels became available about 5 years ago. Nevertheless, it is still an immature technology and will likely be implemented in quite a different manner 5 years from today. Despite its inability to predict performance in distant relatives, predictions in near relatives are typically more accurate than can be achieved using conventional parent average breeding values. Nevertheless, the cost to develop sufficient numbers of genotyped animals to begin genomic prediction is resulting in its application being greatest in commonly-used breeds such as Holstein dairy cattle and Angus beef cattle, and in pig and poultry companies, with slower penetration in other livestock improvement programs.

REFERENCES

Falconer, D.S., and T.F.C. Mackay. 1996. Introduction to quantitative genetics. 4th Edition. Prentice Hall, Pearson Education Ltd.

- Garrick, D.J., and R.L. Fernando. 2013. Implementing a QTL detection study (GWAS) using genomic prediction methodology. Chapter in: Gondro, C., J.H.J. van der Werf and B. Hayes. "Genome-Wide Association Studies and Genomic Prediction". Berlin, Springer Series: Methods in Molecular Biology.
- Goddard, M.E., and B.J. Hayes. 2009. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programmes. *Nature Reviews Genetics* **10**, 381-391.
- Habier, D., R. L. Fernando, K. Kizilkaya, and D. J. Garrick. 2011. Extension of the Bayesian Alphabet for Genomic Selection. *BMC Bioinformatics*, **12**:186.
- Habier, D., J. Tetens, F.-R. Seefried, P. Lichtner, and G. Thaller. 2010. The impact of genetic relationship information on genomic breeding values in German Holstein cattle. *Genetics Selection Evolution*, **42**:5.
- Hazel, L.N. 1943. The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, **28**:476-490.
- Hayes, B.J., J. Pryce, A.J. Chamberlain, P.J. Bowman, and M.E. Goddard. 2010. Genetic architecture of complex traits and accuracy of genomic prediction: coat colour, milk-fat percentage, and type in Holstein cattle as contrasting model traits. *PLoS Genetics*, **6**(9):e1001139.
- Henderson, C.R. 1975. Best linear unbiased estimation and prediction under a selection model. *Biometrics*, **31**:423-447.
- Henderson, C.R. 1976. A simple way for calculating the inverse of a numerator relationship matrix used in prediction of breeding values. *Biometrics*, **32**: 69-83.
- Henderson, C.R. 1984. Applications of linear models in animal breeding. University of Guelph.
- Kizilkaya, K., R. L. Fernando, and D. J. Garrick. 2010. Genomic prediction of simulated multi-breed and purebred performance using observed 50k SNP genotypes. *Journal Animal Science*, **88**:544-551.
- Meuwissen, T.H.E., B.J. Hayes, and M.E. Goddard. 2001. Prediction of total genetic value using genome-wide dense marker maps. *Genetics*, **157**:1819-1829.
- Peters, S.O., K. Kizilkaya, D.J. Garrick, R.L. Fernando, J.M. Reecy, R.L. Weaber, G.A. Silver, and M.G. Thomas. 2013. Bayesian genome-wide association analyses of growth and yearling ultrasound measures of carcass traits in Brangus heifers. *Journal of Animal Science*, **91**:605-612.
- Peters, S.O., K. Kizilkaya, D.J. Garrick, R.L. Fernando, J.M. Reecy, R.L. Weaber, G.A. Silver, and M.G. Thomas. 2012. Heritability and Bayesian genome-wide association study of first service conception and pregnancy in Brangus heifers. *Journal of Animal Science*, **90**:3398-3409.
- Quaas, R.L. 1976. Computing the diagonal elements and inverse of a large numerator relationship matrix. *Biometrics*, **32**: 949-953.
- Saatchi, M., M.C. McClure, S.D. McKay, M.M. Rolf, J. Kim, J.E. Decker, T.M. Taxis, R.H. Chapple, H.R. Ramey, S.L. Northcutt, S. Bauck, B. Woodward, J.C.M. Dekkers, R.L. Fernando, R.D. Schnabel, D.J. Garrick, and J.F. Taylor. 2011. Accuracy of genomic breeding values in American Angus beef cattle using K-means clustering for cross-validation. *Genetics Selection Evolution*, **43**:40.
- Saatchi, M., R.D. Schnabel, M.M. Rolf, J.F. Taylor, and D.J. Garrick. 2012. Accuracy of direct genomic breeding values for nationally evaluated traits in US Limousin and Simmental beef cattle. *Genetics Selection Evolution*, **44**:38.
- Saatchi, M., J. Ward, and D.J. Garrick. 2013. Impact of genetic relationships on the accuracy of direct genomic breeding values in Hereford beef cattle. *Journal of Animal Science*, doi:10.2527/jas.2012-5593.

- Strandén, I., and D.J. Garrick. 2009. Technical note: Derivation of equivalent computing algorithms for genomic predictions and reliabilities of animal merit. *Journal Dairy Science*, **92**:2971-2975.
- VanRaden, P.M., and Wiggans, G.R. 1991. Derivation, calculation, and use of national animal model information. *Journal Dairy Science*, **74**:2737–2746.
- Weber, K.L., D.J. Drake, J.F. Taylor, D.J. Garrick, L.A. Kuehn, R.M. Thallman, R.D. Schnabel, W.M. Snelling, E.J. Pollak, and A.L. Van Eenennaam. 2012. The accuracies of DNA-based estimates of genetic merit derived from Angus- or multi-breed beef cattle training populations. *Journal of Animal Science* doi:10.2527/jas.2011-5020.

IMPORTANCIA DE LOS REGISTROS DE PRODUCCIÓN EN LA ESTIMACIÓN DEL VALOR GENÉTICO EN OVINOS DE PELO

J A Hinojosa Cuéllar

Universidad Popular de la Chontalpa. Carretera Cárdenas- Huimanguillo Km 2.0 Ranchería Paso y Playa. Cárdenas, Tabasco. ponchito34@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

El mejoramiento genético en un rebaño tanto para fines comerciales como para producción de pies de cría requiere de información básica. La captura o anotación de esta información básica es lo que se conoce como registro de producción e incluye principalmente la identificación de los animales y el registro de su productividad. Las decisiones que se tengan que hacer en el rebaño (selección y eliminación de individuos, modificaciones en el manejo por ejemplo en la alimentación, reproducción etc.) deben estar basadas en los registros de producción. Es recomendable que estos registros sean utilizados normalmente en selección de machos y hembras de reemplazo.

Existen un gran número de posibles formas de registro. La información que incluye depende de la finalidad primordial de la explotación por ejemplo para selección, manejo, economía, investigación y publicidad.

Una producción eficiente de ovinos depende en mayor o menor grado de numerosos factores biológicos, físicos y socio-económicos. Entre los de naturaleza biológica, sin duda el aspecto genético representa un reto para los productores, quienes siempre desean contar en sus rebaños con los animales (tanto machos como hembras) de la mejor calidad genética. Es común que entre los ovinocultores el **fenotipo** (la apariencia externa del animal) sea el criterio más importante utilizado por ellos para decidir qué animales permanecen en sus rebaños para utilizarse como reproductores. De esta manera, los productores ven así a un animal del que esperan que transmita a sus crías características sobresalientes que son económicamente importantes para su negocio; por ejemplo, de un macho la aptitud para dejar crías que tengan altas ganancias de peso, óptima conversión alimenticia, buenos pesos al destete, resistentes a parásitos y enfermedades, buenas características cualitativas y cuantitativas de la canal, etc., mientras que de una hembra la aptitud para dejar crías que sean fértiles, prolíficas, con alta producción de leche, resistentes a parásitos y enfermedades, etc.

Al utilizar solamente el fenotipo como único criterio de selección, los productores confían en que sus animales así seleccionados dejen crías que tengan las mismas cualidades que ellos vieron en esos animales. Sin embargo, los resultados no aparecen exactamente como ellos lo esperan, lo que se debe al complejo mecanismo de la herencia. Por un lado, las crías en su nacimiento reciben de cada progenitor la mitad de la información genética que llevarán durante su vida, y no solamente de ese animal seleccionado, a menos que se trate de clonación. Por otro lado, las características genéticas que hayan heredado las crías de sus padres estarán sujeta a la acción buena o mala del ambiente en que se van a criar; por ejemplo, si una cría tiene por herencia una buena aptitud para ganar peso en el agostadero después del destete, y el forraje no es abundante ni de buena calidad, entonces lo que está fallando es el ambiente y no la calidad genética de la cría.

De acuerdo con lo arriba señalado, podemos decir entonces que el fenotipo refleja la acción tanto del **genotipo** (la parte que se hereda), como del **ambiente** (todo lo que rodea al animal) en que se va a criar. Los genetistas lo expresan matemáticamente como: **F = G + A**, donde **F: fenotipo**, **G:**

genotipo y A: ambiente. En ocasiones se presentan efectos conjuntos del genotipo y del ambiente, lo que da lugar a situaciones conocidas como interacción genotipo x ambiente. Esto quiere decir que el comportamiento de un genotipo depende del ambiente en que está, situación de la mayor importancia en la teoría del mejoramiento genético; sin embargo, no se discutirá aquí por la dificultad de su comprensión.

La calidad genética de un animal se juzga por su **Valor Genético**, lo que significa el verdadero valor que tiene como reproductor; es decir, el valor que tiene para permanecer en el rebaño con el claro propósito de que produzca crías. De esta manera, es muy importante tener una idea de la calidad genética de un animal antes de decidir si se queda o no en el rebaño. Es tan importante conocer el valor genético de un macho como de una hembra. Sin embargo, es costumbre dar más importancia al valor genético de los machos en virtud a que se aparean con un número grande de hembras, por lo que son los que producen la mayor ganancia genética en el rebaño. Esto no quiere decir que no se deba dar importancia a las hembras, pues si se les tomara más en cuenta en las evaluaciones genéticas, es seguro de que la ganancia genética en todo el rebaño sería todavía mayor. Estas decisiones que intentan mejorar la producción del rebaño deben estar basadas en el análisis de los registros de producción.

El objetivo de este trabajo es enumerar algunos métodos para estimar el valor genético en ovinos de pelo basados en la información de los registros de producción.

Para tratar entonces de conocer el valor genético de un animal tenemos la necesidad de estimarlo a través de varios métodos, ya que el verdadero valor genético nunca se conoce. Se señalan 4 métodos mediante los cuales podemos estimar el valor genético de un animal:

Selección con base en la información de sus ancestros.

Es decir, la información de los padres, abuelos, etc., lo que también se conoce como su árbol genealógico o **pedigrí**.

Este método del pedigrí es útil en los siguientes casos:

- a) cuando el animal que se está evaluando es demasiado joven para que exprese la característica en cuestión; ejemplo, un cordero en fase predestete del que se quiere estimar la calidad de su canal.
- b) cuando la característica se expresa solamente en un sexo, lo que se conoce como **herencia limitada por el sexo**; ejemplo, cuando se quiere estimar el valor que puede tener un cordero para producción de leche.

Obviamente, los machos no producen leche; sin embargo, traen genes que influyen en la producción de leche, mismos que heredan a sus hijas

- c) cuando la característica en estudio tiene una baja heredabilidad (o índice de herencia); por ejemplo, aquellas características que tienen que ver con aspectos reproductivos tales como fertilidad, prolificidad, intervalo entre partos, etc. La heredabilidad, o índice de herencia, puede entenderse como la magnitud en que se hereda una característica de una población de animales a sus descendientes o progenie. No se trata de la herencia de un animal a sus hijos, sino de todo un grupo de animales a sus descendientes.



Figura 1. Es importante conocer el pedigrí (ancestros) de un animal), pero además es necesario conocer sus índices productivos con el propósito de tener más confianza en su calidad genética.

El término pedigrí se ha utilizado de una manera indiscriminada y sin conocimiento exacto de su naturaleza, provocando por desgracia confusión entre los productores y, en no pocos casos, resultados negativos con sus animales. Algunas personas, al tratar de vender sus animales, dicen que ese animal es de “**pedigrí**”, como queriendo decir que es de alta calidad genética; sin embargo, lo de pedigrí en este caso solamente indica que se conocen los ancestros de ese animal, pero nada tiene que ver con la calidad genética del animal, esto es otra cosa muy diferente. Es muy importante tener en mente que, además de conocer el padre y madre de un animal, o bien, hasta sus abuelos, será indispensable conocer también cuáles fueron sus índices productivos (como ganancia de peso, peso al destete, producción de leche de la madre, etc.), lo cual no es común en nuestro medio, ya que las personas que venden animales no siempre proporcionan la información completa de ellos y, en ocasiones, hasta engañan.

Hay otro término que también se llega a manejar incorrectamente. En ocasiones algunos vendedores dicen que su animal es de “**alto registro**”. En primer lugar, la palabra “alto” sale sobrando, no es necesaria, puesto que no existe el bajo, medio, ni alto registro, basta con indicar registro. Lo de registro solamente indica que ese animal está registrado ante alguna asociación profesional de ganado; es decir, que la pureza de la raza está certificada ante su respectiva asociación, pero nada tiene que ver con la calidad genética del animal; de nuevo, esto es otra cosa muy diferente y los productores tienen que estar muy alertas ante esta situación.

Selección con base en la información de sus parientes colaterales

En este caso se recurre a la información que pueden proporcionar hermanos completos, medios hermanos, tíos, sobrinos, etc., pero con el único requisito de que todos deben ser contemporáneos al animal bajo estudio.

a) este es el caso de aquellas características que todavía no se expresan en el animal bajo estudio debido a su edad, como por ejemplo, cuando se quiere evaluar una cordera joven para producción de leche y que todavía no ha llegado siquiera a la pubertad; en este caso se recurre, por ejemplo, a medias hermanas que ya terminaron una lactancia completa, o bien, que ya llevan avanzada una buena parte de su lactancia. Otro ejemplo en corderas jóvenes es el caso de estimar en ellas su prolificidad; es decir, qué tan buenas serán para producir 2-3 crías por parto, en esta situación también se requiere ir a la información que le puedan proporcionar sus parientes colaterales.

b) también está el ejemplo de animales que se están evaluando para la calidad de su canal; en este caso es obvio que esos animales candidatos a sementales no se van a sacrificar, pues ya muertos ¿para qué nos van a servir, aunque se hayan evaluado como buenos animales para características de la canal?. Bajo esta situación se sacrifican por ejemplo sus hermanos completos, o bien, medios hermanos, y los resultados obtenidos se utilizan para la selección.



Figura 2. Oveja que puede proporcionar confiable información de tipo colateral, ya que ha mostrado que es fértil, prolífica y, además, buena productora de leche, al estar amamantando a sus tres crías.

b) también está el ejemplo de animales que se están evaluando para la calidad de su canal; en este caso es obvio que esos animales candidatos a sementales no se van a sacrificar, sino que se sacrifican por ejemplo sus hermanos completos, o bien, medios hermanos, y los resultados obtenidos se utilizan para la selección.

A través del animal mismo.

Este caso se presenta cuando no existe la información proporcionada por el pedigrí, ni por parientes colaterales.

En esta situación se tiene necesariamente que recurrir a la evaluación del animal con base en su propio comportamiento; es decir, que el animal bajo estudio se somete a una prueba individual, denominada comúnmente **“prueba de comportamiento”**.

Es obvio que se trata de características que **no están limitadas por el sexo**. Por ejemplo, corderos prospectos a sementales se someten a pruebas de comportamiento ya sea en confinamiento o en pastoreo durante generalmente 2-3 meses (si es en confinamiento mejor).

Al inicio y final de la prueba se pesan todos los corderos, con el propósito de medir durante ese tiempo el peso que ganaron, así como calcular la ganancia diaria de peso y, si estuvieron en confinamiento (con un estricto control en el alimento suministrado) la conversión alimenticia. Al final de la prueba se clasifican los animales de acuerdo a los resultados obtenidos en dicha prueba.

En nuestro país se han llevado a cabo pruebas de comportamiento en ovinos de lana bajo los lineamientos aquí señalados. Sin embargo, además de medir las características indicadas, se ha recurrido a medidas a través de ultrasonido, con el propósito de estimar en el animal vivo el espesor de grasa externa, así como la superficie y profundidad de la costilla. De esta manera se tienen al final de la prueba más elementos para una mejor evaluación de los animales.

El valor de la prueba sería todavía mejor si se añaden características relacionadas con fertilidad de los corderos, con lo que estas pruebas serían más completas.

Es muy importante que estas pruebas se inicien a la brevedad en ovinos de pelo, ya que es urgente disponer de bases para la elaboración de programas regionales de mejoramiento genético en razas tropicales.



Figura 3. Grupo de machos sometidos a una prueba de comportamiento en pastoreo, para decidir cuáles son los mejores prospectos a sementales.

A través de pruebas de progenie

Cuando no se dispone de información del pedigrí, ni de parientes colaterales, o por alguna razón no se pueden hacer pruebas de comportamiento, se recurre entonces a los resultados que se obtengan del comportamiento que tengan los hijos del animal bajo estudio. Es decir, en este método el procedimiento consiste en aparear los corderos bajo estudio (que por supuesto ya alcanzaron la pubertad) con un número determinado de ovejas tomadas estrictamente al azar y esperar a que la progenie muestre, con base en la magnitud de la (o las) característica, la calidad genética de los padres. Es conveniente hacer énfasis en que las ovejas destinadas al apareamiento con ese grupo de corderos deben provenir al azar; es decir, si son de las mejores los resultados estarán sobre-estimados y, por el contrario, si son de las peores los resultados estarán sub-estimados, pues lo que se trata es de evaluar a los corderos como posibles padres, no a las ovejas. Otra recomendación muy importante es que, hasta donde sea posible, se debe usar un número grande de hembras para ser apareadas con cada semental.

He aquí una analogía que puede aclarar lo dicho, Lush (1945) “Si en una barrica hubiera 100 manzanas, de las cuales algunas maduras y otras verdes, y sino pudiéramos llegar a la barrica para contarlas, pero si extraer una muestra al azar de la mitad de ellas, podríamos decir dentro de ciertos límites, que proporción había de manzanas maduras. Nuestra estimación sería muy insegura debido a que esta sola muestra podría haber contenido por casualidad un número considerablemente mayor o menor de manzanas maduras del que en realidad existía. Si pudiéramos devolver la muestra a la barrica y mezclarla cuidadosamente con el resto de las manzanas y luego extraer una nueva muestra de la mitad de la fruta para determinar la proporción de manzanas maduras y repitiéramos el proceso suficientes veces, podríamos al final saber cuántas manzanas maduras y cuántas verdes hay en la barrica”

Las pruebas de progenie se han utilizado para evaluar en machos características como producción de leche, tasa de crecimiento, características de la canal, así como para aquellas que tienen un

bajo índice de herencia. En México este procedimiento podría fácilmente utilizarse y muchos productores de ovinos lo pueden implementar de inmediato, pues, sin ellos saberlo, ya tienen la información en sus rebaños. Es decir, los productores generalmente conservan sus sementales en sus rebaños por lo menos 2-3 años, con lo que es posible darse cuenta del comportamiento de la progenie. De esta manera, ellos podrían, con el auxilio de un genetista, recurrir a la evaluación de esos sementales con la información de la progenie y así seguir la línea genética de los mejores sementales así evaluados, los que deben de utilizarse hasta no encontrar otros mejores provenientes del mismo rebaño.



Figura 4. Los resultados que muestre la progenie de un semental en sus índices productivos, por ejemplo la ganancia diaria de peso, indicará de manera directa la calidad genética de dicho semental.

CONCLUSIONES

El criador dispone principalmente de cuatro métodos para estimar el valor genético de los posibles sementales a utilizar en su rebaño. 1. Selección en base a sus ancestros 2. Selección en base a sus parientes colaterales 3. Selección en base a prueba de comportamiento y 4. Selección por prueba de progenie. La utilización de la información plasmada en los registros de producción tales como la identificación del individuo, de sus padres, ascendientes y la información productiva son la base para cualquiera de los métodos mencionados.

ACLARACIÓN FINAL

En todos estos métodos aquí presentados están involucrados procedimientos estadísticos laboriosos y sofisticados que solamente pueden ser manejados por genetistas con amplia experiencia en la investigación. No es el objetivo, por lo tanto, escribir aquí tantas fórmulas y ecuaciones matemáticas que puedan confundir a los productores.

LITERATURA RECOMENDADA

- Bourdon, R. M. 1997. Understanding Animal Breeding. Prentice-Hall. Upper-Saddle River, NJ, USA. 523 p.
- Carles, A. B. 1983. Sheep Production in the Tropics. Oxford University Press. New York, NY, USA. 213 p.

- Charray, J., J. M. Humbert and J. Levif. 1992. Manual of Sheep Production in the Tropics. CAB International, Wallingford, UK. 187 p.
- De la Cruz C., L., F. Romero S., O. Terán G., G. E. García G. y V. E. Vega M. 2003. Pruebas de comportamiento en ovinos: una metodología para mejorar el rebaño. INIFAP. Folleto Técnico No. 1. Pachuca, Hgo. 45 p.
- Gatenby, R. M. 1986. Sheep Production in the Tropics and Sub-tropics. Longman. New York, NY, USA. 351 p.
- Hernández Sánchez, D. (Coordinador). 2004. Producción de Ovinos en Zonas Tropicales. Fundación Produce tabasco, A.C. Villahermosa, Tab. 127 p.
- Johansson, I. and J. Rendel. 1968. Genetics and Animal Breeding. W. H. Freeman and Company. San Francisco, CA, USA. 489 p.
- Lasley, J. F. 1978. Genetics of Livestock Improvement. Third Edition. Prentice-Hall Inc., Englewood Cliffs, NJ, USA. 492 p.
- Lush, J. L. 1945. Animal breeding plans. Ames, Iowa. USA. 405 p
- Maciejowski, J. and J. Zieba. 1982. Genetics and Animal Breeding. Part B. Stock Improvement Methods. Elsevier Scientific Publishing Co. The Netherlands. 206 p.
- Mason, I. L. 1980. Prolific Tropical Sheep. FAO Animal Production and Health Paper 17. Rome, Italy. 130 p.
- Solis, R. J. 2000. Pruebas de Comportamiento en Ovinos. Memorias del Curso: "Bases de la Cría Ovina". AMTEO. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Méx. pp: 153-164.
- Torres Hernández, G. y P. Díaz Rivera (Compiladores). 1997. Producción de Ovinos en Zonas Tropicales. Fundación Produce Tabasco, A.C. Villahermosa, Tab. 100.
- Van Vleck, L. D., E. J. Pollak and E. A. Branford Oltenacu. 1987. Genetics for the Animal Sciences. W. H. Freeman and Co. New York, NY, USA. 391 p.
- Warwick, E. J. and J. E. Legates. 1979. Breeding and Improvement of Farm Animals. Seventh Edition. McGraw-Hill. New York, NY, USA. 624 p.

OVULACIÓN MÚLTIPLE Y TRANSFERENCIA DE EMBRIONES EN OVINOS

MULTIPLE OVULATION AND EMBRYO TRANSFER IN EWES

Aké-López J. R., Aké-Villanueva J. R.

*Departamento de Reproducción Animal y Mejoramiento Genético
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Universidad Autónoma de Yucatán.
Apdo. Postal 4-116 Mérida, Yucatán.
E-mail.: alopez@uady.mx*

RESUMEN

La ovulación múltiple y transferencia embrionaria representa una herramienta valiosa para el mejoramiento genético y/o productivo de los ovinos; sin embargo, todavía no cumple con esta función principalmente por varios aspectos. 1) Existe gran variabilidad en la respuesta superovulatoria, 2) es relativamente costosa, 3) no hay un adecuado registro y selección genética de los animales trabajados, 4) falta de conocimiento por parte de los productores.

Palabras clave: reproducción, ovulación, embriones, biotecnologías reproductivas

INTRODUCCIÓN

La ovulación múltiple y transferencia embrionaria (OMTE/MOET) o como se denomina comúnmente la transferencia de embriones (TE), es una herramienta que en esencia debe ser utilizada para el mejoramiento genético y/o productivo de los animales (utilizando para ello machos y hembras de alto valor genético), y es sin duda, una estrategia de gran utilidad para los programas de selección a corto y mediano plazo.

Su utilización dentro de las explotaciones siempre es cuestionable, sin embargo, si se tienen las metas y objetivos bien definidos, su uso es totalmente justificable. Es una técnica muy costosa y que con cierta frecuencia no arroja los resultados esperados para el productor, sin embargo, en ocasiones los resultados son tan abundantes, que de cierta forma son desaprovechados.

El éxito que se puede lograr en un programa de OMTE depende, por una parte, de la respuesta obtenida en el tratamiento superovulatorio, y por otro lado de la sobrevivencia del embrión después de su transferencia.

La respuesta al tratamiento superovulatorio es quizá la principal limitante de esta biotecnología; existe gran variabilidad de la respuesta a la superovulación y esta variabilidad se considera como uno de los principales problemas dentro un programa de OMTE (Rubianes *et al.*, 1994; Aké-López *et al.*, 2003; Baldassarre, 2004; Amiridis y Cseh, 2012). La variabilidad en la respuesta superovulatoria puede deberse a las gonadotropinas utilizadas para la superovulación, la raza y la edad de las donadoras, el estado nutricional, la estación del año, entre otros, (Tamayo, 1999; González-Bulnes *et al.*, 2002b).

En cuanto a la sobrevivencia del embrión después de su transferencia, depende de factores relacionados con las características de la receptora o del mismo embrión, sin embargo, a pesar de que existen variaciones en la sobrevivencia del embrión después de su transferencia, no se considera un aspecto problemático o de importancia. Entre los aspectos que se reportan que pueden afectar la tasa de gestación postransferencia se reportan la calidad y el desarrollo del embrión, sincronía del estro de la donadora y el de la receptora, el nivel de progesterona de la

receptora, entre otros (Amstrong y Evans, 1983; Herrera *et al.*, 1998; Bari *et al.*, 2000 Aké-López *et al.*, 2003).

FACTORES QUE INFLUYEN SOBRE LA RESPUESTA SUPEROVULATORIA

Las hormonas que se han usado tradicionalmente (solos o combinadas) para inducir la respuesta superovulatoria son la hormona folículo estimulante (FSH; de origen Porcino u Ovino), y la gonadotropina coriónica equina (eCG o PMSG). En general se reporta una mejor y más estable respuesta al utilizar la FSH, por el contrario el uso de la eCG, da como resultado una estimulación excesiva (por su alto peso molecular) y menor respuesta superovulatoria (Córdova *et al.*, 1992; Gouldin *et al.*, 1996). También se reporta que su uso repetido puede generar anticuerpos que en un futuro pueden entorpecer la efectividad de un tratamiento superovulatorio (Mejía, 2010; Amiridis y Cseh, 2012).

Además de las hormonas que se usan, también existen otros factores que afectan la respuesta superovulatoria, entre ellos se menciona la raza y edad de las ovejas, la época del año entre otros. A continuación se presentan algunos de los factores que pueden tener influencia sobre la respuesta superovulatoria en las ovejas.

GONADOTROPINA UTILIZADA

Como ya se ha mencionado uno de los principales factores involucrados en la respuesta superovulatoria es la tratamiento hormonal, específicamente se han realizado y se siguen realizando trabajos en donde se prueban diversas hormonas, dosis y combinaciones con la finalidad de obtener el mayor número de embriones para transferir. En este sentido, Armstrong y Evans (1983) al evaluar la respuesta en ovejas Suffolk superovuladas observan que cuando los animales son tratados con FSH presentan mayor Tasa ovulatoria (8.4 ± 0.9 vs 7.7 ± 1.4) y embriones recuperados (5.3 ± 0.5 vs 3.5 ± 1.6) que cuando las ovejas son tratadas con PMSG.

En ovejas, Dattena *et al.* (1994) encuentran una mayor proporción de embriones de buena calidad recuperados de animales superovulados con FSH (77.4%) que de aquellos tratados con FSH+PMSG (68.2%) sin que las diferencias observadas fueran significativas estadísticamente ($p > 0.05$).

D'Alessandro *et al.* (2005) con el objetivo de evaluar el efecto de utilizar diferente número de dosis (4 vs 8) o si fue con dosis decrecientes o constantes de FSH/LH sobre la respuesta superovulatoria, superovularon a 40 ovejas lecheras de 3-4 años de edad (4 grupos de 10 animales). Estos investigadores encontraron que la tasa de ovulación se vio afectada por el incremento en el número de dosis de FSH y que tratamientos largos que combinen FSH con LH pueden promover el desarrollo de un buen número de folículos al otorgar más tiempo para que sean reclutados (Cuadro 1).

Sin embargo se puede observar que las diferencias en las tasas de fertilización son significativas, el autor argumenta que existe evidencia de que niveles elevados de estimulación ovárica ocasionan una disminución en la calidad de los oocitos y embriones.

Oliveira *et al.* (2012), con el objetivo es determinar si la suplementación de LH al final del tratamiento con FSH modifica el tiempo de ovulación en incrementa la tasa de ovulación y el número de embriones obtenidos en borregas, trabajaron 10 ovejas de la raza Santa Inés a las que se le aplicó un protocolo de SO de 256 mg de pFSH en 8 dosis decrecientes, el grupo testigo tuvo este protocolo, mientras que el otro grupo fue sometido a una dosis de 7,5 mg de LH al día 15. Los datos obtenidos indicaron que existe un efecto de raza ya que en comparación con otros trabajos realizados, Santa Inés presentó mayor número de ovulaciones; además se encontró que el

inicio del estro y las ovulaciones fue más rápido, posiblemente por acción de la eCG. Sin embargo los resultados presentan una variabilidad individual muy evidente (Cuadro 2):

Cuadro 1.- Efecto del proporción FSH/LH y el número de dosis de FSH-p en la respuesta ovulatoria y producción embrionaria ($X \pm S.E.$) (D'Alessandro *et al.*, 2005)

	Tratamiento en 4 dosis ^a		Tratamiento en 8 dosis ^b	
	FSH/LH constante	FSH/LH decreciente	FSH/LH constante	FSH/LH decreciente
	Grupo A	Grupo B	Grupo C	Grupo D
Ovejas tratadas (n)	10	10	10	10
Ovejas superovuladas (%)	90.0	100	90.0	100
Tasa ovulatoria	9.9 ± 1.5a (1-18)	11.9 ± 1.6 (5-17)	10.4 ± 1.5 a (2-16)	14.9 ± 1.5 b (5- 22)
Huevos colectados	7.6 ± 1.6	8.3 ± 1.7	8.9 ± 1.6	11.4 ± 1.6
Tasa de recolección	69.3 ± 8.5	73.1 ± 9.0	87.5 ± 8.5	77.5 ± 8.5
Tasa de fertilización	94.6 ± 11.5 A	73.2 ± 11.5	76.9 ± 10.9	55.8 ± 10.9 B
Oocitos	0.2 ± 1.6 a	3.0 ± 1.7	2.6 ± 1.6	4.8 ± 1.6b
Embriones	7.3 ± 1.6	5.2 ± 1.7	6.2 ± 1.6	6.4 ± 1.6
Embriones transferibles	89.0 ± 7.5 A	97.9 ± 7.9 A	85.5 ± 7.1 A	29.7 ± 9.2 B

(A, B; a, b) Valores con diferente literal en la línea indica diferencia significativa: A, B: $P < 0.01$; a, b: $P: 0.05$

Cuadro 2.- Respuesta superovulatoria y producción embrionaria en ovejas Santa Inés sujetas a un protocolo de superovulación con (grupo LH) o sin (grupos Control) suplementación de LH (Oliveira *et al.*, 2012).

Variables	Grupo Control			Grupo LH			P
	Media	Valores		Media	Valores		
		Min	Max		Min	Max	
No. de MOET	10			10			
CL/donadora colectada	10.5 ± 1.2	5	15	13.5 ± 1.5	7	20	0.80
Tasa Ovulatoria (%)	78.7 ± 7.2	41.7	100	84.8 ± 3.1	70	100	0.63
Folículos anovulatorios	3.0 ± 1.0	0	8	2.3 ± 0.5	0	5	0.51
Falla ovulatoria (%)	3.3 ± 1.2	0	8.8	2.5 ± 0.6	0	5.3	0.48
Estruc/recuperadas/donadora	6.1 ± 1.5	1	14	8.4 ± 1.7	2	15	0.98
Tasa de recolección (%)	51.7 ± 10.2	7.1	93.3	59.2 ± 7.8	28.6	88.2	0.92
Embriones viables	3.8 ± 1.4	0	13	4.2 ± 1.7	0	15	0.95
Tasa de Viabilidad (%)	64.2 ± 14.5	0	100	39.0 ± 10.9	0	73.3	0.36
Óvulos	1.7 ± 1.1	0	9	2.0 ± 1.0	0	9	0.09
Tasa de No fertilización (%)	18.3 ± 12.6	0	90	32.0 ± 13.5	0	100	0.34
Embriones degenerados	0.7 ± 0.2	0	2	2.2 ± 0.6	0	5	0.82
Tasa de degeneración (%)	17.4 ± 10.1	0	100	26.1 ± 8.4	0	83.3	0.79

En Uruguay, Menchaca *et al* (2009) evaluaron el efecto de aplicar una dosis de GnRH sobre la respuesta superovulatoria en ovejas, 161 ovejas se dividieron en 2 grupos, uno de los grupos recibió una dosis de GnRH 24 horas después de la extracción del dispositivo intravaginal, el

segundo grupo no recibió la hormona y fue el grupo control. Estos investigadores encontraron que la aplicación de GnRH mejoró la respuesta SO y el número de embriones transferibles ya que, según los autores existe un efecto de mejor sincronía en la ovulación, los resultados se pueden observar en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Efecto de la administración de GnRH (aplicada 24 horas después del retiro del CIDR) en el comportamiento estral, respuesta ovárica, y producción embrionaria en ovejas superovuladas con FSH (Menchaca *et al.*, 2009).

	GnRH (n=78)	Sin GnRH (n=83)	P
Comportamiento estral			
No. donadoras en estro	78/78 (100.0%)	83/83 (100.0%)	NS
Retiro CIDR a estro	19.8 ± 0.9	19.8 ± 0.8	NS
Respuesta de Donadoras			
No. de donadoras con CL de vida corta	11/78 (14.1%)	19/83 (22.9%)	NS
No. donadoras con Cl normal	67/78 (85.9%)	62/83 (74.7 %)	0.08
Producción embrionaria			
CL	10.3 ± 0.7	8.7 ± 0.7	0.07
Óvulos y embriones	8.8 ± 0.6	7.4 ± 0.7	NS
Embriones transferibles	7.6 ± 0.6	5.8 ± 0.7	<0.05
Fertilizados/recuperados	637/686 (92.9%)	513/610 (84.1%)	<0.01
Embriones grado 1 y 2	495/637 (77.7%)	400/513 (78.0%)	NS

Por su parte, Aké-López *et al.* (2003) evaluando el efecto de dos hormonas (FSH y FSH+LH) sobre la respuesta superovulatoria en ovejas de la raza Pelibuey, encontraron que a pesar de que estadísticamente no hay diferencias, las borregas del grupo al que solamente se les administró FSH tuvieron mejor respuesta en el número total de óvulos y embriones transferibles (Cuadro 4).

Cuadro 4.- Promedios (± D.E.) de la respuesta superovulatoria de las ovejas Pelibuey tratadas con diferente hormona superovulatoria (Aké-López *et al.*, 2003)

Variable	FSH (n = 7)	FSH +LH ^a (n = 12)
Cuerpos lúteos	8.28 ± 7.78	12.41 ± 8.10
Total de óvulos y embriones	7.57 ± 5.86	6.25 ± 5.69
Embriones transferibles	6.28 ± 4.79	4.00 ± 4.86
Embriones no transferibles	1.28 ± 1.89	1.00 ± 1.35

^a No se encontró diferencia significativa (P > 0.05) entre tratamientos.

Mejía *et al.* (2001) probando diferentes protocolos de superovulación trabajaron con ovejas lecheras East Friesian, durante la época reproductiva de 1999, trece ovejas con alrededor de nueve meses de haber sido importadas de Canadá (CRMGOOG 1999), fueron sincronizadas con un progestágeno y superovuladas con hormona folículo estimulante (FSH; 180 mg) de origen porcino (solo en ocho de ellas se recolectaron): Para la época reproductiva del 2000 CRMGOOG (2000), de trece ovejas con al menos 20 meses de establecidas en México, nueve fueron sincronizadas con progestágeno y superovuladas con FSH ovina (8.8 mg), y las cuatro restantes

(CEIEPO, 2000), fueron sincronizadas con progesterona natural y superovuladas con FSH ovina y porcina (7.04 mg de Ovagen y de 40 mg de Folltropin V). De este tratamiento los investigadores concluyen que la respuesta a los protocolos de superovulación, en ovejas de reciente introducción al país, puede estar afectada inicialmente por su adaptación a un nuevo ambiente, y que la raza East Friesian una vez adaptada puede superovularse bajo los protocolos convencionales, ya que la respuesta superovulatoria fue similar bajo los dos protocolos de superovulación (Cuadro 5).

Cuadro 5.- Respuesta a la superovulación de ovejas East Friesian (Mejía *et al.*, 2001).

	n	Donadoras c/embriones	Embriones transferibles	Promedio± e.e
CRMGOCG (1999) FSH = Ovejas Recién/Introducidas	8	2	11	1.38 ± 0.91 ^a
CRMGOCG (2000) FSH = Ovejas Adaptadas	9	7	76	8.44 ± 1.72 ^b
CEIEPO (2000) FSH + OVAGEN	4	3	38	9.50 ± 3.66 ^b

^{a,b} Valores que comparten literal no presentan diferencias estadísticas significativas ($P > 0.05$)

EDAD

Algunos estudios señalan que a medida que avanza la edad de los animales domésticos, se presenta una disminución en su eficiencia reproductiva. La disminución en la respuesta superovulatoria a medida que se incrementa la edad del animal, ha sido atribuida a una reducción en el número de folículos que son capaces de responder a las gonadotropinas exógenas (Hasler *et al.*, 1983; Donalson *et al.*, 1984; Bindon *et al.*, 1986; Lerner *et al.*, 1986).

En ovejas, Bindon *et al.* (1986), señalan que la tasa de ovulación fue similar en animales de la raza Booroola de 1.5 años comparada con animales de la misma raza de 2.5-7.5 años de edad (4.16 vs 5.08, respectivamente). En este mismo estudio, se observó que la tasa de ovulación también fue similar en animales de la raza Merino de 1.5 y 2.5-7.5 años edad (1.19 vs 1.65, respectivamente).

Bari *et al.* (2000) en un estudio en Inglaterra que duró tres años e incluyó ovejas de las razas Scottish Blackface y Welsh Mountain, encontraron efecto de la edad de las donadoras sobre la respuesta superovulatoria en donde las ovejas más jóvenes presentaron menor tasa ovulatoria y un menor promedio de embriones recuperados (Cuadro 6). Bari *et al.* (2000) mencionan que la menor respuesta de las ovejas añeras es debido a que ellas tienen menor cantidad de folículos que responden a la FSH; sin embargo, se observó que en estas borregas se presentaron embriones de mejor calidad, pero la calidad de los embriones no se compensa con el número de los mismos recolectados

RAZA

La raza de la donadora juega un papel de gran importancia en la variabilidad de la respuesta que se obtiene de los animales superovulados, dado que en el ovino existen razas que, de manera natural, presentan una mayor tasa de ovulación que otras (Armstrong y Evans, 1983; Bindon *et al.*, 1986; Wheaton *et al.*, 1988).

En animales superovulados, está diferencia también ha sido observada, al respecto, Armstrong y Evans (1983) reportan mayor tasa ovulación en ovejas de raza Merino que en las de raza Romney

Marsh (16.6±3.7 vs 8.2±2.0, respectivamente); mientras que la tasa de ovulación en la raza Suffolk fue intermedia entre las dos anteriores; sin embargo, el número de embriones fue mayor para la raza Suffolk (5.2 ± 0.7) que para la Romney Marsh (3.8 ± 1.5) y la Merino (2.9 ± 1.4). Maurer (1988), reporta resultados similares a los obtenidos por Armstrong y Evans (1983) e indica que las ovejas de raza Suffolk producen más embriones transferibles que las de raza Dorset (4.4 ± 0.6 vs 1.4 ± 0.6).

Cuadro 6.- Efecto de de diferentes dosis de progestágenos y de la edad sobre la respuesta de ovejas Scottish Blackface en un programa de MOET. (Bari *et al.*, 2000).

Tratamiento/Grupo	n	Media (SEM) tiempo (H) del inicio del estro	Media (SEM) tasa ovulatoria	Media (SEM) óvulos y embriones recuperados	Media (SEM) % óvulos y embriones recuperados
Ovejas adultas (Esponjas con 30 mg)	71	24.4 ± 0.52 ^a	11.5 ± 0.57 ^a	8.2 ± 0.58 ^a	68.4 ± 3.53 ^a
Ovejas adultas (Esponjas con 45 mg)	73	26.3 ± 0.73 ^b	11.9 ± 0.61 ^a	8.4 ± 0.53 ^a	70.7 ± 3.06 ^a
Ovejas Jóvenes (Esponjas con 45 mg)	36	25.0 ± 0.82 ^a	9.5 ± 0.67 ^b	6.5 ± 0.74 ^b	68.4 ± 4.87 ^a

^{a,b} Valores con diferente literal en la misma columna son diferentes estadísticamente (P > 0.05)

Aunque poco se conoce del origen de la variabilidad en la respuesta superovulatoria por efecto de la raza de la donadora, Bindon *et al.* (1986) señalan que la diferencia observada entre razas puede ser atribuida a diferencias en la conformación genética de los animales. En animales que presentan de manera natural altas tasas de ovulación se ha demostrado (por medio de técnicas citogenéticas) la presencia de un gen (gen F) que hace a los animales o razas portadoras más sensibles a la acción de las gonadotropinas (Bindon *et al.*, 1986).

Al respecto, Kelly *et al.* (1983) al evaluar la tasa de ovulación en ovejas superovuladas de la raza Boorola Merino portadoras para el gen F (F+) y no portadoras (++) , encuentran que las ovejas F+ presentaron una mayor tasa de ovulación (p<0.05) que las ovejas no portadoras. Bindon *et al.* (1986) reportan resultados similares a los obtenidos por Kelly *et al.* (1983); sin embargo, las diferencias observadas no fueron significativas estadísticamente (p>0.05).

CONCENTRACION DE PROGESTERONA

Algunos estudios señalan que las concentraciones elevadas de P₄ alrededor del estro provocan un desbalance endocrino (entre la progesterona y los estrógenos), que afecta por un lado la respuesta superovulatoria, ya que reduce el número de folículos que maduran y son capaces de ovular y por otro lado se reporta que provocan disturbios en la fertilización, en el transporte de gametos y en el desarrollo embrionario afectando de manera consecuente el número de embriones recuperados de animales superovulados (Jensen *et al.*, 1984; Britt y Holt, 1988; Scudamore *et al.*, 1993; Bo *et*

al., 1995). Wilmut *et al.* (1985), señalan que los bajos niveles de P₄ (menos de 1 ng/ml) durante el estro son necesarios para que ocurra la fertilización ya que permiten un aumento en los niveles de estrógenos, los cuales a su vez provocan un incremento en la actividad contráctil del aparato reproductor favoreciendo el transporte de los espermatozoides y el óvulo hacia el ámpula del oviducto, sitio de la fertilización. Britt y Holt (1988) indican que los niveles elevados de P₄ (mayores de 1 ng/ml) durante y dos días después del estro, disminuye en donadoras superovuladas el número de embriones transferibles recuperados por animal como consecuencia de alteraciones en el transporte de los gametos a través del oviducto.

En ovejas, Scudamore *et al.* (1993), muestran que los animales con niveles de 1.0 ng/ml de P₄ alrededor del estro presentaron mayor número de óvulos (10.2±1.5 vs 8.2±1.7) y embriones recuperados que las ovejas con mayor nivel de Progesterona (1.4 ng/ml) (7.0±1.1 vs 4.2±1.0). Las diferencias observadas en la respuesta superovulatoria entre ambos grupos de animales (1.0 vs 1.4 ng/ml de P₄) no fueron significativas (p>0.05).

En ovejas Pelibuey, Herrera *et al.* (1998) evaluando el efecto de la concentración de la progesterona al momento del estro (en el proceso superovulatorio) (≥ 1ng/ml y < 1ng/ml de P₄) y encontraron que las ovejas que tienen elevada concentración de progesterona al momento del estro (ovejas con cuerpo lúteo) presentaron una menor tasa ovulatoria (menos cuerpos lúteos) y embriones (totales y transferibles) recolectados en comparación con las ovejas que no tenían elevada la progesterona (sin cuerpo lúteo), aunque no se observó diferencia estadística (P>0.05) entre los grupos (Cuadro7).

Cuadro 7.- Respuesta superovulatoria (promedio ± D.E.) en función de la presencia (>1ng/ml de P₄) o ausencia del cuerpo lúteo (≤1 ng/ml de P₄) al momento del estro (Herrera *et al.*, 1998).

	Sin cuerpo lúteo	Con cuerpo lúteo
n	21	6
Cuerpos lúteos	11.47 ± 4.36 ^a	6.83 ± 2.09 ^b
Total de óvulos + embriones	5.09 ± 4.45 ^a	2.0 ± 2.09 ^a
Embriones	4.47 ± 4.36 ^a	1.16 ± 2.04 ^a
Embriones transferibles	4.33 ± 4.24 ^a	1.0 ± 1.67 ^a

(a,b) diferente literal en la misma línea indica diferencia estadística (P<0.05).

Aké-López *et al.* (2008) investigaron el efecto de iniciar la superovulación de las ovejas en el diestro (o en presencia de un cuerpo lúteo natural) o bajo la presencia de un progestágeno sintético (esponja intravaginal). Las ovejas fueron distribuidas en dos grupos, según si la superovulación se realizó en el diestro (día 9-10 postestro; n=35) o si se realizó en presencia de un progestágeno (3 días antes de retirar la esponja intravaginal; n=31). Los resultados no muestran diferencia estadística (P>0.05) entre los grupos, sin embargo, en el grupo superovulado en presencia de un progestágeno se encontró mayor promedio de cuerpos lúteos, de células totales (óvulos + embriones; 7.03 vs 5.02), de Embriones totales (5.96 vs 4.37) y de Embriones Transferibles (5.16 vs 3.88) en comparación con el grupo de ovejas tratadas en diestro (Cuadro 8).

Cuadro 8. Promedios generales (\pm E.E.) de los resultados obtenidos del estímulo superovulatorio realizado en el diestro o en presencia de un progestágeno. *

Variable	PROGESTÁGENO (n= 31)	DIESTRO (n= 35)
Cuerpos Lúteos	12.90 \pm 1.10	11.54 \pm 0.87
Células Totales	7.03 \pm 1.17	5.02 \pm 0.78
Embriones	5.96 \pm 1.04	4.37 \pm 0.80
Embriones Transferibles	5.16 \pm 0.94	3.88 \pm 0.70

* No se encontró diferencia significativa ($P > 0.05$) en las variables entre los dos grupos.

EPOCA

Las variaciones en la temperatura ambiente, humedad relativa y fotoperiodo, determinadas por la época o estación del año, se han relacionado de manera directa o indirecta con una disminución en la eficiencia reproductiva de los animales en condiciones de reproducción natural o bajo el uso de biotecnologías como es la transferencia de embriones (Monty y Racowsky, 1987; Putney *et al.*, 1988^a y 1988^b).

Vivanco (1998) reporta que en ovinos es factible obtener buenos resultados tanto en la estación reproductiva (otoño) como durante la estación de anestro (primavera) (Cuadro 9) y en algunos lugares es posible obtener estos resultados durante todo el año.

OTROS EFECTOS

Herrera-Camacho *et al.* (2008) evaluaron el efecto de suministrar ácidos grasos poliinsaturados en la dieta (aceite) sobre la respuesta superovulatoria en ovejas Pelibuey. Veintiséis ovejas se distribuyeron aleatoriamente en un grupo testigo que recibió una dieta a base de pasto y concentrado (SA; n=13) y un grupo experimental al que se le adicionó, en el concentrado, 4 % de aceite de maíz (AM; n=13) del total de la materia seca de la dieta. En este estudio se encontró mayor número de cuerpos lúteos, total de células colectadas (Óvulos + embriones) y embriones totales ($P < 0.05$) en el grupo de ovejas a las cuales se les suministro aceite de Maíz (AM) en comparación con las ovejas que no lo recibieron (Tabla 10).

Cuadro 9.- Producción embrionaria durante las estaciones de primavera y otoño con ovejas Danish Texel, Finnish Texel y Finnish Landrace (razas confundidas) en la Australian Texel Corporation, Victoria, Australia (Vivanco, 1998)

	Primavera 1993		Otoño 1994	
	n	Promedio \pm SD	n	Promedio \pm SD
No de ovulaciones/oveja	1544	10.16 \pm 5.63	1190	9.45 \pm 5.71
Tasa de recolección %	1385	77.02 \pm 26.70	1139	76.10 \pm 30.11
Tasa de fertilización %	1363	94.27 \pm 16.89	1089	90.87 \pm 23.81
Embriones transferibles por oveja tratada	1596	6.30 \pm 5.23	1213	6.13 \pm 5.39
Porcentaje de embriones de calidad transferible	1339	85.55 \pm 25.12	1039	88.27 \pm 22.79

Cuadro 10.- Respuesta ovárica en ovejas Pelibuey que recibieron concentrado sin (SA) y con aceite de maíz (AM) en la dieta (Herrera-Camacho *et al.*, 2008).

	Tratamiento	
	SA (n=11)	AM (n=11)
Cuerpos lúteos	10.73 ± 1.42a	14.73 ± 1.87b
Total de células colectadas	4.18 ± 1.36a	9.18 ± 2.16b
Embriones totales	3.09 ± 1.36a	6.72 ± 1.78b

ab diferente literal indica diferencia significativa ($P < 0.05$).

FACTORES QUE AFECTAN LA TASA DE PREÑEZ DE LAS RECEPTORAS

La transferencia de los embriones en las ovejas por lo general se realiza directamente dentro del cuerno uterino a través de una laparotomía o bien por medio de laparoscopia. Esto es debido a la complejidad anatómica del cervix, lo que dificulta los procedimientos transcervicales. A pesar de ello, los procesos de la transferencia embrionaria suelen ser bastante eficientes y exitosos, y actualmente los porcentajes de preñez al transferir los embriones en fresco se encuentran por arriba del 60%, lo cual es excelente.

Otros factores que pueden influir sobre la tasa de gestación de los embriones transferidos son: el grado de desarrollo y la calidad de los embriones, si los embriones son frescos o congelados, la sincronía del estro donadora-receptora, calidad del cuerpo lúteo o nivel de progesterona, época del año, etc. A continuación se presentan algunos de los factores que pueden influir en los resultados después de la transferencia de los embriones:

DESARROLLO/CALIDAD DEL EMBRIÓN

El grado de desarrollo (Mórula, blastocitos) del embrión puede influir en los resultados de preñez de los animales receptores, Wilmut *et al.* (1985) mencionan que en los ovinos como en el ganado, la variación entre embriones es grande en animales inducidos a la superovulación.

Por su parte Armstrong y Evans (1983) observaron que conforme aumenta la edad del embrión, se incrementa el porcentaje de sobrevivencia embrionaria, así se tiene que al transferir embriones de 2-4 células la gestación es 0%, 5-8 células 28%, 9-16 células 39.8%, mórula 28.6% y blastocito de 50%.

Heredia *et al.* (1996) trabajando con ovejas de pelo de la raza Pelibuey, transfirieron mórulas y blastocitos de buena y excelente calidad y no encontraron diferencia y reportan un promedio de 60% de tasa de preñez.

Bari *et al.* (2003) con el objetivo de determinar el efecto del desarrollo embrionario (días de recolección) y calidad del embrión (1513 embriones transferidos), estos se recolectaron a los 5 y 6 días post inseminación y se clasificaron en 6 estadios y 4 calidades según las normas dictadas por la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones. Los resultados encontrados demostraron que no hubo diferencia significativa en el efecto del día de colección en términos de tasa de sobrevivencia. Los embriones de altas calidades (1 y 2) tuvieron tasas de sobrevivencia significativamente mayor que los de las calidades 3 y 4, este hallazgo apoya lo encontrado en varios estudios y se explica por el hecho de que los embriones de alta calidad tienen una mayor facultad de ajustarse o adaptarse al ambiente uterino en comparación a los de baja calidad (Cuadros 11 y 12).

Cuadro 11.- Tasa de sobrevivencia de embriones Scottish Blackface de diferente grado de calidad después de su transferencia en las ovejas receptoras (Bari *et al.*, 2003)

Estadio de Desarrollo	Embriones transferidos (n)	Sobrevivencia Embrionaria (n)	Sobrevivencia Embrionaria (%)
Día 5 Promedio	790	591	74.8 ^a
Día 6 Promedio	723	518	71.7 ^a
Día 5 Blastocito	24	22	91.7 ^b
Día 6 Mórula	766	569	74.3 ^{ab}
Día 5 Blastocito	334	250	74.9 ^{ab}
Día 6 Mórula	389	268	68.9 ^a

Valores con diferente literal (a,b) dentro la misma columna, difiere significativamente (P<0.05)

Cuadro 12.- Tasa de sobrevivencia de embriones Scottish Blackface de diferente grado de calidad después de su transferencia en las ovejas receptoras (Bari *et al.*, 2003)

Calidad del embrión	Embriones transferidos (n)	Sobrevivencia Embrionaria (n)	Sobrevivencia Embrionaria (%)
Grado 1	825	624	75.6 ^a
Grado 2	550	406	73.8 ^a
Grado 3	114	70	61.4 ^b
Grado 4	24	9	37.5 ^b

Valores con diferente literal (a,b) son significativamente diferentes (P<0.05)

NÚMERO DE CUERPOS LÚTEOS

Con respecto al efecto del número de cuerpos lúteos en las hembras receptoras sobre la sobrevivencia embrionaria después de su transferencia, Bari *et al.* (2003) en promedio no encontraron influencia significativa (Cuadro 13) del número de cuerpos lúteos sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria, estos investigadores argumentan que en las receptoras lo importante es que exista suficiente cantidad de progesterona ya sea producida por un solo cuerpo lúteo o bien por más de uno

Cuadro 13.- Tasa de sobrevivencia (%) de embriones Scottish Blackface transferidos a las ovejas receptoras de la misma raza con diferente número de cuerpos lúteos (Bari *et al.*, 2003).

Número de cuerpos lúteos	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4	Media
1	71.6 ^a (268)	74.7 ^a (154)	67.5 ^{ab} (40)	50.0 ^a (6)	72.0 ^a (468)
2	78.7 ^b (455)	71.9 ^a (302)	50.9 ^a (57)	33.3 ^a (12)	73.6 ^a (826)
>3	72.5 ^{ab} (102)	78.7 ^a (94)	82.3 ^b (17)	33.3 ^a (6)	74.9 ^a (219)

Entre paréntesis se presenta el número de cada grado de embrión transferido. Valores en cada columna con diferente literal (a,b) son diferentes significativamente (P<0.05)

EDAD

Bari *et al.* (2003) con el objetivo de determinar el efecto de la edad de las receptoras sobre la tasa de sobrevivencia embrionaria, dividieron a las ovejas en 2 grupos: primíparas (o nulíparas) y pluríparas. Estos investigadores encontraron mayor (P<0.05) sobrevivencia embrionaria en las primíparas en comparación con las pluríparas (Cuadro 14). Una posible explicación a este hecho, podría ser que las hembras añeras producen ya una suficiente cantidad de progesterona para la

supervivencia embrionaria, pero al mismo tiempo no tienen problemas de residuos uterinos ocasionados por gestaciones previas.

NÚMERO DE EMBRIONES TRANSFERIDOS

Sreenan y Diskin (1986) mencionan que la tasa de preñez es consistentemente más alta cuando se transfieren 2 embriones, que cuando se transfiere un solo embrión. Estos resultados sugieren que una proporción de las causas de mortalidad embrionaria es asociada con factores inherentes al embrión y pueden tener relación con los factores uterinos de las receptoras. Por otro lado al transferir dos embriones se incrementa la tasa de preñez y habría que estudiar la distribución embrionaria (unilateral o bilateral) de cómo afecta la tasa de sobrevivencia. Vivanco (1998) también encontró efecto del número de embriones sobre la sobrevivencia embrionaria, encontrando mayor porcentaje de gestación al transferir 2 embriones contra 1 embrión (Cuadro 15).

Cuadro 14.- Tasa de sobrevivencia de embriones Scottish Blackface transferidos a las ovejas receptoras de diferente paridad y edades (Bari *et al.*, 2003).

Edad (años) y Paridad de las ovejas receptoras	Embriones transferidos (n)	Sobrevivencia Embrionaria (n)	Sobrevivencia Embrionaria (%)
1	407	314	77.1 ^a
2	362	262	72.4 ^{ab}
3	318	237	74.5 ^{ab}
4	269	187	69.5 ^b
5	143	98	68.5 ^{ab}
6	14	11	78.5 ^a
Primalas (añeras)	407	314	77.1 ^a
Pluríparas (2-6 años)	1106	795	71.9 ^b

Valores con diferente literal (a,b) en la misma columna son diferentes significativamente (P<0.05)

Cuadro 15.- Influencia de la calidad del embrión transferido fresco en la tasa de preñez y en la supervivencia embrionaria de ovinos Texel de acuerdo al número de embriones transferidos por recipiente (Vivanco, 1998)

Transferencia:	Tasa de preñez		Sobrevivencia embrionaria	
	N	Promedio	N	Promedio
1 embrión Grado 1	181	78.00 (b)	142	78.00 (a)
2 embriones Grado 1	239	92.00 (a)	478	70.00 (b)
1 embrión Grado 2	73	68.00 (b)	73	68.00 (b)
2 embriones Grado 2	90	80.00 (b)	180	51.00 (c)

Promedios con diferente literal en paréntesis son diferentes (P<0.05)

EFEECTO DE LA CONGELACIÓN

Varios autores comentan que la tasa de preñez disminuye con el proceso de congelación y descongelación del embrión. El estado de desarrollo embrionario y el grado de calidad es muy importante porque puede tener efecto en la tasa de sobrevivencia en los procesos de congelación y descongelación.

Folch *et al.* (2000) trabajando con ovejas de la raza Aragonesa en 1998 y en 1999, después de su recolección y evaluación (considerados de buena calidad), los embriones fueron transferidos en fresco (140 y 148 embriones en 1998 y 1999 respectivamente) o fueron congelados y transferidos posteriormente (28 y 44 embriones en 1998 y 1999 respectivamente). El número de corderos nacidos en relación a los embriones transferidos en fresco fue de 46.4 y 66.7 y en relación al de los congelados fue de 32.0 y 36.0 en 1998 y 1999 respectivamente, claramente se observa que los embriones congelados presentaron menor porcentaje de sobrevivencia después de su transferencia.

ÉPOCA DEL AÑO

Torres *et al.* (1987) realizaron un experimento donde superovularon y transfirieron embriones en borregas de la raza Lacaune, unas transferencias se realizaron en la estación reproductiva y otras en la estación de anestro, la tasa de preñez no fue difirió en forma significativa ($P < 0.05$) y fue de 76.3% y 82.7%, respectivamente. (Buckrell, 1994) reporta que mayoría de los programas tienen sus mejores resultados durante la estación natural de cruzamiento con mayor producción de embriones, pocos embriones no fertilizados, mayor tasa de preñez y mayor número de crías por embriones transferidos.

SINCRONÍA DEL ESTRO ENTRE DONADORAS Y RECEPTORAS

Wilmot *et al.* (1985), mencionan que la mayor proporción de preñeces es obtenida con una transferencia sincrónica, no sucediendo lo mismo cuando las receptoras se adelantan o se atrasan en relación al estro de la donadora.

En este sentido Aké-López *et al.* (2003) evaluando en ovejas Pelibuey la sincronía del estro entre las donadoras y receptoras en el porcentaje de gestación, formaron 2 grupos de ovejas receptoras: ovejas con 0 ± 12 horas de asincronía ($n = 24$), y ovejas con una diferencia mayor de 12 horas (> 12 h) de asincronía ($n = 15$). El porcentaje de gestación fue 58.3 % para las receptoras con 0 ± 12 horas de asincronía, y 20 % ($P < 0.05$) para el grupo de ovejas con más de 12 horas de asincronía. En borregas como en el ganado la falta de sincronía afecta el desarrollo embrionario y en especial las señales que emite el embrión para el reconocimiento materno de la gestación, que en esencia es la prevención de la luteólisis (Sreenan y Diskin, 1986). Por tal motivo se han realizado experimentos en donde se pretende retrasar la luteólisis para darle tiempo al embrión para que mande su señal de reconocimiento. .

En este sentido Mejía *et al.* (1995), trabajando con ovejas receptoras que presentaron estro en sincronía con la donadora, y asincrónico hasta por 3 días de diferencia, observaron que las ovejas receptoras en sincronía con las donadoras tuvieron una tasa de preñez de 77.77%, 63.63% en las ovejas en asincronía con las donadoras y las ovejas asincrónicas que recibieron líquido folicular equino (para retrasar la luteólisis y ayudar gestación) tuvieron 36.36%, no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre los grupos.

Así mismo Aké-López *et al.* (2002) trabajando con ovejas Pelibuey transfirió 2 embriones por receptora y formó dos grupos, al primer grupo les administró (2.2 mg/Kg peso vivo) Flunixin Meglumine ($n=10$) el cual es un potente inhibidor de las prostaglandinas, y un grupo control ($n=10$) que recibió un placebo; en sus resultados se observó similares porcentajes de gestación (50% vs 40%) y de prolificidad (1.4 vs 1.25 crías) entre los grupos que recibieron el Flunixin y el grupo control.

REFERENCIAS

- Aké L.R., J. Perera, G. Casanova (2008). Respuesta superovulatoria de ovejas Pelibuey tratadas en diestro o en presencia de un progestágeno. Memorias de la V Reunión Estatal de Investigación Agropecuaria, forestal y Pesca." 21-22 de Enero de 2008. Mérida, Yucatán.
- Aké López R., Heredia y Aguilar M., Alfaro Gamboa M., Centurión Castro F. y Rojas Rodríguez, O. (2003). Efecto de la hormona en la respuesta superovulatoria y de la sincronía del estro en el porcentaje de gestación de ovejas Pelibuey. *Veterinaria México*. 34:225-233.
- Aké-López J.R., Quintal-Franco J.A. y Segura-Correa J.C. (2002) Efecto del flunixin meglumine en el porcentaje de gestación de ovejas receptoras de embriones. *Rev. Biomédica*, 13:100-108.
- Amiridis G. and Cseh S. (2012). Assisted reproductive technologies in the reproductive management of small ruminants. *Animal reproduction science*. 130:152-161
- Armstrong D.T. and Evans G. (1983). Factors influencing succes of embryo transfer in sheep and goats. *Theriogenology* 19:31-42.
- Armstrong D.T. and Evans G. (1983). Factors Influencing success of embryo transfer in sheep and goats. *Theriogenology*. 19:31-42.
- Baldassare H. (2004). Recolección, conservación y transferencia embrionaria. En Eduardo Aisé Ed. Reproducción ovina y caprina. Buenos Aires: Intermédica. Pp 143-152
- Bari F., Khalid M., Haresign W., Murray A. and Merrell B. (2000). Effect of mating system, flushing procedure, progesterone dose and donor ewe age on the yield and quality of embryos within a MOET program in sheep. *Theriogenology*. 53:727-742
- Bari F., Khalid M., Haresign W., Murray A. and Merrell B. (2003). Factors affecting the survival of sheep embryos after transfer within a MOET program. *Theriogenology*. 59:1265-1275
- Bindon B.M., Piper L.R., Cahill L.P., Driancourt M.A. and O'Shea T. (1986). Genetic and hormonal factors affecting superovulation. *Theriogenology* 25:53-70.
- Bo G.A., Adams P.G., Pierson A.R. and Mapletoft J.R. (1995). Exogenous control of follicular wave emergence in cattle. *Theriogenology*. 43:31-40.
- Britt J.H. and Holt L.C. (1988). Endocrinological screening of embryo donors and embryo transfer recipients: a review of research with cattle. *Theriogenology* 29:189-202.
- Buckrell B. (1994). Embryo transfer for sheep and goats. *American College of Theriogenologists and Society for Theriogenology. Proceedings of small ruminant short course*. pp 75-86.
- Cordova S.L.A., Jiménez K.F. y Hernández L.J.J. (1992). Superovulación con hormona folículo estimulante (FSH) o gonadotropina sérica de yegua preñada (PMSG) y anticuerpos monoclonales contra PMSG en cabras fuera de la época reproductiva. *Veterinaria México* 23:319-324.
- D'Alessandro A., Martemucci G. and Taibi L. (2005). How the FSH/LH ratio and dose numbers in the p-FSH administration treatment regimen, and insemination Schedule affect superovulatory response in ewes. *Theriogenology*. 63:1764-1774.
- Dattena M., Vespignani S., Branza A., Gallus M., Ledda S., Naitana S. and Cappai P. (1994). Superovulatory response and quality embryos recovered from anestrus ewes after a single injection of porcine FSH dissolved in polyvinylpyrrolidone. *Theriogenology* 42:235-239.
- Donalson L.E. (1984). Effect of age of donor cows on embryo production. *Theriogenology* 21:963-967.
- Folch J., Olivera J., Aguilar B., Alabart J.L., Sanchez P., Echeгойen E. y Cocero M.J. (2000). Resultados obtenidos en la transferencia de embriones dentro del programa genético de la U.P.R.A. carnes Oviaragon. *Reproducción*. 5:559-561.

- González-Bulnes A., Garcia R.M.G., Souza C.J.H., Santiago J.M., López A.S., Cocero M.J. and Baird D.T. (2002b). Patterns of follicular growth in superovulated sheep and influence on endocrine and ovarian response. *Reproduction Domestic Animal* 37:357-361.
- Goulding D., Williams D.H., Roche J.F. and Boland M.P. (1996). Factors affecting superovulation in heifers treated with PMSG. *Theriogenology* 45:765-773.
- Hasler J.F., McCauley A.D., Schermerhorn E.C. and Foote R.H. (1983). Superovulatory response of Holstein cows. *Theriogenology* 19:83-99.
- Heredia A.M., Rojas R.O., Aké L.R., Centurión C.F. y Alfaro G.M. (1996) "Resultados preliminares de ovulación múltiple y transferencia de embriones en ovejas Pelibuey en condiciones de trópico". *Memorias de la Reunión Anual de Investigación Pecuaria Morelos-96. Cuernavaca-Morelos.*
- Herrera C.J., Aké L.J.R., Centurión C.F., Alfaro G.M., Aguayo A.A.M. y Acevedo A.C. (1998). Efecto de la concentración de progesterona plasmática al día del estro sobre la respuesta superovulatoria de ovejas Pelibuey. *XXXIV Reunión Nacional de Investigación Pecuaria-Querétaro 1998.*
- Herrera-Camacho J., J. Ricardo Aké-López, Juan Carlos Ku-Vera, Gary L. Williams, Jorge Alfredo Quintal-Franco. (2008). Respuesta ovulatoria, estado de desarrollo y calidad de embriones de ovejas Pelibuey superovuladas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados. *Tec Pecu Méx* 46:107-117.
- Jensen M.A., Greve T., Medes A. and Edquis E.I. (1984). Endocrine profiles and embryo quality in the PMSG-PGF2 α treated cows. *Theriogenology* 18:33-44.
- Kelly R.W., Owens J.L., Crosbie S.F., McNatty K.P. and Hudson N. (1983/1984). Influence of Booroola Merino genotype on the responsiveness of ewes to pregnant mares serum gonadotrophin, luteal tissue weights and peripheral progesterone concentrations. *Animal Reproduction Science* 6:199-207.
- Lerner S.P., Thayne W.V., Baker R.D., Henschen T., Meredith S., Inskoop E.K., Dailey R.A., Lewis P.E. and Butcher R.L. (1986). Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in Holstein cows. *Journal of Animal Science*. 63:176-183.
- Mejía O. (2010). Transferencia de embriones en ovejas. En: *Memorias del curso-taller Técnicas de reproducción asistida en ovinos. Del 6 al 9 de Julio de 2010. Cambao, Tolima, Colombia. Secretaría de educación continua y tecnológica de la facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de México.*
- Mejía V.O., Balcazár S.A., Zarco Q.L., Valencia M.J. y Rojas M.S. (1995). Sobrevivencia de embriones ovinos transferidos en asincronía mediante la administración de líquido folicular equino. *Reunión Nacional de Investigación Pecuaria*. 26:342.
- Mejía V.O., Cornejo T.M., García G.M., Arellano G.S., Cervantes M.J., Angulo M.R., Ortiz H.A., Dávalos F.J. y Hernández I.J. (2001). Protocolos de superovulación en ovejas lecheras East Friesian II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. XI congreso Nacional de Producción Ovina.
- Menchaca A., Vilariño M., Pinczak A., Kmaid A. and Saldaña J. (2009). Progesterone treatment, FSH plus eCG, GnRH administration, and day 0 protocol for MOET programs in sheep. *Theriogenology*. 72:477-483.
- Monty D.E, and Racowsky C. (1987). *In vitro* evaluation of early embryo viability and development in summer heat-stressed superovulated dairy cows. *Theriogenology* 28: 51-465.
- Oliveira M., Freitas M., Machado R., Figueredo S., Souza J., de Souza L., Ferreira J., and Russiano W. (2011). Does supplemental LH changes rate and time to ovulation and

- embryo yield in Santa Inés ewes treated for superovulation with FSH plus ECG?. *Ciencia Rural*, Santa María. 42:1077-1082.
- Putney J.D., Drost M. and Thatcher W.W. (1988a). Embryonic development in superovulated dairy cattle exposed to elevated ambient temperatures between days 1 to 7 post insemination. *Theriogenology*. 30:195-209.
- Putney J.D., Thatcher W.W., Drost M., Wright M.J. and DeLorenzo A. (1988b). Influence of environmental temperature on reproductive performance of bovine embryo donors and recipients in the southwest region of the United States. *Theriogenology* 30:905-921.
- Rubianes E., Ibarra D., Carbajal B. and De Castro T. (1995). Superovulatory response in anestrus ewes is affected by the presence of a large follicle. *Theriogenology* 43:465-472
- Scudamore C.L., McEvoy T.G., Aitken R.P., Robinson J.J. and Robertson I.S. (1993). The effect of two different levels of progesterone priming on the response of ewes to superovulation. *Theriogenology* 39:433-442.
- Sreenan J.M. and Diskin M.G. (1986). Factors affecting pregnancy rate following embryo transfer in the cow. *Theriogenology* 27:99-113.
- Tamayo M. (1999). Biotecnología de la reproducción bovina: factores que influyen en la transferencia de embriones: <http://www.isch.edu.cu/biblioteca/anuario1999/Tamayo.htm>
- Torres S., Cognié Y. and Colas G. (1987). Transfer of superovulated sheep embryos obtained with different FSH-P. *Theriogenology* 27:407-419.
- Vivanco-Mackie H. W. (1998). Transferencia embrionaria en ovinos y caprinos. *Memorias del Seminario Internacional "Aplicación de Técnicas Biotecnológicas en la Reproducción de Ovinos y Caprinos"*. Chapingo, México, Octubre, pp. 44-92. Citado en: Vivanco-Mackie H. W. (2011) Uso de las tecnologías reproductivas avanzadas en programas de mejora genética en ovinos. . *Memorias del VIII Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el trópico y XVI Congreso Nacional de Producción Ovina*. Villahermosa, Tabasco. 7 al 9 de Septiembre de 2011
- Wheaton E.J., Marchek M.J., Hamra A.H. and Al-Raheem N.S. (1988). Plasma gonadotropin and progesterone concentrations during the estrous cycle of Finn, Suffolk and Targhee ewes. *Theriogenology* 30:99-109.
- Wilmut I., Sales N.I. and Ashworth C.J. (1985). The influence of variation in embryo stage and maternal hormone profiles on embryo survival in farm animals. *Theriogenology* 23:107-119.

KISSPEPTINA: APLICACIÓN POTENCIAL EN LA REPRODUCCIÓN DE LOS RUMIANTES

KISSPEPTIN: POTENTIAL APPLICATION IN REPRODUCTION OF RUMINANTS

Rubén Santos-Echeverría, René C. Calderón-Robles, J. Alejandro Arreguín-Arévalo, Alejandro Villa-Godoy*

(RSE) (AVG) Departamento de Fisiología y Farmacología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. (RSE) Campo Experimental Iguala, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. (RCCR) Campo Experimental San Martinito, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. (JAAA) Department of Biomedical Sciences, Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University. (AVG) E-mail: aavillagodoy@gmail.com

RESUMEN

Mediante cuatro experimentos (Exp) evaluamos a la Kisspeptina-10 como herramienta potencial en la regulación de la reproducción en vaquillas prepúberes. Exp1: Veinte vaquillas (7 a 11 meses de edad) recibieron un bolo intravenoso (IV) de 5 ó 50 µg de Kisspeptina-10/kg. Las concentraciones séricas de LH, FSH y GH aumentaron similarmente ($p>0.05$) con ambas dosis. Exp2: Catorce vaquillas recibieron 0 ó 5µg/kg de Kisspeptina-10 cada 2 h/3 d. La Kisspeptina-10 indujo incrementos sucesivos de LH en todos los animales y la ovulación en 28 % de ellos (testigos 0 %). Las vaquillas que ovularon tuvieron IGF-1 sérico más elevado que el resto del grupo. Exp3: Seis vaquillas (Cuadrado Latino 6x6x6) recibieron en 6 semanas, 6 dosis de Kisspeptina-10: 5, 4, 3, 2, 1 ó 0.1µg/kg (3 bolos cada 2 h). La dosis menor evocó tres incrementos similares de LH pero menores al de otras dosis ($p<0.01$), las cuales evocaron una respuesta de LH similar entre ellas, sin embargo la respuesta disminuyó en cada aplicación sucesiva. Exp4. Veinte vaquillas (19-28 meses) recibieron una infusión subcutánea de 2 días de Kisspeptina-10 (0.1 ó 0.5 µg/kg/h), GnRH (5µg/h/animal) o solución salina. Únicamente GnRH evocó un aumento en LH y ningún tratamiento indujo la ovulación. Conclusión: un bolo IV de Kisspeptina-10 induce la liberación de LH, FSH y GH, pero en aplicaciones repetidas la Kisspeptina-10 induce la ovulación solo en animales con elevadas concentraciones endógenas de IGF-1.

Palabras claves: Kisspeptina, Reproducción, Rumiantes

ABSTRACT

We conducted four experiments (Exp) to evaluate Kisspeptin-10 as a potential tool for regulation of reproduction in prepuberal heifers. Exp1: Twenty 7 to 11 months old heifers received Kisspeptin-10 in a bolus of 5 or 50 µg/kg. Both doses induced a similar LH, FSH and GH release. Exp2: Fourteen Heifers received 0 or 5µg/kg of IV Kisspeptin-10 every 2 h for 3 d. Each Kisspeptin-10 injection induced an LH increment in all animals but only 28 % of them ovulated vs 0 % in controls; ovulating animals had higher serum IGF-1 than the rest of the group. Exp3: Six calves received in 6 weeks, 6 treatments: 5, 4, 3, 2, 1 or 0.1µg/kg (3 boluses each, every 2 hours; 6x6x6 Latin Square). Each injection of all doses but 0.1 µg/kg, evoked similar LH increments but response decreased in each successive application. In contrast successive IV injections of Kisspeptin-10 (0.1 µg/kg) evoked similar LH responses that were lower than in

other doses ($p < 0.01$). Exp4. Twenty heifers (19-28 months old) received a two days subcutaneous infusion of Kisspeptina-10 (0.1 or 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$), GnRH (5 $\mu\text{g}/\text{animal}/\text{h}$) or saline solution. Unlike Kisspeptin-10 and saline solution, GnRH infusion evoked a temporary LH increase but did not induce any ovulation. Our conclusion is that a Kisspeptin-10 bolus evokes increments in LH, FSH and GH but repeated injections of Kisspeptin-10 induce ovulation only in heifers with high serum IGF-1 levels.

Key words: Kisspeptin, Reproduction, Ruminants

INTRODUCCIÓN

La Kisspeptina es un sistema neuroendocrino/hipotalámico que está integrado por una familia de péptidos estructuralmente relacionados (Kisspeptina-10, -13, -14, y 54 aminoácidos), que actúan a través de su receptor GPR54 y que inducen una respuesta biológica similar. El sistema está involucrado en el inicio y mantenimiento de la ciclicidad reproductiva (Pinilla *et al.* 2012), la cual se inicia en la pubertad y es precedida por un aumento progresivo en la frecuencia de pulsos de la hormona liberadora de las gonadotropinas (GnRH), que a su vez estimula en la hipófisis a las hormonas Luteinizante (LH) y Foliculoestimulante (FSH); ambas gonadotropinas son requeridas para las funciones ováricas que consisten en la síntesis de hormonas y la gametogénesis.

El sistema en mención, es un componente reproductivo altamente conservado en mamíferos (Roa *et al.* 2008a) y se le ha atribuido un carácter esencial en el desarrollo puberal (Tena-Sempere *et al.* 2006), ya que la pérdida funcional del receptor GPR54 en las neuronas GnRH (Seminara *et al.* 2003), así como la administración a nivel de los ventrículos cerebrales (ICV) de un antagonista de Kisspeptina (Pineda *et al.* 2010), redujo la secreción de las gonadotropinas hipofisarias y generó la ausencia de la pubertad en roedores. Por otro lado, durante el periodo prepúber temprano, la secreción hipotalámica de la Kisspeptina está reducida (Desroziers *et al.* 2012) y ésta se incrementa en la transición puberal (Han *et al.* 2005; Clarkson *et al.* 2009, Redmond *et al.* 2011a). En animales adultos, hay una limitada expresión hipotalámica de la Kisspeptina en condiciones de balance energético negativo (Castellano *et al.* 2005a; Luque *et al.* 2007) y en el anestro estacional (Mason *et al.* 2007, Smith *et al.*, 2008a). En estos casos, la Kisspeptina exógena es capaz de estimular la liberación de las gonadotropinas hipofisiarias (Navarro *et al.* 2004; Castellano *et al.* 2005; Roa *et al.* 2006; Mason *et al.* 2007; Castellano *et al.*, 2011; Smith *et al.* 2009) e inducir la ovulación, seguida de uno o más cuerpos lúteos en una elevada proporción de ratas (Castellano *et al.* 2005; Castellanos *et al.* 2006; Roa *et al.* 2008b) y borregas (Caraty *et al.* 2007; Sébert *et al.* 2010; Redmond *et al.* 2011b). Los citados efectos son ejercidos principalmente a través de la liberación de la GnRH (Messenger *et al.* 2005; Arreguin-Arevalo *et al.* 2007; Smith *et al.* 2008b).

El sistema Kisspeptidérgico también ha sido propuesto como un participante en la regulación del eje somatotrópico ya que, bajo algunas condiciones experimentales, la Kisspeptina ha sido capaz de estimular la secreción de la Hormona de Crecimiento (GH; Gutiérrez-Pascual *et al.* 2007; Kadokawa *et al.* 2008a; 2008b; Suzuki *et al.* 2008; Withlock *et al.* 2008; Withlock *et al.* 2010; Ezzat *et al.* 2011; Luque *et al.* 2011). De acuerdo con esto, se ha informado que el receptor GPR54 está presente en los somatotropos de ovinos, lo que proporciona una base fisiológica para la acción de Kisspeptina a ese nivel (Smith *et al.*, 2008). La GH regula el metabolismo energético y proteico en los mamíferos, afectando con ello la tasa de crecimiento, la composición corporal y la producción de leche (Etherton 2004). Algunos efectos de esta hormona son mediados a través del Factor de Crecimiento Parecido a la Insulina tipo 1 (IGF-1); la concentración sanguínea de

éste factor está asociado con la edad a la pubertad y la actividad ovárica posparto (Velazquez *et al.* 2008). La deficiencia de la GH y de IGF-1 afectó el inicio de la pubertad en vaquillas (Armstrong *et al.* 1992), por lo que la interacción funcional entre los ejes gonadotrópico y somatotrópico es innegable.

La secreción hipotalámica de la Kisspeptina es sensible a los cambios hormonales asociados con variaciones del metabolismo (Castellano *et al.* 2005; Luque *et al.* 2007; Castellano *et al.* 2011) y al ciclo ovárico (Adachi *et al.* 2007), por lo que su alteración podría ser uno de los principales mecanismo de regulación central del eje reproductivo ejercidos por el IGF-1, la leptina y los esteroides ováricos. En esta avenida de pensamiento, la función reproductiva en la transición puberal podría estar sujeta a un mecanismo adicional que sinergiza con el anterior, ya que en roedores se determinó que tanto el número de neuronas de GnRH despolarizadas (Han *et al.* 2005), como la magnitud del incremento de LH (Han *et al.* 2005; Castellano *et al.* 2006) en respuesta a una inyección de Kisspeptina-10, fueron mayores en animales adultos comparado con los prepuberales, lo cual es sugerente de una mayor eficiencia en la señalización de la Kisspeptina, o una mayor capacidad de respuesta del sistema GnRH a Kisspeptina concomitante a la maduración puberal.

En los estudios efectuados en hembras bovinas prepúberes a la fecha, sólo se ha evaluado una dosis de Kisspeptina-10 en forma de bolo IV: 5 µg/kg de peso vivo (PV), con becerras de 7 (Kadokawa *et al.* 2008a) y de 5 a 6 meses de edad (Ezzat *et al.* 2009), con resultados que coincidieron en cuanto a un aumento en la liberación de las gonadotropinas hipofisiarias, pero discreparon en cuanto al efecto liberador de Kisspeptina sobre la GH. Se desconoce también si con un tratamiento crónico de Kisspeptina-10 administrado ya sea en forma de pulso, o de manera continua es posible inducir la ovulación en hembras bovinas prepúberes, como se ha demostrado en ratas (Castellano *et al.* 2005; Castellanos *et al.* 2006; Roa *et al.* 2008b) y corderas (Redmond *et al.* 2011b) peripuberales, así como en borregas en anestro estacional (Caraty *et al.* 2007; Sébert *et al.* 2010). La escueta información disponible en becerras prepúberes no nos permite identificar la participación de algunos señalizadores somáticos (como leptina, IGF-1 y estradiol) en la sensibilidad de los ejes gonadotrópico y somatotrópico en respuesta a Kisspeptina. En otros modelos de estudio tales como vacas ovariectomizadas (Withlock *et al.* 2008) y células adenohipofisiarias de bovinos (Ezzat *et al.* 2010; 2011), el estradiol potencializó los efectos de la Kisspeptina-10 en la liberación de GH pero no generó un aumento adicional en LH y FSH, por lo que éste y tal vez otros moduladores de la función reproductiva asociados al metabolismo energético y proteínico (IGF-1 y/o leptina), podrían influir en la activación de los ejes reproductivo y somatotrópico evocada por la Kisspeptina-10. Recientemente nuestro equipo de trabajo determinó (Alamilla *et al.* 2010; 2011) que una aplicación intravenosa de Kisspeptina-10 (5 µg/kg de peso) en becerras prepúberes de 4, 7 y 11 meses (m) de edad induce un aumento de LH en el 100% de ellas; no obstante las de 4 m mostraron una menor capacidad de liberación de LH en respuesta a Kisspeptina-10 que las de 11 m. Así mismo, todas las becerras de 11 y siete m respondieron al tratamiento con un incremento de FSH, pero solamente en el 71.4 % de las de 4 m aumentó dicha hormona en respuesta a Kisspeptina-10. Por otro lado, todas las becerras de 11 meses mostraron un incremento de GH postratamiento, pero solo 87.5 % de 7 m y 71.4 % de las de 4 m respondieron (Alamilla *et al.* 2011). Con respecto a FSH y GH, las becerras que respondieron a la Kisspeptina-10, lo hicieron con la misma magnitud. En el mismo estudio se determinó que las becerras de 11 m, mismas que mostraron la mayor respuesta de LH a Kisspeptina-10, tuvieron concentraciones significativamente mayores de IGF-1 y estradiol que las de 7 y 4 m de edad; consecuentemente, dichas hormonas podrían ser agentes endógenos que cambian con la edad y modifican la respuesta a la Kisspeptina de las hormonas evaluadas. En este

documento se informan y discuten resultados obtenidos en becerras prepúberes, con relación a las variaciones en respuesta a la Kisspeptina-10 en cuanto a la liberación de LH, FSH y GH, en función de la dosis empleada, la forma de aplicación y la duración del tratamiento. El objetivo subyacente del presente trabajo, es integrar los avances de una línea de investigación, cuyo objetivo es evaluar en becerras prepúberes los efectos de la Kisspeptina-10 en la actividad de los ejes gonadotrópico y somatotrópico, con la información generada previamente en bovinos y la producida en ovinos, con el propósito de visualizar su aplicación potencial en la reproducción de los rumiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos aplicados en el presente trabajo fueron aprobados por el Subcomité Institucional para el Cuidado de Animales en Experimentación (Programa de Posgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM).

Animales

Se usaron hembras bovinas prepúberes de las razas Holstein, Suizo Pardo o Simmental por Cebú, del Centro Experimental Las Margaritas-INIFAP, localizado en Hueytamalco, Pue. El sitio está a 19° 51' 03" de latitud Norte y 97° 12' 48" de longitud Oeste y a 500 msnm. El clima del lugar es subtropical húmedo semicálido Af(c), con temperatura promedio anual de 20,8 °C (García, 1988). Desde dos meses previos a la aplicación de los tratamientos, los animales fueron mantenidos en corrales individuales, en los cuales se les alimentó con forraje picado (heno de avena; 94.59 % MS, 6.56 % PC y 2.5 Mcal de EM), alimento concentrado (93.86 % MS, 16.53 % PC y 2.5 Mcal de EM), sales minerales y agua a libertad.

Diseño experimental

Experimento 1. En un experimento previo (Alamilla *et al.* 2010; 2011), determinamos que el tratamiento de Kisspeptina-10 no estimuló la liberación de FSH y GH en algunos animales y la magnitud de la respuesta de LH en becerras de 4 m de edad, fue menor que en las de 11 m, por lo que en este experimento se evaluó el efecto de una dosis mayor a la usada convencionalmente sobre la liberación de LH, FSH y GH. Se utilizaron 20 becerras prepúberes de 7 a 11 m de edad, a las cuales se les aplicó Kisspeptina-10 por vía IV en dosis de 5 (Kp-Baja; n=10) ó 50 (Kp-Alta; n=10) µg /kg de peso vivo (PV). Se determinaron las concentraciones de LH, FSH y GH de muestras sanguíneas tomadas cada 15 minutos (min) desde seis h antes hasta seis h después de la administración de la Kisspeptina-10; para determinar efectos de dosis en la pulstailidad hormonal endógena, se tomaron muestras por un periodo adicional de seis h el día siguiente. En dos muestras de sangre tomada justo antes de la inyección de la Kisspeptina-10, se determinaron las concentraciones séricas de leptina e IGF-1. La Kisspeptina-10 usada en éste y en el resto de los experimentos cuenta con los aminoácidos YNWNSFGLRY-NH₂ (Proteomics, Huntsville, AL, EUA). Se determinó por radioinmunoanálisis (RIA) las concentraciones séricas de LH, FSH, GH y leptina. El IGF-1 fue cuantificado en suero mediante un ELISA. Las características y sensibilidad de los ensayos en éste y los siguientes experimentos se especifican en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Métodos de inmunodetección, hormona de referencia, sensibilidad y coeficientes de variación (CV) de los ensayos realizados.

Ensayo (Assay)	Referencia (Reference)	Hormona de referencia (Reference Hormone)	Sensibilidad (Sensitivity)	CV (%)	
				Intra	Inter
LH (Exp. 1)	Niswender <i>et al.</i> 1969	NIH oLH-S24	33.22 pg/ml	6.22	11.53
LH (Exp 2 a 4)	Perera-Marin <i>et al.</i> 2005	NIDDK-oLH-26 (anti-oLH-26)	0.03 ng/ml	6.73	6.57
FSH	L'Hermite <i>et al.</i> 1972	NIH-oFSH S12	35.95 pg/ml	7.13	14.19
GH	Powell & Keisler 1995	AFP11182B	0.14 ng/ml	4.8	9.2
Progesterona	--	17-OH progesterone (CisBio Bioassay, Sorgues, Francia)	0.15 ng/ml	8.8	--
Leptina	Delavaud <i>et al.</i> 2002	Leptina multi-especies (Linco Research Inc, St. Charles, MO-USA)	1.00 ng/ml	3.8	--
IGF-1 (RIA)	--	IGF1 humana (CisBio, Francia)	16 ng/ml	5.1	--
IGF-1 (ELISA)	--	IGF1 humana (ALPCO Diagnostics, Salem, NH-USA)	5.86 ng/ml	0.57	--

Experimento 2. Los resultados del primer experimento indicaron que al incrementar la dosis de Kisspeptina-10 de 5 a 50 µg/kg, no aumentó la respuesta en la liberación de las gonadotropinas y la somatotropina hipofisiarias; por lo que el objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto de la dosis menor administrada repetidamente en la liberación de LH y en la inducción de la ovulación, ya que estudios desarrollados con ratas (Navarro *et al.*, 2004; Castellano *et al.*, 2005) y borregas prepúberes (Redmond *et al.*, 2011b), indican que la Kisspeptina-10 administrada en forma de pulsos es capaz de inducir la ovulación en la mayoría de los animales tratados. Se usaron 14 becerras de 11 a 12 m de edad, las cuales recibieron una aplicación IV de Kisspeptina-10 (5µg/kg de PV), cada dos h durante 72 h (Kp-10; n= 7), o de Solución Salina Fisiológica (SSF, n=7). Se colectó sangre cada 15 min en los periodos: 1) 0 a 6, 2) 24 a 30, y 3) 72 a 78 h de iniciados los tratamientos; así también cada 2 h en el resto del tiempo hasta las 84 h. Se cuantificó la LH en todas las muestras y en una muestra diaria, el IGF-1 y la leptina mediante (Tabla 1). La presencia de cuerpo lúteo (CL) se identificó mediante la progesterona sérica (determinada por RIA) y la ultrasonografía de ovarios.

Experimento 3. Debido a que en el segundo experimento el tratamiento de Kisspeptina-10 inhibió la ovulación en la mayoría de las becerras, aparentemente debido a una elevada dosis, el objetivo del presente experimento fue determinar una dosis de Kisspeptina-10 capaz de estimular la liberación de LH y que aplicada repetidamente no insensibilizara el eje gonadotrópico. Se usaron 6 becerras de 7 a 8 m de edad, las cuales en seis semanas de evaluación (Diseño Cuadrado Latino 6x6: Hileras=6 becerras y Columnas=6 semanas), recibieron uno de las seis tratamientos siguientes de Kisspeptina-10: 0.1, 1, 2, 3, 4, ó 5 µg /kg de PV, en tres aplicaciones IV con dos h

de diferencia (periodo). En cada semana se colectaron muestras sanguíneas cada 15 min durante 6.5 h desde 30 min antes y hasta seis h después de la primera administración de Kisspeptina-10. De estas muestras se determinó la LH (Tabla 1).

Experimento 4. De acuerdo al tercer experimento, 1.0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV de Kisspeptina-10, fue capaz de evocar una respuesta de LH similar a la de dosis mayores, pero todas ellas presentaron una disminución en inyecciones sucesivas; en cambio, la dosis de 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV de Kisspeptina-10 evocó tres respuestas sucesivas de similar magnitud, aunque todas ellas fueron menores a las respuestas evocadas por las demás dosis evaluadas. Por lo que el objetivo del presente experimento fue evaluar el efecto de dosis menores a 1.0 μg , administradas en forma de infusión continua sobre el patrón de liberación de LH y la ovulación en becerras prepúberes, ya que estudios desarrollados con borregas adultas en anestro estacional (Caraty *et al.*, 2007; Sébert *et al.*, 2010), indican que la Kisspeptina-10, en dosis baja administrada en forma continua, es capaz de inducir la ovulación en la mayoría de los animales tratados. Se usaron 20 becerras prepúberes de 19 a 28 m de edad (5 animales por tratamiento), las cuales recibieron cada h por dos d, mediante bomba osmótica (Alzet modelo 2ML1), ya sea Kisspeptina-10 (0.1 ó 0.5 μg de Kisspeptina-10/kg de PV), GnRH (5 $\mu\text{g}/\text{h}/\text{animal}$; Gonadorelina ® Laboratorios Sanfer, México) o SSF. Debido a un problema de dilución, la GnRH fue administrada en forma bimodal: 1 $\mu\text{g}/\text{h}/\text{animal}$ mediante bomba osmótica y 4 $\mu\text{g}/\text{h}/\text{animal}$ mediante aplicación IV en forma de bolo. Se colectó sangre cada 15 min en los periodos: 1) 0 a 6, 2) 24 a 30, y 3) 48 a 54 h de iniciados los tratamientos; así también cada 2 h en el resto del tiempo, hasta las 72 h. Se cuantificó la LH en todas las muestras y de una muestra cada día el IGF- y la Leptina (Tabla 1). La presencia de un CL se definió mediante la progesterona sérica (al menos dos muestras consecutivas con una concentración sérica mayor a 1ng/ml) y ultrasonografía de ovarios.

Medición de hormonas

En la tabla 1 se presenta un resume del origen de los inmunoanálisis (RIA y ELISA), así como la sensibilidad y los coeficientes de variación de los ensayos realizados en todos los experimentos.

Presentación de datos y análisis estadísticos

Los datos hormonales se presentan como medias \pm EE. La concentración de LH, FSH y GH fueron analizadas de acuerdo a un diseño de medidas repetidas en el tiempo, usando el procedimiento REPEATED de SAS (SAS, 1987). La magnitud del incremento de LH, FSH y GH en respuesta Kisspeptina-10, fue determinada como el valor máximo (VMax) y en algunos casos como la concentración media. La relación entre las concentraciones séricas de leptina e IGF-1 al inicio de los tratamientos y la respuesta de LH, FSH y GH a Kisspeptina-10, fueron analizados mediante correlación lineal simple. Adicionalmente, mediante un diseño de medidas repetidas, se analizó el efecto de los tratamientos sobre la concentración del IGF-1 posKisspeptina-10 (experimento 2). Para el análisis de los datos y la comparación múltiple de medias, se uso el modelo lineal general y el método de media de cuadrados mínimos, respectivamente (SAS, 1987).

RESULTADOS

Experimento 1. Respuesta de LH, FSH y GH a dos dosis de Kisspeptina-10. La administración de 5 ó 50 μg de Kisspeptina-10/kg estimuló en todas las vaquillas la liberación de LH y FSH, pero solo en 40 % de ellas, ambas dosis estimularon la liberación de GH. La dosis alta de Kisspeptina-10 indujo un aumento aparente en la liberación de las gonadotropinas (Figura 1A,B), sin embargo no fue posible detectar estadísticamente una mayor magnitud en la respuesta

de LH y FSH ni de la GH ($p > 0.05$) atribuible a la dosis (Grafica 1D). Con relación a la asociación entre la respuesta de LH, FSH y GH con los indicadores somáticos evaluados, detectamos una correlación positiva ($p < 0.05$) del IGF-1, mas no de leptina, con las variaciones en la respuesta de LH ($R = 0.65$; $p < 0.05$) y FSH ($R = 0.73$; $p < 0.05$) a una aplicación de Kisspeptina-10, en la dosis de $5 \mu\text{g}/\text{kg}$; en cambio no se registró una correlación significativa ($p > 0.05$) con la dosis alta de Kisspeptina-10.

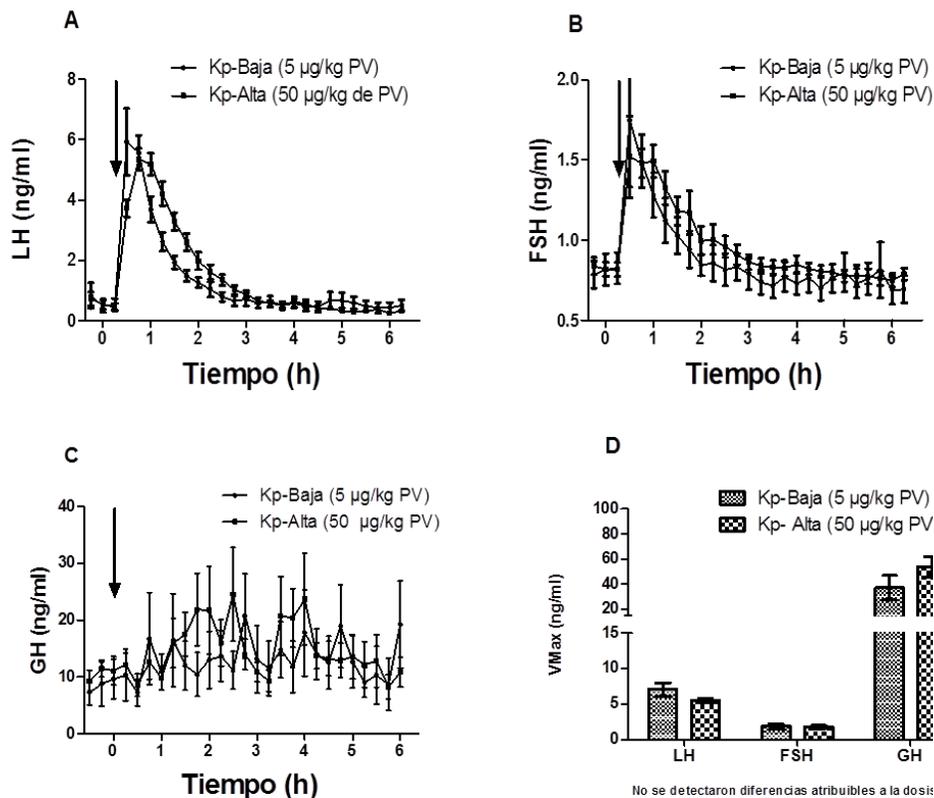


Figura 1. Perfil sérico de las concentraciones de las hormonas A: Luteinizante (LH), B: Folículo Estimulante (FSH), y C: del Crecimiento (GH); así como el valor máximo (VMax) del incremento de LH (D), en respuesta a una aplicación IV de Kisspeptina-10 en dosis de $5 \mu\text{g}$ o de $50 \mu\text{g}/\text{kg}$ de peso vivo, a vaquillas prepúberes de 7 a 11 meses de edad. Las muestras de sangre se colectaron cada 15 minutos. La flecha indica el momento de la aplicación del tratamiento. No se registraron diferencias entre dosis ($p < 0.05$).

Experimento 2. Administración de Kisspeptina-10 en forma repetida en la liberación de LH y la inducción de la ovulación

A diferencia de SSF, cada inyección de Kisspeptina-10 fue seguida de un incremento en la liberación de LH (Figura 2). En el periodo 1 de muestreo sanguíneo (0 a 6 h), la magnitud de la respuesta de LH a Kisspeptina-10 (Valor máximo= VMax) disminuyó progresivamente, sin embargo dicha respuesta fue similar en el periodo dos (24 a 30 h; Figura 2). A partir de este periodo, la respuesta de LH a Kisspeptina-10, presentó dimensiones similares a las de los pulsos endógenos observados en las vaquillas del grupo SSP ($p > 0.05$). Una vez retirados los tratamientos, las dimensiones de los pulsos fueron similares entre grupos ($p > 0.05$). El 28.5 % de las becerras tratadas con Kisspeptina-10 y ninguna becerro tratada con SSF, presentaron una

oleada preovulatoria de LH, seguida de un CL de corta duración (Cuadro2). En estas becerras, la concentración del IGF-1 fue mayor que en el resto (95 % de probabilidad; Figura 3B). Ninguna becerro presentó ciclicidad estral en los siguientes 63 días postratamiento, periodo en el cual el diámetro de los folículos dominantes fue similar entre grupo (Cuadro2). Durante el periodo experimental no se detectaron cambios en el IGF-1 asociados a los tratamientos ($p > 0.05$; datos no presentados).

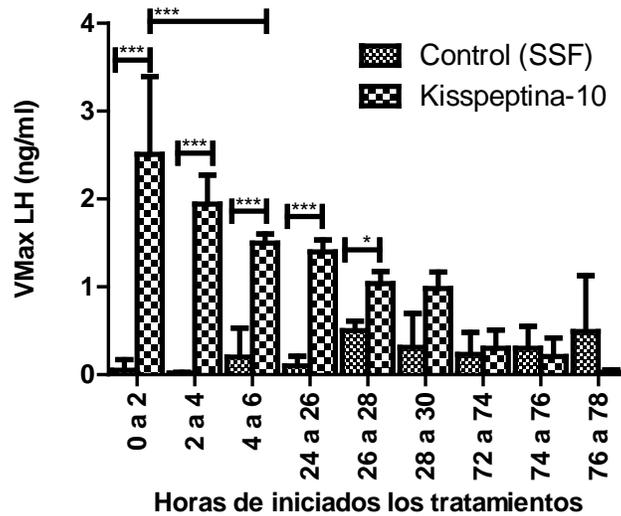


Figura 2. Valor máximo (VMax) del incremento de la Hormona Luteinizante (LH) en respuesta a una aplicación IV cada dos horas de Kisspeptina-10 (5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso vivo) o Solución Salina Fisiológica (SSF). Las muestras de sangre se tomaron cada 15 minutos a partir de cada inyección, durante dos horas después de cada aplicación. El período experimental tuvo una duración de tres días. *** $p < 0.01$; * $p < 0.05$.

Cuadro2. Proporción (%) de becerras que presentaron oleada preovulatoria de LH y formación de cuerpo lúteo (CL) en respuesta a la administración repetida de Kisspeptina-10 (5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso vivo) o solución salina fisiológica (SSF).

Tratamiento (Treatment)	Oleada de LH CL (LH Surge)	Diámetro del Folículo dominante (cm)* Dominant Follicle Diameter (cm)*
Kisspeptina-10	28 (2/7)**	1.02 \pm 0.11
SSF	0 (0/7)	1.05 \pm 0.16

**% (número de animales que presentaron un oleada de LH y CL/número de animales tratados).

* Promedio del diámetro máximo de los folículos dominantes presentes en las ondas de desarrollo folicular ovárico registradas en un periodo de 63 días posteriores al final de los tratamientos ($p > 0.05$); en ese periodo, tampoco se detectaron diferencias en el número y duración de las ondas de desarrollo folicular.

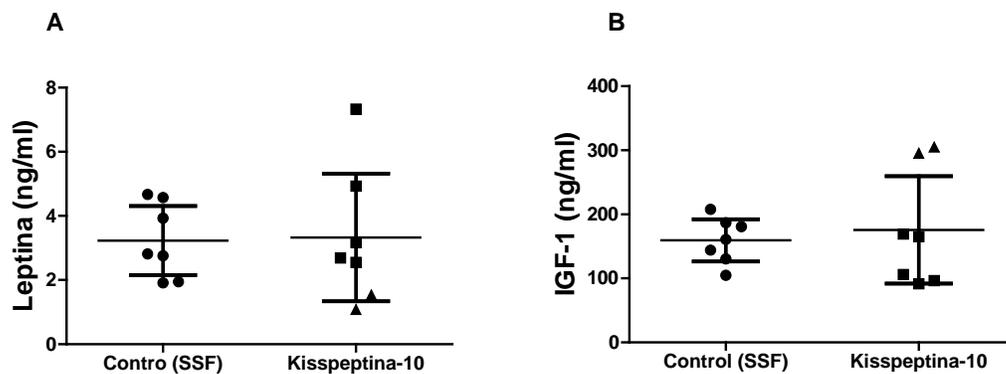


Figura 3. Media e intervalo de confianza (95%) de A: la concentración sérica de Leptina y B: Del Factor de Crecimiento Parecido a la Insulina-1 (IGF-1) antes de la aplicación IV de Kisspeptina-10 (5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de peso vivo) o de Solución Salina Fisiológica (SSF) a vaquillas prepuéres. \blacktriangle Representa los valores de las vaquillas que ovularon en respuesta a Kisspeptina-10. Cada punto (\blacksquare \bullet) representa el promedio de dos muestras sanguíneas tomadas 0 y 15 minutos antes de iniciados los tratamientos.

Experimento 3. Identificación de una dosis menor de Kisspeptina-10 a la convencional, capaz de estimular la liberación de LH. En todas las dosis evaluadas, cada inyección de Kisspeptina-10 evocó un aumento en la concentración de LH (concentración pre vs pos Kisspeptina-10; Figura 4A). La dosis más baja fue la que estimuló la menor liberación de LH ($p < 0.05$) y la magnitud de la respuesta a inyecciones sucesivas fue similar ($p > 0.05$). En el resto de las dosis, la respuesta de LH fue similar pero ésta disminuyó, con cada aplicación sucesiva ($p < 0.05$; Figura 4A,B).

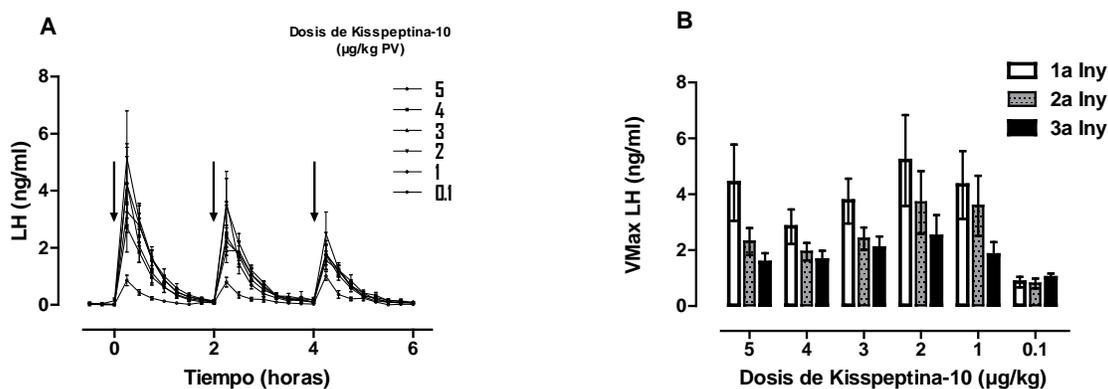


Figura 4. Perfil de A: Las concentraciones sanguíneas y B: Valor Máximo (VMax) de la Hormona Luteinizante (LH) en respuesta a diferentes dosis (0.1 a 5 $\mu\text{g}/\text{kg}$) de Kisspeptina-10, administradas repetidamente (tres veces cada dos horas). La flecha indica el momento de administración de la Kisspeptina-10. ANOVA para diseño de Cuadrado Latino con medidas repetidas; Dosis ($p < 0.05$); Periodo ($p < 0.05$); Interacción ($p > 0.05$).

Experimento 4. Administración de Kisspeptina-10 en forma de infusión en la liberación de LH y la inducción de la ovulación

La Kisspeptina-10 (dosis 0.1 y 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ de PV), no evocó cambio alguno en la liberación de LH (Figura 5A); por el contrario, la GnRH indujo un marcado aumento en la liberación de LH, pero luego de dicho incremento se observó una disminución hasta niveles similares al resto de los grupos experimentales. En un análisis más detallado, el número de pulsos de LH en las becerras tratadas con Kisspeptina-10 (dosis 0.1 y 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$ de PV) fue similar ($p > 0.05$) al de las becerras del grupo control (Figura 5B). Aún con el efecto de la GnRH en la liberación de la LH (Figura 5A), ninguno de los tratamientos alteró la actividad ovárica cíclica en los primeros 30 días postratamiento, ya que en ninguna de las becerras se presentó ovulación, CL o actividad estral. Además, el diámetro máximo de los folículos dominantes fue similar en todos los grupos ($p > 0.05$) durante los primeros seis días a partir del inicio de los tratamientos (Figura 6B). En la Figura 6A se presenta la concentración sanguínea del IGF-1 y leptina al inicio de los tratamientos; a diferencia del IGF-1, en las becerras del grupo Kiss-0.5, la concentración de leptina fue mayor que en resto de los grupos.

DISCUSIÓN

En el presente estudio generamos conocimientos relacionados con algunos factores que modulan la liberación de LH, FSH y GH en respuesta a un bolo IV de Kisspeptina-10; en particular demostramos que en becerras prepúberes, la dosis mínima de Kisspeptina-10 capaz de estimular la liberación de la LH, está por debajo de la comúnmente usada (5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV). Además se informa por vez primera en becerras prepúberes, el patrón de LH y la respuesta ovulatoria a un tratamiento de aplicaciones repetidas de Kisspeptina-10.

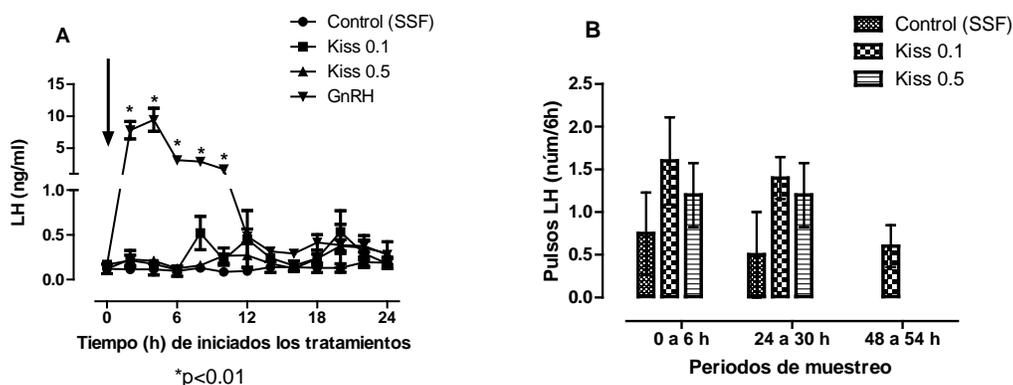


Figura 5. Perfil sanguíneo de A: Concentraciones de la Hormona Luteinizante (LH) y B: Número de pulsos de LH en becerras prepúberes tratadas por 48 h con Solución Salina Fisiológica (SSF), Kisspeptina-10 (0.1 ó 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$) u Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH: Gonadorelina, 5 $\mu\text{g}/\text{animal}/\text{h}$), mediante infusión continua (bomba osmótica ALZET 2ML1) durante dos días. La dosis de GnRH fue administrada mediante infusión + inyección a través de cánula IV cada hora. En A, el perfil de LH se construyó con valores de muestras de sangre tomadas cada dos h. Por no existir diferencias entre grupos en los días subsiguientes, sólo se presentan los datos del primer día de muestreo. En B, los datos provienen de un muestreo sanguíneo efectuado cada 15 minutos en los periodos ahí mencionados. Los datos relativos al grupo GnRH fueron eliminados de este análisis debido a que los pulsos fueron no distinguibles

por el masivo incremento de LH en respuesta a la GnRH exógena. La flecha indica el inicio de la infusión. * $p < 0.01$.

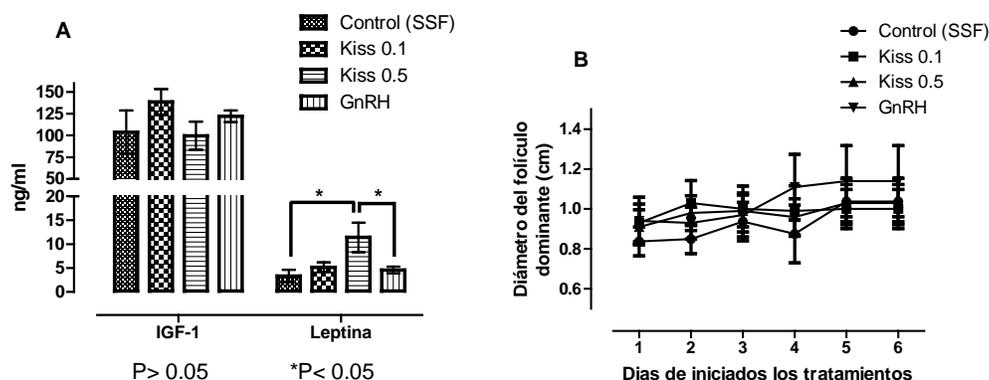


Figura 6. Concentración sérica del Factor de Crecimiento Parecido a la Insulina-1 (IGF-1) y Leptina (A) y diámetro del folículo ovárico dominante (B), durante los primeros seis días de iniciados los tratamientos con Solución Salina Fisiológica (SSF), Kisspeptina-10 (0.1 ó 0.5 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$) u Hormona Liberadora de Gonadotropinas (GnRH): Gonadorelina, 5 $\mu\text{g}/\text{animal}/\text{h}$). En A, las barras representan el promedio de dos muestras tomadas a las 0 y 15 minutos antes de aplicados los tratamientos.

A partir de un trabajo previo (Alamilla *et al.* 2010; 2011), concluimos que aparentemente existen agentes señalizadores que cambian con la edad, modificando la respuesta a Kisspeptina-10. Al respecto encontramos una mayor concentración de IGF-1 y de estradiol en el suero de las becerras de 11 m al compararse con las de cuatro m de edad, resultado opuesto a lo observado en leptina. Hay evidencias de que el IGF-1 actúa centralmente para estimular la secreción tanto de Kisspeptina (Hiney *et al.* 2009) como de GnRH (Divall *et al.* 2010) en el inicio de la pubertad, favoreciendo en las neuronas GnRH, un desarrollo del árbol dendrítico y estructuras sinápticas que incrementan la recepción de señales excitadoras e inhibitoras por parte de las neuronas involucradas (Divall *et al.* 2010). Es posible que tal acción promueva en las neuronas de GnRH un proceso de maduración que les permita responder con una mayor eficiencia a los efectos estimulatorios de la Kisspeptina-10. Si bien no se han detectado receptores $\text{ER}\alpha$ en las neuronas de GnRH (Kinoshita *et al.* 2005), se ha establecido que el estradiol regula de manera directa la expresión de las neuronas Kisspeptidérgicas en el inicio de la pubertad (Clarkson *et al.* 2009); sin embargo dicha función se ubica contracorriente con relación a los efectos estimulatorios de la Kisspeptina exógena, ya que la infusión de un anticuerpo monoclonal contra la Kisspeptina en el área preóptica cerebral, neutralizó la oleada preovulatoria de LH e interrumpió la ciclicidad estral en ratas (Kinoshita *et al.* 2005); además en borregas adultas ovariectomizadas, pretratadas con esteroides ováricos, una aplicación IV de Kisspeptina-10 redujo la respuesta de LH y de FSH (Arreguin-Arevalo *et al.* 2007); por lo que es posible que sea el IGF-1, más no el estradiol, quien esté potencializando las acciones de la Kisspeptina-10 en la liberación de la LH. El IGF-1 podría estar actuando, directa o indirectamente, en las neuronas productoras de GnRH y posiblemente en los gonadotropos. En el último caso, es factible la existencia de un efecto directo de la Kisspeptina-10 en la adenohipófisis, como lo proponen algunos autores (Gutiérrez-Pascual *et al.* 2007; Suzuki *et al.* 2008; Luque *et al.* 2011), quienes estimularon la liberación de LH al agregar Kisspeptina a medios de cultivo que contenía células hipofisiarias; sin embargo lo más probable

es que el efecto fisiológico principal de la Kisspeptina se deba a la acción directa de la GnRH sobre los gonadotropos, una vez que la liberación de esta hormona es inducida por la Kisspeptina-10, como lo proponen la mayoría de los autores conocedores del tema (Messenger *et al.* 2005; Arreguin-Arevalo *et al.* 2007; Smith *et al.* 2008b). En cualquiera de los casos señalados, el IGF-1 podría potenciar también los posibles efectos de la Kisspeptina a nivel de los gonadotropos, ya que existen evidencias provenientes de trabajos efectuados *in vitro* con células de la adenohipófisis de borregas (Adam *et al.* 2000) y de ratas (Soldani *et al.* 1994), en los que se registró un incremento en la liberación de LH, al adicionar IGF-1 al medio de cultivo. Por lo tanto, el IGF-1 puede ser propuesto como un indicador de un ambiente metabólico favorable para el inicio de la pubertad en becerras. Con relación a la leptina, Williams *et al.* (2002) describieron que antes de la primera ovulación de las vaquillas, el patrón de síntesis y secreción de leptina están relacionados positivamente con el peso corporal y con las concentraciones séricas de IGF-1. En la revisión citada, y en otro trabajo (García *et al.* 2002), se estableció la existencia de dicha relación, ya que se encontró que el peso corporal explica la mayor cantidad de la variación asociada con el tiempo de inicio de la pubertad y, que a su vez se correlaciona fuertemente con la leptina circulante ($r=0.85$). A pesar de esta información, se ha demostrado que la leptina exógena no es capaz de promover un aumento en la frecuencia de pulsos de LH en novillas prepúberes alimentadas normalmente, o con una dieta restringida en energía (Zieba *et al.* 2004), fenómeno que difiere de lo reportado en vacas, las cuales después de un período de ayuno de corta duración, respondieron a la leptina exógena con un incremento de la pulsatilidad de LH (Williams *et al.* 2002). Por lo tanto existe algún otro agente señalizador requerido para que la leptina ejerza una acción positiva en el eje gonadal, mismo que aparentemente está presente en hembras bovinas maduras y no en las prepúberes. Tanto Zieba *et al.* (2004) como Williams *et al.* (2002) proponen que la leptina es una hormona permisiva del inicio de la pubertad. Nuestros resultados y los de Alamilla *et al.* (2011) corroboran el concepto propuesto por los anteriores autores, y nos permiten sugerir que una vez que la leptina alcanza una concentración umbral, requiere de otro agente, el cual puede ser el IGF-1, mismo que aumenta en sangre al continuar el desarrollo de las vaquillas prepúberes y con ello señala al hipotálamo, quien responde con un aumento en la frecuencia pulsátil de la Kisspeptina, de la GnRH y consecuentemente de las gonadotropinas hipofisarias, resultando en el desencadenamiento de la pubertad.

Ahora bien, tanto en el experimento de Alamilla *et al.* (2010; 2011) como en nuestro primer trabajo, varias de las vaquillas fallaron en responder con un incremento de GH al estímulo representado por la Kisspeptina-10 exógena, lo cual es sugerente de que la actividad del eje somatotrópico es regulada predominantemente por factores independientes a la Kisspeptina que ejercen una mayor influencia en su funcionamiento. El hecho de que la respuesta de GH, LH y FSH no aumentó al incrementar la dosis de Kisspeptina-10 de 5 a 50 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV, nos permite rechazar la hipótesis de que una dosis mayor a la hasta ahora usada en vaquillas prepúberes estimula los ejes gonadotrópico y somatotrópico.

La administración repetida de Kisspeptina-10 indujo incrementos de LH, los cuales disminuyeron en magnitud con cada inyección sucesiva a tal punto, que llegaron a ser similares en amplitud y duración a los pulso endógenos del grupo control. Este patrón pulsátil establecido por la Kisspeptina exógena permitió que dos de siete becerras presentaran una oleada preovulatoria de LH que fue seguida por la formación de un cuerpo lúteo. Esta respuesta es semejante a la registrada en becerras de 5 (McLeod *et al.* 1985: 25 %) y 12 a 14 (Skaggs *et al.* 1986: 33 %) m de edad tratadas con GnRH en similar frecuencia y duración que nuestro tratamientos de Kisspeptina-10. Aun así, dichos resultados obtenidos en hembras bovinas prepúberes, se encuentran muy por debajo de los obtenidos en corderas cercanas a la pubertad

tratadas con Kisspeptina-10 (67%; Redmond *et al.* 2011) o con GnRH (100%; Pirl & Adams 1987). En conjunto, estos datos permiten sugerir que bajo condiciones fisiológicas similares, la Kisspeptina y la GnRH administradas repetidamente podrían tener la misma capacidad de inducir la ovulación y que ambos decapeptidos son capaces de inducir una respuesta ovulatoria que es modulada por el desarrollo corporal. Lo anterior es apoyado por la observación realizada en este trabajo de que las becerras que ovularon presentaron una mayor concentración sanguínea del IGF-1 al inicio del tratamiento con Kisspeptina-10, pero no de leptina, que las becerras no ovulatorias. Incluso las vaquillas con leptina sérica elevada (Figura 3A) no ovularon al ser tratada con Kisspeptina-10. Con base en estos resultados, proponemos que la dosis de Kisspeptina-10 administrada aquí en forma repetida, podría bloquear el eje gonadal en las vaquillas con un limitado desarrollo somático y que el eje gonadotrópico podría ser sensible a dosis menores a la empleada en este experimento.

Una interpretación de los resultados del tercer experimento aquí documentado, es que en becerras prepúberes relativamente distantes del inicio de la pubertad, la sensibilidad del eje gonadotrópico a la Kisspeptina-10, en lo que se refiere al menos a la liberación de LH, se encuentra dentro de un rango 50 veces menor a la dosis comúnmente usada (5 $\mu\text{g}/\text{kg}$ de PV de Kisspeptina-10; Kadokawa *et al.*, 2008; Ezzat *et al.*, 2009; Alamilla *et al.* 2010; 2011). Lo anterior podría representar un avance hacia la identificación de una dosis adecuada para inducir de manera adelantada, mediante la infusión continua con bombas osmóticas desechables, la pubertad en hembras bovinas de sistemas tropicales de producción, ya que éstos se caracterizan por una edad tardía a la pubertad de sus animales de reemplazo (Abeygunawardena & Dematawewa 2004). Siguiendo esta línea de pensamiento, observamos que la dosis inferior de Kisspeptina evaluada (0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$) evocó una respuesta de similar magnitud en las tres aplicaciones sucesivas, pero las respuestas fueron inferiores a las inducidas por las demás dosis; por el contrario la dosis ascendente siguiente (1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$), promovió respuestas comparables a las de las dosis mayores, pero con cada aplicación disminuyó la magnitud de respuesta. Nuestra interpretación de esos datos fue que con una dosis de Kisspeptina -10 situada entre 1 y 0.1 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{h}$, sería factible inducir una oleada preovulatoria de LH, la ovulación y el desarrollo de un CL funcional en vaquillas prepúberes. Sin embargo, nada de esto sucedió, ya que la Kisspeptina-10 aplicada en dichas dosis mediante infusión continua, no indujo el menor aumento de LH y no promovió la ovulación en ninguna vaquilla. La ausencia de un efecto en la LH es sugerente de que las dosis empleadas fueron insuficientes para modificar la secreción de la LH. Nuestros resultados difieren de los obtenidos en borregas adultas en anestro estacional (Caraty *et al.* 2007; Sébert *et al.* 2010), en las que un elevado porcentaje de animales fueron inducidas a ovular cuando se les administró Kisspeptina-10 durante 30 a 48 h. Las evidencias generadas en borregas adultas sustentan la propuesta de que la Kisspeptina-10 administrada en nuestro estudio en forma de infusión continua fue insuficiente para inducir la ovulación, ya que en esos trabajos la Kisspeptina indujo un marcado incremento de LH que eventualmente descendió, aparentemente por un efecto de insensibilidad del eje gonadotrópico. El citado aumento de LH, no obstante del posterior bloqueo del eje, fue suficiente para inducir la ovulación en la mayoría de las ovejas. Así mismo, la infusión continua de GnRH aplicada en nuestra investigación, a pesar de que no indujo la ovulación, evocó un aumento significativo y temporal (aproximadamente de 10 h) de LH, seguido de un descenso de los niveles de dicha hormona similares a sus concentraciones basales. Consecuentemente, las dosis empleadas en forma de infusión fueron aparentemente insuficientes para evocar una respuesta de LH y será necesario evaluar otras dosis de Kisspeptina que, mediante infusión continua, evoquen los fenómenos fisiológicos que dirigen hacia el inicio de la pubertad. Solamente entonces, será factible el desarrollo de una herramienta útil para optimizar la

reproducción en hembras rumiantes prepúberes. Otro concepto por considerar con relación a este tema, se refiere a observaciones efectuadas en ratas, modelo animal en el que existe una menor sensibilidad hacia la Kisspeptina en las hembras prepúberes, con respecto a las que están en el proceso de transición hacia la pubertad (Castellano *et al.* 2006), o en comparación con hembras adultas (Han *et al.* 2005). Dicho concepto ha sido apoyado por estudios realizados con hembras bovinas sometidas a tratamientos con GnRH. Por ejemplo, un patrón similar al registrado en nuestro estudio de liberación de LH y la ausencia de ovulación ocurrió en respuesta a la infusión de 5 µg/h de un análogo de GnRH en vaquillas de 7 a 8 meses de edad, tratadas por 12 d (Grasselli *et al.* 1993); en cambio la infusión con bomba osmótica del decapeptido GnRH (1.25 µg/h/72 h) en vaquillas de 12 a 14 m (Skaggs *et al.* 1986), o de 9 m de edad (Dodson *et al.* 1990), de similar dosis por 14 d, indujo un aumento de LH que perduró entre 1 y 2 d, e indujo la ovulación en 45 y 20 % de los animales, respectivamente. Sin embargo, en un estudio efectuado con vacas lecheras (Whitlock *et al.* 2011), una sola aplicación IV de Kisspeptina-10 aplicada en dosis similares a la empleadas en nuestro primer experimento, indujo un aumento de LH similar al observado por nosotros en vaquillas prepúberes. Consecuentemente el concepto desarrollado en ratas, parece ser sostenido en cuanto a la mayor sensibilidad del eje gonadal a la influencia de agentes secretagogos de la LH, al aumentar el grado de desarrollo de las vaquillas, más no con respecto a la diferencia de sensibilidad entre hembras bovinas prepúberes y adultas. Por tanto, para lograr un formato útil de aplicación de la Kisspeptina extensivo, o exclusivo para las hembras bovinas adultas, es indispensable diseñar trabajos orientados a verificar la sensibilidad de vaquillas y vacas a la Kisspeptina.

Si bien, basados en los trabajos realizados en ovejas maduras (Caraty *et al.* 2007; Sébert *et al.* 2010), pareciera que la Kisspeptina representa una excelente opción para inducir ovulaciones fuera de la estación reproductiva, aún queda pendiente el desarrollo de productos comerciales y la verificación de que la ovulación inducida por Kisspeptina no es un fenómeno aislado, sino que después de ella continúan ciclando las ovejas regularmente a lo largo de la estación no-reproductiva. Por lo antes señalado, concluimos con base en nuestros estudios y los de otros autores, que el uso potencial de la Kisspeptina en hembras bovinas luce promisorio, sin embargo en esta especie el camino hacia el desarrollo de productos capaces de resolver alguno de los problemas reproductivos que limitan la productividad de vaquillas y vacas, se encuentra a mayor distancia que en el caso de los ovinos, donde el uso de la Kisspeptina a nivel de granja se vislumbra más cercano.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue apoyada parcialmente por: Macroproyecto 7.03.02 de SDEI-UAIFE-UNAM: PRODUCTIVIDAD SOSTENIBLE DE LOS HATOS DE CRÍA EN PASTOREO “Inducción precoz de la pubertad en vaquillas como base de la eficiencia reproductiva de los hatos de cría”. DGAPA-PAPIIT- IN205510- UNAM: “Participación de la Kisspeptina en el inicio de la pubertad en vaquillas”. Fondos fiscales INIFAP 2012: “Efectos de la Kisspeptina en la inducción temprana de la ciclicidad estral en becerras prepúberes y en vacas en anestro posparto de trópico (Núm SINASO 18341619576)”. Se agradece el apoyo técnico a: Dr. Terry Nett (Department of Biomedical Sciences, Animal Reproduction and Biotechnology Laboratory, Colorado State University, Fort Collins, CO, USA), Gerardo Perera Marín y Clara Murcia (FMVZ-UNAM), Jorge Rosete Fernández (INIFAP). También se agradece al CONACyT y al INIFAP por los apoyos económicos proporcionados al primer autor para sus estudios de Doctorado.

REFERENCIAS

- Abeygunawardena H, Dematawewa CMB (2004) Pre-pubertal and postpartum anestrus in tropical Zebu cattle. *Animal Reproduction Science* 82–83: 373–387.
- Adachi S, Yamada S, Takatsu Y, Matsui H, Kinoshita M, Takase K, Sugiura H, Ohtaki T, Matsumoto H, Uenoyama Y *et al* (2007). Involvement of anteroventral periventricular Metastin/Kisspeptin neurons in estrogen positive feedback action on Luteinizing Hormone release in female rats. *Journal of Reproduction and Development* 53:367–378.
- Adam CL, Gadd TS, Findlay PA, Wathes DC (2000) IGF-1 stimulation of luteinizing hormone secretion, IGF-binding proteins (IGFBPs) and expression of mRNAs for IGFs, IGF receptors and IGFBPs in the ovine pituitary gland. *Journal of Endocrinology* 166:247–254.
- Alamilla RM, Rosete FVJ, Calderón RRC, Rodríguez HK, Vera AHR, Gutiérrez ACG, Villagómez AME, Villa-Godoy A (2010) Efecto de la edad de becerras prepúberes en la respuesta de LH a una aplicación de Kisspeptina. *Memorias XLVI RNIP 2010*. San Francisco de Campeche, Camp. Méx. 128 pp.
- Alamilla RM, Rosete FVJ, Calderón RRC, Rodríguez HK, Vera AHR, Gutiérrez ACG, Villagómez AME, Arreguín AJA, Villa GA (2011) Respuesta de LH, FSH Y GH a una aplicación de Kisspeptina y su asociación con IGF1, Leptina y Estradiol en becerras prepúberes. *Memorias XLVII RNIP 2011*. León, Gto. Méx. 86 pp.
- Armstrong J D, Stanko RL, Cohick WS, Simpson RB, Harvey RW, Huff BG, Clemmons DR, Whitacre MD, Campbell RM, Heimer EP (1992). Endocrine events prior to puberty in heifers: role of somatotropin, insulin-like growth factor- I and insulin-like growth factor binding proteins. *Journal of Physiology and Pharmacology* 43:179–193.
- Arreguin-Arevalo JA, Lents CA, Farmieri TA, Nett TM, Clay CM (2007) KiSS-1 peptide induces release of LH by a direct effect on the hypothalamus of ovariectomized ewes. *Animal Reproduction Science* 10:265-275.
- Caraty A, Smith JT, Lomet D, Ben Said S, Morrissey A, Cognie J, Doughton B, Baril G, Briant C, Clarke IJ (2007) Kisspeptin synchronizes preovulatory surges in cyclical ewes and causes ovulation in seasonally acyclic ewes. *Endocrinology* 148:5258–5267.
- Castellano J, Navarro V, Fernandez-Fernandez R, Nogueiras R, Tovar S, Roa J, Vazquez M, Vigo E, Casanueva F, Aguilar E (2005) Changes in hypothalamic KiSS-1 system and restoration of pubertal activation of the reproductive axis by Kisspeptin in undernutrition. *Endocrinology* 146:3917-3925.
- Castellano JM, Bentsen AH, Sánchez-Garrido MA, Ruiz-Pino F, Romero M, Garcia-Galiano D, Aguilar E, Pinilla L, Diéguez C, Mikkelsen JD, Tena-Sempere M (2011) Early metabolic programming of puberty onset: impact of changes in postnatal feeding and rearing conditions on the timing of puberty and development of the hypothalamic kisspeptin system. *Endocrinology* 152:3396–3408.
- Castellano JM, Navarro VM, Fernández-Fernández R, Castaño JP, Malagón MM, Aguilar E, Dieguez C, Magni P Pinilla L, Tena-Sempere M (2006) Ontogeny and mechanisms of action for the stimulatory effect of kisspeptin on gonadotropin-releasing hormone system of the rat. *Molecular and Cellular Endocrinology* 257:75–83.
- Clarkson J, Chin Boon W, Simpson ER, Herbison AE (2009) Postnatal Development of an Estradiol-Kisspeptin Positive Feedback Mechanism Implicated in Puberty Onset. *Endocrinology* 150:3214–3220.

- Delavaud C, Ferlay A, Faulconnier Y, Bocquier F, Kann G, Chilliard Y (2002) Plasma leptin concentration in adult cattle: effects of breed, adiposity, feeding level, and meal intake. *Journal of Animal Science* 80:1317-1328.
- DiVall SA, Williams TR, Carver SE, Koch L, Brüning JC, Kahn R, Wondisford F, Radovick S, Wolfe A (2010) Divergent roles of growth factors in the GnRH regulation of puberty in mice. *The Journal of Clinical Investigation* 120:2900-2909.
- Desroziers E, Mikkelsen JD, Duittoz A, Franceschini I (2012) Kisspeptin-immunoreactivity changes in a sex- and hypothalamic-region-specific manner across rat postnatal development. *Journal of Neuroendocrinology* 24:1154–1165.
- Dodson SE, McLeod BJ, Lamming GE, Peters AR (1990) Ovulatory responses to continuous administration of GnRH in nine-month-old prepubertal beef heifers. *Animal Reproduction Science* 22:271-280.
- Etherton TD (2004) Somatotropic function: the somatomedin hypothesis revisited. *Journal of Animal Science* 82:239-244.
- Ezzat AA, Saito H, Sawada T, Yaegashi T, Goto Y, Nakajima Y, Jin J, Yamashita T, Sawai K, Hashizume T (2010) The role of sexual steroid hormones in the direct stimulation by Kisspeptin-10 of the secretion of Luteinizing Hormone, Follicle-Stimulating Hormone and Prolactin from bovine anterior pituitary cells. *Animal Reproduction Science* 121:267–272.
- Ezzat AA, Saito H, Sawada T, Yaegashi T, Jin J, Sawai K, Yamashita T, Hashizume T (2011) Sex steroid hormones do not enhance the direct stimulatory effect of Kisspeptin-10 on the secretion of Growth Hormone from bovine anterior pituitary cells. *Animal Science Journal* 82:73–77.
- Ezzat AA, Saito H, Sawada T, Yaegashi T, Yamashita T, Hirata T-I, Sawai K, Hashizume T (2009) Characteristics of the stimulatory effect of Kisspeptin-10 on the secretion of Luteinizing Hormone, Follicle-Stimulating Hormone and Growth Hormone in prepubertal male and female cattle. *Journal of Reproduction and Development* 55:650-654.
- García E (1988). *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen*. 4th Edn., Instituto de Geografía, UNAM, Mexico, 194.
- Garcia MR, Amstalden M, Williams SW, Stanko RL, Morrison CD, Keisler DH, Nizielski SE, Williams GL (2002) Serum leptin and its adipose gene expression during pubertal development, the estrous cycle, and different seasons in cattle. *Journal of Animal Science* 80:2158-2167.
- Grasselli F, Baratta M, Tamanini C (1993) Effects of a GnRH analogue (buserelin) infused via osmotic minipumps on pituitary and ovarian activity of prepubertal heifers. *Animal Reproduction Science* 32:153-161.
- Gutierrez-Pascual E, Martinez-Fuentes AJ, Pinilla L, Tena-Sempere M, Malagon MM, Castano JP (2007) Direct pituitary effects of kisspeptin: activation of gonadotrophs and somatotrophs and stimulation of luteinising hormone and growth hormone secretion. *Journal of Neuroendocrinology* 19:521–530.
- Han SK, Gottsch ML, Lee KJ, Popa SM, Smith JT, Jakawich SK, Clifton DK, Steiner RA, Herbison AE (2005) Activation of gonadotropin-releasing hormone neurons by Kisspeptin as a neuroendocrine switch for the onset of puberty. *The Journal of Neuroscience* 25:11349 –11356.
- Hiney JK, Srivastava VK, Pine MD & Dees WL (2009) Insulin-like growth factor-I activates KiSS-1 gene expression in the brain of the prepubertal female rat. *Endocrinology* 150:376–384.

- Kadokawa H, Matsui M, Hayashi K, Matsunaga N, Kawashima C, Shimizu T, Kida K, Miyamoto A (2008a) Peripheral administration of kisspeptin-10 increases plasma concentrations of GH as well as LH in prepubertal Holstein heifers. *Journal of Endocrinology* 196:331-334.
- Kadokawa H, Suzuki S, Hashizume T (2008b) Kisspeptin-10 stimulates the secretion of Growth Hormone and Prolactin directly from cultured bovine anterior pituitary cells. *Animal Reproduction Science* 105:404-408
- Kinoshita M, Tsukamura H, Adachi S, Matsui H, Uenoyama Y, Iwata K, Yamada S, Inoue K, Ohtaki T, Matsumoto H, Maeda KI (2005) Involvement of central Metastin in the regulation of preovulatory luteinizing hormone surge and estrous cyclicity in female rats. *Endocrinology* 146:4431-4436.
- L'Hermite M, Niswender GD, Reichert Jr LE, Midgley Jr AR (1972) Serum follicle-stimulating hormone in sheep as measured by radioimmunoassay. *Biology of Reproduction* 6:325-332.
- Luque RM, Cordoba-Chacon J, Gahete MD, Navarro MN, Tena-Sempere M, Kineman RD, Castaño JD (2011) Kisspeptin regulates gonadotroph and somatotroph function in nonhuman primate pituitary via common and distinct signaling mechanisms. *Endocrinology* 152:957-966.
- Luque RM, Kineman RD, Tena-Sempere M (2007) Regulation of hypothalamic expression of Kiss-1 and GPR54 genes by metabolic factors: analyses using mouse models and a cell line. *Endocrinology* 148:4601-4611.
- Mason AO, Greives TJ, Scotti MAL, Levine J, Frommeyer S, Ketterson ED, Demas GE, Kriegsfeld LJ (2007) Suppression of Kisspeptin expression and gonadotropic axis sensitivity following exposure to inhibitory day lengths in female Siberian hamsters. *Hormones and Behavior* 52:492-498.
- McLeod BJ, Peters AR, Haresign W, Lamming GE (1985) Plasma LH and FSH responses and ovarian activity in prepubertal heifers treated with repeated injections of low doses of GnRH for 72 h. *Journal of Reproduction and Fertility* 74: 589-595.
- Messenger S, Chatzidaki EE, Ma D, Hendrick AG, Zahn D, Dixon J, Thresher RR, Malinge I, Lomet D, Carlton MBL, *et al.* (2005) Kisspeptin directly stimulates Gonadotropin-Releasing Hormone release via G protein-coupled receptor 54. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 102:1761-1766.
- Navarro VM, Fernández-Fernández R, Castellano JM, Roa J, Mayen A, Barreiro ML, Gaytan F, Aguilar E, Pinilla L, Dieguez, Tena-Sempere M (2004) Advanced vaginal opening and precocious activation of the reproductive axis by KiSS-1 peptide, the endogenous ligand of GPR54. *Journal of Physiology* 561:379-386.
- Niswender GD, Reichert Jr LE, Midgley Jr AR, Nalbandov AV (1969) Radioimmunoassay for bovine and ovine luteinizing hormone. *Endocrinology* 84:1166-1173.
- Perera-Marín G, Murcia C, Rojas R, Hernández-Cerón J, González-Padilla E (2005) Pattern of circulating luteinizing hormone isoforms during the estrous and luteal phases in Holstein heifers. *Animal Reproduction Science* 86: 53-69.
- Pineda R, Garcia-Galiano D, Roseweir A, Romero M, Sanchez-Garrido MA, Ruiz-Pino F, Morgan K, Pinilla L, Millar RP, Tena-Sempere M (2010) Critical roles of Kisspeptins in female puberty and preovulatory gonadotropin surges as revealed by a novel antagonist. *Endocrinology* 151:722-730.

- Pinilla L, Aguilar E, Dieguez C, Millar RP & Tena-Sempere M (2012) Kisspeptins and Reproduction: Physiological roles and regulatory mechanisms. *Physiology Reviews* 92:1235-1316.
- Pirl KG, Adams TE (1987) Induction of precocious puberty in ewe lambs by pulsatile administration of GnRH. *Journal of Reproduction and Fertility* 80:355-359.
- Powell M, Keisler DH (1995) A potential strategy for decreasing milk production in the ewe at weaning using a growth hormone release blocker. *Journal of Animal Science* 73:1901–1905.
- Redmond JS, Baez-Sandoval GM, Spell KM, Spencer TE, Lents CA, Williams GL, Amstalden M (2011a). Developmental changes in hypothalamic Kiss1 expression during activation of the pulsatile release of Luteinising Hormone in maturing ewe lambs. *Journal of Neuroendocrinology* 23:815–822.
- Redmond RS, Macedo GG, Velez IC, Caraty A, Williams GL, Amstalden M (2011b) Kisspeptin activates the hypothalamic–adenohypophyseal–gonadal axis in prepubertal ewe lambs. *Reproduction* 141:541–548.
- Roa J, Vigo E, Castellano JM, Navarro VM, Fernández-Fernández R, Casanueva FF, Dieguez C, Aguilar E, Pinilla L, Tena-Sempere M (2006) Hypothalamic expression of Kiss-1 system and gonadotropin-releasing effects of Kisspeptin in different reproductive states of the female rat. *Endocrinology* 147:2864-2878.
- Roa J, Aguilar E, Dieguez C, Pinilla L, Tena-Sempere M (2008a) New frontiers in kisspeptin/GPR54 physiology as fundamental gatekeepers of reproductive function. *Frontiers in Neuroendocrinology* 29:48–69.
- Roa J, Vigo E, García-Galiano D, Castellano JM, Navarro VM, Pineda R, Diéguez D, Aguilar E, Pinilla L, Tena-Sempere M (2008b) Desensitization of gonadotropin responses to Kisspeptin in the female rat: analyses of LH and FSH secretion at different developmental and metabolic states. *American Journal of Physiology Endocrinology and Metabolism* 294:1088–1096.
- SAS (1987) SAS User's Guide, S.C. Statistical Analysis System Institute Inc., NC.
- Sébert ME, Lomet D, Ben Saïd S, Monget P, Briant C, Scaramuzzi RJ, Caraty A (2010) Insights into the mechanism by which Kisspeptin stimulates a preovulatory LH surge and ovulation in seasonally acyclic ewes: potential role of estradiol. *Domestic Animal Endocrinology* 38:289–298.
- Seminara SB, Messenger S, Chatzidaki EE, Thresher RR, Acierno JS, Shagoury JK, *et al.* 2003 The GPR54 gene as a regulator of puberty. *The New England Journal of Medicine* 349:1614-1627.
- Skaggs CL, Able BV, Stevenson JS (1986) Pulsatile or continuous infusion of luteinizing hormone-releasing hormone and hormonal concentrations in prepubertal beef heifers. *Journal of Animal Science* 62:1034-1048.
- Smith JT, Coolen LM, Kriegsfeld LJ, Sari IP, Jaafarzadehshirazi MR, Maltby M, Bateman K, Goodman RL, Tilbrook AJ, Ubuka T, Bentley GE, Clarke IJ, Lehman MN (2008a). Variation in Kisspeptin and RFamide-Related Peptide (RFRP) expression and terminal connections to Gonadotropin-Releasing Hormone neurons in the brain: A novel medium for seasonal breeding in the sheep. *Endocrinology* 149(11):5770–5782.
- Smith JT, Rao A, Pereira A, Caraty A, Millar RP, Clarke IJ (2008b) Kisspeptin is present in ovine hypophysial portal blood but does not increase during the preovulatory Luteinizing Hormone surge: Evidence that gonadotropes are not direct targets of Kisspeptin in vivo. *Endocrinology* 149:1951–1959.

- Smith JT, Saleh SNH, Clarke LJ (2009) Seasonal and cyclical change in the luteinizing hormone response to Kisspeptin in the ewe. *Neuroendocrinology* 90:283-291.
- Soldani R, Cagnacci A, Yen SSC (1994) Insulin, insulin-like growth factor I (IGF-I) and IGF-II enhance basal and gonadotrophin-releasing hormone-stimulated luteinizing hormone release from rat anterior pituitary cells in vitro. *European Journal of Endocrinology* 131:641-645.
- Suzuki S, Kadokawa H, Hashizume T (2008) Direct Kisspeptin-10 stimulation on Luteinizing Hormone secretion from bovine and porcine anterior pituitary cells. *Animal Reproduction Science* 103:360-365.
- Tena-Sempere M (2006) GPR54 and Kisspeptin in reproduction. *Human Reproduction Update* 12(5):631-639.
- Velazquez MA, Spicer LJ, Wathes DC (2008) The role of endocrine insulin-like growth factor-I (IGF-1) in female bovine reproduction. *Domestic Animal Endocrinology* 35:325-342.
- Whitlock BK, Daniel JL, Wilborn RR, Maxwell HS, Steele BP & Sartin JL (2011) Effect of Kisspeptin on Regulation of Growth Hormone and Luteinizing Hormone in Lactating Dairy Cows. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 2:131-140.
- Whitlock BK, Daniel JA, Wilborn RR, Maxwell HS, Steele BP, Sartin JL (2010) Interaction of Kisspeptin and the somatotrophic axis. *Neuroendocrinology* 92:178-88.
- Whitlock BK, Daniel JA, Wilborn RR, Rodning SP, Maxwell HS, Steele BP, Sartin JL (2008) Interaction of Estrogen and Progesterone on Kisspeptin-10-stimulated Luteinizing Hormone and Growth Hormone in ovariectomized cows. *Neuroendocrinology* 88:212-215.
- Williams GL, Amstalden M, Garcia MR, Stanko RL, Nizielski SE, Morrison CD, Keisler DH (2002) Leptin and its role in the central regulation of reproduction in cattle. *Domestic Animal Endocrinology* 23:339-349.
- Zieba DA, Amstalden M, Morton S, Maciel MN, Keisler DH, Williams GL (2004) Regulatory roles of leptin at the hypothalamic-hypophyseal axis before and after sexual maturation in cattle. *Biology of reproduction* 71: 804-812 (2004).

EXPOSICIÓN A UN FOTOPERÍODO DE 16 HORAS LUZ POR 60 DÍAS DURANTE DOS ETAPAS DEL CRECIMIENTO DE VAQUILLAS HOLSTEIN MANTENIDAS EN UN ÁREA SUBTROPICAL: EFECTOS SOBRE EL DESARROLLO Y LA EDAD A PRIMER ESTRO

EXPOSURE TO A 16 HOURS LIGHT PHOTOPERIOD DURING TWO STAGES OF GROWTH IN HOLSTEIN HEIFERS MAINTAINED IN A SUBTROPICAL AREA: EFFECTS ON DEVELOPMENT AND AGE AT FIRST ESTRUS

N. Valenzuela-Jiménez, K. Rodríguez-Hernández, A. Villa-Godoy*

*(NVJ) (AVG) Departamento de Fisiología y Farmacología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México, Ciudad Universitaria. 04510. (KRH) Campo Experimental La Laguna, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias
(AVG) aavillagodoy@gmail.com*

RESUMEN

Para determinar el efecto de 16 h luz durante la lactancia (LAC) y/o la etapa prepuberal (PP) sobre el desarrollo, 325 becerras fueron distribuidas a dos tratamientos: Dieciséis h luz (L16) y fotoperíodo natural (LNAT). A los siete meses de edad, 198 de esos animales se asignaron a los tratamientos de luz. Se registró peso (PC, kg), altura (AC, cm), grasa dorsal (GG, cm) y profundidad del *Longissimus dorsi* (PLD, cm); adicionalmente en vaquillas se midió área pélvica (AP, cm²), condición corporal (CC), edad al primer estro, profundidad (PGM, cm) y anchura (AGM, cm) de la glándula mamaria. El análisis estadístico fue por ANDEVA para factoriales 2×2. Al final de LAC, GG fue menor y PLD fue mayor en L16 vs LNAT, pero a los siete meses las diferencias no permanecieron. Al final de PP, las vaquillas L16 tuvieron más peso (260±3 vs 250±3), AP (166±1.2 vs 153±1.2), PLD (3.18±0.04 vs 2.90±0.04) y AGM (2.41±0.02 vs 2.21±0.02), pero menos GG (0.114±0.003 vs 0.139±0.003) que las de LNAT. Más vaquillas L16 (67 %) presentaron estro que LNAT (38 %) y la edad al primer estro fue menor en L16 (278±2 vs 288±2 días). La exposición a L16 durante LAC promueve un crecimiento magro cuyos efectos son temporales. Durante PP, L16 indujo un crecimiento magro, mayor pelvis y glándula mamaria. Proponemos que vaquillas PP expuestas a L16 por 60 días tienen mayor potencial productivo y menor riesgo de distocia que las de LNAT.

Palabras Clave: Fotoperíodo, desarrollo, vaquillas, estro, área subtropical

ABSTRACT

To determine effects of 16 h light in pre-weaned heifer calves (LAC) and/or prepubertal heifers (PP) on development, 325 calves were assigned to: Photoperiod of 16 h light (L16), and natural photoperiod (LNAT). At seven months of age, 198 animals were randomized to the light treatments. We recorded body weight (PC, kg), height (AC, cm), back fat depth (GG, cm) and *Longissimus dorsi* depth (PLD, cm); additionally in heifers we measured pelvic area (AP, cm²), body condition (CC), age at first estrus, depth (PGM, cm) and width (AGM, cm) of mammary gland. Statistical analysis was by ANOVA for 2X2 factorial designs. At the end of LAC, GG was lower and PLD was higher in L16 than LNAT but those differences were not detectable at seven months of age. At the end of PP, L16 heifers were heavier (260±3 vs 250±3) and had more

muscle (3.18 ± 0.04 vs 2.90 ± 0.04), AP (166 ± 1.2 vs 153 ± 1.2) and AGM (2.41 ± 0.02 vs 2.21 ± 0.02) but less GG (0.114 ± 0.003 vs 0.139 ± 0.003) than LNAT. More L16 animals displayed estrus (67 % vs 38 %), and had a lower first estrus age (278 ± 2 vs 288 ± 2 days) than LNAT. Thus, L16 exposure during LAC promotes lean growth which is not permanent. During PP, L16 induced lean growth, larger pelvic and mammary glands area. We propose that exposure to 16L for 60 days during PP promotes development of heifers with a higher productive potential and lower dystocia risk.

Key words: Photoperiod, development, heifers, estrus, subtropical area.

INTRODUCCIÓN

Un proceso muy importante dentro de los sistemas de producción de leche es la generación de vaquillas de remplazo, lo cual representa el segundo mayor gasto económico, solo por debajo de los costos de alimentación de las vacas en producción (Heinrichs 1993; Vandehaar 2001); sin embargo, en nuestro país una baja proporción de las empresas lecheras cuenta con sistemas de cría eficientes, lo que conduce a una fuerte dependencia de una fuente externa de vaquillas de remplazo (González 2007). La crianza de vaquillas desde el destete al parto implica una apropiada planificación en cuanto a la sanidad, prevención de enfermedades, nutrición y manejo; cuando estos aspectos son cubiertos adecuadamente, se producen animales sanos, con un desarrollo adecuado y con las cualidades fisiológicas requeridas para que expresen su potencial genético en forma de una óptima producción de leche. Durante el desarrollo, las tasas de ganancia de peso son muy importantes para asegurar un peso y edad adecuados para el primer servicio reproductivo de las hembras lecheras y para lograr el desarrollo mamario apropiado (Sejrsen *et al.* 1982; Zanton & Heinrichs 2005). En particular, el desarrollo de la glándula mamaria puede verse afectado principalmente por la nutrición y otros factores medioambientales, los cuales pueden permitir o no la expresión del potencial genético de los animales, en cuanto a su eficiencia productiva y reproductiva se refiere (Sejrsen *et al.* 2000; Collier *et al.* 2006).

La manipulación del fotoperíodo puede ser una herramienta útil para aumentar la eficiencia productiva en los bovinos; en algunos estudios efectuados en países que geográficamente se sitúan entre los 37° y 62° de latitud Norte (Dahl *et al.* 2000; Dahl & Petitclerc 2003; Auchtung *et al.* 2005), se ha comprobado que un régimen lumínico de 16 h de luz y ocho de oscuridad, aplicado durante la lactación a vacas Holstein, incrementa la producción de leche entre un 12 y 15 %, en comparación con un régimen de ocho h de luz y 16 de oscuridad. Esta observación ha sido validada en numerosas empresas lecheras localizadas dentro de las latitudes antes mencionadas (Stanisiewski *et al.* 1985; Dahl *et al.* 2000), de tal manera que en la actualidad muchas de las granjas lecheras de pequeños y medianos productores, aplican esta tecnología de manera exitosa en las zonas geográficas mencionadas (Stanisiewski *et al.* 1985). En vaquillas Holstein prepúberes, un régimen de 16 h de luz mantenido durante 270 días, aceleró la pubertad e incrementó la estatura y el desarrollo de la glándula mamaria, en comparación con animales mantenidos en 16 h de oscuridad (Rius *et al.* 2005; Rius & Dahl 2006). Asimismo, las vaquillas expuestas a 16 h de luz presentan un crecimiento magro y una mayor producción en su primera lactación, en comparación con animales mantenidos en 16 h de oscuridad (Rius & Dahl 2006); de esta manera se observa que el fotoperíodo largo aumenta la tasa de crecimiento (Tucker *et al.* 1984; Rius *et al.* 2005), la estatura, la composición corporal y la producción de leche de las vaquillas mantenidas en las condiciones mencionadas (Rius & Dahl 2006).

Es conveniente insistir que los estudios de los efectos del fotoperíodo largo en vacas y vaquillas lecheras han sido efectuados en latitudes entre los 37° y 62° LN (Dahl *et al.*, 2000; Auchtung *et*

al. 2005), donde las diferencias en la duración del fotoperíodo natural es muy marcada entre los meses de verano y en los meses de invierno. En la Región Lagunera de Coahuila, situada a 26°23' LN (región subtropical), se probó que el régimen de 16 h luz incrementó la producción de leche en cabras adultas en un 25 % (Flores *et al.* 2011), consecuentemente es factible que también la diferencia entre 16 h luz y el fotoperíodo natural de la región sea percibida por el cerebro de los bovinos, dirigiendo entonces ajustes fisiológicos que propicien el crecimiento corporal acelerado y magro, así como un mayor desarrollo de la glándula mamaria. Si lo antes dicho fuera cierto, los animales tendrían una mayor producción en su primera lactación. En este proceso enfocamos la atención a dos períodos críticos, la lactancia y el período prepúber; al respecto se ha demostrado que durante la lactancia se puede dirigir el desarrollo de la glándula mamaria hacia un mayor crecimiento del parénquima con respecto al tejido adiposo mediante un aumento en los niveles de proteína y energía de la dieta (Brown *et al.* 2005); por el contrario en etapas previas a la pubertad, cuando se observa un crecimiento acelerado de los conductos galactóforos y los botones mamarios, estructuras que son los antecesores del sistema lóbulo-alveolar, mismo que al final de la gestación se encargará de la síntesis de leche (Akers *et al.* 2000; Tucker 2000; Akers 2006), el aumento de energía y proteína de la dieta, parece dirigir el crecimiento mamario hacia mayor adiposidad (Brown *et al.* 2005), pero la exposición a un fotoperíodo de 16 horas indujo un mayor desarrollo parenquimal (Petitclerc *et al.* 1985) tanto en becerras prepúberes como en vaquillas que se encontraban ciclando.

Hasta la fecha, en la información científica disponible, no se encontraron trabajos efectuados con vacas o vaquillas dentro de la región tropical o subtropical, en los que se evalúen los efectos del fotoperíodo largo en el crecimiento y desarrollo mamario. Asimismo, no se encontraron estudios en los que se evalúe la composición corporal por efecto de la variación en las horas luz durante las primeras ocho semanas de vida de becerras lactantes, en ninguna latitud. No obstante, Osborne *et al.* (2007), encontraron que becerras Holstein sometidas a 16 h luz del nacimiento al destete obtuvieron mayor peso que becerras mantenidas con 10 h luz. Por lo que el objetivo del presente trabajo, fue determinar los efectos de un régimen lumínico de 16 h luz, aplicado durante 60 días consecutivos, durante la lactancia y/o la etapa peripuberal, sobre el desarrollo corporal y mamario y la edad al primer estro de becerras y vaquillas Holstein de reemplazo, en una región del subtrópico mexicano.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los procedimientos aplicados en el presente trabajo fueron aprobados por el Subcomité Institucional para el Cuidado de Animales en Experimentación (Programa de Posgrado, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UNAM).

El trabajo se realizó en un establo lechero localizado en la comarca lagunera, en el municipio de Gómez Palacio, Durango, a 25° 41' 42'' de Latitud Norte. El estudio se llevó a cabo en dos etapas:

Etapas de Lactancia (LAC)

Se utilizaron 325 becerras Holstein recién nacidas que fueron alojadas en una sala de crianza completamente techada y con cortinas protectoras del viento. La sala fue diseñada por técnicos israelitas para privilegiar el bienestar animal en zonas semidesérticas. La instalación tiene 450 jaulas individuales, equipadas con aros metálicos para sostener cubetas en las que se proporciona leche y agua. Además las jaulas contienen un comedero automático para concentrado y forraje. Las jaulas poseen piso de rejilla con tapetes de hule confortables y con perforaciones para

permitir el paso de las eyecciones de las becerras a fosas inferiores, lavadas por golpe de agua. Las becerras fueron distribuidas de acuerdo a un diseño de bloques al azar en dos tratamientos (criterio de bloque: grupo de becerras ingresando a la maternidad dentro de un período de 40 días): a) Fotoperíodo artificial de 16 horas luz (L16; n=163), y b) Fotoperíodo natural (LNAT; n=162). El local de becerreras fue dividido utilizando lonas que impidieron el paso de luz proveniente de las lámparas usadas en el local de las becerras de L16; los animales de LNAT fueron mantenidos con iluminación natural durante 60 días (nacimiento a destete), mientras que las de L16 recibieron luz adicional por el mismo período. Para la vigilancia rutinaria de las becerras durante la noche, se usó una linterna con luz infrarroja que no ejerce efectos en los animales (Drouyer *et al.* 2007). En la porción del local con becerras en L16, se instalaron lámparas “Metal-Halide” (mezcla de gases vaporizados de mercurio con bromo o yodo), iluminando el área en su totalidad con al menos 450 luxes durante 16 h/día, a la altura de los ojos de los animales independientemente de su postura (Rius & Dahl 2006); el encendido vespertino de las lámparas se programó diariamente para completar 16 h de luz. La duración diaria de h luz (Figura 1) para la latitud del sitio experimental, fue tomada de un software disponible en Internet para cálculo de fotoperíodo (Lammi 2011) y las lámparas se programaron para encenderse 0.5 h antes del tiempo marcado por el autor antes citado como el crepúsculo, con el fin de asegurar que la luz natural no declinara por debajo de 150 luxes, límite inferior de intensidad lumínica detectable por los bovinos (Dahl 2005). En ambas secciones, al inicio del experimento y cada tercer día, se efectuaron mediciones de las unidades lux mediante el uso de un luxómetro (LX-1108 Lutron Electronic Enterprise Co. Taiwán). Las mediciones se efectuaron inmediatamente antes y después del encendido de las lámparas y a las 2200 h. El manejo alimenticio se realizó de acuerdo a lo establecido en el establo; inmediatamente después del nacimiento y 12 horas después, las becerras consumieron al menos dos litros de calostro pasteurizado (concentración pos-pasteurización de inmunoglobulinas ≥ 50 g /L). A partir del segundo día de vida y hasta el destete, las becerras de ambos tratamientos, se alimentaron con cuatro litros de leche pasteurizada por día. A partir del día cinco de vida, los animales recibieron *ad libitum* agua y alimento iniciador (27.67 % de proteína cruda 2.95 % de grasa cruda y 2.83 Mcal/kg de energía metabolizable; Nuplen, S. A. de C. V., Santiago Papasquiario, Gómez Palacio, Durango, México).

Etapas prepuber (PP)

Aproximadamente a los siete meses de edad (230-250 días), 198 de los animales utilizados en LAC fueron distribuidos a dos corrales, uno con L16 y otro con LNAT, de acuerdo a un arreglo factorial 2 x 2 (dos etapas fisiológicas: LAC y PP; dos fotoperíodos: L16 y LNAT), quedando en cada uno de los dos grupos PP el 50 % de animales que durante LAC fueron expuestos a L16 y el otro 50 % que durante LAC permanecieron en LNAT. Consecuentemente las combinaciones de tratamientos fueron LACL16-PPL16, LACL16-PPLNAT y LACL16-PPLNAT. Los dos grupos PP así conformados quedaron distribuidos en dos tratamientos durante 60 días: a) Fotoperíodo artificial de 16 h luz (L16; n=99), y b) Fotoperíodo natural de la región (LNAT; n=99). Los corrales contaron con espacio suficiente para reducir la competencia social entre vaquillas y separados 30 metros uno del otro. El corral donde se alojaron las vaquillas de LN se encontró todo el tiempo bajo condiciones de LN y el corral para vaquillas en L16 fue iluminado en su totalidad mediante el uso de lámparas “Metal Halide”, proporcionando al menos 450 luxes desde el techo hasta una altura de 20 cm por arriba de la superficie del suelo. Como en LAC, las lámparas se programaron para encenderse durante la cantidad necesaria de horas para completar 16 h de luz por día de acuerdo a los datos del fotoperíodo natural obtenidos de Lammi (2011) (Figura 2). Se ofreció dos veces al día la misma ración integral a ambos grupos, que

consistió en ensilado de sorgo, rastrojo de maíz, heno de alfalfa, pasta de canola y mezcla de sales minerales. Las vaquillas permanecieron bajo los tratamientos descritos por 60 días.

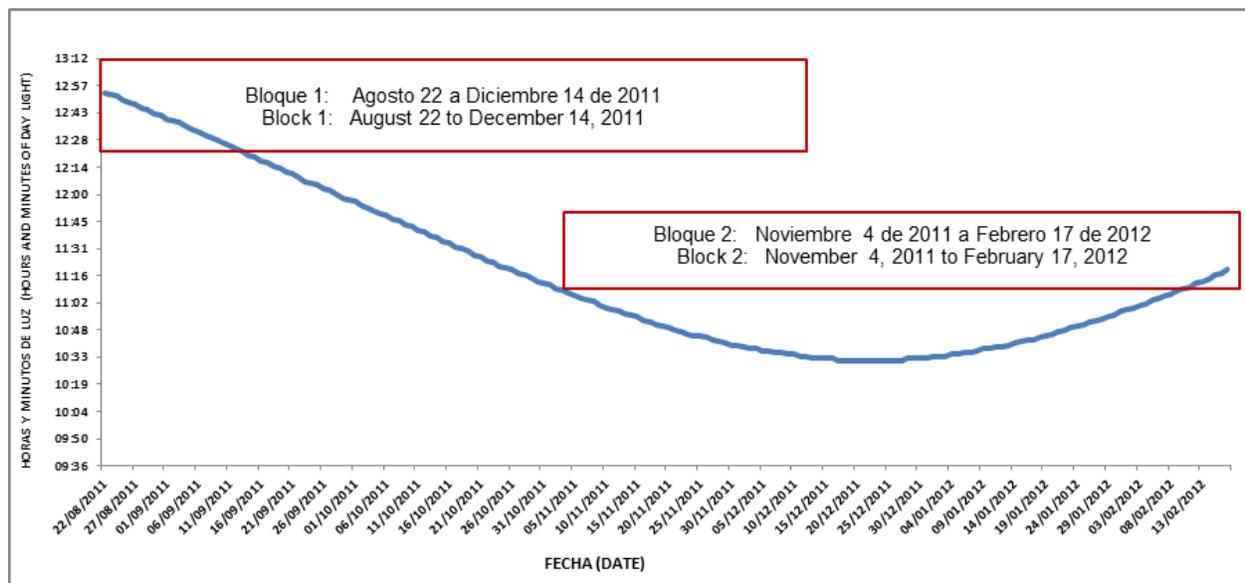


Figura 1. Fotoperiodo natural durante las fechas de ingreso (nacimiento) y salida (destete) de becerras lactantes al experimento, en forma de bloques al azar. El establo donde se efectuó el trabajo está situado en Gómez Palacio, Durango, México (25° 41' latitud N, 103° 27' longitud O).

Tanto en la etapa de LAC como de PP, se registró la altura a la cruz (AC) y el peso corporal (PC) al inicio y al final del tratamiento de fotoperíodo (Rius *et al.* 2005). Con la misma frecuencia se registró el grosor de la grasa dorsal (GG) y la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* (PLD) mediante ultrasonido (Titan-SonoSite©, SonoSite Inc. EUA; con transductor sectorial de 5 a 10 Mhz) en la intersección de las regiones torácica y lumbar (Bailey *et al.* 1986). Para determinar los efectos de luz en el desarrollo mamario, se efectuó una observación en el cuarto posterior derecho de la glándula mamaria también mediante ultrasonografía (Franz *et al.* 2004), en donde se realizaron mediciones de la profundidad (PGM, cm) y anchura (AGM, cm) de la misma. Adicionalmente, en las vaquillas se evaluó el crecimiento pélvico utilizando un pelvómetro de Rice (Rice Pelvimeter, Lane Manufacturing Inc. EUA) para calcular el área pélvica (AP) (Van Donkersgoed *et al.* 1990), y se midió la condición corporal (CC, escala de uno a cinco), utilizando la escala propuesta por Edmonson *et al.* (1989). Como un indicador de inicio de pubertad, se determinó la edad al primer estro mediante observación y registro de signos conductuales del mismo (0600-0800 y 1800-2000 h). La detección del estro fue efectuada diariamente por una sola persona desde el inicio hasta el final de los tratamientos lumínicos y para auxiliarse, se empleó el método de marcaje de la base de la cola con crayón. Se consideró una vaquilla en estro, a aquella que permitió la monta de una compañera del grupo por al menos tres segundos; en ningún caso ocurrió que vaquillas marcadas con el crayón no hubieran sido detectadas en estro por el observador. Asimismo, se estimó el consumo diario de alimento (CDA) por corral y se calculó la ganancia diaria de peso individual (GDP).

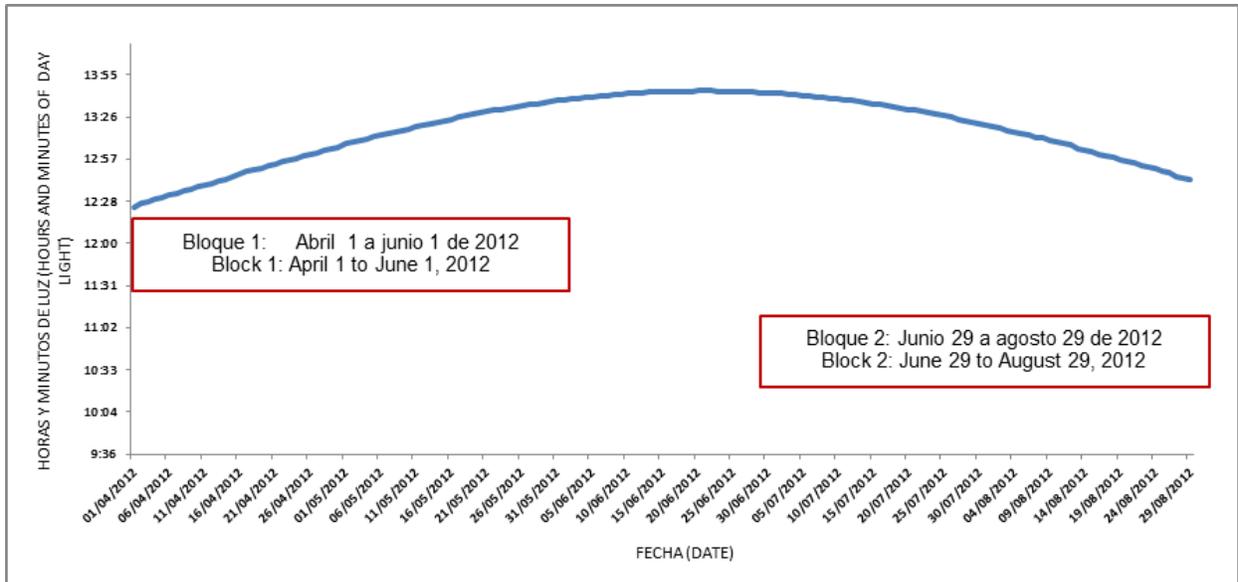


Figura 2. Fotoperiodo natural durante el ingreso (233 ± 20 días de edad) y salida (293 ± 20 días de edad) de vaquillas prepúberes al experimento en forma de bloques. El establo donde se efectuó el trabajo está situado en Gómez Palacio, Durango, México ($25^{\circ} 41'$ latitud N, $103^{\circ} 27'$ longitud O).

Análisis de los datos

El análisis estadístico de las variables PC, AC, AP, CC, GG, PLD, PGM y AGM se realizó mediante un análisis de varianza para diseños de bloques al azar en arreglo factorial 2×2 . Para ello, se empleó el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (SAS 2009). Los datos de consumo de alimento en becerras se analizaron mediante un análisis de varianza para un diseño en parcelas divididas con mediciones repetidas en el tiempo; para ello se aplicó el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (SAS 2009).

RESULTADOS

Etapa LAC

Al inicio (nacimiento), no se encontró diferencia ($p > 0.05$) entre tratamientos para PC, AC, GG y PLD. Al final del tratamiento de luz (destete), el PC, AC y la ganancia diaria de peso tampoco fueron diferentes entre tratamientos ($p > 0.05$). Sin embargo al destete, se encontró que GG fue menor ($p < 0.001$), pero PLD y la eficiencia de conversión fueron mayores ($p < 0.001$) en las becerras en LAC-L16 que en las de LAC-NAT (Tabla 1). El consumo promedio diario de alimento concentrado de las becerras en LAC-LNAT fue mayor ($p = 0.0011$) que en las becerras LAC-L16 (0.636 ± 0.015 vs 0.566 ± 0.015 kg / día de materia seca).

Etapa PP

Al inicio de la segunda exposición a los regímenes de luz (233 ± 20 días de edad), no se encontró diferencia ($p > 0.05$) entre tratamientos para PC, AC, PLD, PGM y AGM; pero sí para la CC, AP y GG ($p < 0.05$), por lo que estas variables se utilizaron como covariables para el análisis de las mediciones correspondientes al final de la etapa (293 ± 20 días de edad). Por otro lado, al final de PP no hubo diferencias entre tratamientos ($p > 0.05$) para AC, CC y PMG; sin embargo, las vaquillas de L16 tuvieron mayor ($p < 0.05$) PC, PLD, AP y AGM, pero menor ($p < 0.05$) GG que las vaquillas en LNAT (Tabla 2).

Tabla 1. Mediciones corporales de becerras al inicio (nacimiento) y al final (destete) de un tratamiento con fotoperiodo de 16 h luz (L16) o un fotoperiodo natural (LNAT) durante la lactancia.

	Nacimiento		Destete	
	L16	LNAT	L16	LNAT
Peso, kg	36.8±0.4	36.8±0.4	69.7±0.5	68.1±0.9
Altura a la cruz, cm	75.5±0.3	75.1±0.3	86.9±0.2	86.4±0.3
Grasa dorsal, cm	0.76±0.02	0.078±0.08	0.061±0.001 ^a	0.075±0.001 ^b
Profundidad del Músculo, cm	1.82±0.3	1.81±0.3	2.68±0.02 ^a	2.56±0.03 ^b
GDP, kg	-	-	0.541±0.009	0.555±0.009
Eficiencia de conversión*	-	-	1.04±0.01 ^a	0.94±0.01 ^b

*kg de peso vivo/kg de iniciador consumido.

^{a, b} Distinta literal en la misma fila indica diferencia estadística entre tratamientos ($p < 0.001$).

El consumo de alimento por corral en PP fue similar ($p > 0.05$) en ambos grupos, habiendo sido el consumo promedio de todas las vaquillas de 15.44±0.13 kg/día (base húmeda). Ahora bien, se observó que la edad al primer celo ocurrió más temprano ($p < 0.05$) en vaquillas en L16 (278±2 días) que en las vaquillas de LNAT (288±2 días); además, en el grupo L16 un porcentaje mayor ($p < 0.05$) de las vaquillas (67 %; 67/99) presentó su primer estro durante los 60 días del tratamiento lumínico, en comparación de los animales en LNAT (38 %; 38/99). Finalmente, al efectuar el análisis en el arreglo factorial, no se encontraron interacciones significativas ($p < 0.05$) entre las etapas de crecimiento (LAC y PP) y el fotoperíodo (L16 y LNAT), en ninguna de las variables de respuesta estudiadas.

Tabla 2. Mediciones corporales de vaquillas al inicio (233±20 días de edad) y al final (293±20 días de edad) de un tratamiento con fotoperiodo de 16 h luz (L16) o fotoperiodo natural (LNAT) durante la etapa prepuber.

	Inicio		Final	
	L16	LN	L16	LN
Peso, kg	195±2	195±2	260±3 ^a	250±3 ^b
Altura a la cruz, cm	1.08±0.003	1.08±0.003	1.17±0.002	1.17±0.002
Área Pélvica, cm ²	141.1±1.1 ^a	133.2±1.1 ^b	166.9±1.2 ^a	153.1±1.2 ^b
Condición Corporal	2.7±0.02 ^a	2.6±0.02 ^b	2.6±0.02	2.6±0.02
Grasa dorsal, cm	0.113±0.002 ^a	0.122±0.002 ^b	0.114±0.003 ^a	0.139±0.003 ^b
Profundidad del Músculo, cm	2.88±0.02	2.88±0.02	3.18±0.04 ^a	2.90±0.04 ^b
Profundidad Glándula Mamaria, cm	0.54±0.006	0.54±0.006	0.55±0.005	0.55±0.005
Anchura de Glándula Mamaria, cm	2.0±0.03	2.0±0.03	2.41±0.02 ^a	2.21±0.02 ^b

^{a, b} Dentro de Inicio o Final, distinta literal en la misma fila indica diferencia estadística entre tratamientos ($P < 0.05$).

DISCUSIÓN

Durante LAC, el peso final fue similar entre los dos grupos, lo que difiere de lo encontrado por Osborne *et al.* (2007), quienes documentaron que becerras Holstein de 1 a 8 semanas de edad

expuestas a 18 h luz, fueron más pesadas que becerras bajo un fotoperíodo de 10 h luz. La diferencia de resultados entre los estudios, puede haberse debido a que los autores antes mencionados iniciaron su investigación durante el verano, mientras que nuestro trabajo fue iniciado en otoño, donde posiblemente la temperatura ambiental afectó la secreción de la prolactina (Peters & Tucker 1978), hormona cuya liberación disminuye durante otoño-invierno por efectos de la temperatura ambiental, independientemente del descenso de las horas luz (Wettemann *et al.* 1982); consecuentemente, los efectos debidos a la prolactina pudieron ser menores en las becerras del trabajo aquí informado que en el de Osborne *et al.* (2007). En contraste con las diferencias señaladas, la altura a la cruz de los animales de ambos experimentos no fue afectada por el fotoperíodo durante LAC, por tanto, los dos trabajos publicados parecen indicar que durante dicha etapa de desarrollo, la exposición a 16h luz no afecta la estatura de las becerras. Después de una minuciosa revisión de literatura, no encontramos otros estudios en los que se hayan analizado los efectos del fotoperíodo en becerras lactantes, por lo que éste es el primer estudio en el que se analizan dichos efectos en el subtrópico o en otras latitudes durante los primeros dos meses de vida de las becerras. Los dos trabajos efectuados con becerras lactantes, el presente y el de Osborne *et al.* (2007), indican que el fotoperíodo de 16 h luz aumenta la eficiencia en cuanto a la utilización de nutrientes, ya que en nuestro trabajo las becerras sometidas a fotoperíodo largo registraron una mayor ganancia de peso vivo por unidad de alimento iniciador consumido y en el estudio de Osborne *et al.* (2007), la exposición a L16 generó una mayor GDP que las de fotoperíodo corto. Puesto que otros investigadores determinaron que vaquillas prepúberes expuestas a 16 h luz tuvieron una mejor eficiencia alimenticia que las sometidas a fotoperíodos cortos (Peters *et al.* 1980; Petitclerc *et al.* 1983), es factible afirmar que dicha extensión del fotoperíodo resulta ser una herramienta efectiva de manejo para modificar el metabolismo de becerras y vaquillas de tal modo, que el proceso de desarrollo se vuelve más eficiente bajo condiciones tanto de subtrópico como de latitudes al norte del trópico de Cáncer. Conviene señalar que los efectos de 16 h luz ocurrieron en el mismo sentido (crecimiento magro) en animales LAC y PP, a pesar de las diferencias del fotoperíodo natural ocurrido durante las dos etapas fisiológicas bajo estudio (Figuras 1 y 2), lo que pudiera indicar que dentro del rango existente en la región, la luz adicional parece ser suficiente estímulo para desencadenar los fenómenos observados.

Por otro lado, en lo que respecta a la etapa PP, diversos grupos de investigación han reportado que la exposición a un fotoperíodo largo, en comparación con un fotoperíodo natural o de 8 h luz, favorece el crecimiento de vaquillas Holstein (Peters & Tucker 1978; Petitclerc *et al.* 1983; Zinn *et al.* 1986; Tucker *et al.* 1984; Rius & Dahl 2006); consecuentemente, la información del presente trabajo con respecto al incremento de PC, concuerda con la previamente publicada, por lo que la contribución de nuestros hallazgos es que el efecto del fotoperíodo largo se ejerce de manera similar en el subtrópico que en latitudes superiores a 37° LN. Hasta donde nuestro conocimiento permite afirmar, parece ser que esta es la primera vez que se determina el efecto de 16 h luz en el aumento de la amplitud de caderas de las vaquillas, característica deseable para una hembra de cría, ya que potencialmente la influencia de la exposición a luz suplementaria, abatirá las probabilidades de distocia al momento del primer parto.

En el presente estudio encontramos que la exposición a 16 h luz modificó la calidad del crecimiento en ambas etapas, ya que redujo la grasa dorsal e incrementó la profundidad del músculo *Longissimus dorsi* durante LAC y PP. Con relación a lo observado por nosotros en becerras lactantes, no existen precedentes de la influencia del fotoperíodo de 16 h luz sobre la composición del crecimiento en esa etapa fisiológica; por el contrario, en vaquillas prepúberes se han reportado varios resultados, algunos de ellos contradictorios, ya que mientras Petitclerc *et al.*

(1984), descubrieron que el fotoperiodo de 16 h luz favorece el desarrollo muscular esquelético con respecto al formato de crecimiento promovido por el fotoperiodo corto, el cual conduce hacia una mayor deposición de grasa, Zinn *et al.* (1986) observaron que solamente las vaquillas púberes responden de igual forma al fotoperíodo, pero las vaquillas prepúberes no. Por tanto, nuestros datos apoyan lo encontrado por Petitclerc *et al.* (1984) y permiten proponer que la exposición de hembras bovinas prepúberes a 16 h luz promueve el crecimiento magro desde el nacimiento hasta cuando menos los nueve meses de edad. En cuanto al desarrollo mamario, las vaquillas en L16 tuvieron mayor anchura de la glándula mamaria, lo que indica que el fotoperiodo largo induce un mayor crecimiento de este órgano. Es factible especular que el crecimiento mamario evocado por el fotoperíodo largo sea similar al crecimiento corporal, es decir privilegiando la deposición de tejido no adiposo. Lo anterior no es aventurado, ya que Petitclerc *et al.* (1985), determinaron una mayor cantidad de tejido parenquimal con respecto al adiposo en la glándula mamaria de vaquillas pre y pospúberes expuestas a 16 h de luz, en comparación con animales expuestos a solo ocho h luz.

Tanto el cambio de composición de la glándula mamaria, como el desempeño de las vaquillas expuestas a 16 horas luz durante su primera lactación están bajo estudio actualmente, para corroborar lo declarado en el párrafo previo. El mayor porcentaje de vaquillas en celo y el acortamiento de la edad al primer estro en respuesta a la exposición a 16 h luz, corrobora un trabajo efectuado a 40° LN en el que dicho fotoperíodo adelantó significativamente la pubertad en vaquillas Holstein (Rius *et al.* 2005). Los efectos del fotoperíodo de 16 h luz en una zona subtropical, se asemejan a los observados en latitudes $\geq 40^\circ$ LN en el inicio de la actividad reproductiva, a pesar de que las hembras bovinas son consideradas como reproductoras no estacionales. Los mecanismos endocrinos mediante los cuales el fotoperiodo ejerce sus efectos en el desarrollo corporal y mamario son fragmentarios, pero existe información que explica algunos elementos involucrados. Por ejemplo, se ha determinado que el aumento de las h luz induce un incremento del IGF-1 circulante en vacas Holstein en producción y en vaquillas de la misma raza (Akers *et al.* 2005; Dahl *et al.* 1997). El IGF-1 promueve la proliferación de las células mamarias e inhibe su muerte por apoptosis (Akers *et al.* 2005; Capuco *et al.* 2003). Igualmente, la prolactina plasmática aumenta con la longitud de las horas de luz (Dahl *et al.* 2012) y aparentemente, aunque por mecanismos desconocidos, los cambios circadianos de la prolactina obedecen a las variaciones de la melatonina, la cual se secreta durante la noche (Dahl *et al.* 2012). La prolactina, por su parte inhibe la síntesis y liberación de la proteína de unión tipo 5 del IGF-1 (IGFBP-5) en varios tejidos corporales (Flint *et al.* 2005). Por su parte, la IGFBP-5, se une al IGF-1 presente en la circulación sanguínea y en la glándula mamaria, impidiendo que éste se una a sus receptores del tejido mamario y ejerza sus efectos positivos (Flint *et al.* 2005), aumentando con ello la tasa de apoptosis de las células parenquimales y estromáticas de la glándula mamaria (Flint *et al.* 2005). Otras evidencias generadas en ratones transgénicos con sobre-expresión de la IGFBP-5, indican que dicha proteína reduce el número de crías nacidas y su peso al nacimiento, así como la tasa de crecimiento corporal, el desarrollo del músculo esquelético (Salih *et al.* 2004) y la densidad del tejido óseo (Wolf *et al.* 2005). Por lo tanto, las interacciones entre prolactina, IGF-1 y la IGFBP-5 parecen ser los mecanismos que traducen, al menos en parte, los efectos del fotoperíodo de 16 h luz, dirigiendo el crecimiento hacia una tasa acelerada, promoviendo la deposición de tejidos magros y el desarrollo mamario con una proporción elevada de parénquima. El adelanto de la pubertad podría deberse a un fenómeno poco entendido, ya que el fotoperíodo largo a pesar de reducir la deposición de tejido adiposo, estimula en bovinos los niveles circulantes de leptina (Dahl *et al.* 2000; Bernabucci *et al.* 2006),

hormona asociada con la señalización de madurez somática que ha sido propuesta como desencadenante de la pubertad (Petitclerc *et al.* 1983; Sejrsen 1994).

En resumen, la exposición de hembras Holstein prepúberes mantenidas en una región subtropical a un fotoperíodo de 16 h luz, por períodos de 60 días, promovió el crecimiento del músculo esquelético, de la pelvis y de la glándula mamaria, adelantó la pubertad e inhibió la deposición de tejido adiposo; por tanto concluimos que la suplementación de luz adicional permite el desarrollo de animales con mayor potencial productivo y con un menor riesgo de distocia al primer parto.

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo fue financiado por el Fondo Sectorial SAGARPA-CONACYT 2010-144591. Macroproyecto “Mejoramiento de la productividad, competitividad y sustentabilidad de la cadena productiva de leche de bovino en México”. Los autores agradecen profundamente a los propietarios del Rancho “Los Eucaliptos” por las facilidades prestadas y su desinterés al permitirnos utilizar instalaciones, animales, alimentos y otros insumos, en beneficio del desarrollo de la ciencia. También agradecemos al personal del rancho que colaboró estrechamente en la ejecución del estudio.

REFERENCIAS

- Akers RM, McFadden TB, Purup S, Vestergaard M, Sejrsen K, Capuco AV (2000). Local IGF-I axis in peripubertal ruminant mammary development. *J Mammary Gland Biol Neoplasia* 5:43-51.
- Akers RM, Ellis SE, Berry SD (2005). Ovarian and IGF-I axis control of mammary development in prepubertal heifers. *Domest Anim Endocrinol* 29(2):259-267.
- Akers RM (2006) Major advances associated with hormone and growth factor regulation of mammary gland growth and lactation in dairy cows. *J Dairy Sci* 89:1222-1234.
- Auchtung TL, Rius AG, Kendall PE, McFadden TB, Dahl GE (2005) Effects of photoperiod during the dry period on prolactin, prolactin receptor, and milk production. *J Dairy Sci* 88:121-127.
- Bailey CM, Jensen J, Andersen B (1986) Ultrasonic scanning and body measurements for predicting composition and muscle distribution in young Holstein X Friesian bulls. *J Anim Sci* 63:1337-1346.
- Bernabucci U, Basiricò L, Lacetera N, Morera P, Ronchi B, Accorsi PA (2006) Photoperiod affects gene expression of leptin and leptin receptors in adipose tissue from lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 89:4678–4686.
- Brown EG, Vandehaar MJ, Daniels KM, Liesman JS, Chapin LT, Forrest JW, Akers RM, Pearson RE, Nielsen MS (2005) Effect of increasing energy and protein intake on mammary development in heifer calves. *J Dairy Sci.* 88(2):595-603.
- Capuco AV, Ellis SE, Hale SA, Long E, Erdman RA, Zhao X, Paape MJ (2003) Lactation persistency: insights from mammary cell proliferation studies. *J Anim Sci.* 81 Suppl 3:18-31.
- Collier RJ, Dahl GE, VanBaale MJ (2006) Major Advances Associated with Environmental Effects on Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 89:1244–1253.
- Dahl GE, Elsasser TH, Capuco AV, Erdman RA, Peters RR (1997) Effects of a long daily photoperiod on milk yield and circulating concentrations of insulin-like growth factor-1. *J Dairy Sci.* 80(11):2784-2789..
- Dahl GE, Buchanan BA, Tucker HA (2000) Photoperiodic effects on dairy cattle: A review. *J Dairy Sci* 83:885-893.

- Dahl GE, Petitclerc D (2003) Management of photoperiod in the dairy herd for improved production and health. *J Anim Sci* 81(Suppl. 3):11-17.
- Dahl GE (2005) Let There be Light: Photoperiod Management of Cows for Production and Health. Proceedings 42nd Florida Dairy Production Conference, Gainesville. 35 pp.
- Dahl GE, Tao S, Thompson IM (2012) Lactation Biology Symposium: effects of photoperiod on mammary gland development and lactation. *J Anim Sci.* 90(3):755-760.
- Drouyer E, Rieux C, Hut RA, Cooper HM (2007) Responses of Suprachiasmatic Nucleus Neurons to Light and Dark Adaptation: Relative Contributions of Melanopsin and Rod-Cone Inputs *Journal of Neuroscience* 27(36):9623-9631.
- Edmonson AJ, Lean IJ, Weaver LD, Farver T, Webster GA (1989) Body Condition Scoring Chart for Holstein Dairy Cows. *J. Dairy Sci.* 72:68-78.
- Flint DJ, Boutinaud M, Tonner E, Wilde CJ, Hurley W, Accorsi PA, Kolb AF, Whitelaw CB, Beattie J, Allan GJ (2005) Insulin-like growth factor binding proteins initiate cell death and extracellular matrix remodeling in the mammary gland. *Domest Anim Endocrinol.* 29(2):274-282.
- Flores MJ, Flores JA, Elizundia JM, Mejía A, Delgadillo JA, Hernández H (2011) Artificial long-day photoperiod in the subtropics increases milk production in goats giving birth in late autumn. *J. Anim. Sci.* 90:856-862.
- Franz S, Hoffman-Parisot MM, Baumgartner W (2004) Evaluation of three-dimensional ultrasonography of the bovine mammary gland. *AJVR* 65:1-5.
- González PE (2007). Producción nacional de vaquillas lecheras con énfasis en control de brucelosis y tuberculosis. SAGARPA. 15ª Reunión Anual CONASA <http://www.consamexico.org.mx/2007comite1EDUARDO%20LUNA-EVERARDO%20GLEZ.PADILLA.pdf>
- Heinrichs AJ (1993) Raising dairy replacements to meet the needs of the 21st century. *J Dairy Sci* 76:3179-3187.
- Lammi J (2011) Cálculo del fotoperiodo. http://www.tutiempo.net/silvia_larocca/Temas/fotoperiodo.htm
- Osborne VR, Odongo NE, Edwards AM, McBride BW (2007) Effects of photoperiod and glucose-supplemented drinking water on the performance of dairy calves. *J Dairy Sci.* 90(11):5199-207.
- Peters RR, Tucker HA (1978) Prolactin and growth hormone responses to photoperiod in heifers. *Endocrinology* 103:229-234.
- Peters, RR, Chapin LT, Emery RS, Tucker HA (1980) Growth and hormonal response of heifers to various photoperiods. *J. Anim. Sci.* 51:1148-1153.
- Petitclerc D, Chapin LT, Emery RS, Tucker HA (1983) Body growth, growth hormone, prolactin and puberty response to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers. *J. Anim. Sci.* 57:892-898.
- Petitclerc D, Chapin LT, Tucker HA (1984) Carcass composition and mammary development responses to photoperiod and plane of nutrition in Holstein heifers. *J Anim Sci.* 58:913-919.
- Petitclerc D, Kineman RD, Zinn SA, Tucker HA (1985). Mammary growth response of Holstein heifers to photoperiod. *J. Dairy Sci.* 68:86-90.
- Rius AG, Connor EE, Capuco AV, Kendall PE, Auchtung-Montgomery TL, Dahl GE (2005) Long-day that enhances puberty does not limit body growth in Holstein heifers. *J Dairy Sci* 88:4356-4365.

- Rius AG, Dahl GE (2006). Exposure to long-day photoperiod prepubertally may increase milk yield in first-lactation cows. *J Dairy Sci* 89:2080-2083.
- Salih DA, Tripathi G, Holding C, Szeslak TA, Gonzalez MI, Carter EJ, Cobb LJ, Eisemann JE, Pell JM (2004) Insulin-like growth factor-binding protein 5 (Igfbp5) compromises survival, growth, muscle development, and fertility in mice. *Proc Natl Acad Sci*. 101(12):4314-4319.
- Sejrsen KJ, Huber T, Tucker HA, Akers RM (1982) Influence of nutrition on mammary development in pre and postpubertal heifers. *J. Dairy Sci*. 65:793-800.
- Sejrsen K (1994) Relationships between nutrition, puberty and mammary development in cattle. *Proceedings of the Nutrition Society* 53:103-111.
- Sejrsen K, Purup S, Vestergaard M, Foldager J (2000) High body weight gain and reduced bovine mammary growth: physiological basis and implications for milk yield potential. *Domestic Animal Endocrinology* 19:93-104.
- Stanisiewski EP, Melleberger RW, Anderson CR, Tucker HA (1885) Effect of photoperiod on milk yield and milk fat in commercial dairy herds. *J Dairy Sci* 68:1134-1140.
- Statistical Analysis Systems (2009). SAS Institute, Inc. V. 9.2.
- Tucker HA, Petitclerc D, Zinn ZA (1984) The influence of photoperiod on body weight gain, body composition, nutrient intake, and hormone secretion. *J Anim Sci* 59:1610-1620
- Tucker HA (2000) Hormones, mammary growth, and lactation: a 42-year perspective. *J Dairy Sci* 83:874-884.
- Van Donkersgoed J, Ribble CS, Townsend HG, Janzen ED (1990) The usefulness of pelvic area measurements as an on-farm test for predicting calving difficulty in beef heifers. *Can Vet J*. 31(3): 190–193.
- Vandehaar MJ (2001) Accelerated growth for dairy heifers: I'd rather bet on blackjack. *Proceedings of the 5th Western Dairy Management Conference, Las Vegas Nevada*. 123-131 pp.
- Wettemann RP, Tucker HA, Beck TW, Meyerhoeffer DC (1982) Influence of ambient temperature on prolactin concentrations in serum of Holstein and Brahman x Hereford heifers. *J Anim Sci*. 55(2):391-394.
- Wolf E, Schneider MR, Zhou R, Fisch TM, Herbach N, Dahlhoff M, Wanke R, Hoeflich A (2005) Functional consequences of IGF1BP excess: Lessons from transgenic mice. *Pediatr Nephrol*. 20(3):269-278.
- Zanton GI, Heinrichs AJ (2005) Meta-analysis to assess the effect of prepubertal average daily gain of Holstein heifers on first-lactation production. *J Dairy Sci* 88:3860-3867.
- Zinn SA, Purchas RW, Chapin LT, Petitclerc D, Merkel RA, Bergen WG, Tucker HA (1986) Effects of photoperiod on growth, carcass composition, prolactin, growth hormone and cortisol in prepubertal and postpubertal Holstein heifers. *J. Anim. Sci*. 63:71.

CRECIMIENTO Y DESARROLLO DE CORDERAS DE PELO EN PASTOREO Y CON COMPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA EN EL TRÓPICO HÚMEDO

J Oliva-Hernández

Campo Experimental Huimanguillo, INIFAP, oliva.jorge@inifap.gob.mx

INTRODUCCIÓN

El crecimiento posterior al destete en las corderas Pelibuey, Blackbelly es un tema que ha sido poco estudiado y merece atención debido a que un porcentaje significativo de las corderas que se producen en un rebaño serán las futuras ovejas de reemplazo, el resto de las corderas deberán ser finalizadas para su venta al abasto.

Ambos tipos de corderas, las que se convertirán en ovejas de reemplazo y aquellas que se destinaran para el abasto, tienen importancia económica. Las ovejas de reemplazo pueden representar alrededor del 30 % de las ovejas producidas, y constituyen el material genético que nos dará la oportunidad de mejorar los parámetros productivos presentes en un rebaño.

Las corderas destinadas para el abasto, al ser la mayoría, adquieren importancia pues será una fuente de ingresos de corto plazo, de ahí la relevancia de generar conocimiento que permita optimizar su crecimiento en diferentes sistemas de producción (Oliva, 2012).

En el caso de las corderas que serán finalizadas para el abasto con base en el pastoreo, la principal limitante de este sistema de producción es el prolongado período de días a mercado. Por ejemplo, las corderas Pelibuey alimentadas con base en pastoreo (*Digitaria decumbens* y *Panicum maximum*) muestran una ganancia diaria de peso (GDP) predestete y postdestete de 138 y 82 g, respectivamente (González, 2002). La situación anterior implica una inversión de 356 días para que una cordera alcance 35 kg de peso. De ahí la necesidad de plantear opciones de complementación alimenticia que permitan reducir los días a mercado.

En otro extremo, cuando se ofrece a las corderas una dieta integral con una densidad energética alta (2.8 Mcal de EM), el tiempo de finalización se reduce drásticamente a 164 días y la principal limitante es el contenido de grasa de la canal (Hernández-Espinoza, 2012). Por lo que se hace necesario realizar estudios orientados a evaluar dietas que permitan optimizar la GDP y que no favorezcan la acumulación de grasa en la canal.

Con respecto al manejo nutricional que se debe aplicar a las corderas que en una etapa posterior se convertirán en ovejas de reemplazo, existe limitada información (Hernández-Espinoza, 2012) sobre cuáles deben ser las características de peso vivo, proporción músculo/grasa y grasa total que debe poseer este tipo de oveja para poder manifestar su primer estro fértil.

En diversos estudios (Méndez-Sánchez *et al.*, 2008; Díaz-Arcos, 2009; Pascual-Córdova *et al.*, 2009) se ha propuesto que las ovejas de reemplazo inicien su primer manejo reproductivo con un peso vivo superior a los 26 kg e inferior a los 28 kg. Sin embargo, se desconoce cómo influye el sistema de alimentación utilizado en la fase de desarrollo y finalización sobre la composición corporal de las ovejas y, que relación puede tener la composición corporal con su respuesta reproductiva a corto y largo plazo.

Si las corderas se alimentan con base en el pastoreo sobre gramíneas tropicales (asumiendo que estas logran una GDP pre y postdestete de 138 y 82 g, respectivamente) se requerirán entre 247 y 271 días para que una oveja de reemplazo pese entre 26 y 28 kg y de esta forma puedan iniciar su primer manejo reproductivo.

Con base en el planteamiento previo, el objetivo del presente trabajo consiste en mostrar diversos resultados de investigación en alimentación y fisiología ambiental en corderas de razas de pelo en pastoreo y con complementación alimenticia en clima cálido húmedo.

El peso al destete, el inicio de la finalización

En corderos machos F1 Pelibuey × Blackbelly alimentados con base en pastoreo y una complementación alimenticia, la GDP predestete (118 g) y el peso al destete (14.7 kg) muestran una relación positiva ($r= 0.38$ y $r= 0.40$, respectivamente) con el peso a la venta (37 kg) (Hinojosa-Cuéllar *et al.*, 2013). Es probable que un tipo de relación similar se presente en corderas, por lo que resulta importante no descuidar el programa de alimentación de los corderos lactantes y el de las ovejas con el fin de maximizar la GDP predestete y el peso al destete, ya que estos muestran una relación directa con el peso vivo posterior al destete.

Crecimiento y desarrollo de corderas en pastoreo

La alimentación de las corderas con base exclusiva en el pastoreo sobre praderas de gramíneas tropicales, plantea el conocimiento de los siguientes aspectos: comportamiento alimenticio de las corderas durante el pastoreo (Pech-Caamal *et al.*, 2009bc), requerimientos nutricionales (Solís *et al.*, 1991), fluctuaciones en la calidad y cantidad de forraje presente en la pradera, a través de las épocas del año (Meléndez-Nava, 1998; Juárez y Bolaños, 2003; Juárez *et al.*, 2003), carga animal que permita el mayor consumo de hoja, tiempos de ocupación y descanso de las praderas, tipo de cerca para dividir praderas (Meléndez-Nava, 1998; Oliva, 2011), valores de los indicadores climáticos durante las horas de pastoreo a través del día y del año (Pech-Caamal *et al.*, 2009a; González-Rodríguez y Oliva-Hernández, 2012), gasto energético asociado al proceso de pastoreo (Caton y Dhuyvetter, 1997) y a la conservación del equilibrio interno del animal ante variaciones en los indicadores climáticos (Pech-Caamal *et al.*, 2009a; González-Rodríguez y Oliva-Hernández, 2012), manejo integral de la pradera que permita conservar tanto a la planta como al suelo (Cruz, 1999; Oliva, 2011) y control de nematodos gastrointestinales (Torres-Acosta *et al.*, 2011). El panorama descrito previamente describe lo complejo y difícil que resulta aprovechar la pradera de manera óptima, buscando maximizar al mismo tiempo la GDP de los corderos.

La aplicación incorrecta de uno o varios de los aspectos señalados previamente explica por qué en este sistema de alimentación no se logra obtener en las corderas una GDP superior a los 100 g/día (Cruz, 1999; González *et al.*, 2002).

Al considerar el género del cordero Pelibuey, la GDP postdestete lograda en pastoreo tanto en hembras (82 g) como en machos (109 g) resulta positiva. Sin embargo, es de llamar la atención que las corderas muestran una reducción del 41% en la GDP posdestete con respecto a la GDP predestete (138 g). En el caso de corderos esta reducción es del orden del 16% (130 g). En corderos Blackbelly en pastoreo que reciben un complemento alimenticio, un comportamiento similar al señalado previamente (122 g de GDP predestete y 88 g de GDP postdestete) también ha sido indicado (Gonzalez-Garduño *et al.*, 2002). La situación anterior, plantea la posibilidad de que existan diferencias en los requerimientos de energía metabolizable (EM) y proteína cruda (PC) asociadas al género de los corderos. Al respecto, los requerimientos de EM para mantenimiento en corderos Pelibuey se han estimado en 143 kcal de EM kg PV^{0.75} (Castellanos, 1989). Mientras que los requerimientos de crecimiento se han estimado considerando el peso vivo del cordero y la ganancia diaria de peso (GDP), sin considerar posibles ajustes en los requerimientos de EM atribuibles al género y edad del cordero (Solís *et al.*, 1991).

La estimación de los requerimientos de EM se han realizado utilizando corderos con un peso vivo entre 15 y 30 kg, y considerando cuatro niveles de GDP (50, 100, 150 y 200 g). Por ejemplo, para

una ganancia de 150 g día^{-1} cordero⁻¹, los requerimientos de EM con pesos vivos de 15, 20, 25 y 30 kg corresponden a 2.5, 2.7, 3.0 y 3.4 Mcal EM kg MS⁻¹, respectivamente (Solís *et al.*, 1991). Por otra parte, existen otros aspectos determinantes que no han sido considerados (frecuentemente) en la mayor parte de los estudios de alimentación de corderos de razas de pelo en pastoreo, destacando los siguientes: a) gasto de energía que tiene el ovino en pastoreo (Caton y Dhuyvetter, 1997); b) costo energético de los ajustes en la temperatura corporal, frecuencias cardíaca y respiratoria para mantener el equilibrio interno (Pech-Caamal *et al.*, 2009a; González-Rodríguez y Oliva-Hernández, 2012); y c) disponibilidad en cantidad y calidad de biomasa en la pradera a través de todo el estudio (Pech-Caamal *et al.*, 2009c; García-Osorio *et al.*, 2011; Oliva, 2011; Oliva *et al.*, en preparación).

Al considerar el gasto energético asociado al tipo de actividad (comer, rumiar, de pie, caminar, trabajo muscular), que desarrollan los ovinos en estabulación y en pastoreo, se ha estimado que los ovinos en pastoreo muestran un gasto de energía diario superior en 28% con respecto al de ovinos en estabulación, 1.63 y 1.28 Mcal d⁻¹, respectivamente. Los ovinos en pastoreo gastan energía de manera importante en el proceso de comer, caminar y en trabajo muscular (Caton y Dhuyvetter, 1997).

En estudios efectuados con ovinos en pastoreo en Huimanguillo, Tabasco, se tiene documentado para la época de nortes los siguientes valores en la temperatura del aire mínima y máxima, 19.4 y 30.9 °C, respectivamente; humedad del aire entre 54 y 100%; velocidad del viento 0 y 8.8 km h⁻¹; radiación solar entre 0 y 1044 w m⁻². Para la época seca, Pech-Caamal *et al.* (2009a) reportan que los ovinos en pastoreo se exponen a una temperatura ambiente superior a los 30°C y valores de humedad relativa del ambiente entre 62.5 y 77% por al menos siete horas, ambas circunstancias, calor y humedad, favorecen un estado de tensión por calor y pueden influir sobre la duración y frecuencia del comportamiento alimenticio, así como en un incremento de las necesidades diarias de energía.

Pech-Caamal *et al.* (2009a), evaluaron los cambios en la temperatura rectal de ovinos durante el período de pastoreo y detectaron la menor y mayor temperatura rectal a las 8:00 y 16:00 horas (oscilación =2.1°C), manteniéndose la temperatura rectal por arriba de 40 °C seis horas. La temperatura rectal registrada a las 8:00 horas (38.7°C) no resultó similar a la registrada a las 20:00 horas (40.0°C). Mientras que González-Rodríguez y Oliva-Hernández (2012) compararon la temperatura rectal de corderas mantenidas en pastoreo y estabulación, las corderas en pastoreo mostraron una mayor temperatura rectal (P<0.001) con respecto a las hembras en estabulación dentro del período comprendido entre 10:00 y 16:00 horas. En ambos sistemas de producción los valores más bajos en temperatura rectal se detectaron entre la 1:00 y 7:00 horas.

Bajo una situación de tensión por calor se incrementa la frecuencia respiratoria y el gasto cardíaco como una medida para reducir el exceso de calor, de modo que la frecuencia respiratoria se puede incrementar hasta en un 340% (40 vs 136 respiraciones por minuto) con respecto a la detectada a las 8:00 horas y la frecuencia cardíaca hasta un 50% (101 vs 151 latidos por minuto) (Pech-Caamal *et al.*, 2009a). En la época de nortes, la frecuencia respiratoria en las corderas mantenidas en estabulación se mantiene estable a través del día y sus valores fluctuaron entre 18 y 27 respiraciones por minuto. A diferencia de las corderas en estabulación, las corderas en pastoreo muestran una mayor variación en la frecuencia respiratoria a través del día, sus valores fluctuaron entre 26 y 56 respiraciones por minuto y resultaron mayores a los registrados en las corderas en estabulación (González-Rodríguez y Oliva-Hernández, 2012).

Una consecuencia de la inversión de energía para mecanismos de termorregulación, es una menor disponibilidad de energía para procesos de síntesis de proteína muscular. Situación que se puede

agravar, si también se reduce el consumo voluntario de forraje durante el pastoreo (Pech-Caamal *et al.*, 2009c).

En ovinos en pastoreo durante la época de seca, la menor y mayor frecuencia cardíaca se detectan a las 8:00 y 12:00 horas (oscilación = 50 latidos por minuto), detectándose que la frecuencia cardíaca de los ovinos se mantiene por arriba de 90 latidos por minuto. En la época de nortes, la frecuencia cardíaca resulto mayor en las corderas en pastoreo con respecto a las que se encontraron en estabulación. La magnitud de la diferencia fue influida por la hora del día, registrándose las mayores diferencias entre las 10:00 y 22:00 horas (González-Rodríguez y Oliva-Hernández, 2012). Un incremento del gasto cardíaco, volumen de la sangre y vasodilatación periférica son algunas de los mecanismos que se producen en el animal para incrementar la pérdida de calor (De Dios, 2001).

Con respecto a disponibilidad en cantidad y calidad de biomasa en la pradera a través del período de evaluación del crecimiento. Este es un aspecto que está ausente o no se documenta con precisión en la sección de materiales y métodos en los diversos estudios sobre crecimiento de los corderos en pastoreo. De tal forma, que no se muestran evidencias que los ovinos tuvieron acceso a praderas con suficiente pasto en cantidad y calidad y por consiguiente los efectos estudiados pueden estar confundidos.

Crecimiento y desarrollo de corderas en pastoreo con algún tipo de complementación

El reconocimiento de que existen diversos factores que afectan el ritmo de crecimiento de las corderas en pastoreo, plantea ofrecerles en cantidad y calidad aquello que no pudo obtenerse por medio del consumo voluntario de pasto durante el pastoreo. Sin embargo, es necesario considerar previamente algunos aspectos: a) ¿qué se quiere complementar?; b) ¿en qué nivel se debe ofrecer el complemento alimenticio?, ya que este puede dejar de ser un complemento y transformarse en un sustituto de los nutrimentos que aporta el pasto y; c) definir cuál es la meta en la GDP y/o composición corporal que se quiere obtener.

Los tipos de complementos alimenticios que se pueden ofrecer a los ovinos en pastoreo son variados en su naturaleza y van desde lo más simple como el acceso libre al agua de bebida durante el horario de pastoreo y ofrecer una sal mineral.

Los requerimientos de agua en las corderas dependen de diversos factores, entre los cuales destacan tres por su importancia, la temperatura ambiente, la cantidad de materia seca en el pasto ofrecido y la calidad física, química y biológica del agua.

Durante la época de sequía se presentan dos situaciones que incrementan de manera importante el consumo de agua de las corderas, una mayor temperatura ambiente y una reducción en la cantidad de agua en los pastos. En esta época del año, el consumo de agua por cordera puede ser de hasta 1.8 litros por día. De ahí que resulta determinante que estas tengan acceso a suficiente agua de calidad.

En la época de lluvias, se reduce el consumo de agua de bebida, debido a que en esta época, los pastos poseen mayor cantidad de agua y existe una mayor variación en los cambios de temperatura ambiente a través del día, pudiendo existir días en los cuales las corderas no consumen agua de bebida, debido a que sus requerimientos de agua son cubiertos por el agua presente en los pastos consumidos.

La época de nortes, se caracteriza por ser una época del año con alta nubosidad, ocurrencia de precipitación pluvial con mayor duración con respecto a la época de lluvias, menor temperatura ambiente y presencia de vientos fríos. Las condiciones climáticas descritas previamente, favorecen una disminución en el consumo de agua de bebida y de manera similar a lo que ocurre en la época de lluvias, existen días en los cuales las corderas no beben agua. Tanto en lluvias

como en nortes, se debe procurar verificar la calidad del agua ofrecida a las corderas, sobre todo si se ofrece en bebederos de pileta, ya que es frecuente que el agua no utilizada tienda a adquirir un mal olor y probablemente un mal sabor (Oliva, 2012).

Los minerales en un sentido general son importantes para el funcionamiento de un organismo animal. En el caso particular de las corderas de razas de pelo en crecimiento, no existen estudios que documenten los siguientes aspectos: requerimientos de minerales, efectos de no ofrecer a las corderas una sal mineral sobre su crecimiento postdestete, tipo de sales minerales que se requieren para corderas considerando las diferentes épocas del año y sistemas de alimentación.

Dependiendo del sistema de alimentación al que son sometidas las corderas, las principales fuentes de minerales para éstas son: a) el agua de bebida; b) el forraje consumido a nivel de pradera; c) los ingredientes que conforman el complemento alimenticio; d) la dieta integral y; el tipo de sal mineral ofrecido (Oliva, 2012).

En la etapa postdestete los principales factores que afectan el nivel de consumo de sal mineral son el sistema de alimentación y las condiciones climáticas. En las corderas en pastoreo con algún tipo de complementación alimenticia, el consumo diario de sal mineral fluctúa entre 7 y 22 g por cordera (Cadenas *et al.* 2010; García-Osorio *et al.*, 2011).

Los nutrimentos en los que se ha puesto mayor atención para ser utilizados como complementos alimenticios para corderas en pastoreo son los de tipo proteínico y energético (Oliva; 2012).

El metabolismo de compuestos nitrogenados resulta complejo en los rumiantes, ya que se debe considerar la nutrición de dos ecosistemas secuenciales, los microbios que habitan el rumen-retículo y los tejidos del rumiante (Mejía y Mejía, 2007).

El rumiante tiene la capacidad de aprovechar los ingredientes nitrogenados de origen no proteínico (por ejemplo, la urea) pero que resultan degradables en el rumen-retículo y los ingredientes nitrogenados proteínicos degradables en rumen-retículo (por ejemplo, pastas de oleaginosas). Adicionalmente, el rumiante puede aprovechar los ingredientes proteínicos no degradables en rumen-retículo en cierta proporción, pero degradables a nivel de intestino delgado (por ejemplo, la harina de pescado).

La ventaja de los rumiantes de poder degradar y aprovechar los ingredientes nitrogenados con apoyo de dos ecosistemas, es a la vez una desventaja, ya que una simple estimación del valor de proteína cruda (estimador del contenido de nitrógeno en un ingrediente o alimento) no permite establecer la eficiencia de aprovechamiento de la fuente de proteína suministrada, requiriéndose de estudios más profundos sobre el uso y aprovechamientos de los ingredientes proteínicos en rumiantes.

A pesar de lo indicado previamente, el productor y/o asesor se guían de manera práctica para adquirir o diseñar complementos proteínicos y dietas integrales en el concepto de proteína cruda. De tal modo que una dieta integral de tipo comercial para corderas destetadas puede contener entre 16 y 18% de PC.

En el caso del complemento alimenticio, se utiliza el alimento comercial como complemento y/o se diseña uno, en el cual (generalmente) sus niveles de proteína cruda no rebasan el 18% de PC. Es importante considerar que en el caso de rumiantes en pastoreo, se sugiere (Shimada, 1993) diseñar complementos alimenticios que contengan entre 25 y 35% de PC. Este tipo de recomendación, tendrá que someterse al proceso de investigación-validación, ya que los efectos positivos del suministro de un complemento alimenticio sobre la GDP y/o la composición corporal, no dependen exclusivamente del nivel de proteína cruda. Existen otros factores que interactúan con el nivel de proteína cruda aportada por el complemento alimenticio, entre los cuales destacan: la densidad energética (Mcal EM/ kg de complemento alimenticio), la cantidad diaria que se ofrece por cordera, la oferta y calidad de pasto disponible a nivel de pradera y, el

gasto de energía que las corderas requieren realizar para mantener un equilibrio interno (homeostasis) ante condiciones climáticas negativas (por ejemplo, una temperatura ambiente mayor a 35 °C produce tensión por calor).

Algunas de las necesidades de conocimiento, en torno a la energía, que requieren ser abordados son las siguientes: conocimiento del valor energético de ingredientes con disponibilidad en la región tropical e identificación de la relación EM/ PC que permite optimizar la GDP en corderas en pastoreo sin generar acumulación de grasa en la canal.

De manera similar a lo indicado para el caso de la proteína cruda, es importante considerar que el consumo voluntario de un rumiante en pastoreo, es influido por múltiples factores (por ejemplo, calidad y tipo de pasto, calidad y cantidad de complemento alimenticio ofrecido) que dificultan la precisión de la estimación del consumo voluntario de pasto en corderas en pastoreo con complemento alimenticio. Como consecuencia, no es factible determinar de manera práctica el consumo de nutrimentos aportados por el pasto en corderas alimentadas a través de pastoreo.

Por otra parte, los alimentos de tipo comercial para ovinos no proporcionan información sobre su valor energético (EM kg⁻¹). Para poder calcular el valor energético de una dieta es necesario diseñar y elaborar la dieta

La densidad energética (Mcal EM kg⁻¹) de un complemento alimenticio puede estar entre 2.0 y 2.8 Mcal EM kg MS⁻¹. Un complemento alimenticio con alta densidad energética (por ejemplo, 2.8 Mcal EM kg MS⁻¹) requiere considerar en su diseño, granos de cereales (por ejemplo, grano de maíz) en al menos un 50% y de resultar económicamente factible grasa de origen vegetal o animal (1 a 2%).

Alternativas de complementación alimenticia

El suministro de follaje proveniente de árboles, arbustos y leguminosas, resulta atractivo debido a que este tipo de material contiene mayor porcentaje de proteína cruda (superior al 14%) y digestibilidad de la materia seca (mayor al 64%) que el de las gramíneas tropicales. Sin embargo, el suministro de este tipo de follajes plantean diversos inconvenientes, entre los cuales destacan los siguientes: se requiere una inversión inicial para el establecimiento de la plantación, se necesita mano de obra para su cosecha y suministro, inversión en comederos, un intervalo entre cosechas superior a los 45 días. Por lo que antes de decir si se utilizaran en la alimentación de los ovinos se debe establecer una relación costo/ beneficio (García-Osorio y Oliva-Hernández, 2012). Otra de las desventajas que posee el uso de follajes de árboles es su efecto positivo sobre la GDP, por ejemplo, el suministro de follaje de cocoite (*Gliricidia sepium*) permite una influencia positiva sobre la GDP cuando se ofrece entre el 2 y 4% del peso vivo, y como 100 % de la dieta con respecto a ofrecer forraje elefante a libertad. En esas circunstancias, los corderos pueden alcanzar una GDP entre 68 y 100 g con respecto a una GDP de 40 g en corderos alimentados con pasto elefante (Costa *et al.*, 2009).

A pesar de no ser muy atractivo el uso de follaje (por todas las consideraciones que se deben tomar en cuenta para su uso), estos representan un recurso alimenticio, que permite disponer de biomasa en momentos críticos, en los cuales no hay suficiente pastura (por ejemplo, durante la época de sequía) o en los cuales no resulta conveniente que las corderas salgan a pastoreo debido a que las praderas están inundadas o hay presencia de fuertes vientos con lluvia (por ejemplo, en la época de nortes) (Oliva, 2012).

El uso de complementos alimenticios elaborados a base de granos de cereales, pastas de oleaginosas e ingredientes con disponibilidad regional (por ejemplo, melaza de caña de azúcar, pasta de coco, pulidora de arroz) permite ofrecer a la cordera un alimento con mayor densidad energética y proteína cruda que la que aportan las gramíneas tropicales. En términos generales,

los beneficios productivos de ofrecer una complementación alimenticia a corderas en pastoreo son tres: a) evitar que las corderas pierdan peso vivo en situaciones de baja disponibilidad y/ o calidad de la pastura; b) aumentar la carga animal en una misma superficie sin tener beneficios sobre la GDP de las corderas; c) aumentar la carga animal con una mayor GDP de las corderas. En este último caso, es necesario que el complemento alimenticio se ofrezca en un nivel que permita cubrir, al menos una Mcal de EM por cordera al día, de lo contrario los efectos de la complementación alimenticia sobre la GDP no se harán evidentes (Cadenas *et al.*, 2009; Díaz-Arcos, 2009; Zamora-Zepeda *et al.*, 2009).

Pastoreo con complementación alimenticia

La GDP postdestete de las corderas alimentadas con base en el pastoreo y la complementación energética y proteínica resulta influida por la cantidad y calidad nutritiva del complemento utilizado (Martínez *et al.*, 1996; Solomon *et al.*, 2006; Cadenas *et al.*, 2009). Cuando se ofrece en cantidades bajas (menores a 250 g cordera⁻¹) no se observa aumento en la GDP superior a 100 g cordera⁻¹ (Solomon *et al.*, 2006; Cadenas *et al.*, 2009; González-Garduño *et al.*, 2002). Sin embargo, cuando se incrementa el nivel de PC y la densidad energética en el complemento alimenticio, se obtiene una GDP superior a 100 g cordera⁻¹ (Martínez *et al.*, 1996; Díaz-Arcos, 2009).

El uso de follaje de arbustivas forrajeras tropicales (*G. sepium*, *Morus alba*, *Hibiscus rosasinensis*) como complemento alimenticio para corderos, si bien representa una opción para aportar PC, no ha permitido incrementar la GDP de las corderas por arriba de los 100 g (Mata-Espinosa *et al.*, 2006; Ruiz-Sesma *et al.*, 2006; Costa *et al.*, 2009; García-Osorio *et al.*, 2012).

Aunque la GDP postdestete de los corderos en pastoreo se puede incrementar a través del suministro de un complemento energético-proteínico, bajo determinadas circunstancias (dietas con más de 20% de PC y más de 2 Mcal de EM kg MS⁻¹ y consumos mayores a 350 g día⁻¹) (Díaz-Arcos, 2009). El potencial productivo de un rumiante, solo se logra establecer a través del uso de dietas integrales, en donde la combinación de los ingredientes complementarios, superan la calidad nutritiva de la dieta consumida en pastoreo. Al respecto, existen evidencias que muestran que las corderas Pelibuey pueden obtener una GDP postdestete entre 136 y 197 g cuando reciben una dieta integral (Bustamante, 2002; Pascual-Córdova, 2009).

La mayor eficiencia alimenticia de los corderos finalizados en corral con dietas integrales se explica, en parte, por la composición y características de la dieta ofrecida. En el diseño de este tipo de dietas se incluyen un alto nivel de cereales (50 a 80%), mínimo contenido de ingredientes fibrosos (15 a 30%), alto contenido de MS (85 a 90%), una digestibilidad promedio del 70% de la materia seca, un mayor control sobre la densidad energética de la dieta (2.6 y 3.1 Mcal EM kg MS⁻¹) y valores de PC entre 14 y 18% (Bustamante, 2002; Pascual-Córdova, 2009).

CONCLUSIÓN

Aunque el crecimiento y desarrollo de las corderas de razas de pelo en pastoreo en la región tropical pudiera parecer el más acorde con la naturaleza herbívora de los ovinos, este se ve limitado fuertemente por las fluctuaciones en la disponibilidad en cantidad y calidad de biomasa en la pradera a través del año, los cambios en variables climáticas que implican que los ovinos realicen ajustes en la temperatura corporal, frecuencias cardíaca y respiratoria para mantener el equilibrio interno con su respectivo costo energético y la exposición continua a parásitos que habitan el tracto gastrointestinal y limitan la GDP y/o causan la muerte del animal.

El uso de algún tipo de complemento alimenticio representa una opción para incrementar la GDP de las corderas en pastoreo. Sin embargo, no siempre se han obtenido resultados favorables,

debido a que influye el tipo, calidad y cantidad de complemento ofrecido a las corderas en pastoreo.

REFERENCIAS

- Bustamante JJ. 2002. Crecimiento y finalización de corderos con dietas a base de granos. Campo Experimental “El Verdineño”. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Nayarit, México. Folleto Científico 1. 20 p.
- Cadenas JA, Oliva-Hernández J, Hinojosa JA, Torres-Hernández G. 2010. Suplementación postdestete de corderas Pelibuey x Blackbelly en pastoreo en el trópico húmedo Arch Zootec 59: 226: 303-306.
- Castellanos AF. 1989. Requerimientos alimenticios del borrego Pelibuey. (Eds) Castellanos, A. F., C. Arellano. Tecnologías para la producción de ovejas tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Mérida, Yucatán, México y Santiago, Republica de Chile. pp. 78-90.
- Caton JS, Dhuyvetter DV. 1997. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. J. Anim Sci 75: 533-542.
- Costa BM da, Santos ICV, de Oliveira, Pereira IG. 2009. Avaliacao de folhas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp por ovinos. Arch Zootec 58, 221: 33-41.
- Cruz LC. 1999. Producción de ovinos en pastoreo en praderas de clima tropical. En: Memorias del Curso internacional sobre alimentación ovina. Asociación Mexicana de Especialistas en Nutrición Animal AC. Morelos, México. pp. 14-21.
- De Dios OO. 2001. La fisiología del bovino. En Ecofisiología de los bovinos en sistemas de producción del trópico húmedo. Colección José N. Roviroso. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Pp. 67-71.
- Díaz-Arcos F. 2009. Efecto de la monensina sódica sobre el comportamiento productivo y reproductivo de corderas Pelibuey en pastoreo con complementación alimenticia. Tesis de Licenciatura. Universidad Popular de la Chontalpa. Cárdenas, Tabasco, México. 38 p.
- García-Osorio I del C, Oliva-Hernández J. Sánchez-López H. 2011. Crecimiento posdestete de corderas Blackbelly x Pelibuey alimentadas con base en pastoreo y follaje de cocoite. En Memoria de la XXIII Reunión Científica-Tecnológica, Forestal y Agropecuaria, Villahermosa, Tabasco, México (24 y 25 de noviembre). Pp. 122-131.
- García-Osorio IC, Oliva-Hernández J. 2012. Observaciones sobre la cosecha de follaje de cocoite para alimentar corderos en pastoreo. XVIII; 34, enero-junio; 59-64.
- González RA, Martínez BI, Chávez FJA, Loya HM, Lucero MFA. 2002. Crecimiento de corderos Pelibuey en pastoreo. En memoria del II Taller Ovino del Golfo y Noroeste de México. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. pp. 17-20.
- González-Garduño R, Torres G, Castillo AH. 2002. Crecimiento de corderos Blackbelly entre el nacimiento y el peso final en el trópico húmedo de México. Veterinaria México. 33 (4): 443-453.
- Hernández-Espinoza DF, Oliva-Hernández J, Pascual-Córdova A, Hinojosa-Cuéllar JA. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey: Estudio preliminar (Nota Técnica). Revista Científica, FCV-LUZ XXII, 1: 24-31.
- Hinojosa-Cuéllar JA, Oliva-Hernández J, Torres-Hernández G. Segura-Correa JC. 2013. Comportamiento productivo de corderos F1 Pelibuey x Blackbelly y cruces con Dorper y Katahdin en un sistema de producción del trópico húmedo de Tabasco, México. Arch Med Vet [en prensa]. 45.

- Juárez HJ, Bolaños ED. 2003. Contenido de proteína por unidad de materia seca acumulada en pastos tropicales. En memorias de la XVI Reunión-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 194-201.
- Juárez HJ, Jiménez OMM, De las Heras TJG, Maldonado CE, López NI, Bolaños ED. 2003. Producción de biomasa y contenido de proteína del pasto Mulato (*Brachiaria brizantha* x *B. ruziziensis*) durante el periodo seco y lluvioso de Tabasco. En memoria XVI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Villahermosa, Tabasco. pp. 192-194.
- Martínez AM, Acurero G, Azócar R, Caraballo A, Fuenmayor C. 1996. Efecto de la suplementación proteico energética sobre el comportamiento productivo y reproductivo de corderas West African. *Zootecnia Tropical*, 14; 1: 69-78.
- Mata-Espinosa MA, Hernández-Sánchez D, Cobos-Peralta MA, Ortega-Cerrilla ME, Mendoza-Martínez GD, Arcos-García JL. 2006. Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de cocohite (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus alba*) o Tulipán (*Hibiscus rosasinensis*). En memorias del 3er Seminario de Producción Intensiva de Ovinos. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 38-46.
- Méendez-Nava F. 1998. Manual de manejo de praderas para Tabasco. México, D.F. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 1998. 67 p.
- Méndez-Sánchez JL, Oliva-Hernández J, Hinojosa-Cuéllar JA. 2008. Comportamiento reproductivo de primas Pelibuey x Blackbelly en un empadre controlado. En memorias de la XX Reunión Científica Tecnológica Forestal y Agropecuaria. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Villahermosa, Tabasco, México. pp. 157-165.
- Mejía-Haro J., Mejía-Haro I. 2007. Nutrición proteica de bovinos productores de carne en pastoreo. *Acta universitaria dirección de investigación y posgrado. Universidad de Guanajuato*. 17; 2: 45-54.
- Oliva-Hernández J. 2011. Limitantes técnicas a considerar para estimar la carga ovina en praderas tropicales. *Investigación y Posgrado* 2, 5 (enero-marzo): 15-17
- Oliva-Hernández J. 2012. Crecimiento y desarrollo postdestete de corderas de razas de pelo. Explotación en pastoreo y con complementación alimenticia en regiones tropicales. Editorial Académica Española. Saarbrücken, Alemania. 43 p.
- Pascual-Córdova A, Oliva-Hernández J, Hernández-Sánchez D, Torres-Hernández G, Suárez-Oporta ME, Hinojosa-Cuéllar JA. 2009. Crecimiento postdestete y eficiencia reproductiva de corderas Pelibuey con un sistema de alimentación intensiva. *Arch Med Vet* 41, 3:205-212.
- Pech-Caamal EA, Oliva-Hernández J, Díaz V, Ramos-Juárez JA. 2009a. Cambios en algunas constantes fisiológicas de ovinos híbridos en pastoreo durante la sequía. XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco. Villahermosa, Tabasco. Pp. 153-159.
- Pech-Caamal EA, Oliva-Hernández J, Díaz V, Ramos-Juárez, JA. 2009b. Comportamiento alimenticio de ovinos en pastoreo con complementación alimenticia. XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco. Villahermosa, Tabasco. Pp. 188-190.
- Pech-Caamal EA, Oliva-Hernández J, Díaz V, Ramos-Juárez JA. 2009c. Estimación del consumo voluntario en ovinos en pastoreo con complementación alimenticia. XXI Reunión Científica-Tecnológica Forestal y Agropecuaria Tabasco. Villahermosa, Tabasco. Pp. 164-169.

- Ruiz-Sesma DL, Lara LPE, Sierra VÁC, Aguilar UE, Magaña MMA, Sanginés GJR. 2006. Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootecnia Tropical*. 24(4): 467-482.
- Shimada MA. 2003. *Nutrición animal*. 1ª edición. Ed. Trillas. México, D. F. Pp. 64-72.
- Solís G, Castellanos RAF, Velásquez MA, Rodríguez GF. 1991. Determination of nutritional requirements of Growing hair Sheep. *Small Ruminant Research*. 4:115-125.
- Solomon J, Cumberbatch N, Austin R, Gonsalves J, Seaforth E. 2006. The production parameters of the Barbados Blackbelly and crossbred sheep in a controlled semi-intensive system. *Livestock Research for Rural Development*. 18: 55. 10 p.
- Torres-Acosta JFJ, Cámara-Sarmiento R, Pérez-Cruz M, Soto_Barrientos N, Chán-Pérez JI, Aguilar-Caballero AJ. 2011. Parásitos resistentes a los desparasitantes en los rebaños ovinos; ¿cómo podemos controlarlos ahora? En González-Garduño R et al., (Compiladores) *Tópicos selectos en producción ovina*. Universidad Autónoma Chapingo. Pp. 131-141.
- Zamora-Zepeda R, Oliva-Hernández J, Hinojosa-Cuéllar JA. 2009. Complementación energética y proteínica en corderas Pelibuey X Blackbelly en pastoreo. En memorias del VI Congreso de la Asociación Latinoamericana de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos. Querétaro, México. P. 374.

LECHE MATERNA Y CRECIMIENTO DE LA PROGENIE EN OVINOS TROPICALES

G. Torres-Hernández

*Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo. 56230 Montecillo, Edo. de México
E-mail. glatohe@colpos.mx*

INTRODUCCIÓN

El efecto que tiene la madre en la manifestación de una característica que se expresa en su progenie se denomina “efecto materno”, entre algunos se puede mencionar: la nutrición que recibe la progenie a nivel intrauterino, infecciones en la progenie a través de la madre, cierto tipo de herencia citoplásmica, la leche en cantidad y calidad que le proporciona la madre a sus crías (Pirchner 1983). Este efecto materno se manifiesta principalmente a edades juveniles, ya que a edades avanzadas tiende a disminuir. El término efecto materno implica una influencia de la madre sobre su progenie, y nada tiene que ver con genes que le trasmite.

Los primeros estudios en ovinos encaminados a determinar la producción de leche de la oveja (Barnicoat *et al.* 1949a), su composición (Barnicoat *et al.* 1949b), así como el efecto de ambos sobre el crecimiento de la progenie (Barnicoat *et al.* 1956) fueron efectuados en Nueva Zelanda con ovejas Romney Marsh. De los anteriores trabajos, se conoce que factores como la nutrición, el número de crías amamantando, la edad de la oveja, el genotipo de la cría, y la etapa de lactancia tienen una influencia importante en la producción y composición de la leche. Bradford (1972) indicó que en ovinos los factores postnatales representan cerca del 75 % de la influencia materna en el peso al destete y se deben principalmente a la leche materna. De aquí se desprende la importancia que tiene el estudio de la producción y composición de la leche en las diferentes razas de ovinos.

En ovinos tropicales esta información es muy limitada, y se ha reportado que la selección de hembras con mayor aptitud materna es una prioridad en programas de mejoramiento genético (Dwyer 2008). El objetivo de este trabajo es dar a conocer los resultados de estudios en ovinos tropicales que proporcionen información sobre la producción y composición de la leche y su importancia en el crecimiento de la progenie durante la lactancia.

MEDIDA DE LA PRODUCCIÓN DE LECHE

Los métodos más utilizados para medir la producción de leche en ovejas no lecheras son: mediante ordeña manual posterior a una inyección de oxitocina a la oveja, para estimular la “bajada de la leche” (Barnicoat *et al.* 1949a; McCance 1959), por diferencia en el peso de la cría antes y después de amamantar (Coombe *et al.* 1960; Doney *et al.* 1979) conocido comúnmente como “método del doble pesaje de las crías”, utilizando máquina de ordeña, medidas indirectas basadas en técnicas de dilución del agua corporal (Mellor *et al.* 1993), y otros más sofisticados (Peña *et al.* 2005). No es fácil decir cuál de estos métodos proporciona la estimación más precisa de la producción de leche. Si acaso, con respecto al método del peso de la cría antes y después de amamantar se podrían mencionar problemas debidos a cambios en el apetito de las crías al momento de amamantar, errores debidos a producción de orina y heces de las crías entre las pesadas, y problemas debidos las pequeñas cantidades de leche succionada por crías demasiado jóvenes, sobre todo al final de la lactancia, cuando ya la oveja casi no produce leche (Robinson *et al.* 1968; Benson *et al.* 1999).

Un método indirecto para estimar la producción de leche de la oveja consiste en medir la tasa de crecimiento de las crías, ya que en un estudio (Robinson *et al.* 1968) se encontró que la tasa de

crecimiento de las crías estuvo altamente correlacionada con la producción de leche, especialmente en la primera etapa de la lactancia. También se ha encontrado que el tamaño de la ubre puede ser un buen predictor de la producción de leche, así como del crecimiento de las crías (Mellor & Murray 1985; Snowden *et al.* 2001).

COMPARACIÓN EXPERIMENTAL DE MÉTODOS

Papachristoforou (1990) llevó a cabo un estudio en ovejas lecheras Chios para comparar en 2 experimentos la ordeña a máquina, la ordeña a mano y otro combinado ordeña máquina-mano, así como el amamantamiento posterior a estas ordeñas en la producción de leche y porcentaje de grasa en un periodo de 5 semanas posterior al destete, que se efectuó a las 6 semanas de edad de los corderos. En este mismo periodo también se evaluaron los efectos de amamantamiento post-ordeña + suplementación a las crías y solamente la suplementación, sobre el crecimiento de las crías. En ambos experimentos, las ovejas ordeñadas a máquina y amamantando a sus crías produjeron menos grasa en la leche, comparadas con las ovejas de los otros tratamientos. En el experimento 2, posterior a la inyección de oxitocina, las ovejas en los tratamientos con amamantamiento post-ordeña produjeron más leche ($P < 0.01$) que aquellas en los tratamientos sin amamantamiento (0.44 vs 0.17 kg oveja⁻¹). Por otra parte, en el experimento 1, el crecimiento de las crías en el grupo con amamantamiento post-ordeña fue 11.5 % más grande que el del grupo de crías sin amamantamiento, mientras que en el experimento 2 no hubo diferencias entre tratamientos en cuanto al crecimiento de las crías.

Con el propósito de comparar el método de ordeña mecánica y el de doble pesaje de las crías, Benson *et al.* (1999) llevaron a cabo un experimento utilizando ovejas cruzadas de Suffolk criando corderos de nacimiento sencillo y doble. La producción de leche se inició en el día 6 post-parto, utilizando una rotación de 3 días en ambos métodos. El método de doble pesaje consistió en un periodo de 3 horas en las cuales las crías no amamantaban. Esto se continuó por un periodo de amamantamiento, luego un 2do. periodo de 3 horas sin amamantamiento y un 2do. periodo de amamantamiento. La diferencia entre el peso de las crías en el pre y post amamantamiento correspondiente al 2do. periodo de amamantamiento se definió como la producción de leche en 3 horas. Por otra parte, el método de ordeña mecánica consistió en una inyección de oxitocina seguida por una evacuación de la ubre con máquina, y esta leche así producida se eliminó. Posteriormente, las crías se separaron de las madres durante 3 horas y se aplicó otra inyección de oxitocina, seguida por una ordeña con máquina, pero ahora esta leche producida si se pesó. La producción de leche en 3 horas por el método de doble pesaje fue 340 g, mientras que por el método de ordeña mecánica fue 351 g, sin diferencia significativa ($P > 0.05$) entre ambos métodos.

Utilizando ovejas no lecheras que estaban criando solamente una cría, van der Linden *et al.* (2010) compararon los siguientes 4 métodos para estimar la producción de leche: 1) por la oxitocina, 2) mediante dimensiones de la ubre, 3) por dilución isotópica, y 4) por el método de doble pesaje de las crías. Además, se investigó también cuál de los 3 métodos en donde se ordeñaba era el mejor predictor de la tasa de crecimiento de las crías. Durante 7 semanas, las ovejas se ordeñaron cada semana por el método de la oxitocina, pesando también las crías. Antes de la ordeña se midieron las dimensiones externas de la ubre de cada oveja. En el método de la dilución isotópica se utilizó óxido de deuterio (D₂O) para estimar en las crías el consumo de leche. Los autores concluyeron que las dimensiones de la ubre, el método de doble pesaje, y el uso de óxido de deuterio son métodos relativamente pobres para estimar la producción de leche. Por otra parte, las dimensiones de la ubre, la producción de leche, y el consumo de leche por las

crías utilizando el óxido de deuterio son métodos que no proporcionan una medida exacta de la tasa de crecimiento de las crías.

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE

El primer trabajo publicado en México sobre este tema fue llevado a cabo por Castellanos & Valencia (1982) en Mocochoá, Yucatán, con el propósito de conocer la producción láctea y la composición de la leche de la borrega Pelibuey. Se utilizaron 15 borregas pluríparas próximas al parto, efectuando una ordeña manual posterior a un periodo de pastoreo a partir del 4to. día post-parto y hasta la semana 16. La cantidad de leche producida se mantuvo cerca de su máximo nivel (650 g) durante las 3 primeras semanas y disminuyó lentamente hasta la 7ma semana, momento en el que se presentó una disminución severa, terminando en la semana 16 con aproximadamente 300 g. La persistencia de la producción de leche fue del 67.8 %. El porcentaje de grasa fue 6.8 % al inicio de la lactancia, subiendo gradualmente, hasta terminar con un valor de 8 % a la semana 16. En lo que respecta a proteína, su valor al inicio de la lactancia fue 5.9 %, y su tendencia fue a permanecer constante durante toda la lactancia.

En Cuba, Pavón *et al.* (1987) estudiaron la producción de leche en 44 ovejas primíparas Pelibuey, Pelibuey × Suffolk y Pelibuey × Corriedale utilizando el método del doble pesaje de las crías. La producción se midió a los días 10, 30, 40, 70 y 90 de lactancia. Los promedios de producción de leche en las ovejas Pelibuey fueron, respectivamente, 1.43, 1.26, 1.17, 0.79, y 0.74 kg, presentándose los niveles máximos de producción entre los 30 y 40 días. No existieron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre los 3 genotipos de ovejas en la producción de leche, pero si las hubo ($P < 0.05$) en cuanto a la ganancia de peso de sus crías, siendo las crías provenientes de ovejas Pelibuey × Suffolk las que ganaron más peso del nacimiento hasta los 90 días.

En México, Espinoza *et al.* (1998) llevaron a cabo un estudio con el propósito de evaluar el efecto que producen jabones de calcio de ácidos grasos (JCAG) y proteína cruda (PC) proporcionados a ovejas Pelibuey en 3 tratamientos, sobre la composición de la leche y el crecimiento de las crías. Se utilizaron 17 ovejas Pelibuey multíparas criando solamente un cordero, y tanto las ovejas como sus crías se pesaron al parto, y posteriormente a los días 30, 60 y 75 (que fue la fecha de destete). Las ovejas que consumieron JCAG y 16 % de PC tuvieron el mayor valor ($P < 0.05$) de grasa (5.0 ± 0.5 %), comparadas con las que recibieron 16 % de PC sin JCAG (3.3 ± 0.6 %), y aquellas solamente con 14 % de PC (3.2 ± 0.6 %). El tratamiento con JCAG no tuvo un efecto ($P > 0.05$) en el porcentaje de proteína ni en el peso de los corderos al nacimiento y destete.

Con el fin de determinar el efecto de la duración del amamantamiento sobre la cantidad de leche y el crecimiento de sus crías, Rondón (2001) en Venezuela llevó a cabo un trabajo con 14 ovejas West African con 2 tratamientos: destete a 42 días (A) y destete a 70 días (B). El amamantamiento se restringió desde el cuarto día post-parto y las ovejas se ordeñaron a mano hasta que produjeron por lo menos 100 g/d. No hubo diferencias ($P > 0.05$) entre los tratamientos A y B en la cantidad de leche ordeñada hasta 42 días (4.45 vs 4.30 kg), entre 43 y 70 días (2.91 vs 2.13 kg), ni durante toda la lactancia (8.79 vs 10.03 kg). Tampoco hubo diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos en cuanto a los pesos de los corderos al nacimiento, 42, 70, y 140 días de edad. También con ovejas West African, Ampuda & Combellas (2000) utilizaron 12 ovejas adultas y 6 de primer parto que se asignaron a 3 tratamientos. La mitad de las ovejas adultas (T-1) y las 6 de primer parto (T-2) estuvieron en confinamiento y manejadas en corraletas individuales, en donde recibieron *ad libitum* una dieta completa con 18 % de PC. La otra mitad de las ovejas adultas (T-3) se mantuvo en pastoreo durante 8 horas día⁻¹ en potreros de pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*), recibiendo además 250 g animal⁻¹ día⁻¹ de un concentrado con 20 % de PC. Las crías se pesaron

semanalmente y hasta el destete, que fue a las 10 semanas de edad. Las crías tuvieron acceso a un alimento iniciador a partir de la 3a. semana de edad. La producción de leche en las ovejas se estimó por el método del doble pesaje de las crías y se tomaron muestras de leche en las semanas 2, 6 y 10 de lactancia para medir su composición química. Los promedios de producción de leche de las ovejas adultas fueron 710 g día^{-1} (T-1) y 346 g día^{-1} (T-3), mientras que en las ovejas de primer parto (T-2) el promedio fue 537 g día^{-1} . La composición química de la leche fue similar en todos los tratamientos, con 6.0 % para proteína y 5.6 % para grasa. Las ganancias de peso de los corderos de los 3 tratamientos fueron 137 g d^{-1} (T-1), 139 g d^{-1} (T-2), y 97 g d^{-1} (T-3), sin diferencias ($P>0.05$) entre los 3 tratamientos.

Godfrey *et al.* (1997) utilizaron ovejas St. Croix, Blackbelly y Florida Native para evaluar la producción de leche y el crecimiento de sus crías en condiciones tropicales semi-áridas. La producción de leche se midió mediante ordeña manual por el método de la oxitocina, iniciando el 3er. día post-parto a intervalos semanales hasta el destete en el día 63. La producción de leche disminuyó durante la lactancia más rápido en las ovejas St. Croix y Blackbelly (cuyas curvas de lactancia tuvieron pendientes negativas) comparadas con las Florida Native (cuya curva de lactancia fue tendió a ser plana y constante), aunque en toda la lactancia no hubo diferencias en la producción total de leche entre las 3 razas, siendo los valores 10.9 kg para ovejas St. Croix, 7.8 kg para las Blackbelly, y 9.5 kg para las Florida Native. No hubo diferencias ($P>0.05$) en el peso al destete o promedio de ganancia diaria de peso entre los corderos de las 3 razas. Solamente en los corderos St. Croix y Florida Native se encontraron correlaciones significativas ($P<0.05$) entre la producción total de leche y el promedio de ganancia diaria de peso, con valores de $r = 0.37$ y $r = 0.71$, respectivamente.

En Brasil, Carvalho *et al.* (2007) utilizaron ovejas Santa Inés para investigar el efecto de la oxitocina en la producción y composición de la leche. Los tratamientos fueron: 1) ordeña a mano + inyección de oxitocina, y 2) ordeña a mano sin inyección de oxitocina (testigo). Las ovejas se ordeñaron diario y permanecieron con sus crías por un periodo diario de 14 horas hasta el destete (a 60 días) y las ovejas continuaron ordeñándose una vez al día hasta el final de toda la lactancia, que fue de 210 días en el tratamiento de la oxitocina y 225 en el tratamiento testigo. En el tratamiento de la oxitocina las ovejas produjeron más leche (141.6 kg) que las del grupo testigo (89.3 kg) hasta el día 133 de lactancia. Sin embargo, no hubo diferencia ($P>0.05$) en la producción de leche en toda la lactancia, con 169.6 kg para el tratamiento de la oxitocina y 119.7 kg en el testigo. Se encontraron diferencias ($P<0.05$) en los 2 tratamientos en el contenido de grasa (5.84 vs 4.96), sólidos totales (17.40 vs 16.18), y sólidos no grasos (11.57 vs 11.22).

También con ovejas Santa Inés, Araujo *et al.* (2008) efectuaron un experimento para evaluar en 56 ovejas de esta raza los efectos de reemplazar el heno de pasto Bermuda por cascarilla de soya en el comportamiento lactacional de las ovejas y el crecimiento de sus crías. Una vez a la semana, de la semana 2 a la 8 (fecha del destete de las crías), las ovejas se separaron de sus crías, se les inyectó oxitocina y se ordeñaron a mano para vaciar la ubre. Después de 3 horas, se obtuvo la producción de leche por el mismo método. Las producciones de leche obtenidas (g/3 hs) en los tratamientos: solamente heno, reemplazo del 33 % de heno por cascarilla de soya, reemplazo del 67 % de heno por cascarilla de soya, y solamente cascarilla de soya, fueron 142.4, 179.8, 212.6, y 202.9, respectivamente. En general, el efecto de proporcionar cascarilla de soya a las ovejas resultó en un promedio de 1.48 kg de leche por día, que es más o menos el promedio de esta raza. No se encontró un efecto ($P>0.05$) de la inclusión de cascarilla de soya en los porcentajes de los componentes de la leche, excepto en la lactosa. Los promedios encontrados en los componentes de la leche fueron 7.70 en grasa, 4.48 en proteína, 5.07 en lactosa, y 18.45 en sólidos totales. En las crías se observó un incremento lineal en el promedio de ganancia diaria de peso durante la

lactancia, mismo que disminuyó de forma lineal después del destete con la inclusión de cascarilla de soya. Sin embargo, el peso final (a las 2 semanas posterior al destete) no fue diferente ($P>0.05$) entre los tratamientos.

Ortega-Jiménez *et al.* (2005) llevaron a cabo un experimento utilizando ovejas Martinik criadas en praderas tropicales en rotación, con el objetivo de probar el efecto del control de residuos post-pastoreo en el consumo de forraje, además de la producción y composición de la leche. Se comparó un sistema en el que los residuos de forraje se eliminaron (FE) contra otro en que dichos residuos permanecieron intactos (FI) durante 3 estaciones del año (seca, intermedia y húmeda). Se midieron la producción de leche por el método de la oxitocina, el peso corporal de la oveja, su condición corporal, y el consumo de forraje (método del índice fecal) en 6 ovejas multíparas (con 2 crías) en cada grupo y en cada estación del año. El promedio de la producción de leche en 11 semanas de lactancia fue 1.2 ± 0.3 kg d^{-1} , mientras que los contenidos de grasa y proteína fueron 66 ± 17 y 52 ± 13 g kg^{-1} , respectivamente. En ambos tratamientos, FE y FI, los promedios para peso al nacimiento y al destete fueron 2.9 ± 0.2 y 18.9 ± 0.0 kg, cuando el destete se efectuó a un promedio de 81.4 ± 3.6 días.

En Nigeria, Adewumi & Olorunnisomo (2009) evaluaron la producción y composición de la leche de ovejas West African Dwarf (W), Yankasa (Y) y cruza (F1) entre estas razas. Se utilizaron 36 ovejas en total (12 de cada genotipo), iniciando el ordeño a mano al 4to. día post-parto. La longitud de la lactancia fue de 100 días y en este estudio se analizaron 2 lactancias. La leche se midió cada día usando un cilindro como medida. Se tomaron muestras de leche de cada grupo en las semanas 2, 8, y 14 de la lactancia para determinar su composición. La producción de leche se analizó utilizando el peso corporal y la edad de la oveja como covariables. Los promedios de producción de leche en los 2 periodos de lactancia fueron: 239.8, 307.7, y 378.6 ml d^{-1} , para las ovejas W, Y y F1, respectivamente. Cuando se tomó en cuenta el peso corporal (PC), los promedios de producción de leche fueron 11.5, 10.5, y 15.1 ml kg^{-1} PC $día^{-1}$. Los contenidos de grasa y proteína fueron 7.10, 7.50, y 7.17; y 5.7, 5.6, y 5.7 en ovejas W, Y, y F1, respectivamente.

Utilizando el método del doble pesaje de las crías, Aboul-Naga *et al.* (1981) en Egipto estimaron la producción de leche de 270 ovejas Rahmani, Ossimi, y Barki con solamente una cría durante 2 partos en 3 años sucesivos, en una lactancia de 12 semanas. Las ovejas Ossimi (65.44 kg) y Rahmani (65.08 kg) produjeron más leche ($P<0.01$) que las Barki (59.29 kg) en las 12 semanas de lactancia. No hubo diferencias ($P>0.05$) en la producción de leche de las ovejas de las 3 razas en las primeras 4 semanas de lactancia, pero en las ovejas Barki la producción de leche empezó a disminuir a partir de la 2da. semana de lactancia (pico de producción), aunque a partir de la 6ta. semana la caída fue más drástica. El pico de producción de leche en las ovejas Ossimi y Rahmani ocurrió en la 3ra. semana. Las correlaciones entre la producción de leche y el peso corporal de las ovejas al parto no fueron significativas ($P>0.05$) y estuvieron en el rango de 0.00 a 0.24.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

Los ovinos de pelo contribuyen de manera importante en varios sistemas de producción en las regiones tropicales. Sin embargo, estos sistemas de producción están sujetos a limitaciones biológicas, sanitarias, de robo y depredación, genética, y socioeconómica (Fitzhugh & Bradford, 1983). Se sabe que las ovejas de pelo producen menor cantidad de leche que las ovejas de lana (Peña *et al.* 2005; Afolayan *et al.* 2009; ver Tabla 1). Por otra parte, es bien conocido que la calidad nutritiva de las especies forrajeras tropicales es menor que la de las especies forrajeras de climas templados (Barahona & Sánchez, 2005, Tabla 2). Si a lo anterior añadimos la ya conocida

característica de alta prolificidad de las ovejas de pelo, podemos imaginarnos el gran reto que representa, no solamente la necesidad de continuar los estudios encaminados a estimar la producción y composición de leche, así como conocer las curvas de producción de leche de las diversas razas o biotipos de ovejas de pelo, sino, sobre todo, llevar a cabo programas de selección para aumentar la producción de leche, ya que en nuestros sistemas de producción con ovinos de pelo no existe todavía la posibilidad de la crianza artificial de los corderos. Finalmente, hay que estar consciente de que razas como la Pelibuey y Blackbelly, que son las que más abundan en México, van disminuyendo gradualmente, debido a la introducción de sementales de razas exóticas como Dorper, Texel, Charollais y otros, que al irse cruzando con ovejas Pelibuey y Blackbelly van dando lugar a la aparición cada vez mayor de ovejas F₁, lo que está ocasionando en las ovejas la pérdida de varias de sus características originales, entre ellas menor adaptación al medio, la introducción de estacionalidad, más propensas a enfermedades y parásitos, etc.

Tabla 1. Promedios de producción y composición de la leche de ovejas de razas no lecheras de regiones tropicales y subtropicales

Raza	Producción de leche (kg/d)	Grasa (%)	Proteína (%)	Largo de la lactancia	Autor (es)
Pelibuey	0.52	6.7	5.5	97 días	Castellanos & Valencia (1982)
Pelibuey	0.75	----	---	90 días	Pavón <i>et al.</i> (1987)
Pelibuey	----	5.0	4.9	75 días	Espinoza <i>et al.</i> (1998)
Blackbelly	0.12	--	--	63 días	Godfrey <i>et al.</i> (1997)
St. Croix	0.17		--	63 días	Godfrey <i>et al.</i> (1997)
Martinik	1.20	6.6	5.2	81 días	Ortega-Jiménez <i>et al.</i> (2005)
West African	0.27			70 días	Rondón (2001)
West African	0.35	5.6	6.0	75 días	Ampuda & Combellas (2000)
Santa Inês	0.78	5.8		133 días	Carvalho <i>et al.</i> (2007)
Santa Inês	0.44	7.5	4.5	60 días	Araujo <i>et al.</i> (2008)
West African Dwarf	0.24	7.1	5.8	100 días	Adewumi & Olorunnisomo, (2009)
Yankasa	0.31	7.5	5.7	100 días	Adewumi & Olorunnisomo, (2009)
Rahmani	0.72			90 días	Aboul-Naga <i>et al.</i> (1981)
Ossim	0.72			90 días	Aboul-Naga <i>et al.</i> (1981)
Barki	0.65			90 días	Aboul-Naga <i>et al.</i> (1981)

Tabla 2. Contenido de nutrientes de diferentes clases de forrajes.

Forraje	Energía metabolizable (MJ kg⁻¹ de MS)	Proteína cruda (g kg⁻¹ de MS)
Pastos, henos y ensilajes de clima templado	7.0 a 13.0	60 a 250
Pastos tropicales	5.0 a 11.0	20 a 200
Ensilaje de maíz	10.0 a 12.0	60 a 120
Pajas de cereales	5.0 a 8.0	20 a 40
Cultivos de raíz	11.0 a 14.0	40 a 130

Fuente: Barahona & Sánchez (2005).

REFERENCIAS

- Aboul-Naga AM, El-Shobokshy AS, Marie IF, Moustafa MA (1981) Milk production from subtropical non-dairy sheep. *J Agric Sci.* 97: 297-301.
- Adeyemi OO, Olorunnisomo OA (2009) Milk yield and milk composition of West African Dwarf, Yankasa and crossbred sheep in southwest of Nigeria. *Livest Res for Rural Develop.* Volume 21, Article #42. Retrieved March 3, 2013, from <http://www.lrrd.org/lrrd21/3/adew21042.htm>
- Afolayan RA, Fogarty NM, Morgan JE, Gaunt GM, Cummins LJ, Gilmour AR, Nielsen S (2009) Genetic analysis of milk production and composition in crossbred ewes from different maternal genotypes. *Anim Prod Sci.* 49: 24-31.
- Ampuda J, Combella J (2000) Estimación de la producción de leche en ovejas West African. *Prod Latina.* 25: 533-535.
- Araujo RC, Pires AV, Susin I, Mendes CQ, Rodrigues GH, Packer IU, Eastridge ML (2008) Milk yield, milk composition, eating behavior, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coastcross (*Cynodon* species) hay. *J Anim Sci.* 86: 3511-3521.
- Barahona RR, Sánchez PS (2005) Limitaciones físicas y químicas de la digestibilidad de pastos tropicales y estrategias para aumentarla. *Rev Corpoica.* 6: 69-82.
- Barnicoat CR, Logan AG, Grant AI (1949a) Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. II. Milk yield of ewes and factors influencing them. *J Agric Sci.* 39: 47-55.
- Barnicoat CR, Logan AG, Grant AI (1949b) Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. III. Composition of New Zealand Romney ewe's milk. *J Agric Sci.* 39: 237-248.
- Barnicoat CR, Murray PF, Roberts EM, Wilson GS (1956) Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. VI. Yield and composition of ewes' milk in relation to growth of the lamb. *J Agric Sci.* 48: 12-18.
- Benson ME, Henry MJ, Cardellino RA (1999) Comparison of weigh-suckle-weigh and machine milking for measuring ewe milk production. *J Anim Sci.* 77: 2330-2335.
- Bradford GE (1972) The role of maternal effects in animal breeding: VII. Maternal effects in sheep. *J Anim Sci.* 35: 1324-1334.
- Carvalho RL, Olalquiaga PJR, Andrade CPH, Fonseca SF, Muniz JA, de Oliveira JGM, de Souza NV (2007) Effects of oxytocin on milk yield and composition of Santa Inês ewes. *R Bras Zootec.* 36: 438-444.
- Castellanos RA, Valencia ZM (1982) Estudio cuantitativo y cualitativo de la producción láctea de la borrega Pelibuey. *Prod Anim Trop.* 7: 245-253.
- Coombe JB, Wadrop ID, Tribe DE (1960) A study of milk production of the grazing ewe with emphasis on the experimental technique employed. *J Agric Sci.* 54: 353-359.

- Doney JM, Peart JN, Smith WF, Louda R (1979) A consideration of the techniques for estimation of milk yield by suckled sheep and a comparison of estimates by two methods in relation to the effect of breed, level of production and stage of lactation. *J Agric Sci.* 92: 123-132.
- Dwyer CM (2008) Genetic and physiological determinants of maternal behavior and lamb survival: implications for low-input sheep management. *J Anim Sci.* 86: E246-E258.
- Espinoza JL, López-Medina O, Ramírez-Godínez JA, Jiménez J, Flores A (1998) Milk composition, postpartum reproductive activity and growth of lambs in Pelibuey ewes fed calcium soaps of long chain fatty acids. *Small Rum Res.* 27: 119-124.
- Fitzhugh HA, Bradford GE (1983) Productivity of hair sheep and opportunities for improvement. *In: Hair Sheep of Western Africa and the Americas. A Genetic Resource for the Tropics.* Westview Press, Boulder, CO, USA. pp: 23-52.
- Godfrey RW, Gray ML, Collins JR (1997) Lamb growth and milk production of hair and wool sheep in a semi-arid tropical environment. *Small Rum Res.* 24: 77-83.
- McCance I (1959) The determination of milk yield in the Merino ewe. *Aust J Agric Res.* 10: 839-853.
- Mellor DJ, Murray L (1985) Effects of maternal nutrition on udder development during late pregnancy and on colostrums production in Scottish Blackface ewes with twin lambs. *Res Vet Sci.* 39: 230-234.
- Mellor DJ, Dingwall RA, King TJ (1993) Successful fostering of orphan lambs by non-pregnant ewes induced to lactate using exogenous hormone treatment. *N Z Vet J.* 41: 200-204.
- Ortega-Jiménez E, Alexandre G, Boval M, Archimede H, Mahieu M, Xande A (2005) Intake and milk production of suckling ewes reared at pasture in humid tropics according to the post-grazing residue management. *Anim Res.* 54: 459-469.
- Papachristoforou C (1990) The effects of milking method and post-milking suckling on ewe milk production and lamb growth. *Ann Zootech.* 39: 1-8.
- Pavón M, Fuentes JL, Lima T, Albuernes R, Efremov A, Perón N (1987) Estudio de la producción de leche en la oveja Pelibuey, Pelibuey x Suffolk y Pelibuey x Corriedale y el crecimiento del nacimiento al destete de sus crías. *Rev Cubana Reprod Anim.* 13: 39-53.
- Peña BF, García MA, Martos PJ (2005) Revisión bibliográfica sobre producción de leche, control lechero y curvas de lactación. *Prod Anim y Gestión.* 2: 1-55.
- Pirchner F (1983) *Population Genetics in Animal Breeding.* Second Edition. Plenum Press, New York. 414 p.
- Robinson JJ, Foster WH, Forbes TJ (1968) An assessment of the variation in milk yield of ewes determined by the lamb-suckling technique. *J Agric Sci.* 70: 187-197.
- Rondón MZ (2001) Restricción del amamantamiento y tiempo de destete sobre la producción de leche al ordeño de ovejas West African. *Zoot Trop.* 19: 219-228.
- Snowder GD, Knight AD, Van Vleck LD, Bromley CM, Kellom TR (2001) Usefulness of subjective ovine milk scores. I. Associations with range ewe characteristics and lamb production. *J Anim Sci.* 79: 811-818.
- van der Linden DS, López-Villalobos N, Kenyon PR, Thorstensen E, Jenkinson CMC, Peterson SW, Blair HT (2010) Comparison of four techniques to estimate milk production in singleton-rearing non-dairy ewes. *Small Rum Res.* 90: 18-26.

GENES ASOCIADOS A TASA DE OVULACIÓN EN POBLACIONES OVINAS

Luna Palomera C.¹, Alonso Morales R.A.², Abad Zavaleta J.³, Peralta Torres J.A.¹, Chay Canul A.J.¹

¹*División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Av. Universidad S/N, Zona de la Cultura, Col. Magisterial, Villahermosa, Tabasco, México. C.P. 86040.* ²*Departamento de Genética y Bioestadística. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. Ciudad Universitaria. México D.F. 04510.* ³*Universidad del Papaloapan. Instituto de Biotecnología. Loma Bonita Oaxaca. E:mail: carlos.luna@ujat.mx*

ABSTRACT

The study of mutations in several genes associated with the transforming growth factor β superfamily (BMP1B, GDF9 and sex-linked BMP15), as like other genes with major effect as FecL, estrogen receptor (ESR), and inhibins (INHA and INHBB) can increase the rate ovulation and prolificacy significantly. However, ewes that are homozygous majorly of BMP15 or GDF9 mutations are sterile, so use of these mutations requires carefully structured breeding programmes. The polymorphism found for the prolactin receptor (PRLR) has been associated with increased rates of ovulation, and melatonin (MTR) to non-seasonal reproduction in sheep. The selection of sheep significantly reduced the seasonal anestrus, and the sheep continue reproductive activity during the spring and summer. It has been found that MTR1 polymorphism is associated with reproductive seasonality in some races so it becomes a candidate gene for this trait. However, it appears that these genes in some breeds may be interacting additively, and a mutation in a breed may not appear in another, so there are several mechanisms that affect ovulation rate and prolificacy.

Keywords: Fecundity genes, BMP15, BMP1B, ALK6, ESR, Inhibins.

INTRODUCCIÓN

La oveja es una especie altamente diversa con una gran variabilidad en características fisiológicas incluyendo la tasa ovulatoria y fertilidad. Sin embargo, al paso del tiempo muchas razas están sufriendo introgresión, erosión y pérdida de diversidad genética (FAO, 2000), por lo que su conocimiento permitirá su conservación y uso racional.

La tasa ovulatoria, definida por el número de ovocitos liberados durante un ciclo reproductivo, está determinada por un complejo cambio de señales endócrinas entre la glándula pituitaria y el ovario, y señales paracrinas y autocrinas entre factores de señalización dentro de los folículos envolviendo el ovocito y sus células somáticas adyacentes, todas ellas controladas genéticamente (Galloway et al., 2000; Montgomery et al., 2001; Knight y Glister, 2003; Shimasaki et al., 2004; MacNatty et al., 2005; Fabre et al., 2006; Guo y Wang, 2009; Xu et al., 2010).

Recientemente se han estudiado mutaciones genéticas que producen variaciones importantes en la tasa de ovulación. Los puntos de mutación que han sido identificados en el gen GDF9 o FecG con dos variantes alélicas en cuatro razas (Hanrahan et al., 2004; Silva et al., 2011). El BMP15 o FecX presenta seis variantes alélicas en diferentes razas (Galloway et al., 2000; Bodin et al., 2002; Hanrahan et al., 2004; Monteagudo et al., 2009). Otra mutación se encuentra en el gen activin-like kinase (ALK6), FecB o conocido anteriormente como receptor tipo IB de la proteína morfogenética de hueso (BMP1B), identificado en más de seis razas (Wilson et al., 2001;

Mulsant et al., 2001; Souza et al., 2001; Davis et al., 2002; Davis 2006). Es evidente que GDF9, BMP15 y ALK6 presentes en los ovocitos, tienen un efecto mayor en la regulación de la tasa de ovulación y fertilidad, los cuales están identificados y ampliamente estudiados en varias razas (Montgomery, 2000; Montgomery et al., 2001; Fabre et al., 2006). Por otra parte, el FecL ha mostrado ser un gen autosomal recesivo, y cuyo polimorfismo lleva a la exploración de nuevas vías biológicas implicadas en el control de la ovulación en mamíferos (Drouilhet et al., 2009)

Se han reportado otros genes propuestos como candidatos y que pueden impactar positivamente la prolificidad y fertilidad de las ovejas. El gen inhibina alfa (INHA) ha sido propuesto como gen mayor con efecto sobre la prolificidad y su polimorfismo en cabras se documenta incrementa el tamaño de camada (Hua et al., 2007; He et al., 2010); El gen inhibina beta (INHBB), también se ha propuesto con efecto mayor sobre prolificidad y se ha encontrado polimorfismo en ovejas de algunas razas incrementando el tamaño de camada.

El estudio en conjunto de estos genes y sus mecanismos genéticos a nivel molecular permitirá también, comprender la forma como se interrelacionan para afectar la prolificidad y fertilidad de las ovejas. El propósito de esta revisión es el estudio de los principales genes y mecanismos genéticos a nivel molecular que controlan la tasa de ovulación, prolificidad.

CONTROL GENÉTICO DE LA TASA OVULATORIA Y PROLIFICIDAD

La variación en la fertilidad, prolificidad y tasa ovulatoria se ha observado en diferentes razas ovinas, lo cual está genéticamente regulado por un conjunto de genes con acción mayor o aditiva, nombrados como genes de la fecundidad (Fec), los cuales pertenecen a la súper familia de factores de crecimiento transformante beta (TGF β) y un receptor TGF β (Galloway et al., 2000). Las mutaciones en alguno de estos genes o en diferentes genes están presentes en razas prolíficas. (Davis et al., 2006). Las mutaciones resultan en polimorfismo debido al cambio de una base por otra, lo cual puede influir en la función de del gen debido a que la secuencia del ADN pueden producir cambios en un aminoácido y con ello en la proteína, su función y plegamiento, alterar la expresión génica, o afectar la estabilidad del ARN (Montgomery, 2000).

En la ovejas se han encontrados genes polimórficos con actividad fisiológica sobresaliente sobre la tasa de ovulación y prolificidad en ovejas de varias razas, que a continuación se describirán.

Gen de la proteína morfogénica de hueso (BMP15) o inverdale (fecx)

Fue uno de los primeros reportados con efecto mayor sobre la tasa de ovulación en ovejas Romney (Davis et al., 1992; Galloway et al., 2000).

La BMP15 actúa a través de una cascada de proteínas señalizadoras que son responsables de un enorme rango de comportamientos fisiológicos a nivel celular, incluyendo el desarrollo y maduración de ovocitos (Galloway et al., 2000; McNatty et al., 2005a; Juengel et al., 2006; Yoshino et al., 2006; Xu et al., 2010).

La mutación produce un incremento de 1.0 en la tasa ovulatoria y de 0.6 en el tamaño de camada (Galloway et al., 2000), asociado a una mayor sensibilidad de los folículos a la FSH; sin embargo, la BMP15 se expresa en el ovocito de varias especies y es un gene candidato para el fenotipo FecX^I asociado con el tamaño de camada en ovejas (Chu et al., 2007a). Se reportan 5 diferentes puntos de mutaciones: FecX^I, FecX^H (Hanna; Galloway et al., 2000); FecX^L (Lacaune; Bodin et al. 2002); FecX^G (Belclare y Cambrige; Hanrahan et al., 2004); FecX^B (Belclare; Hanrahan et al., 2004); y recientemente el FecX^R en la raza Aragonesa (Martínez-Royo et al., 2008; Monteagudo et al., 2009) con efecto mayor sobre la tasa de ovulación, con una delección de 17 pb del marco de lectura del gen funcional (Monteagudo et al., 2009). Sin embargo, la prolificidad parece estar menos correlacionada en el locus X.

La mutación FecX^H consiste en una transición de una C por una T en el nucleótido 67 de la región codificante para el péptido maduro (aminoácido 291 del péptido no procesado), la cual introduce un codón de paro prematuro en la secuencia, lo cual posiblemente resulta en una completa pérdida de la función de la BMP15 en los portadores homocigotos en esta variante FecX^H (Montgomery et al., 2001).

La mutación FecX^I consiste en una transversión de una sola T por A en la posición 92 del nucleótido resultando en la sustitución de una valina con un ácido aspártico en una región altamente conservada de la proteína (Galloway et al., 2002). Este cambio parece debilitar la habilidad de la BMP15 para formar dímeros e interfiere con la acción biológica de la BMP15 en ovejas homocigotas para esta variante FecX^I (Montgomery et al., 2001).

La mutación FecX^G es una transición de una C por T en el nucleótido 718, la cual introduce un codón de paro prematuro en el aminoácido 239 de la proteína no procesada (Fabre et al., 2006), lo cual presumiblemente resulta en pérdida completa de la función del BMP15 (Barzegari et al., 2010). Una variante introduce un cambio de una arginina por una histidina (variante GD) el cual substituye un grupo polar cargado básico con otro y ocurre en una posición antes del sitio de corte en el péptido maduro, lo que invariablemente afecta la actividad de la proteína madura (Barzegari et al., 2010).

La mutación FecX^B también es una transición de una G por T en el nucleótido 1100, sustituyendo una serina por una isoleucina en la posición 367 del aminoácido del péptido no procesado (aminoácido 99 de la proteína madura) (Fabre et al., 2006).

La mutación FecX^L afecta al gen BMP15, se demostró que segrega en la población de ovejas francesas Lecaune incrementando la tasa ovulatoria en cerca de 2.0. Este alelo consiste en una mutación de un aminoácido cisteína por una tirosina en la posición 53, responsable de una alteración dramática en el procesamiento del péptido BMP15 (Bodin et al., 2007).

La mutación FecX^R ocurrida en el gen BMP15 y detectado en la raza Aragonesa, en la cual se ha encontrado afecta la prolificidad. Esta mutación en este alelo consiste en una delección de 17 pb que lleva a una alteración en la secuencia de aminoácidos, introduciendo un codón de paro prematuro, perdiendo el péptido maduro. Esta alteración incrementa la prolificidad en ovejas heterocigotas en 2.66 corderos por parto comparada con 1.36 corderos por partos en hembras que no tienen la mutación, pero causa esterilidad en las homocigotas debido a fallas ováricas primarias (Martínez-Royo et al., 2008; Monteagudo et al., 2009). Por lo tanto, la selección de hembras de reemplazo con este tipo de mutación incrementa la tasa de partos gemelares o múltiples, pero también incrementa la probabilidad de corderos freemartins y por tanto estériles (Martínez-Royo et al., 2009).

En ovejas con mutaciones BMP15 la tasa de ovulación es alta en heterocigotas. Las homocigotas, presentan ovarios pequeños y aplanados con folículos que no se desarrollan hasta la etapa de folículos primarios (Galloway et al., 2000; Hanrahan et al., 2004; McNatty et al., 2005b; Bodin et al., 2007), lo que resulta en completa infertilidad de estas hembras (Hanrahan et al., 2004; Monteagudo et al., 2009). Por tanto, la proteína madura BMP15 es un factor clave en la determinación de la tasa de ovulación y fertilidad de mamíferos (Hashimoto et al., 2005) y, en ovejas, las heterocigotas con cualquier tipo de mutación del gen BMP15 (FecXI, FecXH, FecXG, FecXB, FecXL y FecXR), tienen alta tasa de ovulación comparadas con las del gen tipo silvestre (McNatty et al., 2005a; Martínez-Royo et al., 2008, Monteagudo et al., 2009).

Gen Booroola (Fecb) o activin-like kinasa (ALK6)

También conocido como receptor tipo IB de la proteína morfogenética de hueso (BMPRI_B), y hoy llamado como el gen activin-like kinase (ALK6) o FecB, identificado en más de seis razas (Wilson et al., 2001; Mulsant et al., 2001; Souza et al., 2001; Davis et al., 2002; Davis 2005).

Fue uno de los primeros reportados con efecto mayor sobre la tasa ovulatoria nombrado Booroola (FecB) en ovejas Merino (Davis, 1982), cuyo efecto de mutación es aditivo con un incremento de 1.65 en tasa de ovulación por cada copia, explicado por mayores concentraciones FSH en animales BB comparados con los ++ (McNatty et al., 2005a). El incremento en la tasa de ovulación en portadoras FecB^B fisiológicamente está asociado con una maduración precoz de un gran número de folículos antrales los cuales ovulan a un menor tamaño en comparación con las no portadoras o silvestres (McNatty et al., 2005b).

La mutación en el FecB se ha reportado en algunas de las razas más prolíficas en el mundo. En Merino Booroola Australiano (Souza et al., 2001); Garole Indian (Davis et al., 2002), en la que gen ha mostrado un alto grado de polimorfismo (Polley et al., 2010); Javanese Indonesia (Davis et al., 2002); y en ovejas Small-tailed Han y Hu China (Davis et al., 2006). El tamaño de camada y la tasa de ovulación en ovejas incrementan con el número de mutaciones para el gen ALK6 (Fabre et al., 2006). Ovejas heredando una copia del gen Booroola de sus padres producen cerca de 1.5 óvulos extras y dan al nacimiento un cordero extra por parto. Las ovejas portadoras homocigotas producen cerca de tres óvulos extras, resultando en 1.5 corderos extras por parto (Fabre et al., 2006).

Se sabe que el punto de mutación en el gen BMPRI_B (A746G) esta significativamente asociado con el fenotipo de hiperproliferidad en ovejas Booroola (FecB). Xu et al. (2010) reportan que en ovejas clasificadas como LF presentaban la mutación BMPRI_B, pero no mostraron el fenotipo de alta tasa ovulatoria o proliferidad, sugiriendo que algunos otros factores pueden ocasionalmente inhibir la expresión del fenotipo mutante. Al examinar los receptores del BMPRI_B junto con los de BMPRI_A y BMPRI_{II} a nivel de expresión de RNAm en folículos antrales, los resultados mostraron que había una diferencia significativa en la abundancia de RNAm en BMPRI_B y BMPRI_{II} en los folículos antrales de las ovejas HF y LF.

Los Smad son moléculas señalizadoras a nivel intracelular de BMP y existen fuertes evidencias que son esenciales en la reproducción. En ratones knockout que muestran un fenotipo letal embrionario (Tremblay et al., 2001), estudios muestran que las hembras doble condición Smad1 y Smad5 son infértiles y desarrollan tumor metastásicos en las células de la granulosa (Pangas et al., 2008). En ovejas Hu la abundancia de RNAm en los folículos antrales es mayor en HF que en LF, lo cual sugiere que la diferencia en Smad4 puede estar asociada con la tasa de ovulación, y puede ser atribuido al hecho de que Smad4 es un par-común esencial tanto para la vía TGF- β /activina como para BMP.

Gen del factor de diferenciación del crecimiento (GDF9) o FecG

Este gen en la oveja es también denominado FecG, mapea en el cromosoma 5 (Montgomery, 2000). El punto de mutación identificado en la oveja Belclare (FecG^H) resulta en un aminoácido no conservado en una región que se predice interactuar con el receptor ligador de dominio tipo 1 (McNatty et al., 2005a).

El gen autosomal GDF9 tiene un patrón de herencia autosomal sobredominante, su rol esencial es controlando el crecimiento folicular a través de su influencia en la función de la célula de la granulosa (Galloway et al., 2002; Hanrahan et al., 2004). Los animales homocigotos para esta mutación no ovulan y son infértiles, mientras que en los animales heterocigotos la media de ovulación 2 veces más comparados con los gen tipo silvestre (McNatty et al., 2005b; Davis,

2005). En el caso de los mutantes homocigotos, el desarrollo ovárico desde la etapa preantral hasta la de crecimiento es diferente del tipo silvestre (ver revisión de McNatty et al., 2005). Por tanto, la ventaja en fertilidad, prolificidad y tasa ovulatoria es en los heterocigotos (Barzegari et al., 2010).

El GDF9 es esencial para el desarrollo folicular ovárico y normal ovulación y formación de CL en ovejas (Juengel et al., 2006). Como se mencionó, los animales homocigotos para el gen GDF9 en el punto de mutación G8 (C-T) son anovulatorios y estériles, mientras que heterocigotos tienen alta tasa de ovulación comparado con el tipo silvestre (Hanrahan et al., 2004). En el caso de la oveja Hu no se ha encontrado la mutación en este gen; sin embargo, BMPRII y TGF- β RI están envueltos en el control negativo de su señalización (Mazerbourg et al., 2004), y de acuerdo a los resultados de Xu et al. (2010) existen diferencias significativas en los niveles de RNAm de GDF9, BMPRII y TGF- β RI en los folículos antrales de HF y LF.

Sin embargo, recientemente Silva et al. (2011), en ovejas Santa Inés con antecedentes de partos gemelares y trillizos, describe por primera vez el polimorfismo por SNPs del gen GDF9 denominado FecG^E (Embrapa), el cual incrementa la tasa ovulatoria en homocigotos sin producir esterilidad en las ovejas. El alelo en estudio en ovejas homocigotas (E/E) mostró un 82% de incrementos en el número de CLs con promedio de 2.22 por oveja, así como una frecuencia del 96.3% en partos múltiples comparada con las heterocigotas (E/+) que mostraron una frecuencia de 31.8% en partos múltiples y un promedio 1.34 CLs; y las silvestres (+/+) con 14.6% de partos gemelares y 1.22 CLs en promedio. Este alelo marca un efecto aditivo diferente al de sobredominancia de los alelos FecG^H y FecX descritos hasta hace poco, y describiendo ovocitos fértiles en los genotipos E/E, lo cual describe por primera vez este efecto fisiológico para el gen GDF9.

Gen lecaune (FECL)

Es un gen autosomal recesivo identificado en la raza Francesa Lecaune, de las cuales existen líneas para la producción de carne o leche.

Este alelo es una mutación de un aminoácido cisteína por una tirosina en la posición 53, responsable de una alteración dramática en el procesamiento del péptido BMP15 (Bodin et al., 2007). A diferencia de todos los genes Fec identificados e implicados en la regulación de la TO pertenecientes al sistema de señalización BMP (Fabre et al., 2006), basados en la región ortóloga en el humano, ninguno de los 20 genes del locus FecL corresponden a ligandos conocidos, receptores, antagonistas o moléculas señalizadoras del sistema BMP, o más generalmente al sistema TGF β (Drouilhet et al., 2009).

Se pensaba que la línea productora de carne la tasa de ovulación está bajo control genético de este gen autosomal con efecto aditivo mayor al que nombraron FecL (Bodin et al., 2002). Posteriormente se identificó el alelo FecX^L el cual afecta al gen BMP15 y que se demostró segregarse en la misma población incrementando la tasa ovulatoria en cerca de 2.0.

La influencia de FecL^L en TO es aditiva, con ovulaciones extras incrementando en aproximadamente 1.5 con una copia y 3.0 con dos copias. Drouilhet et al. (2009) estudió el efecto simultáneo de los locus FecX^L y FecL^L sobre la tasa ovulatoria en ovejas.

En la ausencia de la mutación FecX^L, una copia del alelo FecL^L incrementa la TO en cerca de 1.5 y dos copias del FecL^L la TO incrementa en 3.0. Este hallazgo confirma el efecto aditivo en la TO entre estos alelos. Por otra parte, una copia del alelo mutante FecX^L incrementa la TO en 1.9. Cuando están presentes simultáneamente en estado doble heterocigoto, las dos mutaciones incrementan la TO en 2.9. Por tanto, aquellas ovejas portadores de la mutación en los loci FecL y FecX tienen mayor TO que aquellas con una sola mutación (Drouilhet et al., 2009).

La identificación de la mutación en el *FecL* puede abrir nuevas oportunidades de descubrir vías implicadas en la regulación de la tasa ovulatoria. En este sentido Drouilhet et al. (2010) compararon el efecto fisiológico de *FecL^L*, entre hembras homocigotas (L/L) y de tipo silvestre (+/+) sobre el fenotipo ovárico y perfiles endócrino. Los hallazgos concluyen que: 1) El número de folículos ≤ 3 mm no fue diferente entre genotipos. El número de folículos medianos (3.5 y 5.5 mm) fue mayor en ovejas L/L. La misma diferencia se observó en folículos grandes (≥ 6 mm). El tamaño folículo dominante fue 1 mm menos en L/L comparadas con +/+. 2). Las concentraciones intrafoliculares de P_4 en folículos grandes mostraron una reducción, pero la relación entre la concentración de P_4 :T fue mayor en folículos grandes de ovejas L/L. Por el contrario, la relación P_4 : E_2 fue menor en folículos grandes L/L comparada a +/+. Los folículos medianos mostraron una relación P_4 :T mayor en L/L comparada con +/+. 3) Los genes esteroideogénicos fueron preferencialmente expresados en células de la granulosa de folículos grandes comparados a células de la granulosa de folículos pequeños. En contraste, los niveles de RNAm de FSHR incrementaron en las células de la granulosa de ovejas L/L. FSHR y LHR se expresaron preferencialmente en las células de la granulosa y células de la teca de folículos grandes.

Gen del receptor para estrógenos

El receptor para estrógenos (ESR) es un miembro la superfamilia de receptores nucleares del factor de transcripción ligando – activado. Se encuentra mapeando en los cromosomas 17 en bovinos y ovejas, en el 8 en cerdos y en el 4 en humanos (Montgomery, 2000). Este gen está relacionado con incremento en el tamaño de camada en cerdos (Rothschild et al., 1996), y en ratones ESR knocked out muestran regulación caótica de LH, anovulación, e insensibilidad del útero a estrógenos (Hewitt and Korach, 2003), lo cual indica que el ESR puede jugar un rol importante en la prolificidad en ovejas (Shi et al., 2010).

Bi et al. (2005) estudiaron el polimorfismo del gen del ESR en ovejas hiperprolíficas Small Tail Han, Hu y German Mutton Merino, en las cuales reportan tres genotipos (AA, AB y BB) con frecuencias génicas para el alelo A de 0.846, 0.672 y 0.786, y para el alelo B de 0.154, 0.328 y 0.214, respectivamente. Se reporta una mutación (C363G) en el exón 1 del gen ESR en ovejas con genotipo BB en comparación con el AA. Las ovejas Small Tail Han con genotipos AB y BB tuvieron 0.51 y 0.7 corderos más que aquellas con genotipo AA, por lo que el locus para ESR es un gen con efecto mayor que influye o está ligado a un gen que afluje sobre la prolificidad de estas ovejas. Por otra parte, en la raza Xingjiang Cele Clack en China Shi et al. (2010), reportan frecuencias genotípicas de 0.631, 0.321 y 0.047 para los genotipos silvestre, heterocigoto y homocigoto, respectivamente, pero sin polimorfismo para el gen ESR o asociación de este gen con la prolificidad. Otro estudio basado en secuencias humanas, de pollo y rata del exón 4 para ESR, Di et al. (2008), tampoco reporta polimorfismo en la mismas razas, excepto la Merino. Lo anterior lleva concluir que en las razas de ovejas hiperprolíficas existen diferentes genes que controlan los mecanismos de desarrollo, maduración y ovulación que caracterizan a este fenotipo.

Gen de inhibina

La inhibina es una glicoproteína perteneciente a la superfamilia del factor- β de crecimiento transformante que suprime selectivamente la síntesis y secreción de la FSH (Robertson et al., 1985; Woodruff et al., 1996). Está compuesta de dos subunidades, α y β , unidas por enlace disulfuro; se han identificado dos tipos de inhibinas, compartiendo una subunidad α común pero diferentes subunidades β (βA o βB ; Jaeger y Hiendleader, 1994), dando lugar a la inhibina $\alpha\beta A$ (INHA) y $\alpha\beta B$ (INHBB). La subunidad α mapea en los cromosoma 2 en humano, bovino y ovino

y en el 15 en cerdos; la subunidad β A mapea en los cromosomas 7 en humanos, 4 en bovino y ovino y 18 en porcinos; y la subunidad β B mapea en los cromosomas 2 en humanos, bovino y ovino y en el 12 en porcinos (Montgomery et al., 2000).

Se reporta que el gen INHA, tienen efecto aditivo significativo en la prolificidad de ovejas, y es obvio que INHA, INHBA e INHBB tienen un efecto importante en el tamaño de camada (Jaeger et al., 1994, Hiendleder et al., 1996; Hiendleder et al., 2002). Por otra parte, otro estudio muestra que el gen INHA tiene el RFLP TaqI, y el alelo TaqI A es un alelo asociado a tamaño de camada en ovejas (Leyhe et al., 1994).

Hasta ahora no se ha reportado polimorfismo para el gen INHA en ovejas; sin embargo, en cabras se reportan genes candidatos asociados a la prolificidad en poblaciones de cabras en China de las razas Matou, Nubi, Boer y Haimen (Hua et al., 2007), donde una mutación (G284A) fue identificada mediante digestión por Hae, lo cual indica que el alelo G es dominante. Este estudio demostró que el efecto del genotipo de INHA en el tamaño de camada fue mayor para el genotipo GG, seguido por AG y AA, por lo que INHA puede ser un gen que controla el tamaño de camada en cabras. En otro estudio reciente en cabras Haimen, Boer y Huanghuti en China, He et al. (2010) reporta una mutación (C865T) en el exón del gen para INHA, la cual es silente y no induce cambio en el aminoácido. La frecuencia genotípica para BB, Bb y bb en las cabras Haimen fue de 0, 0.08 y 0.92; para las cabras Boer fue de 0, 0.84 y 0.16; y para las cabras Huanghuai fue de 0.02, 0.70 y 0.28, respectivamente. Esto preliminarmente demuestra existe una asociación entre el genotipo bb y el estro durante todo el año comparado al estro estacional, y por tanto el gen INHA puede ser considerado como un gen candidato para alta prolificidad en cabras. Se ha encontrado que el gen INHBB tiene un efecto significativo sobre el tamaño de camada en algunas razas de ovejas (Joeger y Hiendleder, 1994), y considerando su importante rol en la reproducción, es considerado un posible gen candidato para la prolificidad en ovejas. Al respecto Chu et al. (2011) estudiaron su efecto sobre la prolificidad en ovejas Small Tail Han y Hu, los resultados revelaron la existencia de polimorfismo dentro del exón 2 del gen INHBB. En las ovejas Hu se encontró una mutación (A276G) en el exón 2 en el genotipo BB comparada con el AA, la cual no causó cambio de aminoácido, ya que estaba dentro de la región 3' no traducida (UTR) del gen INHBB. La frecuencia genotípica encontrada en la raza Hu fue de 0.636, 0.046 y 0.318 para los genotipos AA, Ab y BB, respectivamente; las ovejas con genotipo BB mostraron 0.58 corderos más que aquellas con genotipo AA, lo cual preliminarmente muestra que el gen INHBB tiene un efecto significativo en el tamaño de camada de ovejas Hu, pero no en las Small Tail Han, lo que implica que existen bases genéticas moleculares diferentes para la hiperprolificidad entre razas.

CONCLUSIONES

La identificación de poblaciones con mutaciones que favorezcan la prolificidad, tasa ovulatoria y fertilidad en general, está permitiendo hacer uso de estas ovejas como modelos en el estudio de los procesos biológicos y fisiológicos en el campo de la reproducción. Esto ha permitido conocer mejor los fenómenos del control ovárico de la foliculogénesis y la tasa de ovulación.

El conocimiento de estos genes está permitiendo incrementar la prolificidad y obtener mayor número de corderos al destete, al mismo tiempo que permite planear los cruzamientos para disminuir los casos de infertilidad en ovejas homocigotas portadoras.

REFERENCIAS

- Barzegari A., S. Atashpaz, K. Ghabili, Z. Nemati, M. Rustaei and R. Azarbaijani. 2010. Polymorphisms in GDF9 and BMP15 associated with fertility and ovulation rate in Moghani and Ghezel sheep in Iran. *Reprod. Dom. Anim.* 45:666-669.
- Bi XD, Chu MX, Jin HG, Fang L, Ye SC. 2005. Estrogen receptor as a candidate gene for prolificacy of small tail Han sheep. *Yi Chuan Xue Bao.* 32(10):1060-5.
- Bodin L., San Cristobal M., Lecerf F., Mulsant P., Bibe B., Lajous D., Belloc J.P., Eychenne F., Amigues Y. and Elsen J.M. 2002. Segregation of a major gene influencing ovulation in progeny of Lacaune meat sheep. *Genet. Selec. Evol.* 34: 447-464.
- Bodin, L., Di Pasquale, E., Fabre, S., Bontoux, M., Monget, P., Ersani, L. and Mulsant, P. 2007. A novel mutation in the bone morphogenetic protein 15 gene causing defective protein secretion is associated with both increased ovulation rate and sterility in Lacaune sheep. *Endocrinol.* 148: 393-400.
- Chu M.X., Liu ZH, Jiao CL, He YQ, Fang L, Ye SC, Chen GH, Wang JY. 2007. Mutations in BMPR-IB and BMP-15 genes are associated with litter size in Small Tailed Han sheep (*Ovis aries*). *J Anim Sci.* 85(3):598-603.
- Chu M.X., Zhuang H., Zhang Y., Jin M., Li X., Di R., Cao G., Feng T. and Fang L. 2011. Polymorphism of inhibin β B gene and its relationship with litter size in sheep. *Anim. Sci. J.* 82:57-61.61
- Davis G.H., Montgomery G.W., Allison A.J., Kelly R.W. and Bray A.R. 1982. Segregation of a major gene influencing fecundity in progeny of Booroola sheep. *New Zealand J. Agric. Res.* 25, 525–529.
- Davis G.H., McEwan J.C., Fennessy P.F., Dodds K.G., McNatty K.P. and O W.S. 1992. Infertility due to bilateral ovarian hypoplasia in sheep homozygous (FecXI FecXI) for the Inverdale prolificacy gene located on the X chromosome. *Biol. Reprod.* 46: 636–40.
- Davis, G. H., Galloway, S. M., Ross, I. K., Gregan, S. M., Ward, J., Nimbkar, B. V., Ghalsasi, P. M., Nimbkar, C., Gray, G. D., Subandriyo, Inounu, I., Tiesnamurti, B., Martyniuk, E., Eythorsdottir, E., Mulsant, P., Lecerf, F., James, P., Hanrahan, Bradford, G. E. and Wilson, T., 2002. DNA tests in prolific sheep from eight countries provide new evidence on origin of the Booroola (FecB) Mutation. *Biol. Reprod.* 66: 1869-1874.
- Davis GH. 2005. Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genet Sel Evol.* 37:S11–S23
- Davis G.H., Balkrishnan L., Ross I.K., Wilson T., Galloway S.M., Lumsden B.M., Hanrahan J.P., Mullen, M., Mao X.Z., Wang G.L., Zhao Z.S., Zeng Y.Q., Robinson J.J., Mavrogenis A.P., Papachristoforou C., Peter C., Baumung R., Cardyn Baujenane I., Cockett N.E., Eythorsdottir E., Arran, J.J. and Notter D.R., 2006. Investigation of the Booroola (Fec B) and Inverdale (Fec X I) mutation in 21 prolific breeds and strains of sheep samples in 13 countries. *Anim. Reprod. Sci.* 92: 87-96.
- Drouilhet L., Lecerf F, Bodin L, Fabre S, Mulsant P. 2009. Fine mapping of the FecL locus influencing prolificacy in Lacaune sheep. *Anim. Genet.* 40(6):804-12.
- Drouilhet L., C. Taragnat, J. Fontaine, A. Duittoz, P. Mulsant, L. Bodin, and S. Fabre. 2010. Endocrine characterization of the reproductive axis in highly prolific Lacaune sheep homozygous for the FecLL mutation. *Biol. Reprod.* 82:815-824.
- Di R., Jia L.H., Chu M.X., Chen H.Q., Fang L. 2008. Polymorphism Analysis of Exon 4 of Estrogen Receptor Gene in Sheep. *China Anim. Husb. Vet. Med.* 12. Disponible en: http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTOTAL-GWXXK200812024.htm

- Fabre S, A. Pierre, P. Mulsant, L. Bodin, E. D. Pasquale, L. Persani, P. Monget and D. Monniaux. 2006. Regulation of ovulation rate in mammals: contribution of sheep genetic models. *Reprod Biol. Endocr.* 4:20.
- FAO. 2007. The state of the world animal genetic resources for food and agriculture. Edited by Barbara Rischkowsky and Daffyd Pilling. Roma. 524 p. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/010/a1250e/a1250e00.htm>
- Galloway, S. M., McNatty, K. P., Cambridge, L. M., Laitinen, M. P., Jennifer, J. L., Jokiranta, S., McLaren, R. J., Luiro, K., Dodds, K. G., Montgomery, G. W., Beattie, A. E., Davis, G. H. and Ritvos, O., 2000. Mutations in an oocyte-derived growth factor gene (BMP15) cause increased ovulation rate and infertility in a dosage-sensitive manner. *Nature Genetics.* 25: 279–283.
- Galloway SM, Gregan SM, Wilson T, McNatty KP, Juengel JL, Ritvos O, Davis GH, 2002: Bmp15 mutations and ovarian function. *Mol. Cell. Endocrinol.* 191: 15–18.
- Guo X., and Wang X.F. 2009. Signaling cross-talk between TGF- β /BMP and other pathways. *Cell Res.* 19: 71-88.
- Hanrahan, P. J., Gregan, S. M., Mulsant, P., Mullen, M., Davis, G. H., Powell, R. and Galloway, S. M., 2004. Mutations in the genes for oocyte-derived growth factors GDF9 and BMP15 are associated with both increased ovulation rate and sterility in Cambridge and Belclare sheep (*Ovis aries*). *Biol. Reprod.* 70: 900–909.
- Hashimoto O, Moore RK, Shimasaki S. 2005. Posttranslational processing of mouse and human BMP-15: potential implication in the determination of ovulation quota. *Proc Natl Acad Sci USA.* 102(15):5426-31.
- Hewitt SC, Korach KS. 2003. Oestrogen receptor knockout mice: roles for oestrogen receptors alpha and beta in reproductive tissues. *125(2):* 143-149.
- He Y., Ma X., Liu, X., Zhang C. and Li J. 2010. Candidate genes polymorphism and its association to prolificacy in Chinese goats. *J. Agric. Sci.* 2(1):88-92.
- Hiendleder et al. (1996). Genomic cloning and comparative sequence analysis of different alleles of the ovine β A-inhibin/activin (INHBA) genes as a potential QTL for litter size. *Animal genetics*, 27(suppl.2):119.
- Hiendleder. (2002). Nucleotide sequence of ovine α -inhibin (INHA) genes and evaluation of RFLP marker effects on reproductive performance. *Animal Genetics*, 33(3):247-248.
- Hua GH, Chen SL, Yao HW, Wu WS, Shen Z, Chen QK, Chen L, Wen QY, Yang LG. 2007. Hae RFLP of INHA and its relationship to goat litter size. *Yi Chuan.* 29(8):972-6.
- Jaeger C., Hiendleder S. 1994. Cosmid cloning and characterization of the coding regions and regulatory elements of the ovine α -(INHA), β A-(INHBA) and β B-inhibin (INHBB) genes. *Anim. Genet.* 25 (Suppl 2): 33.
- Juengel JL, Reader KL, Bibby AH, Lun S, Ross I, Haydon LJ, McNatty KP. 2006. The role of bone morphogenetic proteins 2, 4, 6 and 7 during ovarian follicular development in sheep: contrast to rat. *Reproduction.* 131(3):501-13.
- Knight, P.G., Glister, C., 2003. Local roles of TGF- β superfamily members in the control of ovarian follicular development. *Anim. Reprod. Sci.* 78, 165–183.
- Leyhe B, Hiendleder S, Jaeger C, Wassmuth R. 1994. Pronounced differences in the frequency Taq I β A inhibin alleles between sheep breeds with different reproductive performance. *Animal Genetics*, 25(1):41-43.
- Martínez-Royo A, Jurado JJ, Smulders JP, Martí JJ, Alabart JL, Roche A, Fantova E, Bodin L, Mulsant P, Serrano M, Folch J, Calvo JH. 2008. A deletion in the bone morphogenetic

- protein 15 gene causes sterility and increased prolificacy in Rasa Aragonesa sheep. *Anim Genet.* 39 (3): 294-7.
- Mazerbourg S, Klein C, Roh J, Kaivo-Oja N, Mottershead DG, Korchynskyi O, Ritvos O, Hsueh AJ. 2004. Growth differentiation factor-9 signaling is mediated by the type I receptor, activin receptor-like kinase 5. *Mol Endocrinol.* 18 (3):653-65.
- McNatty, K. P., Juengel, J. L., Reader, K. L., Lun, S., Myllymaa, S., Lawrence, S. B., Western, A., Meerasahib, M. F., Mottershead, D. G., Groome, N. P., Ritvos, O. and Laitinen, M. P., 2005a. Bone morphogenetic protein 15 and growth differentiation factor 9 cooperate to regulate granulosa cell function. *Reproduction*, 129, 473–480.
- McNatty KP, Smith P, Moore LG, Reader K, Lun S, Hanrahan JP, Groome NP, Laitinen M, Ritvos O, Juengel JL. 2005b. Oocyte-expressed genes affecting ovulation rate. *Mol Cell Endocrinol.* 234(1-2): 57-66.
- Monteagudo, L. V., Ponz, R., Tejedor, M. T., Lavina, A. and Sierra, I., 2009. A 17 bp deletion in the Bone Morphogenetic Protein 15 (BMP15) gene is associated to increased prolificacy in the Rasa Aragonesa sheep breed. *Anim. Reprod. Sci.* 110: 139-146.
- Montgomery GW. 2000. Genome mapping in ruminants and map locations for genes influencing reproduction. *Rev Reprod.* 5(1):25-37.
- Montgomery G.W., S.M Galloway, G.H. Davis and K. P. McNatty. 2001. Genes controlling ovulation rate in sheep. *Reproduction* 121: 843-852.
- Mulsant P., Lecerf F., Fabre S., Schilber L., Monget P., Lanneluc I., Pisselet C., Riquet J., Moniniaux D., Callebaut I., Cribiu E., Thimonier J., Teyssier J., Bodin L., Cognie Y., Chitour N., and Elsen J.M. 2001. Mutation in bone morphogenetic protein receptor-IB is associated with increased ovulation rate in Booroola Merino ewes. *Proc Natl. Acad. Sci.* 98:5104-5109.
- Pangas S.A., X. Li, L. Umans, A. Zwijsen, D. Huylebroeck, C. Gutierrez, D. Wang, J.F. Martin, S.P. Jamin, R.R. Behringer, E.J. Robertson, and M.M. Matzuk. 2008. Conditional Deletion of *Smad1* and *Smad5* in Somatic Cells of Male and Female Gonads Leads to Metastatic Tumor Development in Mice. *Mol. Cell. Biol.* 28(1): 248-257.
- Robertson D.M., Foulds LM, Leversha L, Morgan FJ, Hearn MT, Burger HG, Wettenhall RE, de Kretser DM. 1985. Isolation of inhibin from bovine follicular fluid. *Biochem. and Bioph. Res. Comm.* 126: 220–226.
- Rothschild M, Jacobson C, Vaske D, Tuggle C, Wang L, Short T, Eckardt G, Sasaki S, Vincent A, McLaren D. .1996. The estrogen receptor locus is associated with a major gene influencing litter size in pigs. *Proceedings National Academy of Sciences USA* 93 201–205.
- Shimasaki, S., Moore, R.K., Otsuka, F., Erickson, G.F., 2004. The bone morphogenetic protein system in mammalian reproduction. *Endocr. Rev.* 25, 72–101.
- Shi H., Bai J., Niu Z., Muniresha, Fen L. and Jia B. 2010. Study on candidate gene for fecundity traits in Xingjiang Cele black sheep. *African J. Biotechnol.* 9(49):8498-8505.
- Silva B.D.M., E.A. Castro, C.J.H. Souza, S.R. Paiva, R. Sartori, M.M. Franco, H.C. Azevedo, T.A.S.N. Silva, A.M.C. Vieira, J.P. Neves and E.O. Melo. 2011. A new polymorphism in the Growth and Differentiation Factor 9 (GDF9) gene is associated with increased ovulation rate and prolificacy in homozygous sheep. *Anim. Genet.* 42(1):89-92.
- Souza C.J., MacDougall C., Campbell B.K., McNeilly A.S. and Baird D.T. 2001. The Booroola (FecB) phenotype is associated with a mutation in the bone morphogenetic receptor type 1 B (BMPRI1B) gene. *J. Endocrinol.* 169: R1-R6.

- Tremblay KD, Dunn NR, Robertson EJ. 2001. Mouse embryos lacking Smad1 signals display defects in extra-embryonic tissues and germ cell formation. *Development*. 128 (18): 3609-21.
- Wilson T, Wu XY, Juengel JL, Ross IK, Lumsden JM, Lord EA, Dodds KG, Walling GA, McEwan JC, O'Connell AR, McNatty KP, Montgomery GW. 2001. Highly prolific Booroola sheep have a mutation in the intracellular kinase domain of bone morphogenetic protein IB receptor (ALK-6) that is expressed in both oocytes and granulosa cells. *Biol Reprod* 64:1225–1235.
- Woodruff TK, Besecke LM, Groome N, Draper LB, Schwartz NB, Weiss J. 1996. Inhibin A and inhibin B are inversely correlated to follicle-stimulating hormone, yet are discordant during the follicular phase of the rat estrous cycle, and inhibin A is expressed in a sexually dimorphic manner. *Endocrinol*. 137: 5463–5467.
- Yoshino O, McMahon HE, Sharma S, Shimasaki S. 2006. A unique preovulatory expression pattern plays a key role in the physiological functions of BMP-15 in the mouse. *Proc Natl Acad Sci*. 103(28):10678-83.
- Xu E., E. Li, Y., Han, L. Chen and Z. Xie. 2010. Differential expression of mRNAs encoding BMP/Smad pathway molecules in antral follicles of high-and low-fecundity Hu sheep. *Anim. Reprod. Sci*. 120:47-55.

MANIPULACIÓN DEL METABOLISMO ENERGÉTICO Y PROTEICO PARA INCREMENTAR SOSTENIBLEMENTE LA PRODUCCIÓN DE CARNE Y LECHE EN MÉXICO

Ku Vera, J.C.¹, Ruiz González, A.¹, Mayo Eusebio, R.¹, Canul Solís, J.R.¹, Piñeiro Vázquez, A.T.¹, Briceño Poot, E.G.¹, Chay-Canul, A.J.², Aguilar Pérez, C.F.¹, Ayala Burgos, A.J.¹, Solorio Sánchez, F.J.¹ y Ramírez Avilés, L.¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5. Apdo. Postal -116. C.P. 97100 Mérida, Yucatán*
Tel.: 01 (999) 9 42 32 00 ext. 23; fax: 01 (999) 9 42 32 05. ²*Division Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.*
E-mail: kvera@uady.mx

Resumen

México no es autosuficiente en la producción de alimentos para su población de 116 millones de personas. En la actualidad, el país importa volúmenes crecientes de carne (de bovino y ovino) y leche de vaca, para satisfacer la demanda de la población mexicana. La tendencia actual para disminuir la destrucción de selvas y bosques ha inducido hacia la implementación de prácticas de tipo agroforestal (silvopastoralismo), que impulsan la integración de los árboles y arbustos con la producción animal y que podrían dar lugar a sistemas más amigables con el ambiente, al mismo tiempo que mejoran el comportamiento animal (ganancia de peso, producción de leche) y la calidad de los productos, incrementando el contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) de la carne y de la leche y que pudiera repercutir en un mayor valor agregado de los bienes producidos. Durante muchos años la ganadería bovina ha dependido de grandes extensiones de tierra para el cultivo de pastos. Las ganancias de peso en pastoreo de monocultivos son en promedio de unos 450 g/cabeza/d en bovinos y de 70-100 g/cabeza/d en ovinos. Por otra parte en los sistemas silvopastoriles se pueden alcanzar ganancias de peso en ganado bovino en crecimiento de unos 800 g/cabeza/d y de 110 g/cabeza/d en ovinos de pelo. La producción de leche en sistemas silvopastoriles puede alcanzar hasta los 9-10 litros de leche por vaca por día. La manipulación de la biohidrogenación ruminal puede dar lugar a carne y leche con una concentración incrementada de CLA's. Además de la mejora en la productividad y calidad de los productos, los sistemas silvopastoriles también pueden contribuir a mitigar las emisiones de gas metano (CH₄). Algunos recursos alimentarios tropicales contienen metabolitos secundarios, como las saponinas, que pueden reducir hasta en un 27% el metano producido por los ovinos. En el trópico de México los frutos de la leguminosa *Enterolobium cyclocarpum* (que contienen saponinas), podrían contribuir a reducir las emisiones de metano ruminal, ya que son bien consumidos por el ganado bovino y ovino. Son diversas las alternativas para manipular el metabolismo energético y nitrogenado de los rumiantes para así mejorar la productividad de la ganadería en el trópico de México; sin embargo es importante considerar que los sistemas de producción deben de hacer un uso racional de los recursos naturales disponibles en las regiones tropicales del país.

Palabras clave: leguminosas forrajeras, sistemas silvopastoriles, gases de efecto invernadero

INTRODUCCIÓN

Durante la década de los 70's del siglo pasado, México perdió la autosuficiencia en materia alimentaria. En la actualidad el país importa volúmenes crecientes de carnes de bovino y ovino, así como de leche de vaca, para satisfacer la demanda de la población mexicana, que no alcanza a ser cubierta con la producción nacional. La ganadería mexicana ha perdido gradualmente competitividad en los últimos veinte años (Ayala Garay et al., 2012). Esta situación coloca a México en una posición de vulnerabilidad con sus socios comerciales. Lo anterior es inaceptable, dada la riqueza del país en cuanto a biomasa forrajera para la producción ganadera. El lanzamiento con bombo y platillo en Chiapas de la “Cruzada Nacional contra el Hambre”, del gobierno del Presidente Enrique Peña Nieto en febrero de 2013, permite prever su inminente y rotundo fracaso debido a la falta de rigor en el análisis de las causas subyacentes para enfrentar el problema de la pobreza alimentaria en México (21 millones de mexicanos en esta situación). Llama la atención la ligereza con la que se ha puesto en marcha esta “cruzada”, dado que el problema del crecimiento poblacional, la alimentación y la agricultura en los países en desarrollo, ha sido analizado por investigadores nacionales y extranjeros desde hace muchos años (Flores, 1961; Barkin y Suárez, 1985; Blaxter, 1986; Larqué Saavedra, 2013). Por lo anterior, resulta pertinente preguntarse: ¿Qué modelos de producción ganadera deben de ser impulsados en el país? ¿Cuánta energía fósil se invierte para la producción de un kilogramo de carne o de un litro de leche en los diferentes sistemas de producción ganadera? ¿Cuál es el impacto de la producción ganadera sobre el ambiente? La expansión de la ganadería bovina extensiva en las regiones tropicales de México desde mediados del siglo pasado ocurrió a costa de la destrucción de enormes extensiones de bosques y selvas para darle paso al monocultivo de pastos introducidos; esto condujo a una drástica reducción de la biodiversidad vegetal y animal. Entre las opciones disponibles para disminuir la destrucción de selvas y bosques debido al expansionismo de la ganadería bovina extensiva en el trópico de México, se tienen la implementación de prácticas de tipo agroforestal (por ejemplo, el silvopastoralismo; Palma-García et al., 2011), que impulsan la integración de árboles y arbustos con la producción animal y que podrían dar la pauta para el desarrollo de sistemas de producción más racionales, que atenten menos en contra del equilibrio ecológico de la región tropical, y que incluso pudieran mejorar el comportamiento animal (ganancia de peso, producción de leche) y la calidad de los productos de origen animal (incrementando los CLA's en carne y leche, el marmoleo), así como la rentabilidad para el ganadero. La agroecología permite un abordaje más racional de los sistemas de producción agropecuaria orientada hacia un menor impacto ambiental, la conservación de la biodiversidad y enfocando los diferentes componentes del agroecosistema sin menoscabo del ambiente físico (Morales Hernández, 2011). En la actualidad el alto precio de los granos afecta negativamente la rentabilidad obtenida por el ganadero. La manipulación del metabolismo energético y proteico de los rumiantes puede contribuir a hacer más eficiente biológica y económicamente los sistemas de producción ganadera de México.

IMPORTANCIA DE LA ENERGÍA EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN GANADERA

En los sistemas modernos de producción de rumiantes es necesario conocer los requerimientos de energía de los animales en sus diferentes estados fisiológicos, con el fin de formular raciones, programar el suministro de alimentos al rancho mediante la siembra y cosecha de forrajes, la compra de suplementos y la utilización de los subproductos y residuos de los cultivos. De la misma forma, es importante conocer la capacidad de los alimentos disponibles en el rancho (concentración de EM o de energía neta [EN]), para cubrir los requerimientos de energía de las

diferentes especies de rumiantes (bovinos, ovinos, caprinos) con el fin de incrementar el comportamiento animal (ganancia de peso, producción de leche).

Los sistemas modernos de alimentación energética para los rumiantes (Valadares Filho et al., 2010), se basan fundamentalmente en dos componentes: los requerimientos de energía del animal, y el grado en el que un alimento o una combinación de varios alimentos pueden cubrir estos requerimientos. Los requerimientos de energía de los rumiantes han sido divididos convencionalmente en requerimientos para el mantenimiento y en requerimientos para la producción (incremento de peso, producción de leche, producción de lana). El mantenimiento se define como la cantidad de alimento (energía) que resulta en cero retención de energía en el rumiante, estimado como MA/k_m ; donde MA es el metabolismo de ayuno y k_m es la eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento (CSIRO, 2007). Es decir, es cuando el consumo de EM iguala la producción de calor sin producir ganancia o pérdida en las reservas de energía corporal (Figura 1). El requerimiento de energía para el mantenimiento representa una proporción sustancial del requerimiento energético diario de los rumiantes que se encuentran en producción. Existe controversia en relación a la contribución relativa de las diferentes funciones fisiológicas (transporte de iones [Na^+ , K^+ , Ca^{2+}], trabajo cardiaco, trabajo del riñón, respiración, recambio de proteína y grasa, etc.), al requerimiento energético para el mantenimiento en los rumiantes (Summers, McBride y Milligan, 1988). Tolkamp (2010) ha cuestionado recientemente algunas de las convenciones empleadas en los sistemas de alimentación energética vigentes, concluyendo que éstos requieren de una revisión exhaustiva para adaptarlos a las condiciones de producción actuales.

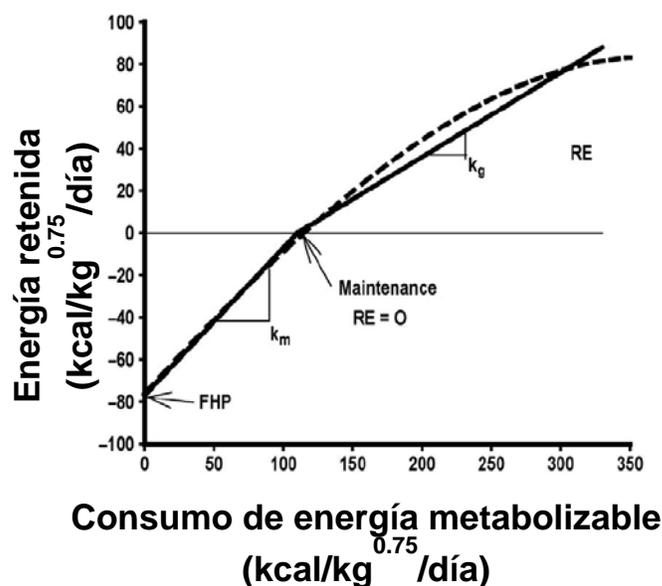


Figura 1 Relación entre el consumo de EM y la retención de energía en rumiantes (FHP=producción de calor en ayuno; RE= retención de energía y k_m , k_g =eficiencias de utilización de la EM para el mantenimiento y la ganancia de peso respectivamente (Ferrell y Oltjen, 2008)

EL DESTINO DE LA ENERGÍA CONSUMIDA EN EL ALIMENTO

La reacción central en el rumen es la fermentación anaeróbica de los carbohidratos del alimento, la cual es llevada a cabo por las enzimas de los microorganismos ruminales (Krause et al., 2013), con el propósito de generar energía (ATP) para el crecimiento microbiano, y la producción

concomitante de ácidos grasos de cadena corta (acético, propiónico y butírico), metano, dióxido de carbono y calor de fermentación. En el ambiente ruminal carente de oxígeno, únicamente se generan 4-5 ATP's por mol de glucosa fermentada, lo cual representa del 10 al 12% de su rendimiento potencial bajo condiciones aeróbicas (36 ATP's/mol). Esta limitante termodinámica debe de ser comprendida en el esfuerzo por sincronizar la disponibilidad de la energía (ATP) y el nitrógeno ($\text{NH}_3\text{-N}$) en el rumen bajo condiciones prácticas de alimentación, con el fin de extraer la mayor cantidad de energía útil de este sistema. La energía química total contenida en los alimentos es conocida como energía bruta (EB) o calor de combustión. Esta expresión representa la energía química almacenada en la celulosa, hemicelulosa, almidón, amino ácidos de las proteínas y ácidos grasos de las grasas. La eficiencia de utilización de la EB por los rumiantes está determinada por complejas interacciones entre las características físicas y químicas del alimento, los procesos digestivos que ocurren en el tracto gastrointestinal (TGI) y las diversas actividades metabólicas asociadas con el mantenimiento y el crecimiento. Diversas proporciones de la EB se pierden en los procesos de prehensión, digestión, absorción, transporte y metabolismo de los nutrientes.

Cuando a la EB de un alimento o de una ración se le resta la energía contenida en las heces excretadas por el rumiante, al producto se le denomina energía digestible (ED). Una vez que a la ED se le sustrae la energía que se pierde en la orina (como urea, amoniaco, ácido úrico, creatina, etc.) y el gas eructado como metano (CH_4), al producto resultante se le denomina energía metabolizable. Cuando a la EM se le resta el incremento calórico de alimentación (ICA), al producto se le denomina energía neta (EN), la cual representa la cantidad de energía que está verdaderamente disponible para cubrir los requerimientos de energía para el mantenimiento y la producción (ganancia de peso, producción de leche). Existen en el mundo varios sistemas de energía que relacionan el valor energético de los alimentos con los requerimientos de energía de los rumiantes (sistema de energía metabolizable (AFRC, 1993; CSIRO, 2007; Valadares Filho et al., 2010), sistema de energía neta (NRC, 2007). La eficiencia con la cual los rumiantes utilizan la EM tanto debajo del mantenimiento (k_m) como arriba (k_f) de este nivel de alimentación, está determinada por el ICA.

EL INCREMENTO CALÓRICO DE ALIMENTACIÓN (ICA) EN RUMIANTES

El ICA puede definirse como el aumento que ocurre en la producción de calor del animal por cada unidad de aumento en el consumo de EM. La magnitud del ICA determina entonces la proporción de la EM que estará disponible para los procesos de mantenimiento y para el crecimiento de los tejidos del rumiante (muscular, adiposo) o para la producción de leche o de lana. Varios factores fisiológicos y bioquímicos contribuyen simultáneamente al ICA, por lo que es recomendable conocerlos para intentar manipularlos con el objetivo de incrementar la eficiencia energética de los sistemas de producción de rumiantes. Los rumiantes que son explotados en climas tropicales con frecuencia enfrentan factores del ambiente (temperaturas elevadas, radiación solar intensa, humedad relativa elevada), que afectan el destino de la energía absorbida por el animal y que puede incrementar los requerimientos de energía para el mantenimiento, por ejemplo la temperatura ambiental (M. Kurihara, comunicación personal).

El ICA es más elevado cuando los rumiantes son alimentados con raciones de forrajes que cuando reciben raciones a base de granos (Blaxter, 1962). Asimismo, con ambos tipos de raciones, el ICA es menor debajo del mantenimiento que arriba de éste. En rumiantes, los cuatro principales factores que contribuyen al ICA son los siguientes:

- 1) Las pérdidas de energía que ocurren debido a la acción física de la masticación y rumia del alimento,
- 2) Las pérdidas de energía que ocurren con el calor de fermentación ruminal,
- 3) Las pérdidas de energía que ocurren debido al trabajo metabólico de los intestinos y del hígado (absorción, síntesis, degradación) y
- 4) Las pérdidas de energía que ocurren debido a la ineficiencia en la oxidación de los metabolitos absorbidos (ácidos grasos volátiles; acético, propiónico y butírico) a nivel celular.

De hecho, en algunos corrales de engorda en México se intenta empíricamente reducir el ICA a través de la restricción alimenticia, para así reducir entre otras cosas, el incremento calórico debido al metabolismo de los intestinos y el hígado.

LOS REQUERIMIENTOS Y LA EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DE LA ENERGÍA EN LOS RUMIANTES

El requerimiento de mantenimiento de la vaca representa una proporción importante de la energía del alimento requerida para la producción de carne (Cuadro 1). Aproximadamente el 70% de la energía necesaria para mantener al hato de vacas puede ser atribuido al costo energético para el mantenimiento de la vaca y alrededor del 50% de la energía total de alimento requerida para la producción de carne es para el mantenimiento. Entre los factores que afectan los requerimientos de energía para el mantenimiento se encuentran: peso corporal, raza, sexo, edad, madurez fisiológica, nutrición previa, actividad, temperatura, estación del año, estado fisiológico y carga parasitaria. Existe escasa información sobre las necesidades de energía para el mantenimiento de los bovinos en los trópicos (Kearl, 1982; Martin, 1994; Combellas Lares, 1998). Vercoe (1970) fue uno de los primeros investigadores en reportar el menor metabolismo de ayuno del ganado bovino *Bos indicus* (Brahman) en relación al ganado de tipo *B. taurus*. Frisch y Vercoe (1977) midieron también el menor metabolismo de ayuno del ganado cruzado *B. indicus* × *B. taurus* con relación a los animales cruzados *B. taurus*. Holmes, Hughes y Christensen (1978) reportaron un requerimiento de EM para el mantenimiento de 430-440 kJ/kg^{0.75}/día en becerros Brahman × Friesian de 100 kg de peso. Combellas Lares (1998) publicó los requerimientos de energía de vacas cruzadas para la región tropical de Latinoamérica (Cuadro 2).

Cuadro 1. Requerimientos de EM para el mantenimiento en rumiantes (Martin, 1994)

Sistema energético/referencia	kcal EM/kg^{0.75}/d
NRC (1978)	133
ARC (1984)	143-146
Kearl (1982)	118
Martin (1983)	156

Cuadro 2. Requerimientos de EM de vacas cruzadas de 400 kg de peso vivo (Combellas Lares, 1998)

Producción de leche (kg/día)	Vaca de 400 kg de peso vivo		
	Grasa de la leche (%)	Consumo de MS (kg)	EM Mcal/día
6	3	9.4	20.8
8	3	10.1	23.0
10	3	10.8	25.1
12	3	11.5	27.2

Los Cuadros 3 y 4 muestran que existen diferencias substanciales en los requerimientos de EM para el mantenimiento entre las razas de ganado *B. taurus*. Es posible que existan también diferencias de similar magnitud entre bovinos de razas de ganado tipo *B. indicus* (Vercoe, 1970; Frisch y Vercoe, 1977) que puedan ser explotadas en sistemas de cruzamiento.

Cuadro 3. Requerimiento de EM para el mantenimiento en ganado bovino de diferentes razas (C.L. Ferrell, comunicación personal)

Raza	Requerimiento de EM para el mantenimiento (kcal/kg ^{0.75} /día)
Chianina	163
Simmental	160
Pardo Suizo	154
Gelbvieh	148
Jersey	145
Maine Anjou	143
Red Poll	141
Charolais	129
Angus x Hereford	128

Cuadro 4. Requerimiento de EM para el mantenimiento y la ganancia de peso (kJ/kg^{0.75}/día) en bovinos de dos razas de ganado *Bos taurus* (C.L. Ferrell, comunicación personal)

	Raza		Sexo	
	Hereford	Simmental	Macho	Hembra
Consumo EM	872	894	898	868
Mantenimiento	446	530	514	462
EM ganancia	198	148	165	182
Eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento	0.66	0.62	0.63	0.65
Eficiencia de utilización de la EM para la ganancia	0.49	0.42	0.43	0.48

Solís et al. (1988; Cuadro 5) reportaron un menor requerimiento de EM para el mantenimiento y una mayor eficiencia energética en vacas Brahman que en vacas Holstein y Jersey, bajo las condiciones del sur de Texas, Estados Unidos de América.

Existen diferencias en las estimaciones de los requerimientos así como en la eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento entre los diversos sistemas energéticos (Cuadro 6), lo cual refleja probablemente diferencias en las metodologías empleadas. En Brasil, se han llevado a

cabo en años recientes una serie de experimentos tendientes a discernir los requerimientos de energía metabolizable y neta para el mantenimiento y la ganancia de peso del ganado bovino de tipo *B. indicus* y sus cruza (Cuadro 7; Chizzotti et al., 2008). La técnica calorimétrica empleada ha sido la del sacrificio comparativo, equivalente a la utilizada para el desarrollo del sistema de energía neta California (Lofgreen y Garrett, 1968).

Cuadro 5. Requerimiento de EM para el mantenimiento y eficiencia de utilización de la EM en vacas de diferentes razas (Solís et al., 1988).

Raza	Mantenimiento kcal/kg ^{0.75} /día	Eficiencia (%)
Angus	91.6 ^a	80.6 ^a
Brahman	93.8 ^a	66.8 ^{ab}
Hereford	95.3 ^a	66.0 ^b
Holstein	115.7 ^b	36.2 ^c
Jersey	140.4 ^c	36.5 ^c

Los requerimientos de EM_m de Tedeschi et al. (2002) y Chizzotti et al. (2007) para ganado Nelore (Cuadros 8 y 9), comparan razonablemente bien con los obtenidos por Chaokaur et al. (2007) para ganado Brahman de 458 kJ/kg^{0.75}/día en Tailandia. En Brasil, Chizzotti et al. (2008) estimaron el requerimiento de energía para el mantenimiento en 75 kcal/kg PVV^{0.75} para el ganado Nelore (n=389), valor que compara razonablemente bien con el de 77 kcal/kg PVV^{0.75} del NRC (2000). Para la estimación de los requerimientos de EN_m del ganado Cebú, Valadares Filho et al., (2010) derivaron dos modelos dependiendo de si el animal está alimentado en corral (confinamiento) o está en pastoreo (extensivo):

$$\text{Corral: PC} = 0.0742 \times e^{3.703 \times \text{CEM}}$$

$$\text{Pasto: PC} = 0.0717 \times e^{4.439 \times \text{CEM}}$$

Donde: PC es la producción de calor (Mcal/PVV^{0.75}/día) y CEM es el consumo de energía metabolizable (Mcal/PVV^{0.75}/día)

Cuadro 6. Requerimientos de energía metabolizable para el mantenimiento y eficiencia de conversión de la EM a EN para el mantenimiento calculado por diferentes sistemas energéticos (Cannas et al., 2010).

	Sistema energético			
	AFRC	CSIRO	INRA	NRC
Requerimientos de EM (MJ/d)				
Media	56.32	72.43	61.97	66.78
Desviación estándar	3.26	5.44	3.60	3.60
Rango	49.8-64.9	63.6-87.4	54.8-71.5	59.8-77.4
Eficiencia de conversión de EM a EN para el mantenimiento				
Media	0.73	0.73	0.62	0.64
Desviación estándar	0.01	0.02	0.01	-
Rango	0.69-0.75	0.69-0.76	0.59-0.64	-

Cuadro 7. Requerimientos totales (mantenimiento + ganancia) de EM (Mcal/día) de toros y novillos Nelore de diferentes pesos vivos y ganancias de peso alojados en corral (Valadares Filho et al., 2010).

Ganancia de peso kg/día	Peso corporal kg					
	150	200	250	300	350	400
Toros						
0.50	7.80	9.23	10.60	11.81	13.03	14.19
0.75	9.23	10.78	12.15	13.62	14.84	16.26
1.00	10.63	12.23	14.03	15.54	17.00	18.35
1.25	12.13	13.95	15.62	17.37	19.22	20.59
1.50	13.46	15.65	17.55	19.46	21.09	22.98
Novillos						
0.50	8.02	9.42	10.91	12.29	13.43	14.73
0.75	9.55	11.26	12.82	14.26	15.84	17.15
1.00	11.20	13.01	14.85	16.57	18.12	19.69
1.25	12.96	14.88	16.77	18.57	20.55	22.44
1.50	14.40	16.89	18.88	20.97	23.16	24.88

Cuadro 8. Requerimientos de EM y de EN (kcal/kg PVV/d) y eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento y la engorda en toros y novillos Nelore (Tedeschi et al., 2002)

Experimento	EN _m	EM _m	k _m (%)	k _g (%)
1 ^a	69.2	107	64.7	38.8
1 ^b	70.1	111	63.3	36.7
2	85.1	118	71.9	57.0
3	79.3	114	69.5	50.0
Sexo				
Toros	69.8	110	63.7	38.5
Novillos	81.2	116	69.9	52.7

Cuadro 9. Requerimientos de EM y de EN (kcal/kg PVV/d) y eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento en toros, novillos y vaquillas F1 Nelore x Angus Rojo (Chizzotti et al., 2007)

Sexo	EN _m	EM _m	k _m (%)
Toros	72.4	100.4	72.1
Novillos	65.8	93.2	70.6
Vaquillas	75.8	106.3	71.3
Todos los sexos	71.2	100.0	71.3

EM= energía metabolizable; EN= energía neta; PCV= peso corporal vacío

Se puede observar (Cuadro 10) claramente que las vacas Nelore puras tuvieron un requerimiento de EM para el mantenimiento más bajo ($131 \text{ kcal/kg}^{0.75}/\text{d}$) que las vacas de tipo *B. taurus* ($145 \text{ kcal/kg}^{0.75}/\text{d}$), esto coincide con investigaciones pioneras conducidas por Vercoe (1970) en Australia sobre el metabolismo de ayuno del ganado Brahman hace cuarenta años, así como con los resultados de Cárdenas Medina et al. (2010) en México.

Cuadro 10. Requerimiento de energía de vacas Nelore o vacas cruzadas (50% Angus) (Calegare et al., 2009)

	Porcentaje <i>Bos taurus</i>		Valor de P
	0	50	
Peso corporal kg	494	522	0.05
Rendimiento de leche kg	5.8	8.6	<0.01
EM _m kcal/kg ^{0.75} /d	131	145	<0.01
EM _l kcal/kg ^{0.75} /d	65.4	84.9	<0.01

El Cuadro 11 muestra que existen ventajas en cruzar vacas *B. indicus* (Nelore) con toros *B. taurus* (Angus) en cuanto a la eficiencia energética (78 vs. 107 kcal/Mcal) de la producción de carne bovina en los trópicos. Cárdenas Medina et al. (2010) reportó un menor requerimiento de EM en vacas *B. indicus* que en vacas *B. taurus* en el sur de México (Cuadro 12). Sin embargo, la eficiencia de utilización de la EM para el mantenimiento fue superior para la raza *B. taurus* probablemente debido a la composición de la ganancia de peso.

Calegare et al. (2007) reportaron los requerimientos de EM para el mantenimiento de vacas *B. indicus* y vacas cruzadas con razas de ganado de tipo *B. taurus* (Cuadro 13), encontrando un menor requerimiento de EM para el mantenimiento en la raza de tipo *B. indicus* pura.

Bajo condiciones de clima tropical es importante proporcionar a los animales raciones que induzcan el menor ICA posible. Es sabido que los granos (almidón) inducen un bajo ICA en comparación con los forrajes (celulosa). Es cuando resulta conveniente proporcionar el tipo de sustrato con el menor incremento calórico. La grasa es el nutriente con la más alta densidad energética y con el más bajo incremento calórico de alimentación (Kleiber, 1961), por lo cual representa una opción para reducir la producción de calor metabólico durante periodos de estrés calórico bajo condiciones tropicales.

Cuadro 11. Requerimientos de energía y eficiencia de la vaca/becerro del parto a los 190 días de lactación en tres sistemas de apareamiento (Calegare et al., 2009)

	Sistema de apareamiento			Valor de P
	Nelore	Vaca Nelore con Angus	Vaca Angus o Simmental × Nelore con toro Canchim (5/8 Charolais 3/8 Cebú)	
Consumo de EM total de la vaca Mcal	3,484	3,600	4,319	<0.01
Consumo total de EM de la vaca/becerro Mcal	3,757	3,970	4,597	0.07
Consumo de EM de la vaca/becerro Mcal/día	21.6	22.9	26.5	0.06
Eficiencia bruta g/Mcal	35.1	45.3	41.0	0.03
Eficiencia energética kcal/Mcal	78	107	97	<0.01

Cuadro 12. Requerimiento de EM para el mantenimiento en vacas Cebú y vacas Pardo Suizo en la región tropical del sur de México (Cárdenas Medina et al. 2010).

Tipo de ganado/raza	EM _m kcal/kg ^{0.75} /d	k _m
Cebú	113.4	0.62
Pardo Suizo	125.6	0.74

Cuadro 13. Requerimiento de EM para el mantenimiento y la lactación en vacas de tipo *Bos indicus* y vacas *Bos indicus* × *Bos taurus* (180 días de lactación) (Calegare et al., 2007)

	Raza o cruzamiento			
	Nelore	Canchim × Nelore	Angus × Nelore	Simmental × Nelore
Peso kg	430 ^b	449 ^b	496 ^a	507 ^a
Rendimiento total de leche kg	661 ^c	851 ^{bc}	980 ^{ab}	1,179 ^a
Energía secretada en la leche Mcal	567 ^b	665 ^{ab}	728 ^{ab}	827 ^a
Consumo de EM kcal/kg ^{0.75} /d	205 ^c	216 ^b	227 ^a	231 ^a
EM _m kcal/kg ^{0.75} /d	141	150	152	147
EM _l kcal/kg ^{0.75} /d	58.7 ^b	68.8 ^{ab}	71.1 ^{ab}	81.3 ^a
Energía de tejido adiposo movilizado total, Mcal	76.8	97.4	153.5	95.8

IMPLICACIONES ENERGÉTICAS DE LA ACTIVIDAD DE PASTOREO Y EL PESO DEL ANIMAL

Los bovinos de tamaño pequeño poseen también ventajas en cuanto al costo energético de la locomoción con relación a animales de mayor tamaño (Cuadro 14; Aharoni et al., 2009) por lo que no es recomendable que los bovinos caminen distancias largas diariamente con el propósito de reducir el gasto energético debido a locomoción (Figura 2). Aharoni et al. (2009) encontró que el costo energético de la locomoción fue menor en vacas (Baladi) de tamaño relativo pequeño (268 kg) en la primavera con relación al de vacas (Beefmaster × Simford) de mayor tamaño (581 kg).

Cuadro 14. Consumo de materia seca y materia orgánica digestible en vacas de diferente tamaño corporal (Aharoni et al., 2009)

	Primavera		Verano	
	Baladí	Beefmaster × Simford	Baladi	Beefmaster × Simford
Peso vivo kg	268	581	268	581
Consumo de MS kg/d	8.88	12.15	7.64	9.89
Consumo de MS g/kg ^{0.75} /d	130.0	101.3	121.0	86.0
Consumo de MO digestible kg/d	3.52	4.70	2.83	3.66
Consumo de MO digestible g/kg ^{0.75} /d	51.5	39.2	44.9	31.8
Actividad, % de la producción de calor total	8.7	10.2	11.2	11.0

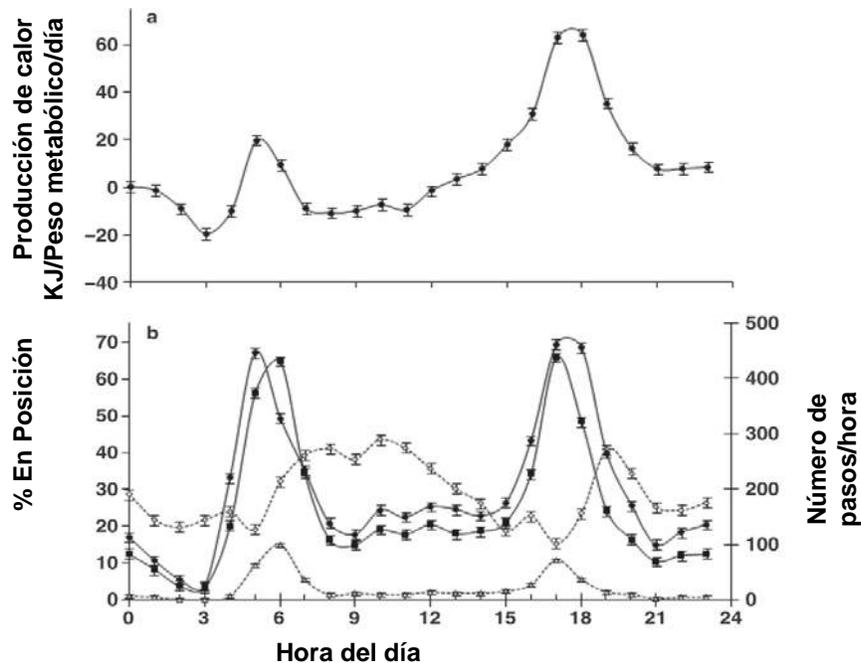


Figura 2. Efecto de la hora del día sobre la producción de calor en bovinos en pastoreo (a) y sobre el patrón diurno de actividad de vacas paradas, pastoreando, paradas sin pastorear y el número de pasos por hora (Aharoni et al. 2009)

La posibilidad de reducir el ICA en los rumiantes que son alimentados con raciones típicas de las regiones tropicales (pastos con baja concentración de proteína cruda, alta concentración de fibra detergente neutro, baja digestibilidad), podría conducir al incremento en la eficiencia energética de los sistemas de producción de rumiantes en México. Se requiere de realizar trabajo de investigación con relación a los requerimientos de energía (mantenimiento, ganancia de peso, producción de leche) de las razas (y cruza) de ganado bovino (tipo *B. indicus* y *B. indicus* × *B. taurus*), que son mantenidas bajo condiciones comerciales en los trópicos, así como de la eficiencia de utilización de la EM (k_m ; k_f) bajo estas mismas condiciones climáticas (Valadares Filho et al., 2010; Marcondes et al., 2010; Cárdenas Medina et al., 2010). También es importante conocer la variación individual que existe en los requerimientos de energía para el mantenimiento en las razas de ganado que son explotadas comercialmente en regiones tropicales (Tedeschi et al., 2010), con el propósito de identificar aquellas que hacen un uso más eficiente de la energía metabolizable absorbida desde el TGI. El sistema brasileño de alimentación de ganado de carne Cebú incorpora varios de estos elementos en sus expresiones de las necesidades energéticas de los rumiantes (Valadares Filho et al., 2010). Es importante identificar las razas de bovinos presentes en México que tiene menores requerimientos de energía para el mantenimiento (Vercoe, 1970; Frisch y Vercoe, 1977; Calegare et al. 2007; Calegare et al., 2009) para incrementar la retención de energía en el cuerpo del animal (proteína, grasa) pero también con el propósito de incrementar la eficiencia el uso de la energía de una manera integral en todo el rancho (Benoit y Laignel, 2010). El potencial para mejorar la eficiencia energética de la producción de carne bovina en México es amplio, pero es necesario articular las investigaciones realizadas por los grupos académicos en varias instituciones públicas (universidades, institutos), para hacer más eficiente el uso de los escasos recursos económicos disponibles para la investigación en ganadería. Una mayor comprensión de los factores que afectan el requerimiento

de energía para el mantenimiento de los rumiantes en México, resultará en una mayor eficiencia en el uso de la energía en los ranchos y por tanto en un impacto económico en la economía de la empresa ganadera.

Es importante entender el destino de la energía bruta consumida por los rumiantes para intentar reducir las pérdidas energéticas a través de la manipulación de la ración. De ahí la importancia de comprender las transacciones energéticas que ocurren tanto a nivel celular (oxidación de AGV's; bomba de sodio y potasio) como a nivel cuerpo entero (crecimiento del tejido adiposo y de los músculos) en los rumiantes bajo condiciones prácticas de alimentación. Hales et al. (2012; 2013; Cuadro 15), recientemente han demostrado las vías de pérdida de energía en rumiantes con raciones de corral de engorda y han propuesto opciones de manejo alimenticio para reducirlas e incrementar consecuentemente la retención de la energía metabolizable absorbida, en el cuerpo (grasa, proteína) de los bovinos.

Cuadro 15. Pérdidas de energía en bovinos alimentados dos veces el nivel de mantenimiento (Hales et al., 2012)

	Método de procesamiento del grano	
	Maíz hojuelado con vapor	Maíz rolado en seco
Energía bruta Mcal	22.69	23.24
Energía en heces Mcal	5.71	6.49
Energía en orina Mcal	0.26	0.25
Energía en metano Mcal	0.56	0.70
Energía metabolizable Mcal/d	16.42	16.04
Producción de calor Mcal (mantenimiento + ICA)	12.43	13.07
Energía retenida Mcal (grasa y proteína)	3.95	2.93

SISTEMAS GANADEROS SILVOPASTORILES: POSIBILIDADES DE MANIPULACIÓN DEL METABOLISMO RUMINAL

La alimentación del ganado bovino depende de la producción de biomasa a partir de los pastos tropicales; sin embargo, las gramíneas no contienen la suficiente proteína cruda para permitir ganancias de peso rápidas y consistentes a lo largo del año. Las gramíneas tropicales generalmente no superan el 10% de proteína cruda (Shelton y Dalzell, 2007).

Barros et al. (2012) mencionaron que el follaje de *Leucaena leucocephala* contiene 29% de proteína cruda (PC), es altamente digestible (63%; *in vitro*) y la producción de biomasa permanece constante a lo largo del año. La incorporación de leguminosas arbóreas como *L. leucocephala* en los sistemas silvopastoriles representa una alternativa para incrementar la producción de carne y leche de los rumiantes, ya que proveen de forraje rico en nutrientes indispensables (N) para el crecimiento de los animales.

Las ganancias de peso de los bovinos obtenidas por Campos et al. (2011) en sistemas silvopastoriles en Brasil son superiores en las dos épocas del año, lo que probablemente indica que el valor nutritivo en estos sistemas es superior a los sistemas de monocultivo (Cuadro 16). Asimismo la ganancia de peso expresada en kg/ha también es mayor a favor de los sistemas silvopastoriles. Estos resultados pueden estar influenciados por la composición química de los forrajes; Campos et al. (2011) reportaron que el contenido de PC y FDN del pasto *Brachiaria decumbens* fue de 8.6 y 72% en la época de lluvias, respectivamente; mientras que en época de

secas la concentración de PC fue de 7.3% y 71% de FDN. Barros et al. (2012), en sistemas silvopastoriles en Michoacán, reportaron que la *L. leucocephala* tenía un contenido de PC de 29.1% y 37.2% de FDN; estos resultados podrían justificar las ganancias de peso obtenidas en estos sistemas.

Los sistemas silvopastoriles se aproximan al concepto de modelos de producción ganadera sostenible y representan una alternativa para darle valor agregado a la producción de leche y carne. Es evidente que en la actualidad, los sistemas de producción ganadera deben incorporar los recursos locales (Wanapat, 2009) para obtener una mayor rentabilidad, debido a los altos costos de los alimentos ricos en granos. Los sistemas silvopastoriles permiten mejorar la ganancia de peso con respecto a los sistemas de monocultivo. Ramírez et al. (2009) reportan que las ganancias de peso de ovinos en pastoreo de un monocultivo oscilan entre 70-100 g/animal/d, dependiendo de la calidad del pasto. Por su parte, Barros et al. (2012) obtuvieron ganancias de peso modestas en ovinos Pelibuey, pastoreando 35,000 y 55,000 plantas de leucaena por ha (Cuadro 17).

Mayo-Eusebio et al., (2012; datos sin publicar) reportaron 770 g por día de ganancia de peso en bovinos pastoreando en sistemas silvopastoriles en una asociación de *Panicum maximum* var. Tanzania y 30,000 plantas de *L. leucocephala* por hectárea (Figura 3).

Cuadro 16. Ganancia diaria promedio (g/animal) y ganancia por área (kg/ha), de acuerdo al sistema de producción y año, en las estaciones de lluvias y secas (Campos et al., 2011).

Año de experimento	Época de lluvias		Época de Secas	
	Silvopastoril	Monocultivo	Silvopastoril	Monocultivo
Ganancia diaria				
2004/2005	722	624	348	387
2005/2006	647	563	298	274
2006/2007	628	515	420	352
Promedio	666	567	355	338
Ganancia por área				
2004/2005	298	256	88	97
2005/2006	242	230	75	68
2006/2007	258	211	105	89
Promedio	266	232	89	85

Cuadro 17. Ganancia de peso (g/d) y consumo de alimento de ovinos en un sistema silvopastoril en Michoacán (Barros et al., 2012)

Tratamientos	Ganancia Diaria de peso	Consumo de alimento (kg/d)	Consumo de alimento (g/ kg ^{0.75})
35000 plantas leucaena/ha	106.4±12	0.968	84
55000 plantas leucaena/ha	81.3±12	0.843	72

EFICIENCIA DE UTILIZACIÓN DEL NITRÓGENO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE

La eficiencia de uso del nitrógeno en rumiantes es baja (~25%; Calsamiglia et al., 2010) y existe preocupación creciente por el impacto de la excreción de los productos nitrogenados en la orina y en las heces (urea, N₂O) provenientes de la producción con rumiantes sobre el ambiente (Powell

et al., 2013). La relación entre la producción de leche y la eficiencia de uso del nitrógeno para la producción de leche es cuadrática (Figura 4; Powell et al., 2013). Los sistemas silvopastoriles aportan cantidades sustanciales de nitrógeno ($\text{NH}_3\text{-N}$) al ambiente ruminal y es importante cuantificar la dinámica del nitrógeno y la eficiencia de uso de este elemento para la producción de leche (Ruiz-González, 2013, datos sin publicar; Cuadro 18 y 19).

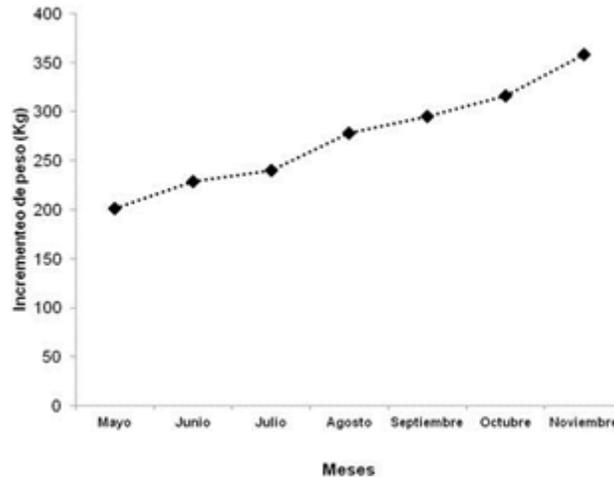


Figura 3. Incrementos de peso en bovinos pastoreando en una asociación *Panicum maximum* var. Tanzania y *Leucaena leucocephala* en Michoacán (Mayo-Eusebio, 2012; datos sin publicar).

INCREMENTO DEL VALOR AGREGADO DE LA CARNE Y DE LA LECHE DE LOS RUMIANTES

Entre los ácidos grasos insaturados se encuentra el ácido linoleico conjugado y sus isómeros (CLA's por sus siglas en inglés), cuya concentración en la leche podría incrementarse a través de la manipulación de la alimentación de los rumiantes y darle mayor valor agregado a la leche de vaca. Los beneficios que proporcionan los CLA's en la salud humana son diversos, como la prevención de la aterosclerosis, el cáncer (ácido ruménico), diabetes, reducción de la presión arterial, mejora la mineralización de huesos, la sensibilidad a insulina y la respuesta inmune (Vasta et al., 2009; Martínez et al., 2010). El CLA presente en la grasa láctea proviene de una fracción procedente de la biohidrogenación de ácido linoleico en el rumen, catalizada por la enzima linoleato isomerasa de la bacteria *Butirivibrio fibrosolvens* y la vía endógena que se lleva a cabo en la glándula mamaria por medio de la enzima Δ^9 -desaturasa. Ésta, sintetiza el CLA a partir del ácido vaccénico, el cual es otro intermediario de la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos insaturados como linoleico y linolénico en su ruta bioquímica hacia su conversión en ácido esteárico en el rumen (Vasta et al., 2009; Martínez et al., 2010).

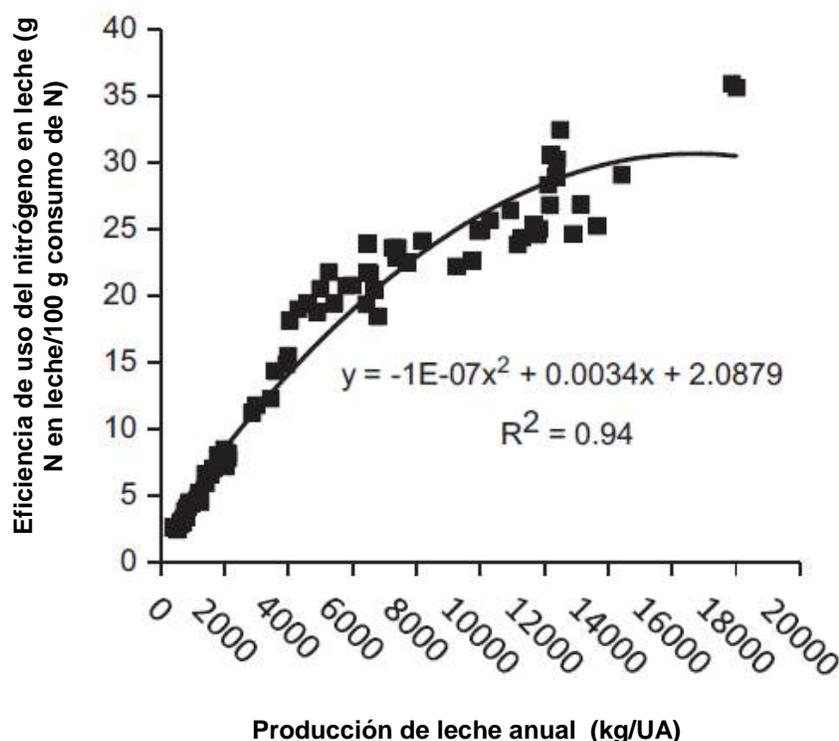


Figura 4. Eficiencia de uso del nitrógeno en vacas lecheras (Powell et al., 2013)

Los taninos son compuestos fenólicos que interfieren con los procesos digestivos por la unión con las proteínas de la dieta y mediante la reducción de la actividad de los microorganismos ruminales. Vasta et al. (2009) mencionaron que las dietas ricas en taninos han reducido la biohidrogenación ruminal en estudios *in vitro*. Existen varios factores que son capaces de alterar la cantidad de ácido vaccénico que se forma en el rumen, entre estos se puede mencionar: el sistema de producción, el tipo de alimentación de las vacas, la raza y el uso de aditivos en la dieta, el nivel de producción de leche, etapa de lactancia y la época del año (Martínez et al., 2010).

Montero et al. (2011) determinaron el perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular de toretes cruzados $\frac{3}{4}$ Europeo vs. $\frac{3}{4}$ Cebú, en finalización en pastoreo (*Cynodon nlemfuensis*) y en corral (ración con maíz, harina de soya y cebo). Los animales mantenidos en corral con dietas integrales tendieron a consumir mayores cantidades de ácidos grasos comparados con los animales que estaban en pastoreo, principalmente de los ácidos palmítico, esteárico, oleico y linoleico, proporcionados por los ingredientes de la dieta en corral; sin embargo, los toretes en pastoreo consumieron más ácido α -linolénico, lo que favorece la relación de $\omega 6:\omega 3$.

Cuadro 18. Energía en la leche, eficiencia de utilización del N y eficiencia de utilización de la ME para la producción de leche de vacas cruzadas alimentadas con niveles incrementados de follaje de leucaena en la ración

Variables	Porcentaje de incorporación del follaje de <i>L. leucocephala</i> en la ración (base MS)				EEM	Contraste		
	0	15	30	45		L	C	Q
Energía en la leche MJ/d	15.83 ^c	17.71 ^{bc}	19.55 ^{ab}	22.10 ^a	1.47	*	NS	NS
Eficiencia de utilización del N en leche	0.29 ^a	0.22 ^b	0.21 ^{bc}	0.18 ^c	0.04	*	NS	NS
Eficiencia de utilización de la EM para la producción de leche	0.62 ^a	0.61 ^b	0.60 ^c	0.60 ^c	0.10	*	NS	NS

Líneas con diferente literal son diferentes significativamente ($P < 0.05$).

El sistema de alimentación modifica el perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular de los bovinos (Cuadro 20). Los animales en pastoreo, aún cuando consumieron cantidades similares de ácido mirístico y palmítico que los animales en corral, depositaron una menor cantidad de grasa saturada y tuvieron una mayor deposición de ácido esteárico.

A pesar de que en este estudio no se encontraron diferencias significativas en el contenido total de CLA's y del isómero *cis*-9, *trans*-11 CLA entre tratamientos; es posible que el pastoreo en sistemas silvopastoriles permita mejorar la concentración de estos ácidos grasos, al provenir éstos directamente de la síntesis en rumen (Montero et al., 2011).

Montero et al. (2011) mencionan que el perfil de ácidos grasos en toros cruzados es diferente, debido al nivel de encaste europeo o cebuino. Los animales de origen *B. indicus* tienen ácidos grasos saturados de menor calidad, al tener más mirístico y palmítico, y menos esteárico; sin embargo, estos animales poseen un mayor contenido de ácidos insaturados como el linoleico y linolénico que los toros con dominancia de genes *B. taurus* (Cuadro 21).

Cuadro 19. Balance de nitrógeno de niveles de incorporación de follaje de *Leucaena leucocephala* mezclada con pasto *Pennisetum purpureum* en vacas doble propósito.

N g/día	Porcentaje de incorporación de follaje de <i>L. leucocephala</i> en la ración (base MS)				SEM	Contraste		
	0	15	30	45		L	C	Q
Consumo	90.426 ^c	123.680 ^b	150.688 ^b	230.299 ^a	13.084	*	NS	NS
Consumo/ kg ^{0.75}	0.983 ^c	1.354 ^b	1.618 ^b	2.472 ^a	0.151	*	NS	NS
Excreción N g/día								
Orina total (l)	7.713 ^{ab}	7.909 ^{ab}	8.232 ^{ab}	9.363 ^a	1.453	*	NS	NS
Urinaria	12.772 ^c	18.719 ^{bc}	28.336 ^b	47.326 ^a	5.900	*	NS	NS
Fecal	42.341 ^c	45.119 ^c	63.745 ^b	137.367 ^a	8.179	*	NS	NS
Leche g/kg	4.841 ^a	4.854 ^a	4.841 ^a	4.665 ^a	0.143	NS	NS	NS
Leche	24.756 ^c	26.163 ^c	31.334 ^b	36.241 ^a	1.925	*	NS	NS
Total excretado	85.43 ^c	104.17 ^{bc}	128.49 ^b	172.22 ^a	17.76	*	NS	NS
Urea Sanguínea (mg/dl)	11.525 ^b	19.550 ^b	24.225 ^{ab}	37.350 ^a	4.422	*	NS	NS
Urinaria (mg/l)	676.0 ^a	774.0 ^a	982.0 ^a	970.0 ^a	264.444	*	NS	NS
Total urinaria g/día	5.0 ^b	5.87 ^{ab}	7.70 ^{ab}	9.05 ^a	1.8	*	NS	NS
% N excretado								
Urinaria	14.51 ^b	15.56 ^b	19.09 ^{ab}	23.36 ^a	2.56	*	NS	NS
Fecal	57.24 ^a	47.61 ^a	46.16 ^a	43.76 ^a	9.90	*	NS	NS
Leche	29.799 ^{ab}	22.058 ^{bc}	21.543 ^c	18.108 ^c	4.016	*	NS	NS
Total	101.55 ^a	85.23 ^a	86.79 ^a	85.23 ^a	11.01	NS	NS	NS
N retenido g/vaca/día	10.557 ^c	32.239 ^a	24.232 ^b	9.365 ^c	1.727	NS	*	NS

Líneas con diferente literal difieren significativamente (P < 0.05).

Cuadro 20. Perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular de toretes en corral y en pastoreo (mg/g de grasa; Montero et al., 2011)

Ácido graso	Pastoreo	Corral
C14:0 (mirístico)	32.4	21.8
C14:1 (miristoleico)	25.2	23.8
C16:0 (palmítico)	255.4	236.5
C16:1 (palmitoleico)	32.6	30.8
C18:0 (estearico)	189.0	229.0
C18:1 (oleico)	383.9	357.4
C18:1 11- <i>trans</i> (vaccénico)	1.6	1.7
C18:2 (linoleico)	59.2	42.8
CLA total	16.8	14.4
9- <i>cis</i> , 11- <i>trans</i> C18:2 (CLA)	5.8	6.1
C18:3 (linolénico)	10.9	7.7
Saturados	473.3	487.7
Monoinsaturados	428.6	424.6
Poliinsaturados	81.5	93.2
Poliinsaturados:Saturados	0.2	0.2
Proporción $\omega 6:\omega 3$	7.4	0.7

Se sabe que la composición de ácidos grasos de la carne está fuertemente afectada por el tipo de ración ofrecida a los rumiantes. En el caso de los rumiantes, ahora se acepta que la alimentación con forrajes verdes propicia que la carne tenga una mayor cantidad de los promotores de la salud, ácidos grasos (ácidos grasos poliinsaturados [PUFA], ácido ruménico y ácidos grasos n-3) y baja proporción de ácidos grasos saturados, en comparación con la carne de animales alimentados con concentrados (Vasta et al., 2012).

Los sistemas silvopastoriles pueden permitir a los rumiantes pastar en forrajes de alta calidad nutricional, lo que es muy conveniente desde la perspectiva de brindarle un valor agregado a la carne, mediante la modificación de sus propiedades nutricionales. Vasta et al. (2012) evaluaron si la restricción del tiempo de pastoreo en la mañana o por la tarde, afecta la composición de los ácidos grasos de la carne de borregos, en comparación con un sistema de pastoreo tradicional, en el cual los animales pastoreaban durante todo el día. Estos autores no encontraron diferencias significativas en sus resultados. La proporción de C10:0, C12:0, C14:1 *cis*-9, C15:0, C15:1 y C17:1 no se vio afectada por el tiempo de pastoreo, pero en cambio la proporción de C14:0 fue en tendencia mayor en la carne de los corderos pastoreando a las 8 horas y 4 horas en horario matutino en comparación con el de 4 horas en horario vespertino. Además la carne de los corderos en el tratamiento de 4 horas de pastoreo matutino presentó una mayor proporción de C16:0 (8%) en comparación con el de 4 horas vespertino. Vasta et al. (2012) mencionaron que el perfil de ácidos grasos de la carne de los corderos es afectado por la hora del día en que se realiza el pastoreo, los animales que pastorean por la tarde dan lugar a una carne con un perfil de ácidos grasos con efectos benéficos en la salud humana.

Cuadro 21. Perfil de ácidos grasos en la grasa intramuscular de toretes cruzados $\frac{3}{4}$ *Bos indicus* vs $\frac{3}{4}$ *Bos taurus* (mg/g de grasa; Montero et al., 2011)

Ácido graso	$\frac{3}{4}$ <i>Bos indicus</i>	$\frac{3}{4}$ <i>Bos taurus</i>
(C14:0 (mirístico))	30.7	25.6
C14:1 (miristoleico)	26.5	22.5
C16:0 (palmítico)	254.6	237.3
C16:1 (palmitoleico)	33.1	30.4
C18:0 (esteárico)	191.7	226.3
C18:1 (oleico)	375.2	366.1
C18:1 11-trans (vaccénico)	1.6	1.7
C18:2 (linoleico)	64.4	37.6
CLA total	18.8	12.4
9- cis, 11-trans C18:2 (CLA)	6.3	5.6
C18:3 (linolénico)	12.5	6.1
Saturados	476.7	484.8
Monoinsaturados	444.0	409.2
Poliinsaturados	90.7	84.1
Poliinsaturados:Saturados	0.19	0.18
Proporción $\omega 6:\omega 3$	7.1	7.3

Recientemente, Zorrilla-Ríos et al. (2013; Figura. 5) concluyeron que las canales de bovinos alimentados con raciones típicas de las regiones tropicales de México (Tabasco) no alcanzan la calidad “Suprema”, debido a la pobre conformación de los animales sacrificados, por lo que sugieren realizar modificaciones en el sistema de producción si se desea alcanzar la máxima clasificación en cuanto a calidad de la carne. Méndez et al. (2009) y Delgado et al. (2005) habían reportado resultados similares con respecto a la calidad de la carne bovina producida en México, que manifiesta áreas de posible mejora (marmoleo, grosor de la grasa) a través de la manipulación de la fermentación ruminal. Resultados preliminares del sacrificio de bovinos alimentados en sistemas silvopastoriles en Michoacán, sugieren que se obtiene un rendimiento de alrededor del 57% (Ayala Burgos, A.J.; datos sin publicar).

Los sistemas silvopastoriles, pueden constituir una alternativa no solo para mejorar las ganancias de peso, sino que pueden darle valor agregado a la carne al mejorar el marmoleo. Shelton y Dalzell (2007) reportaron un estudio realizado en toretes pastoreando 150 días pasto Buffel, 150 días en praderas de pasto y leucaena, o en un sistema de alimentación basado en 50 días de pasto Buffel y 100 días con alimentación a base de grano. Los resultados presentados indican que los atributos de las canales son similares a los producidos en sistemas que utilizan dietas altas en grano (Cuadro 22).

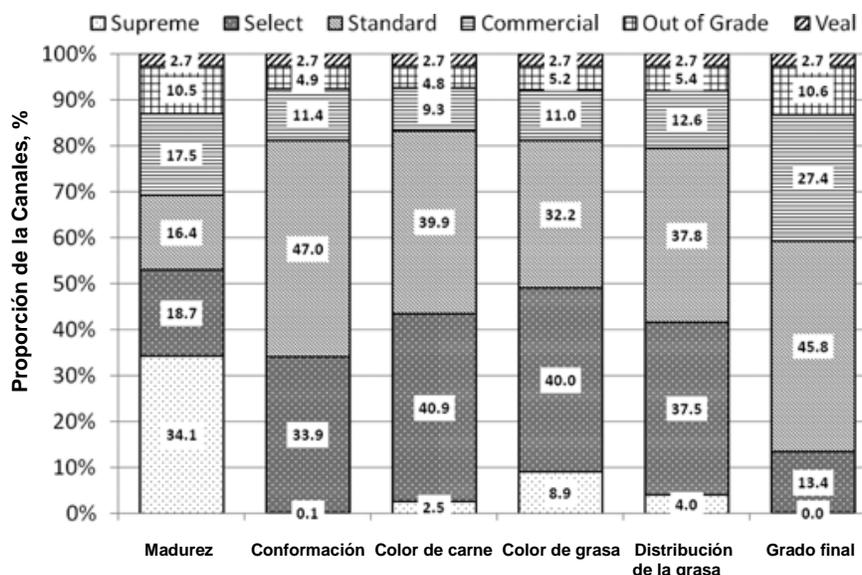


Figura 5. Proporción de canales clasificadas como Suprema, Selecta, Estándar, Comercial, Fuera de grado y Ternero de cada uno de los 5 criterios de clasificación y grado final de la canal (Zorrilla-Ríos et al., 2013).

Cuadro 22. Ganancia de peso y atributos de calidad de las canales de toros alimentados bajo tres diferentes sistemas de alimentación (Shelton y Dalzell, 2007).

Atributo	Pasto Buffel	Leucaena-Pasto	Buffel+ Grano
Peso final (kg)	604	648	618
Peso final (kg)	604	648	618
Ganancia total de peso (kg)	123	185	211
Rendimiento (%)	55.2	54.6	56.4
Grosor de grasa de la costilla (mm)	7.5	13.3	13.7
Área del ojo del músculo (cm ²)	91.8	90.9	82.6
Rendimiento estimado de carne magra (puntos)	60.3	58.1	57.4
Color de la grasa	6.3	6.2	7.0
Color de la carne	13.7	13.3	13.8
Marmoleo	0.2	0.3	0.3

REDUCCIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO RUMINAL EN LA GANADERÍA

Actualmente existe una creciente preocupación por el impacto ambiental, debido a las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de los sistemas de producción con rumiantes (Bartl et al., 2011; Capper, 2011; Stackhouse-Lawson et al., 2012). El metano (CH₄) es uno de los gases de efecto invernadero con alto potencial de calentamiento global (23 veces superior al del CO₂). Según reportes recientes, existe la posibilidad de mitigar las emisiones de metano ruminal a través del efecto de los metabolitos secundarios, como los taninos condensados y las saponinas (Mao et al., 2010; Goel and Makkar, 2012), presentes en algunas especies forrajeras. El efecto de los metabolitos secundarios sobre la metanogénesis ruminal es un tema de intenso estudio en la actualidad (Morgavi, Martin y Boudra, 2013), así como las opciones disponibles para predecir las

emisiones de metano entérico provenientes de las especies de rumiantes (Ramin y Huhtanen, 2013; McCartney et al., 2013).

Hess et al. (2003) concluyeron que los frutos de *E. cyclocarpum*, poseen una concentración de 19.0 mg de saponinas crudas por g de MS, que pueden contribuir a disminuir la población de los protozoos en el rumen (Koenig et al., 2007) y a la modificación de la flora y densidad bacteriana (Mosoni et al., 2011), lo cual tiene efecto sobre la reducción del metano ruminal. Mao et al. (2010) redujeron significativamente la producción de metano (27%) en ovinos que consumieron 3 g de saponinas contenidas en las hojas de té (Cuadro 23). Los frutos de la leguminosa tropical *Enterolobium cyclocarpum* se han incorporado con éxito en las raciones de ovinos (Piñeiro-Vazquez et al., 2013), permitiendo una ganancia diaria de peso (234 g/d) y una conversión alimenticia (5.2) razonables (Moscoso et al., 1995; Esquivel-Mimenza et al., 2010). Este comportamiento posiblemente sea debida a una estimulación en la degradación del almidón hacia la producción de ácido propiónico, una reducción en la metanogénesis y la digestión de la fibra (Mosoni et al., 2011).

Por otra parte, es posible que, además de los taninos condensados, el valor nutritivo y la alta digestibilidad del follaje de la leucaena pueda reducir la producción de metano ruminal (Bonilla y Lemus, 2012; Goel y Makkar, 2012) en los sistemas silvopastoriles. Cabe mencionar que estos sistemas también disminuyen el estrés calórico en los animales, al proveer de un mayor espacio de sombra natural a los animales en pastoreo. También los taninos condensados pueden afectar la biohidrogenación ruminal de los ácidos grasos insaturados (Vasta et al., 2009), al incrementar el ácido ruménico y vaccénico, modificando así el patrón de ácidos grasos en la carne de los ovinos (Vasta et al., 2012), con efectos positivos para la salud humana, principalmente en la prevención de enfermedades cancerígenas y cardiovasculares. Valdivia-Salgado et al. (2013) concluyeron por medio de la técnica estequiométrica, que la suplementación con follaje de ramón (*Brosimum alicastrum*) a una ración basada en heno de Guinea de baja calidad no tuvo efecto sobre la emisión de metano ruminal en ovinos. Solís Pérez (2012) encontró que la emisión de metano de vacas en pastoreo en un sistema silvopastoril era ligeramente superior a aquella determinada en un sistema de monocultivo. Solís Pérez (2012) argumentó que esto se debió al mayor consumo de materia seca de las vacas en el sistema silvipastoril.

Cuadro 23. Efecto de la adición de saponinas de la hoja del té, aceite de soya o saponinas de la hoja del té más aceite de soya, sobre el comportamiento productivo y la emisión de metano de corderos en crecimiento (Mao et al., 2010)

Ítems	Raciones ¹			
	NTNS	TS	SO	TS-SO
No. de animals	8	8	8	8
Consumo de alimento, g/d	732.5	735.6	728.5	712.3
Peso inicial, kg	14.6	14	13.8	14.6
Peso final, kg	20.1	19.7	19	19.7
Ganancia diaria, g/d	111.5	113.3	103.9	102.5
Metano, L/kg consumo MS	26.2	19	22.6	21.2
% Reducción de metano	0	-27.5	-13.7	-19.1

¹ Raciones: NTNS= sin saponinas del té o de aceite de soya; TS= saponinas del té; SO= Aceite de soya; TS-SO=saponinas del té más aceite de soya.

HACIA SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE RUMIANTES CON ALTA EFICIENCIA EN EL USO DE LOS NUTRIMENTOS

En la actualidad, en los estados de Michoacán, San Luis Potosí, Tamaulipas, Veracruz, entre otros, se encuentran establecidos sistemas silvopastoriles en ranchos ganaderos, éstos sistemas están basados principalmente en la asociación gramínea-leguminosa (*B. brizantha*-*L. leucocephala*) y ganado cruzado (*B. indicus* × *B. taurus*) para la producción de leche y carne. A la leche producida en el rancho se le otorga valor agregado a través de su transformación en queso. Esta iniciativa representa la punta de lanza a nivel nacional para transitar hacia una ganadería menos extractiva y más orientada hacia el uso sostenible de los recursos naturales disponibles en las regiones tropicales. No obstante, es importante entender los factores que limitan la adopción de las tecnologías forrajeras por parte de los productores de pequeña escala en México (Martínez-García et al., 2013) para poder incrementar el impacto de las mismas.

Es notable el interés de ganaderos en otros estados de la república como Yucatán, Chiapas y Campeche por adoptar el sistema silvopastoril, con el propósito de reducir el impacto del alza en el precio de los granos y otros insumos en los costos de producción en el rancho y lograr una mayor rentabilidad y competitividad. En este sentido, el uso de la diversidad de follajes y frutos de árboles y arbustos tropicales en la alimentación de rumiantes, representan opciones de suministro de energía y proteína fermentables al rumen que no deben de ser subestimadas por técnicos, productores y estudiantes que trabajan directamente en ranchos y granjas en las regiones tropicales de México.

El mejor comportamiento productivo y económico de los bovinos y ovinos manejados en sistemas silvopastoriles, en comparación a los manejados en monocultivo con gramíneas (Solorio Sánchez, 2009; Álvarez Madrigal, 2009), así como el mejor comportamiento animal expresado al utilizar el follaje arbóreo como suplemento, en comparación a raciones no suplementadas (Kakengi, et al., 2001; Pérez et al., 2002), se explica por un incremento en el consumo y mejor calidad del alimento ingerido (Lamela et al., 2001) y por incrementos en el suministro de nitrógeno microbiano al duodeno (Kakengi et al., 2001; Muinga et al., 1995; Umunna et al., 1995; Bonsi et al., 1996).

El otro factor a considerar es la calidad de la ración basal, pues al incrementarse ésta el efecto del follaje sobre los parámetros antes mencionados tiende a disminuir e incluso, a verse anulado (Adejumo y Ademosum, 1991; Richards et al., 1994). En condiciones de pastoreo, donde el animal puede seleccionar una dieta de mejor calidad, puede ocurrir algo similar. Al respecto, Aguilar et al. (2001) no encontraron respuestas en la producción de leche de vacas suplementadas con *Leucaena*, pastoreando con una carga animal de 2 UA/ha; sin embargo, sí hubo respuesta de las vacas a la suplementación con la leguminosa, al utilizarse una carga de pastoreo mayor (3.5 UA/ha). Evidentemente, ello refleja que la manipulación de la carga animal puede dar lugar a diferente grado de selección del pasto y por ende, diferente calidad de la dieta y con ello, diferente respuesta al suplemento. Otro ejemplo, que en condiciones de pastoreo pone de manifiesto la importancia de la calidad de la dieta basal, son los resultados de Milera et al., (1994), quienes no encontraron ventaja de un sistema silvopastoril en la producción de leche, al compararla con vacas pastoreando en gramíneas con fertilización nitrogenada. Del análisis de este trabajo se puede resumir que probablemente el consumo de follaje de *leucaena* no tenga efecto sobre el metabolismo del N y la fermentación ruminal en la época de lluvias, pero este efecto se hace evidente en la época de secas.

Dado que una de las especies arbóreas que más se emplean en los sistemas silvopastoriles es la *L. leucocephala*, es importante buscar alternativas para hacer más eficiente la síntesis de proteína microbiana y el aprovechamiento del N en todo el sistema. Al respecto, se ha reportado que la

leucaena tiene un desbalance energía:proteína (Poppi y McLennan, 1995; Cosa et al., 2000), lo que puede limitar el crecimiento microbial y el aprovechamiento del nitrógeno en el rumen. Esta puede ser la razón por la cual cuando el nivel de leucaena en la ración es superior al 24 % (Bonsi et al., 1994), el N aparentemente no es eficientemente utilizado por las bacterias en el rumen. No obstante, al suministrar un suplemento energético se mejora la retención del N (Muinga et al., 1995; Poppi y McLennan, 1995; Arjona-Alcocer et al., 2012) y la síntesis de proteína microbial (Ordóñez, 2002). Hung et al. (2013) reportaron recientemente una buena eficiencia de síntesis de proteína microbiana en el rumen de búfalos de agua alimentados con pelets de leucaena.

Es evidente entonces la importancia de investigar opciones de suplementación energética, que permitan no sólo incrementar la síntesis de proteína microbial, sino también el aprovechamiento de la proteína de sobrepeso de leucaena y la proteína microbial que fluye al duodeno, para incrementar el rendimiento y calidad de la leche, la ganancia diaria de peso y la producción de carne y leche por hectárea.

La investigación en sistemas silvopastoriles en las regiones tropicales de México debe de estar dirigida hacia la producción de alimentos con mayor valor agregado (leche y carne altos en CLA's), así como a la búsqueda de efectos positivos sobre el ambiente (reducción de las emisiones de metano, reciclaje de excretas, captura de carbono) y un mejor balance de nutrimentos en todo el agroecosistema (energía, nitrógeno, agua, minerales). La producción de carne (baja en ácidos grasos saturados) y leche (CLA's, ácido vaccénico), que promueven la salud humana, debe de ser considerada como un área para ser abordada por los grupos de investigación y los productores que trabajan en sistemas silvopastoriles, para proporcionar valor agregado a sus productos e incrementar la rentabilidad del rancho. La búsqueda de la menor inversión en energía fósil en la producción ganadera debe servir como guía de las buenas prácticas en los sistemas silvopastoriles, con el propósito de hacer más rentable la producción ganadera nacional. El abordaje de la investigación deberá de ser integral y con enfoque multidisciplinario, para contribuir a la solución de problemas de diversa índole, que inciden sobre la rentabilidad de los sistemas ganaderos.

CONCLUSIONES

Los sistemas de producción ganadera extensivos en México tienen una baja productividad y competitividad, debido, entre otros factores, a la estacionalidad en la producción del pasto y a la relativa baja calidad de éstos, pero también al impacto de la apertura comercial y la globalización. En este sentido, los sistemas silvopastoriles pueden contribuir a mantener una productividad ganadera estable y sostenida durante todo el año (Palma García, Nahed Toral y Sanginés García, 2011). Los sistemas silvopastoriles pueden ayudar a mejorar la calidad de los productos (carne y leche), aportándole un mayor valor agregado, principalmente por medio del aumento en la concentración de ácidos grasos insaturados (CLA's), cuyo consumo ha demostrado tener efectos benéficos para la salud humana. Es preciso identificar las razas o cruas de ganado con el menor requerimiento de EM para el mantenimiento para así incrementar la eficiencia energética de la producción de carne. Se requiere de investigar sobre el consumo de alimento residual, para identificar aquellos genotipos más eficientes para los diferentes agroecosistemas de México (Núñez Domínguez et al., 2010). De igual forma, es necesario llevar a cabo prácticas de alimentación tendientes a reducir el incremento calórico de alimentación. Por otra parte, los sistemas silvopastoriles reducen el impacto del estrés calórico, proporcionándole mayor confort al animal, reduciendo las pérdidas de energía provenientes del aumento en la tasa respiratoria (jadeo) de los animales en ambientes cálidos, lo cual incrementa el requerimiento de EM para el mantenimiento. Los sistemas silvopastoriles también podrían contribuir a reducir las emisiones

de metano procedentes del rumen, por medio del efecto de algunos follajes y frutos que poseen metabolitos secundarios, capaces de afectar la fermentación ruminal. Por ejemplo, los frutos y el follaje de *E. cyclocarpum* (guanacaste, parota) contienen saponinas (compuestos terpenoides) que reducen la población protozoaria del rumen (afectando a las archaea metanogénicas) y disminuyen consecuentemente la emisión de gas metano al ambiente por los rumiantes. El ganadero y los técnicos (ingenieros agrónomos, médicos veterinarios zootecnistas) deberán evaluar la disponibilidad y el costo de las opciones alimentarias que se les presentan para decidir su uso, y de esta forma manipular el metabolismo energético y proteico de los rumiantes con el fin de lograr una mayor rentabilidad económica, pero también una mayor sostenibilidad de los sistemas de producción de carne y leche en las regiones tropicales de México.

REFERENCIAS

- Adejumo, J.O. and Ademosun, A.A. 1991. Utilization of leucaena as supplement for growing dwarf sheep and goats in the humid zone of West Africa. *Small. Rum. Res.* 5:75-82.
- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International. Wallingford, UK. pp. 159.
- Aguilar, C.F., Cárdenas, J.V., and Santos, J.S. 2001. Efecto de la suplementación con *Leucaena leucocephala* sobre la productividad de vacas cruzadas, bajo dos cargas de pastoreo. *Lives. Res. Rural Dev.* 13, (4). <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/4/agui134.htm>
- Aharoni, Y., Henkin, Z., Ezra, A., Dolev, A., Shabtay, A., Orlov, A., Yehuda, Y. and Brosh, A. 2009. Grazing behavior and energy cost of activity: A comparison between two types of cattle. *J. Anim. Sci.* 87:2719-2731.
- Alvarez Madrigal, P. 2009. Sustentabilidad y responsabilidad social, una necesidad social en el negocio ganadero. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Noviembre 3-5, 2009. Tepalcatepec, Michoacán. Fundación Produce Michoacán. Morelia. pp. 105-107.
- Arjona-Alcocer, V.A., Ruiz-González, A., Briceño-Poot, E.G., Ayala-Burgos, A.J., Ruz-Ruiz, N. and Ku-Vera, J.C. 2012. Voluntary intake, apparent digestibility and blood urea levels in hair sheep fed *Cynodon nlemfuensis* grass mixed with *Leucaena leucocephala* and supplemented with rumen fermentable energy. *J. Anim. Sci.* 90 (Suppl. 3): 125.
- Ayala Garay, A.V., Carrera Chávez, B., Schwentesius Rindermann, R., Almaguer Vargas, G., Jolalpa Becerra, J.L. y Márquez Berber, S. 2012. Competitividad del Sector Agropecuario en México: Implicaciones y Retos. INIFAP, UACH, UPT, Plaza y Valdés. México, D.F. pp. 188.
- Barkin, D. y Suárez, B. 1985. El Fin de la Autosuficiencia Alimentaria. Centro de Ecodesarrollo. Ediciones Océano. México, D.F. pp. 249.
- Barros, R.M.; Solorio, S.J.; Ku, V.J.; Ayala, B.A.; Sandoval, C.C. Solís, P.G. 2012. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim. Health Prod.* 44:1873-1878.
- Bartl, K., Gómez, C.A., Nemecek, T., 2011. Life cycle assessment of milk produced in two smallholder dairy systems in the highlands and the coast of Peru. *J. Cleaner Prod.* 19:1494-1505.
- Benoit, M. y Laignel, G. 2010. Energy consumption in mixed crop-sheep farming systems: what factors of variation and how to decrease? *Livest. Sci.* 4:9 1597-1605.
- Blaxter, K.L. 1962. The Energy Metabolism of Ruminants. Hutchinson, Scientific and Technical. London, England. pp. 332.

- Blaxter, K.L. 1986. *People, Food and Resources*. Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom. pp. 118.
- Bonilla, C.J.; Lemus, F.C. 2012. Emisión de metano entérico por ruminantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 3: 215-246.
- Bonsi, M.L.K., Osuji, P.O., Nsahlai, I.V., and Tuah, A.K. 1994. Graded levels of *Sesbania sesban* and *Leucaena leucocephala* as supplements to teff straw given to Ethiopian Menz Sheep. *Anim. Prod.* 59:235-244.
- Bonsi, M.L.K., Tuah, A.K., Osuji, P.O., Nsahlai, V.I., and Umunna, N.N. 1996. The effects of protein supplements source or supply pattern on the intake, digestibility, rumen kinetics, nitrogen utilization and growth of Ethiopian Menz sheep fed teff straw. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 64:11-25
- Calegare, L., Alencar, M.M., Packer, I.U., and Lanna, D.P.D. 2007. Energy requirements and cow/calf efficiency of Nellore and Continental and British *Bos taurus* x Nellore crosses. *J. Anim. Sci.* 85:2413-2422.
- Calegare, L., Alencar, M.M., Packer, I.U., Ferrell, C.L. and Lanna, D.P.D. 2009. Cow/calf preweaning efficiency of Nellore and *Bos taurus* x *Bos indicus* crosses. *J. Anim. Sci* 87:740-747.
- Calsamiglia, S., Ferret, A., Reynolds, C., Kristensen, N., van Vuuren, A. 2010. Strategies for optimizing nitrogen use by ruminants. *Anim.* 4, 1184-1196
- Campos, P.D.; Tavares, C.C.; Miranda, G.C.; Martins, M.R.; Ávila, P.M.; Dias, M.M.; Ferreira, X.D. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Livest. Sci.* 141: 166-172.
- Cannas, A., Atzori, A.S., Teixeira, I.A.M.A., Sainz, R.D. and Oltjen, J.W. 2010. The energetic cost of maintenance in ruminants: from classic to new concepts and prediction systems. *In: Energy and Protein Metabolism and Nutrition*. G. Matteo Crovetto (Editor). EAAP Publication No. 127. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp. 531-542.
- Capper, J.L., 2011. The environmental impact of beef production in the United States: 1977 compared with 2007. *J. Anim. Sci.* 89, 4249-4261.
- Cárdenas-Medina, J.V. Ku-Vera, J.C. and Magaña-Monforte, J.G. 2010. Estimation of metabolizable energy requirements for maintenance and energetic efficiency of weight gain in *Bos taurus* and *Bos indicus* cows in tropical Mexico. *J. Anim. Vet. Adv.* 9:421-428.
- Chaokaur, A., Nishida, T., Phaowphaisal, I., Pholsen, P., Chaithiang, R. and Sommart, K. 2007. Energy metabolism and energy requirements for maintenance of Brahman steers in tropical conditions. *In: Energy and Protein Metabolism and Nutrition*. I. Ortigues-Marty, N. Miraux and W. Brand-Williams (Editors). EAAP Publication No. 124. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp. 505-506.
- Chizzotti, M.L., Tedeschi, L.O. and Valadares Filho, S.C., 2008. A meta-analysis of energy and protein requirements for maintenance and growth of Nellore cattle. *J. Ani. Sci.* 86:1588-1597.
- Chizzotti, M.L., Valadares Filho, S.C., Tedeschi, L.O., Chizzotti, F.H.M. and Carstens, G.E. 2007. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F₁ Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. *J. Anim. Sci* 85:1971-1981.
- Combella Lares, J. 1998. Alimentación de la Vaca de Doble Propósito y de sus Crías. Venezuela. pp. 196.

- Cosa, M. Simón, L. Caceres, O. y Franciso, A.G. 2000. Valor nutritivo del heno de árboles leguminosos II. *Leucaena leucocephala* cv. CNIA-250. VI Seminario Internacional Sobre Sistemas Agropecuarios Sostenibles.
- CSIRO. 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. Collingwood, Australia. pp. 270.
- Delgado, E.J., Rubio, M.S., Iturbe, F.A., Méndez, R.D., Cassís, L and Rosiles, R. 2005. Composition and quality of Mexican and imported retail beef in Mexico. *Meat Sci.* 69:465-471.
- Esquivel, M.H., Piñeiro, V.A., Bazán, G.J., Ayala, B.A.; Espinoza, H.J. and Ku, V.J. 2010. Integration of *Enterolobium cyclocarpum* Jacq.Griseb tree with hair sheep production in the dry tropics. *Advan. Anim. Bios.* 1:444-445.
- Ferrell, C.L. and Oltjen, J.W. 2008. Net energy systems for beef cattle- Concepts, application, and future models. *J. Anim. Sci.* 86:2779-2794.
- Flores, Ana María. 1961. La Magnitud del Hambre en México. Impresos Modernos. México, D.F. pp. 73.
- Frisch, J.E. and Vercoe, J.E. 1977. Food intake, eating rate, weight gains, metabolic rate and efficiency of feed utilization in *Bos taurus* and *Bos indicus* crossbred cattle. *Anim. Prod.* 25:343-358.
- Goel, G., Makkar, H.P., 2012. Methane mitigation from ruminants using tannins and saponins. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 44:729-739.
- Hales, K.E., Cole, N.A. and MacDonald, J.C. 2012. Effects of corn processing method and dietary inclusion of wet distillers grains with soluble on energy metabolism, carbon-nitrogen balance, and methane emission of cattle. *J. Anim. Sci.* 90:3174-3185.
- Hales, K.E., Cole, N.A. and MacDonald, J.C. 2013. Effects of increasing concentrations of wet distillers grains with soluble in steam-flaked, corn-based diets and energy metabolism, carbon-nitrogen balance and methane emissions of cattle. *J. Anim. Sci.* 91:819-828.
- Hess, H.D., Kreuzer, M., Díaz, T.E., Lascano, C.E., Carulla, J.E., Soliva, C.R., Machmuller, A., 2003. Saponin rich tropical fruits affect fermentation and methanogenesis in faunated and defaunated rumen fluid. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 109, 79-94.
- Holmes, C.W., Hughes, T.P. and Christensen, R. 1978. Energy metabolism of Brahman x Friesian and Friesian calves, and the influence of an increase in rectal temperature on their heat production. *New Zealand. J. Agric. Res.* 21:557-561.
- Hung, L.V., Wanapat, M. and Cherdthong, A. 2013. Effects of *Leucaena* leaf pellet on bacterial diversity and microbial protein synthesis in swamp buffalo fed on rice straw. *Livest. Sci.* 151(2-3):188-197.
- Kakengi, A.M., Shem, M.N., Mtengeti, E.P., and Otsyna, R. 2001. *Leucaena leucocephala* leaf meal as supplement to the diet of grazing dairy cattle in semiarid Western Tanzania. *Agrofor. Syst.* 52:73-82.
- Kearl, L. 1982. Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries. Logan, Utah, USA. pp. 381.
- Kleiber, M. 1961. The Fire of Life. An Introduction to Animal Bioenergetics. John Willey & Sons. USA.
- Koenig, K.M., Ivan, M., Teferedegne, B.T., Mogavi, D.P., Rode, L.M., Ibrahim, I.M., Newbold, C.J., 2007. Effect of dietary *Enterolobium cyclocarpum* on microbial protein flow and nutrient digestibility in sheep maintained fauna-free, with total mixed fauna or with *Entodinium caudatum* monofauna. *Br. J. Nutr.*, 98, 504-516.

- Krause, D.O., Nagaraja, T.G., Wright, A.D.G. and Callaway, T.R. 2013. Rumen microbiology: leading the way in microbial ecology. *J. Anim. Sci* 91:331-341.
- Lamela, L., Matías, C., Fung, C., y Valdés, R. 2001. Efecto del banco de proteína de leucaena en la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 23:259-264.
- Larqué Saavedra, A. 2013. Seguridad alimentaria en México, “todos contra el hambre”. *Ciencia*. 64:62-67.
- Lofgreen, G.P. and Garrett, W.N. 1968. A system for expressing net energy requirements and feed values for growing and finishing beef cattle. *J. Anim. Sci.* 27:793-806.
- Mao, L.H., Wang, J.K., Zhou, Y.Y., Liu, X.J. 2010 Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. *Livest. Sci.* 129, 56–62.
- Mao, L.H., Wang, J.K., Zhou, Y.Y., Liu, X.J., 2010. Effects of addition of tea saponins and soybean oil on methane production, fermentation and microbial population in the rumen of growing lambs. *Livest. Sci.* 129:56-62.
- Marcondes, M.I., Tedeschi, L.O., Valadares Filho, S.C., Gionbelli, M.P. and Chizzotti, M.L. 2010. Prediction of partial efficiency of use of metabolizable energy to net energy for gain and maintenance. *In: Energy and Protein Metabolism and Nutrition*. G. Matteo Crovetto (Editor). EAAP Publication No. 127. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp. 543-544.
- Martin, P.C. 1994. Requerimientos de energía para crecimiento y ceba de bovinos en el trópico. *Rev. Cubana Cien. Agríc.* 28:145-152.
- Martínez, B.A.; Moya, C.S.; González, R.H.; Hernández, J.; Pinelli, S.A. 2010. Contenido de ácido linoleico conjugado (CLA) en leche de ganado lechero Holstein estabulado en el noreste de México. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 1: 221-235.
- Martínez-García, C.G., Dorward, P. and Rehman, T. 2013. Factors influencing adoption of improved grassland management by small-scale dairy farmers in central Mexico and the implications for future research on smallholder adoption in developing countries. *Livest. Sci.* 152(2-3):228-238.
- McCartney, C.A., Bull, I.D., Yan, T. and Dewhurst, R.J. 2013. Assessment of archaeol as a molecular proxy for methane production in cattle. *J. Dairy Sci.* 96:1211-1217.
- Méndez, R.D., Mezo, C.O., Berruecos, J.M. Garcés, P., Delgado, E.J. and Rubio, M.S. 2009. A survey of beef carcass quality and quantity attributes in Mexico. *J. Ani. Sci.* 87:3782-3790.
- Milera, M., Iglesias, J., Remmy, V., y Cabrera, N. 1994. Empleo del banco de proteína de *Leucaena leucocephala* cv. Perú para la producción de leche. *Pastos y Forrajes*. 17:19-24.
- Montero, L.M.; Juárez, L.F.; García, G.H. 2011. Perfil de ácidos grasos en carne de toretes Europeo x Cebú finalizados en pastoreo y en corral. *Rev. Mex. Cien. Pec.* 2:137-149.
- Morales Hernández, J. (Coordinador). 2011. *La Agroecología en la Construcción de Alternativas hacia la Sustentabilidad Rural*. ITESO/Siglo XXI Editores. México, D.F. pp. 318.
- Morgavi, D.P., Martin, C. and Boudra, H. 2013. Fungal secondary metabolites from *Monascus* spp. reduce rumen methane production *in vitro* and *in vivo*. *J. Anim. Sci.* 91:848-860.
- Moscoso C., Vélez M., Flores A. y Agudelo, N. 1995. Effects of guanacaste tree (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb) fruit as replacement for sorghum grain and cotton-seed meal in lamb diets. *Small Rum. Res.* 18:121-124.
- Mosoni, P., Martin, C.; Forano, E., Morgavi, D.P. 2011. Long-term defaunation increases the abundance of cellulolytic ruminococci and methanogens but does not affect the bacterial and methanogen diversity in the rumen of sheep. *J. Anim. Sci.* 89,783–791

- Muinga, R.W., Topps, J.H., Rooke, J.A., and Thorpe, W. 1995. Effect of supplementation with *Leucaena leucocephala* and maize brand on voluntary food intake, digestibility, live weigh and milk yield of *Bos indicus* X *Bos taurus* dairy cows and rumen fermentation in steers offered *Pennisetum purpureum ad libitum* in the semi-humid tropics. *Anim Sci.* 60:13-23.
- NRC. 2000. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 7th Revised Edition. National Academy Press. Washington, D.C. USA. pp. 242.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants. Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids. National Academy Press. Washington, D.C. USA. pp. 362.
- Núñez Domínguez, R., Ruiz Flores, A., Huerta Bravo, M., Améndola Massiotti, R.D., Álvarez Sánchez, M.E., Ramírez Valverde, R., Rangel Santos, R. y Aranda Osorio. G. 2010. Ciencia, tecnología e innovación ganadera. Volumen IV Ciencia e Innovación Tecnológica Agropecuaria. Agricultura, Ciencia y Sociedad Rural 1810-2010. Barnardino Mata García-María del Rosario García Mateos (Coordinadores). Universidad Autónoma Chapingo. México. pp. 223-316.
- Ordóñez, J.C. 2002. Efecto de la suplementación energética y el patrón de alimentación sobre el aporte de Nitrógeno microbial al duodeno, en vacas alimentadas a base de forraje tropical. Tesis Maestría. Universidad Autónoma de Yucatán.
- Palma García, J.M., Nahed Toral, J. y Sanginés García, L. 2011. Alternativas para una Reconversión Ganadera Sustentable. Universidad de Colima, ECOSUR, INCMNSZ. México. pp. 187.
- Pérez, E., Ku, J.C., Ramírez, L., y Martínez, H. 2002. Suplementación con *Gliricidia sepium*: Su efecto en la digestión ruminal y el comportamiento de bovinos en pastoreo intensivo en la época de lluvias. *Pastos y Forrajes.* 25:311-322.
- Piñeiro-Vázquez, A.T., Ayala-Burgos, A.J., Chay-Canul, A.J. and Ku-Vera, J.C. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. *Trop. Anim. Hlth. Prod.* 45:577-583
- Poppi, D.P. and McLennan, S.R. 1995. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. *J. Anim. Sci.* 73:278-290.
- Powell, J.M., MacLeod, M., Vellinga, T.V., Opio, C., Falcucci, A., Tempio, G., Steinfeld, H. and Gerber, P. 2013. Feed-milk-manure nitrogen relationships in global dairy production systems. *Livest.Sci.* 152(2-3):261-272.
- Ramin, M. and Huhtanen, P. 2013. Development of equations for predicting methane emissions from ruminants. *J. Dairy Sci.* 96:2476-2493.
- Ramírez, A.L.; Petit, A.J.; Ku, V.J. 2009. Producción ovina en sistemas agroforestales en el trópico. XIV Congreso Latinoamericano de Buiatría. Lima, Perú.
- Richards, D.E., Brown, W.F., Rueggsegger, G., Bates, D.B. 1994. Replacement value of tree legumes for concentrates in forage-based diets. II. Replacement value of *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* for lactating goats. *Anim. Feed Sci. Technol.* 46:53-65.
- Shelton, M.; Dalzell, S. 2007. Production, economic and environmental benefits of leucaena pastures. *Trop. Grass.* 41:174-190.
- Solís, J.C., Byers, F.M. and Schelling, G.T., Long, C.R. and Greene, L.W. 1988. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. *J. Anim. Sci.* 66:764-773.
- Sólis-Pérez, G.C. (2012) Consumo voluntario y composición químico-nutricional como indicadores en la producción de metano en vaquillas pastoreando en un sistema

- silvopastoril del trópico Michoacano. Tesis de Maestría. Posgrado Institucional. Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán.
- Solorio Sánchez, B. 2009. Estrategia regional del modelo de consenso silvopastoril intensivo para la ganadería sostenible del trópico mexicano : Bases de la red nacional y estatal de los núcleos SSPi. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Noviembre 3-5, 2009. Tepalcatepec, Michoacán. Fundación Produce Michoacán. pp. 121-127.
- Stackhouse-Lawson, K.R., Rotz, C.A., Oltjen, J.W. and Mitloehner, F.M. 2012. Carbon footprint and ammonia emissions of California beef production systems. *J. Anim. Sci.* 90 :4641-4655.
- Summers, M., McBride, B.W. and Milligan, L.P. 1988. Components of basal energy expenditure. *In: Aspects of Digestive Physiology in Ruminants.* A. Dobson and M.J. Dobson (Editors). Cornell University Press. Ithaca, USA. pp. 257-285.
- Tedeschi, L.O., Fox, D.G., Carstens, G.E. and Ferrell, C.L. 2010. The partial efficiency of use of metabolisable energy for growth in ruminants. *In: Energy and Protein Metabolism and Nutrition.* G. Matteo Crovetto (Editor). EAAP Publication No. 127. Wageningen Academic Publishers. The Netherlands. pp. 519-529.
- Tedeschi, L.O., Boin, C., Fox, D.G., Leme, P.R., Alleoni, G.F. and Lanna, D.P.D. 2002. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high forage diets. *J. Anim. Sci.* 80:1671-1682.
- Tolkamp, B. 2010. Efficiency of energy utilization and voluntary feed intake in ruminants. *Anim.* 4:7 1084-1092.
- Umunna, N.N., Osuji, P.O., Nsahlai, I.V., Khalili, H. and Mohamed-Saleem, M.A. 1995. Effects of supplementing oat hay with lablab, sesbania, tagasaste or wheat middlings on voluntary intake, N utilization and weight gain of Ethiopian Menz sheep. *Small Rum. Res.* 17:113-120.
- Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L. and Rodrigues Paulino, P.V. 2010. Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle BR-Corte. 2nd Edition. Federal University of Vicosa, Department of Animal Science. Brazil. pp. 185.
- Valdivia-Salgado, V., Briceño-Poot, E.G., Ramírez-Avilés, L. and Ku-Vera, J.C. 2013. Prediction of methane production in the rumen by stoichiometric techniques in hair sheep fed low quality tropical grass supplemented with foliage of *Brosimum alicastrum*. Proceedings of the Conference on Greenhouse Gases and Animal Agriculture. Dublin, Ireland. June 2013. Wageningen Academic Publishers. *In press.*
- Vasta, V., Makkar, H., Mele, M. and Priolo, A. 2009. Ruminal biohydrogenation as affected by tannins *in vitro*. *Br. J. Nutr.* 102:82-92.
- Vasta, V., Pagano, R. I., Luciano, G., Scerra, M., Caparra, P., Foti, F., Cilione, C., Biondi, L., Priolo, A. and Avondo, M. 2012. Effect of morning vs. afternoon grazing on intramuscular fatty acid composition in lamb. *Meat Sci.* 90:93-98.
- Vercoe, J.E. 1970. The fasting metabolism of Brahman, Africander and Hereford x Shorthorn cattle. *Br. J. Nutr.* 24:599-606.
- Wanapat, M. 2009. Potential uses of local feed resources for ruminants. *Trop Anim Health Prod.* 41: 1035-1049.
- Zorrilla-Ríos, J.M., Lancaster, P.A., Goad, C.L., Horn, G.W., Hilton, G.G. and Galindo, J.G. 2013. Quality evaluation of beef carcasses produced under tropical conditions of Mexico. *J. Anim. Sci.* 91:477-482.

ENERGETIC EFFICIENCY OF ZEBU CATTLE

Mario Luiz Chizzotti^{1,2,*}, Eriton Egidio Valente¹, Karina Costa Busato¹, Marcio Machado Ladeira^{1,2}, Rafael Aparecido Gomes¹

¹Universidade Federal de Lavras, Lavras MG, Brazil 37200-000. ²Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal, INCT-CA, CNPq, Brazil.

*E-mail: mariochizzotti@dzo.ufla.br

INTRODUCTION

Feeding costs represent about 70 to 90% of total operating costs of beef cattle production, according to BR-CORTE (Valadares Filho et al., 2010) and consequently have great importance in the total final costs, thus determining, in most cases, the degree of competitiveness of the activity.

Given these facts, *strategies that collaborate* to improve efficiency of food utilization could help to improve profitability, in different production systems, since more efficient animals need lower amounts of feed and livestock inputs per kg of meat / milk. A 5% improvement in feed efficiency has about four times the economic impact as a 5% improvement in daily gain (Gibb & McAllister, 1999).

Many factors may affect growth and feed utilization efficiency, with genetics and nutrition being considered the main. Moreover, they can be manipulated by means of scientific knowledge, with the goal of improving feed efficiency.

Bos indicus (Zebu) and *Bos Taurus* (Taurine) cattle arose from a common ancestor Payne et al., 1991), although, these two subspecies have undergone separate evolution for several hundred thousand years. During their separate evolution, the *B. indicus* cattle were submitted to harsh environmental and nutritional conditions which lead to good survival ability to the detriment of performance in relation to *Bos taurus* cattle, but they also have acquired genes with behavioral, physiological and immunological mechanisms that confer better productivity, adaptability to poorer quality forages, heat, ecto and endoparasite tolerance to zebu cattle in comparison to taurine cattle under hot conditions. Besides of external characteristics, zebu cattle differ from taurine cattle in metabolic way, presenting a lower metabolic rate and requirement (food and water) in response to drought and food shortages. The aim of the present work is to discuss the energetic efficiency of zebu cattle (*Bos indicus*).

GENETIC ADAPTATIONS

Adaptation is a broad term used to describe the ability of animals to adjust to environmental conditions or to infer genetic modifications that make animals more suitable for existence under specific environmental conditions (Turner, 1980).

B. indicus have evolved under tropical environments, where animals have to deal with heavy heat loads because of high temperatures and humidity, remarkable fluctuation on feed availability and quality, more intense endo and ectoparasites and diseases transmitted by them. These conditions have lead to good survival ability to the detriment of performance in relation to *B. taurus*.

Properties of the skin may explain much of the thermotolerance of zebu cattle (Hansen, 2004). According to Behl (2010) tropical breeds have quicker transfer of metabolic heat to the skin due to a less tissue resistance and less hair coat resistance to heat loss. Their hair coats are of light color, smooth and shiny, which helps to reflect a greater proportion of incident solar radiation than hair coats that are dark in color or more dense and wooly (Hansen, 1990). They usually

posses dark pigmented skin keeping out the intense rays of the sun, which in excessive amounts will damage deeper tissue layers (Scharf, 2008).

Subtropical cattle have dewlaps and longer limbs than temperate cattle. The dewlap has been considered to act as a heat dissipater, because it results in a larger surface area to mass ratio and consequently more heat loss per unit of weight (Scharf, 2008). They also have a higher density of hair follicles (1698/cm² for zebu versus 1064/cm² for shorthorn, Dowling, 1955).

Studies showed that *B. indicus* breeds had significantly higher sweating rates than *B. taurus* ones due to higher density and larger perimeter of their sweat glands (Behl et al., 2010). Further, Dowling (1955) reported that zebu have sweat glands that are located much closer to the skin surface than is the case in taurine breeds of cattle. These characteristics permit these cattle to maintain body temperature more efficiently than *B. taurus* breeds.

Howes (1963) and Evans (1963) reported differences in hematological parameters of zebu and taurine cattle that could be related to respiration and adaptation. The zebu cattle had higher red blood cell counts, total cell volume and hemoglobin values, and their venous blood had less carbon dioxide than did that of taurine cattle.

Red blood cells (RBC) or erythrocytes are the most abundantly blood cells. They are made up of a protein (33%) called hemoglobin. Embedded within this hemoglobin molecule is iron, whose function is to transport oxygen and carbon dioxide in the blood.

Increased red blood cell counts, cell volume and hemoglobin values allow better oxygenation of the blood that in turn, enables zebu cattle to have lower respiration rates during periods of high ambient temperatures compared to taurine cattle, and lower respiration rates also represents lower energy costs in maintaining body temperature.

Finch (1985) found that the tissue resistance to heat flow from the body core to the skin was lower for Brahman cattle than for Shorthorn cattle at high air temperatures. The physiological basis for this difference has not been identified. While zebu cattle have reduced resistance of heat flow from the body core to the skin than European breeds, the converse is true when considering flow of heat from the skin to the surrounding air.

METABOLISM

It is generally accepted that the metabolic rate of heat adapted animals is lower than temperate species. Zebu cattle are known to have smaller metabolic active organs (digestive tract and liver) than taurine cattle (Solis et al., 1988; Hansen et al., 2004). One possible reason for reduced metabolic rates in *B. indicus* is reduced size of internal organs (Swett et al., 1961).

A higher proportion of gastrointestinal tract (GIT) and visceral organs in Angus was detected by Gomes et al. (2013, unpublished data) in a study comparing Angus and Nellore cattle fed high energy diets with or without restriction (Table 1).

Although visceral organs (liver, digestive tract, heart, and kidney) represent a small portion of body weight (less than 10%), their metabolism accounts for 40 to 50% of total animal energy expenditures. This high energetic cost is associated with the maintenance of Na⁺/K⁺ATPase activity in the gastrointestinal mucosa (between 28 and 61 %), with protein synthesis (20-23%) and with protein degradation (4%, McBride & Kelly, 1990). In contrast to visceral organs, skeletal muscle may represent 41% of body weight, however, it consumes only 23% of the total energy for maintenance, so visceral tissue constitute a major proportion of total animal expenditures (Ferrell, 1988).

Table 1. Proportional weights (% of body weight) of organs in Nellore and Angus cattle fed a non-roughage diet (NR) or 30:70 roughage concentrate diet ad libitum (30:70) or restricted to 50% of the ad libitum intake (Res) (Gomes et al., 2013, non-published data).

	Angus			Nellore			P Value		
	30:70	NR	Res	30:70	NR	Res	Breed	Diet	B*D
Heart	0.40	0.44	0.44	0.36	0.38	0.36	<0.001	NS	NS
Liver	1.26	1.29	1.10	1.05	1.18	0.86	<0.001	0.0002	NS
Rumen + reticulum	1.49	1.77	1.49	1.31	1.52	1.45	0.0028	<0.001	NS
Abomasum	0.28	0.29	0.31	0.23	0.29	0.24	0.0297	NS	NS
Omasum	0.68	0.47	0.70	0.44	0.42	0.49	<0.001	<0.001	0.0035
Small Intestine	1.18	1.19	1.08	1.00	1.06	0.99	0.0016	NS	NS
Large Intestine	0.70	0.61	0.71	0.65	0.70	0.58	NS	NS	0.0046
Total GIT tract	4.33	4.33	4.30	3.64	4.00	3.75	<0.001	NS	NS

Zebu cattle also have higher peripheral fat depots and low quantities of internal fat when compared to *taurus* cattle (Peron et al., 1993). The peripheral adipose tissue is assumed to have lower metabolic activity than that of internal adipose depots, and therefore have smaller maintenance requirements (Thompson, 1983).

Another metabolic difference among *B. taurus* and *B. indicus* breeds is that the latter has a lower protein turnover rate. In the live animal, muscle is being synthesized and broken down in a continuous cycle referred to as protein turnover. When the animal is growing, synthesis is faster than breakdown, resulting in increasing muscle deposition.

The calpains are enzymes responsible for protein breakdown. Calpastatin is a specific natural inhibitor of calpains and the balance between calpain and calpastatin helps determine the animal's rate of muscle growth. A relatively high proportion of calpastatin means lower rates of protein breakdown and faster growth. *B. indicus* cattle have naturally higher levels of calpastatin, which justifies its lower protein turnover.

A higher calpastatin activity in Nellore compared Angus was detected by our group (Martins et al., 2013, non-published), in which the average activity calpastatin was of 1.49 for Angus cattle compared to an activity of 1.89 for Nellore. Since protein turnover is expensive, this is likely another mechanism related to the lower metabolic rates of zebu cattle.

MITOCHONDRIAL FUNCTION

Mitochondria are the site of cellular energy production in animal cells and are most numerous in metabolic active tissues, like liver, kidneys, muscle and nervous tissue. Because they generate approximately 90% of cellular ATP, variations in growth rate and feed efficiency could be due, in part, to inefficiencies in mitochondrial function.

However, not all mitochondrial oxygen consumption is coupled to ATP synthesis. Protons can also cross the mitochondrial membrane at sites other than the ATP synthase via uncoupling proteins (UCP), or in a process called proton leak. Mitochondrial proton leak is a process that decreases the efficiency of mitochondrial ATP synthesis. It allows protons to by-pass the ATP synthase and passively cross the mitochondrial inner membrane, and therefore, uncouples substrate oxidation from ADP phosphorylation. This process is not limited to a few tissues but has been measured in mitochondria from liver, brain, kidney, and skeletal muscle, thus, proton

leak is a major factor in determining not only the efficiency of ATP synthesis but also the overall rates of energy expenditure and oxygen consumption.

It has been estimated that mitochondrial proton leak, Na⁺/K⁺ ATPase, and protein turnover each contribute approximately 20% to the total interanimal variation in basal energy expenditures (Ramsey et al., 2000; Rolfe & Brand, 1997).

Kolath et al. (2006b) hypothesized two other mechanisms to explain the relationship between mitochondrial respiration and feed efficiency. First, that increased expression of uncoupling protein 2, 3, or both in low efficiency steers would uncouple the proton gradient and thereby increase the energy requirements of the animal to produce the same quantity of ATP. Second, polymorphisms of mitochondrial DNA in low efficiency steers would reduce the function of the electron transport chain, altering the rate of mitochondrial respiration.

Kolath et al. (2006a), comparing mitochondrial function in Angus steers with high and low feed efficiency, found that more efficient steers had greater respiratory control ratio, that is, the ETC in these animals presented a greater degree of coupling between respiration and oxidative phosphorylation, which suggests a greater efficiency in the transfer of electrons through the electron transport chain. In less efficient steers the flux of electrons through the electron transport chain was impaired.

Based on the facts cited above, part of the differences in energetic efficiency of *B. indicus* and *B. taurus* cattle could be also a result of differences in the mitochondrial function of these animals.

EFFECT OF GENOTYPE ON THERMAL TOLERANCE

Climatic environment is one of the main limiting factors of production efficiency in tropical and subtropical areas regions. The increasing concerns on production losses because of high ambient temperature (Ta) is justifiable not only for the tropical area but also for countries occupying the temperate zone in which heat stress is an occasional problem during the 2 to 3 summer months and/or during hot spells (Renaudeau et al., 2011). In North America, Australia and Europe, these events caused morbidity, mortality, directly and indirectly reduced performance, resulting in dramatic economic losses and animal welfare concerns. In 2006 a major heat wave moving across the USA resulted in the death of 25.000 cattle in California (Nienaber and Hahn, 2007).

According to the modeling result of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2007), the likelihood of these heat wave events is projected to increase both in number and in intensity. More generally, the increase in global average surface temperature by 2100 may be between 1.8°C and 4.0°C. These predictions suggest that negative effects of heat stress on livestock production will become more apparent in the future as the world population and food supply continue to increase rapidly especially in tropical and subtropical regions, while the free land gets limited (i.e. desertification, intensive agriculture, ethanol (biodiesel) production, etc.).

Because of the recognition that high Ta is a current and a future critical problem for livestock production, there has been a great deal use of high Ta genotype tolerance use, research and development of ways of reducing heat challenge of animals subjected to a short or an extended period of high Ta.

Heat tolerance is considered to be one of the most important adaptive aspects for cattle (McManus et al. 2009). In consequence of the thermoregulatory responses on ruminant performance, both grazing and feedlot cattle suffer from heat stress during periods of high Ta and humidity, which affects rate and efficiency of beef production (Birkelo et al., 1991). Worldwide, ruminant animals are often partially or completely reared outdoors with a constant exposure to natural climatic conditions. In such conditions, heat stress is caused by a combination of environmental factors (temperature, RH, solar radiation, air movement and precipitation). In

consequence, for ruminant species, a THI or black globe heat index is often used to assess the degree of thermal stress for a given environment (Collier and Beede, 1985; Wiersma and Armstrong, 1989).

The physiological responses of cattle to acute periods of excessive heat load have been well described (Beatty et al., 2006) and include increased respiratory rate (RR), decreased feed intake, increased water intake, and imbalances in blood gases and plasma electrolytes. Gaughan et al. (1999) reported that genetic adaptation allows *B. indicus* cattle to have lower respiration rates and rectal temperatures than *B. taurus* species when exposed to similar heat stress conditions.

In a review by Bernabucci et al. (2010), it was reported that the threshold T_a at which DM intake of beef cattle starts to decrease is about 30°C for a RH below 80%. Above 80%, the corresponding value for the threshold T_a is 27°C. For growing steers fed ad libitum with concentrate (corn/silage) and housed in a climatic chamber, feed consumption was reduced by 20% from 18°C and 30°C, and by 25% from 30°C and 34°C (Brown-Brandl et al., 2003). Such deleterious effects of high T_a may be aggravated when the feeds include high percentage of roughages. High T_a affects the activity and function of the digestive system in ruminant species. Generally, the digestibility of feed is improved under hot conditions because of the reduced feed intake (Morand-Fehr and Doreau, 2001).

Considerable variation exists for heat tolerance between individual species/breeds and even between individuals within a species/breed (Figure 1). In tropical areas, the process of natural selection has favored the emergence of breeds with a high ability to cope with thermal stress. However, their adaptation include not only heat tolerance but also their ability to survive, to grow and to reproduce in the presence of poor seasonal nutrition, high parasite and disease pressure (Renaudeau et al., 2011). The high heat tolerance of tropical local breeds is generally correlated with their small size, their low-production level and some special morphological traits (properties of the skin or hair, sweating capacity, tissue insulation, special appendages) compared with main stream breeds and commercial lines (Hansen, 2004).

When compared in similar experimental conditions, the productivity of indigenous tropical breeds is generally lower than that of exotic livestock breeds (Renaudeau et al., 2007). However, in very harsh conditions (hot climate and/or poor nutritional resources or livestock management), the use of indigenous breeds would likely be most successful in improving production levels. The thermal tolerance of local breeds can be utilized by crossbreeding commercial breeds with an exotic breed in order to improve performance level by taking advantage of specific abilities (Falconer and Mackay, 1996). This technique is being successfully used in beef cattle to improve heat tolerance, but such heterosis gain is not permanent.

Valente 2013 (non-published data) observed that Angus bulls were more susceptible to heat stress than Nellore. Although Angus compensates part of the decreasing of intake in heat period during nocturnal period, on high heat stress the daily intake is decreased (Table 2).

In heat stress reduction of metabolic rate is a strategy to reduce heat production, what may be confirmed by the decrease in heart rate (Figure 2). There is no evidence that respiratory capacity for heat loss is superior for zebu cattle (Hansen et al., 2004). However, due to lower adaptation to high temperature ambient the respiratory rate of *B. taurus* is higher than to zebu cattle.

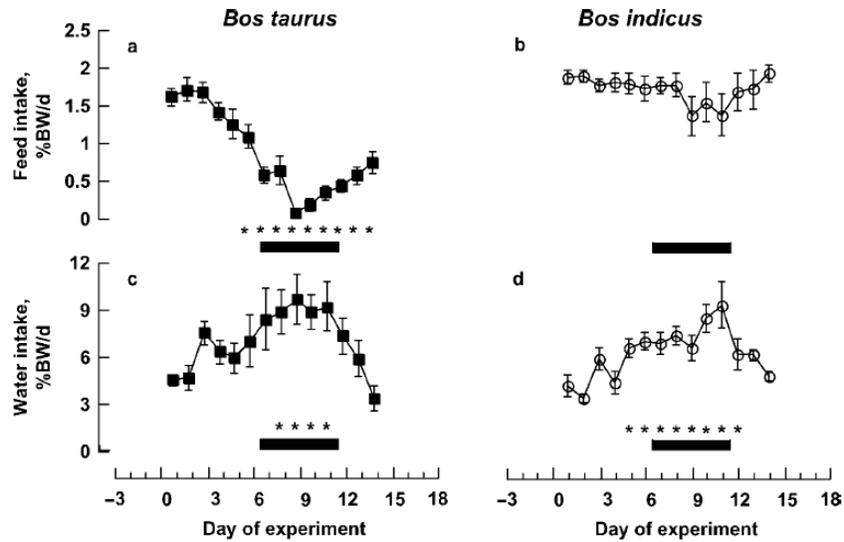


Figure 1. Mean daily intake (a and b) and water intake (c and d) for *Bos taurus* and *Bos indicus* heifers (adapted Beatty et al., 2006).

Table 2. Effect of heat stress (means and standard error, SE) on diurnal, nocturne and daily intake, and water intake according of genetic group

Genetic group	Treatment			SE	P-value
	Thermoneutral	Low stress	High stress		
Diurnal intake (g/kg of BW)					
Angus	18.1Aa	16.5Aa	14.1b	0.47	<0.001
Nellore	14.0B	12.6B	13.6	0.47	0.178
SE	0.37	0.50	0.50		
P-value	<0.001	0.001	0.604		
Nocturne intake (g/kg of BW)					
Angus	18.2A	19.0A	17.3	0.56	0.266
Nellore	15.2Bb	17.2Ba	16.6ab	0.56	0.012
SE	0.43	0.55	0.55		
P-value					
Daily intake (g/kg of BW)					
Angus	36.2Aa	35.4Aa	31.6b	0.71	0.003
Nellore	29.1B	29.8B	30.2	0.71	0.504
SE	0.67	0.95	0.95		
P-value	<0.001	0.003	0.439		

Different subscript lowercase letters within a row and different subscript capital letters within a column denote significant difference ($P < 0.05$) (Valente et al., 2013, non-published).

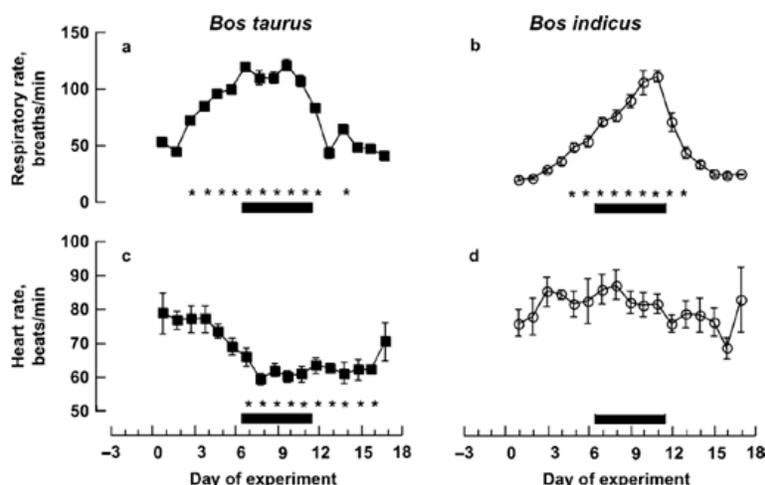


Figure 2. Mean daily respiratory rate (a and b) and heart rate (c and d) for *Bos taurus* and *Bos indicus* heifers (adapted Beatty et al., 2006).

MAINTENANCE ENERGY REQUIREMENTS

The net energy for maintenance (NE_m) was agreed as equivalent to the heat produced by the fasting animal, and represents the amount of energy dispensed for strictly basal activities, such as breathing, circulation, homoeothermic regulation, organs function and enzymatic systems. Energy expenditures for maintenance functions represent 60 to 70% of total energy expenditures by the animal (Ferrell, 1988) and may vary with body weight, breed or genotype, sex, age, season, temperature, physiological state, and previous nutrition (NRC, 2000).

Reviewing the dataset from several Zebu breeds, NRC (2000) concluded that a 10% discount should be applied, which would result in net energy requirements for maintenance $69 \text{ kcal/EBW}^{0.75}/\text{day}$. Many studies have reported lower NE_m requirements for zebu cattle (Solis et al., 1988; Hotovy et al., 1991; Sainz et al., 2005; Chizzotti et al., 2007) in comparison to taurine breeds, allowing them to perform as well or better in a nutritionally restrictive environment than the latter. The lower requirement in these studies have been attributed to the lower ratio of internal fat to carcass fat, lower internal organs mass, and lower protein turnover of *B. indicus* compared with *B. taurus* cattle, as stated above.

Reid et al. (1991) studying metabolizable energy requirement for maintenance (MEM) of beef cow *B. taurus* \times *Bos Taurus* and *B. indicus* \times *B. taurus* crossbreed found lower average of MEM in *B. indicus* crossbreed. The lower MEM in zebu crossbreed was related to lower milk production and the greatest amount of subcutaneous fat. The higher ME, requirement of dairy types (Ferrell and Jenkins, 1984; Solis et al., 1988) has been associated with larger depots of internal fat and less external fat compared with beef breeds. Thus, the production associate to lower deposits of metabolic active fat and smaller organ mass than *B. taurus* (Butler et al., 1956; Lunt et al., 1986), possibly leading the zebu crossbreed to low MEM.

Variation in maintenance and efficiency of gain are frequently more highly associated with weight and metabolic activity of visceral organs (gut and liver) than with body protein or fat or composition of gain (Ferrell and Jenkins, 1985; Ferrell, 1988). Greater visceral organ weights have been associated with increased feed intake in cattle, sheep, and other species. The increased feed intake have been linked to greater maintenance requirements (Ferrell and Jenkins, 1984, 1987), so as previously cited, *B. taurus* have greater intake potential and visceral organ mass than *B. indicus*, which would lead to a higher NE_m .

The efficiency of protein accretion is highly variable and depends on physiological stage, nutritional status, and protein turnover. Unlike protein, fat accretion efficiency is thought to be less variable (CSIRO, 1990). Differences in efficiency of protein accretion have been attributed to differences in rates of water and protein accretion relative to the rate of fat accretion, primarily because of the lower energy content of water and protein than of fat. According to Lanna (1997), protein deposition is less energetically efficient than adipose tissue deposition (efficiency in using metabolizable energy for these depositions), but it is more efficient in terms of tissue weight deposited because for each unit of protein, about three units of water are deposited in association, therefore weight deposition in the form of muscle is about four times more efficient than that of adipose tissue, but, conversely, higher maintenance costs have been associated with body protein than with body fat. So even though muscle deposition is more efficient and zebu cattle have smaller visceral organs, the fact that muscle is more metabolic active than fat tissue would raise the NE_m of zebu and turn them even to that of *B. taurus*.

In the mean time, some other works found maintenance requirements for zebu cattle similar to those adopted by the NRC (2000) for taurine breeds (Ferrell & Jenkins, 1998; Tedeschi et al., 2002; Freitas et al., 2006 and Siqueira et al., 2007), reporting estimated NE_m of 77,2 kcal/kg^{0.75}, 77 kcal/kg^{0.75}, 79.45 kcal/kg^{0.75} and 80.7 kcal/kg^{0.75}, respectively. One possible explanation for these divergent results would be the lower fat content and the higher protein content in the carcass of zebu and their crosses (Valadares et al., 2010).

NUTRITIONAL REQUIREMENTS OF ZEBU CATTLE: THE BR-CORTE MODEL AND RATION FORMULATION SOFTWARE

Several countries have already established nutritional patterns for their cattle, taking into account their unique conditions: France in 1978 (INRA, 1978 and INRA, 2007); England in 1965 (ARC, 1965); the United Kingdom in 1980 (ARC, 1980) and 1993 (AFRC, 1993); the United States (NRC, 1917 to NRC, 2000); and Australia in 1990 (CSIRO, 1990 and CSIRO, 2007). In Brazil, the first version of nutrient requirements of zebu beef cattle (BR CORTE, Valadares Filho et al., 2006) showed the requirements of Nellore cattle raised under Brazilian conditions and reported many differences in nutritional requirements of Brazilian Zebu estimated from traditional feeding systems. In this way several comparative slaughter trial with Zebu and their crosses were performed to establish nutritional parameter for Zebu cattle formulation, leading to the BR-CORTE system.

The BR-CORTE 2010 (Valadares Filho et al., 2010) is a mechanistic static model that uses animal and growing system information to estimate the nutritional requirements of *B. indicus* and their crosses. The model is based on meta-analysis of a dataset of 25 comparative slaughter studies uses as input the physiological stage, breed (Nellore or crosses with *B. taurus*), finishing system (pasture or feedlot), sex (bull, steer and heifer), weight and average weight gain to predict the requirements of digestible energy, rumen degradable protein, rumen non-degradable protein and minerals. A summary of the prediction equations for the requirements of energy and protein is reported in Table 3.

The BR-CORTE 1.0 is a free access on line software (www.brcorte.ufv.br) that integrates the nutrient requirement model for Zebu (Valadares Filho et al., 2010) with the Brazilian feed composition tables (CQBAL 3.0, Valadares Filho et al., 2010) to optimize diets for beef cattle.

The CQBAL 3.0 (www.ufv.br/cqbal) is an on-line feed composition database containing more than 2,600 references from thesis and dissertations reporting feed composition in Brazil (Valadares Filho, et al., 2010b). The software uses feed composition (requires neutral detergent fiber correct for ash and protein, lignin, crude protein, neutral and acid detergent fiber proteins,

non-fibrous carbohydrates, ether extract, in situ water soluble fraction and in situ potentially degradable fraction and its rate of degradation) and feeding conditions to predict feed digestible fractions and protein fractions based on equations of Dettman et al. (2008) and exports that information for the BR-CORTE 1.0 software. The BR-CORTE 1.0 then uses animal information to predict the requirements for a target weight and feeds selected from the CQBAL 3.0 dataset and their costs per kg as fed, to find the optimal solution of proportion of selected feeds based on the minimum cost of the final diet, using the simplex method and returns the best solution. The software allows bounds to limit the proportion of ingredients as well as the proportion of roughage to concentrate. The outputs reports the proportion of ingredients, in as fed and dry matter basis, and the amount of each nutrient supplied by each ingredient.

Table 3. Summary of the BR-CORTE 1.0 prediction equations of the energy and protein requirements for beef cattle.

DMI	Nellore: $-2.7878 + (0.08789 \times SBW^{0.75}) + (5.0487 \times ADG) - (1.683 \times ADG^2)$; Crossbred: $-2.6098 + (0.08844 \times SBW^{0.75}) + (4.4672 \times ADG) - (1.3579 \times ADG^2)$
EBW	Feedlot: $0.895 \times SBW$; Pasture: $0.863 \times SBW$
EBG	Feedlot Nellore: $0.935 \times ADG$; Feedlot Crossbred: $0.966 \times ADG$; Pasture: $0.955 \times ADG$
EQEBW	Nellore: $(EBW/430) \times 440$; Crossbred: $(EBW/455) \times 440$
NEm	Feedlot: $0.0742 \times EBW^{0.75}$; Pasture: $0.0717 \times EBW^{0.75}$
NEg	Bulls: $0.053 \times EQEBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$; Steers: $0.064 \times EQEBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$; Heifers: $0.072 \times EQEBW^{0.75} \times EBG^{1.095}$; Pasture: $0.052 \times EQEBW^{0.75} \times EBG^{1.062}$
%REp	$1.1404 \times (RE/EBG)^{-1.137}$
Kg	$0.327 / [0.539 + (\%REp/100)]$
Km	Nellore: $0.513 + (0.173 \times Kg) + (0.100 \times EBG)$; Crossbred: $0.513 + (0.173 \times Kg) + (0.073 \times EBG)$
ME	$(NEm/km) + (NEg/Kg)$
TDN	$ME/0.82/4.409$
NPg	Nellore Bulls: $(238.79 \times EBG) - (15.68 \times NEg)$; Nellore Steers and Heifers: $(163.73 \times EBG) - (4.65 \times NEg)$; Crossbred Bulls: $(219.43 \times EBG) - (15.01 \times NEg)$; Crossbred Steers and Heifers: $(188.71 \times EBG) - (7.67 \times NEg)$
K	If $SBW \leq 350$ kg: $84.665 - (0.1179 \times EQEBW)$; if $SBW > 350$ kg: 46.9
MPm	Feedlot: $4.0 \times BW^{0.75}$; Pasture: $4.5 \times BW^{0.75}$
MP	$MPm + (NPg/K)$
MCP	$120 \times TDN$
CP	$(1.11 \times MCP) + \{[(MP - (MCP \times 0.64)]/0.80\}$

DMI = dry matter intake, kg/day; SBW = shrunk body weight, kg; ADG = average daily gain, kg/day; EBW = empty body weight, kg; EBG = empty body gain, kg/day; EQEBW = equivalent empty body weight, kg; NEm = net energy for maintenance, Mcal/day; NEg = net energy for growth, Mcal/day; %Rep = percentage of energy retained as protein, %; Kg = efficiency of utilization of metabolizable energy for growth, %; Km = efficiency of utilization of metabolizable energy for maintenance, %; ME = metabolizable energy, Mcal/day; TDN = total digestible nutrients, kg/day; NPg = Net protein for growth, g/day; K = efficiency of utilization of metabolizable protein for growth, %; MPm = metabolizable protein for maintenance, g/day; MP = total metabolizable protein, g/day; MCP = microbial crude protein, g/day; CP = total dietary crude protein, g/day.

CONCLUSIONS

Despite there aren't consensus in the literature for the lower energy requirement for maintenance and greater energetic efficiency of Zebu cattle, due to difficulty of compare animals in same physiology status, the morphologic and metabolic modifications have suggested these differences in comparison to *taurus* cattle. A Zebu model of nutritional requirements is proposed to account for those variations.

REFERENCES

- Beatty, D. T., Barnes, A., Taylor, E., Pethick, D., McCarthy, M., and Maloney, S. K. 2006. Physiological responses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle to prolonged, continuous heat and humidity. *J. Anim. Sci.* 84:972–985.
- Behl R, Behl J, Joshi BK. 2010. Heat tolerance mechanisms in cattle - status in zebu cattle: a review. *Indian J. Anim. Sci.* 80, 891–897.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Ronchi, B. and Nardone, A. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *Animal* 4, 1167–1183.
- Birkelo, C.P., Johnson, D.E. and Phetteplace, H.P. 1991. Maintenance requirements of beef cattle as affected by season on different planes of nutrition. *J. Anim. Sci.* 69, 1214–1222.
- Brown-Brandl TM, Nienaber JA, Eigenberg RA, Hahn GL and Freetly H 2003. Thermoregulatory responses of feeder cattle. *J. Thermal Biol.* 28, 149–157.
- Butler, O. D., R. L. Reddish, G. T. King and R. L. Simms. 1956. Factors contributing to the difference in dressing percentage between Hereford and Brahman x Hereford steers. *J. Anim. Sci.* 15:523.
- Chizzotti, M. L., Valadares Filho, S. C., Tedeschi, L. O., Chizzotti, F. H. M., and Carstens, G. E. 2007. Energy and protein requirements for growth and maintenance of F1 Nellore x Red Angus bulls, steers, and heifers. *J. Anim. Sci.* 85:1971-1981.
- Collier RJ and Beede DK 1985. Thermal stress as a factor associated with nutrient requirements and interrelationships. In *Nutrition of Grazing Ruminants in Warm Climates* (ed. LR McDowell), pp. 59–71. Academic Press, Inc., Orlando, FL, USA.
- CSIRO. 1990. *Feeding Standards for Australian Livestock. Ruminants.* Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Melbourne, Australia.
- Detmann, E., S. C. Valadares Filho, D. S. Pina, L. Henriques, M. F. Paulino, K. A. Magalhaes, P.A. Silva and M. L. Chizzotti, 2008. Prediction of the energy value of cattle diets based on the chemical composition of the feeds under tropical conditions. *Ani. Feed Sci. Techn.* 143: 127-147.
- Dowling, D.F., 1955. The hair follicle and apocrine gland populations of Zebu (*Bos indicus* L.) and (*Bos taurus* L.) cattle skin. *Aust. J. Agric. Res.* 6, 645–654
- Evans, J. B. 1963. Adaptation to subtropical environments by Zebu and British breeds of cattle in relation to Erythrocyte characters. *Aust. J. Agr. Res.* 14:559.
- Ferrell, C. L. 1988. Contribution of visceral organs to animal energy expenditures. *J. Anim. Sci.* 66 Suppl. 3: 23-34.
- Ferrell, C. L., and T. G. Jenkins. 1984. Relationships among various body components of mature cows. *J. Anim. Sci.* 58:222-233.
- Ferrell, C. L., and T. G. Jenkins. 1985. Cow type and the nutritional environment: Nutritional aspects. *J. Anim. Sci.* 61:725-741.
- Ferrell, C. L., and T. G. Jenkins. 1987. Influence of biological types on energy requirements. *Proc. Grazing Livest. Nutr. Conf.*, Jackson, WY. pp 1-8.

- Ferrell, C. L., and T. G. Jenkins. 1998. Body composition and energy utilization by steers of diverse genotypes fed a high-concentrate diet during the finishing period: II. angus, boran, brahman, hereford, and tuli sires. *J. Anim. Sci.* 76:647-657.
- Finch, V.A., 1985. Comparison of non-evaporative heat transfer in different cattle breeds. *Aust. J. Agric. Res.* 36, 497-508.
- Freitas, J.A., Queiroz, A.C., Dutra, A.R. et al. 2006. Composição corporal e exigências de energia de manutenção em bovinos Nelore, puros mestiços, em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, 35:878-885.
- Gaughan JB, Mader TL, Holt SM, Josey MJ and Rowan KJ 1999. Heat tolerance of Boran and Tuli crossbred steers. *J. Anim. Sci.* 77, 2398-2405.
- Gibb, D.J., McAllister, T.A. 1999. The impact of feed intake and feeding behaviour of cattle on feedlot and feedbunk management. Pages 101 -116. D. Korver and J Morrison (ed). *Proc. 20th Western Nutr. Conf.*
- Hansen, P.J., 1990. Effects of coat colour on physiological and milk production responses to solar radiation in Holsteins. *Vet. Rec.* 127, 333-334.
- Hansen, P.J. 2004. Physiological and cellular adaptations of zebu cattle to thermal stress. *Anim. Reprod. Sci.*, 82-83, 349-360.
- Hotovy, S. K., K. A. Johnson, D. E. Johnson, G. E. Carstens, R. M. Bourdon, and G. E. Seidel, Jr. 1991. Variation among twin beef cattle in maintenance energy requirements. *J. Anim. Sci.* 69:940-946.
- Howes, J. R. 1963. Blood composition and physiology of Brahman and Herefords. In T. J. Cunha, M. Koger and A. C. Warnick (Ed.) *Crossbreeding Beef Cattle*. University of Florida Press, Gainesville.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) 2007. Palaeoclimate. In *Climate Change 2007: the Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ed. S Solomon, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, KB Averyt, M Tignor and HL Miller).
- Kolath, W. H., Kerley, M. S., Golden, J. W., and Keiler, D. H. 2006a. The relationship between mitochondrial function and residual feed intake in Angus steers. *J. Anim. Sci.* 84:861-865.
- Kolath, W. H., Kerley, M. S., Golden, J. W., Shahid, S. A. and Johnson, G. S. 2006b. The relationships among mitochondrial uncoupling protein 2 and 3 expression, mitochondrial deoxyribonucleic acid single nucleotide polymorphisms, and residual feed intake in Angus steers. *J. Anim. Sci.* 84:1761-1766.
- Lanna, D.P.D. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade de abate. In: Peixoto, A.M.; Moura, J.C.; Faria, V.P. (Orgs.). *Produção do novilho de corte*. Piracicaba: FEALQ, 1997. p.41-78.
- Lunt, D. K., F. M. Byers, L. W. Greene, G. T. Schelling and G. C. Smith. 1986. Effects of breed, diet and growth rate on vital organ mass in growing and finishing beef steers. *J. Anim. Sci.* 63(Suppl. 1):70.
- McBride, B. W., and J. M. Kelly. 1990. Energy cost of absorption and metabolism in the ruminant gastrointestinal tract and liver: A review. *J. Anim. Sci.* 68:2997-3010.
- McManus C, Prescott E, Paludo GR, Bianchini E (2009) Heat tolerance in naturalized Brazilian cattle breeds. *Livestock Science* 120, 256-264.
- Morand-Fehr P and Doreau M 2001. Ingestion et digestion chez les ruminants soumis a` un stress a` la chaleur. *INRA Production Animales* 14, 15-27.

- Nienaber JA and Hahn GL 2007. Livestock production system management responses to thermal challenges. *Inter. J. Biometeorol.* 52, 149–157.
- NRC. 2000. *Nutrient Requirements of Beef Cattle*. 7th ed. National Academy Press, Washington, DC.
- Payne, W. J. A. (1991) *Cattle Genetic Resources*, ed. Hickman, C. G. (Elsevier, Amsterdam), 51-72.
- Peron, A.J., Fontes, C.A.A., Galvão, J.G. et al. 1993. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de cinco grupos genéticos, submetidos a alimentação restrita e *ad libitum*. *Rev. Bras. Zootec.* 22: 813-819.
- Ramsey, J.J., Harper, M.E., Weindruch, R. 2000. Restriction of energy intake, energy expenditure, and aging. *Free Radic Biol Med* 29: 946–968.
- Renaudeau D, Huc E and Noblet J 2007. Acclimation to high ambient temperature in Large White and Caribbean Creole growing pigs. *Journal of Animal Science* 85, 779–790.
- Renaudeau D, Gourdine JL and St-Pierre NR 2011. A meta-analysis of the effect of high ambient temperature on growing–finishing pigs. *J. Anim. Sci.* 89, 2220–2230.
- Reid, C R Bailey, C M and Judkins, M B. 1991. Metabolizable energy for maintenance of beef-type *Bos taurus* and *Bos indicus* x *Bos taurus* cows in a dry, temperate climate. *J. Anim. Sci.* 69, 2779-2786.
- Rolfe, D. F. S., and M. D. Brand. 1997. The physiological significance of mitochondrial proton leak in animal cells and tissues. *Biosci. Rep.* 17:9–16.
- Sainz, R. D., L. G. Barioni, P. V. Paulino, S. C. Valadares Filho, and J. W. Oltjen. 2005. Growth patterns of Nellore vs British beef cattle breeds assessed using a dynamic, mechanistic model of cattle growth and composition. Pages 160–170 in *Nutrient Digestion and Utilization in Farm Animals: Modelling Approaches*. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- Scharf, B.A. 2008. Comparison of thermoregulatory mechanisms in heat sensitive and tolerant breeds of *Bos taurus* cattle. PhD Thesis, Faculty of the Graduate School, The University of Missouri.
- Siqueira, J.G., Fontes, C.A.A., Pereira, A.L. et al. 2007. Exigência de energia de manutenção e composição corporal e do ganho de vacas de corte adultas de três grupos genéticos confinadas. *Rev. Bras. Zootec.* 36:2159-2167.
- Solis, J. C., F. M. Byers, G. T. Schelling, C. R. Long, and L. W. Greene. 1988. Maintenance requirements and energetic efficiency of cows of different breed types. *J. Anim. Sci.* 66: 764-773.
- Swett, W.W., Matthews, C.A., McDowell, R.E., 1961. Sindhi-Jersey and Sindhi-Holstein crosses: their external form and internal anatomy compared with those of purebred Jerseys and Holsteins. *Tech. Bull. USDA* 1236.
- Tedeschi, L.O., Boin, C., Fox, D.G. et al. 2002. Energy requirement for maintenance and growth of Nellore bulls and steers fed high-forage diets. *J. Anim. Sci.* 80: 1671-1682.
- Thompson, W.R., Meiske, J.C., Goodrich, R.D. et al. 1983. Influence of body composition on energy requirement of beef cows during winter. *J. Anim. Sci.* 56: 1241-1251.
- Tuner, J.W., 1980. Genetic and biological aspects of Zebu adaptability. *J. Anim. Sci.* 50: 1201-1205.
- Valadares Filho, S.C., Marcondes, M.I., Chizzotti, M.L., Paulino, P.V.R. *Nutrient Requirements of Zebu Beef Cattle: BR-CORTE*. 2.ed., Viçosa, MG: UFV, DZO, 2010, 193p.

- Valadares Filho, S. C., P. A. Silva, M. L. Chizzotti, H. F. Amaral, K. A. Magalhães, V. R. Rocha Junior and E. R. Capelle, Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 2. ed. UFV: Viçosa, 2010, 502p.
- Valadares Filho, S. C.; Paulino, P. V. R.; Magalhães, K. A. Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR CORTE. 1.ed. Viçosa, MG:Suprema Grafica Ltda, 2006. 142p.
- Wiersma F and Armstrong DV 1989. Microclimate modification to improve milk production in hot arid climates. In Proceedings of the 11th International Congress on Agricultural Engineering. Agricultural Engineering (ed. VA Dodd and PM Grace), pp. 1433–1440. A. Balkema Publishers, Rotterdam, the Netherlands.

RECURSOS FORRAJEROS EN MÉXICO Y SUS PERSPECTIVAS PARA LA INTENSIFICACIÓN

R. Améndola Massiotti, P. Meda Alducin, P. Topete Pelayo

*Programa de Posgrado en Producción Animal, Módulo de Producción de Leche en Pastoreo. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Edo México
E-mail: r_amendola@yahoo.com*

INTRODUCCIÓN

En años recientes ha cobrado importancia la discusión sobre diferencias entre la sustentabilidad de sistemas basados en forrajes y aquellos con mayor uso de concentrados (Núñez *et al.*, 2010). Por su bajo costo los forrajes deberían ser la base de la alimentación para la mayoría de los sistemas de producción de rumiantes, por tanto sigue planteada la necesidad de reducir la dependencia de la alimentación en concentrados, aumentando la participación de los forrajes (Burns, 2008).

Si bien el costo de los nutrientes es el aspecto principal que genera perspectivas para la intensificación de los recursos forrajeros, los propósitos de estas vegetaciones son diversos incluyendo el hábitat para fauna silvestre, la producción de combustible, la captura de agua y carbono, la creación de áreas recreativas, la protección de cuencas y nuevas funciones que se agregan en la medida que la sociedad detecta necesidades o define nuevos paradigmas (Núñez *et al.*, 2010).

Esta situación no es exclusiva de la realidad mexicana, un ejemplo de ello es la adopción de sistemas pastoriles en la costa este de Estados Unidos de América (Rotz *et al.*, 2007), debida parcialmente al mejor desempeño financiero (Kriegl y McNair, 2005). En México, la necesidad de ofrecer a la población cantidades crecientes de productos pecuarios y la crisis de rentabilidad causada por aumentos en precios de concentrados, hacen necesario que se profundice en el diseño de sistemas de alimentación que hagan uso más intensivo de los recursos forrajeros.

Por lo antes expuesto, los objetivos de esta conferencia son 1) describir la evolución la de relación entre precios de insumos y productos pecuarios, 2) analizar los costos de nutrientes con forrajes y concentrados, 3) actualizar la información sobre áreas forrajeras en México y 4) presentar un análisis de costos de nutrientes con un sistema intensivo basado en forrajes.

EVOLUCIÓN DE LA RELACIÓN ENTRE PRECIOS DE CONCENTRADOS Y PRODUCTOS PECUARIOS

Los precios de los granos han experimentado aumentos continuos desde fines de 2006; entre las causas de este proceso Reyes (2010) señala la especulación financiera, la expansión de la industria de biocombustibles, el alza en los precios del petróleo, la devaluación del dólar y el incremento en la demanda de cereales en China e India. En contraparte, los precios de los productos pecuarios han mostrado cambios mucho menores, por ejemplo en tanto el promedio de precios de maíz, pasta de soya y sorgo aumentaron 70% entre 2010 y 2012, en ese mismo período los aumentos en precio de la carne de res y la leche en polvo descremada fueron 24 y 12% respectivamente en tanto que el precio del cordero se redujo 38% (Figura 1).

Como consecuencia de esta evolución se han deteriorado las relaciones entre precios de productos pecuarios y precios de concentrados (Figura 2); por esta razón, para mantener la rentabilidad de los sistemas de producción es necesario diseñar sistemas de producción en los que

la alimentación se base menos en el uso de concentrados y utilice intensiva y eficientemente los recursos forrajeros.

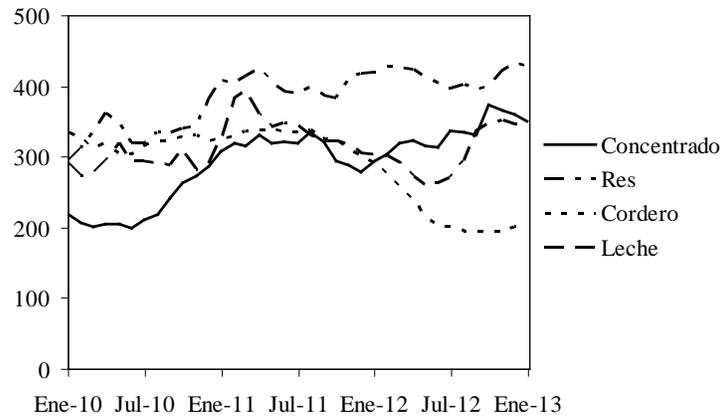


Figura 1. Evolución de precios de concentrado (calculado como el promedio de precios de maíz, sorgo y pasta de soya US\$/t), carne de res y de cordero (US ¢/kg) y de leche (precio de leche en polvo descremada US\$/t). Fuentes Indexmundi (2013) y Gould (2013).

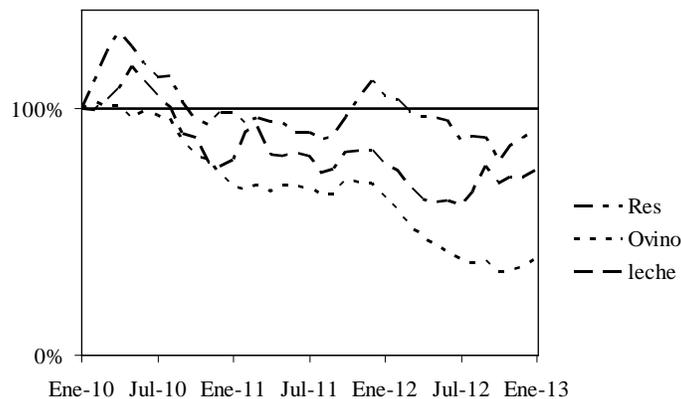


Figura 2. Evolución de las relaciones entre precios de productos pecuarios y precios de concentrados. Elaboración propia con base en datos de la Figura 1.

COSTOS DE NUTRIENTES CON DIFERENTES ALIMENTOS

Uno de los principios para la comparación de precios de los diferentes alimentos es que se realice sobre la base del costo de la energía y la proteína ya que son los nutrientes con mayor impacto sobre los costos de alimentación. En el Cuadro 1 se presenta una comparación de los costos de nutrientes con base en datos del área de influencia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH) en el oriente del Estado de México. El costo de la energía y la proteína con concentrado fue en promedio casi 200% mayor que con el promedio de los forrajes. Por encontrarse la UACH en un área productora de alfalfa, ésta resultó un alimento económicamente favorable, así como el ensilado de maíz que es una conveniente fuente de energía. Las pacas resultaron costosas, particularmente las de avena como fuente de proteína. El forraje de pastoreo en praderas templadas resultó la fuente más económica de energía y proteína.

FORRAJES SEMBRADOS EN CLIMA TEMPLADO

El área sembrada con forrajes ha aumentado con tasa aceptable (3.3%) en la última década sin que se encuentren diferencias ($p>0.05$) en las tasas de crecimiento de área sembrada con forrajes de temporal y de riego (Figura 3). La necesidad de prestar más atención a los forrajes en los sistemas intensivos de producción no es novedosa y generalmente cobra mayor intensidad en momentos de crisis de precios de los concentrados. Améndola et al. (2005) encontraron que para el periodo 1990-2002, entre los sistemas intensivos de rumiantes, el de producción de leche fue el único cuyo crecimiento se asoció estrechamente ($R^2=0.88$, $p<0.001$) con el incremento en área de forrajes sembrados.

Cuadro 1. Costos comerciales de nutrientes con diferentes alimentos en Chapingo, Estado de México, marzo 2013. En el caso de praderas de pastoreo la información se elaboró con base en datos del Módulo de Producción de Leche en Pastoreo (MPLP) de la UACH.

	\$/kg fresco	% MS[‡]	\$/kg MS	Mcal EM/kg MS	% PC	\$/Mcal EM	\$/kg PC
Alfalfa fresca	\$0.21	22	\$0.95	2.35	25.0	\$0.41	\$ 3.81
Heno de alfalfa	\$2.07	80	\$2.58	2.16	21.8	\$1.20	\$11.84
Heno de avena	\$1.64	80	\$2.04	1.83	9.3	\$1.12	\$21.98
Ensilado de maíz	\$0.53	32	\$1.67	2.33	8.8	\$0.72	\$18.99
Concentrado lechero 18	\$5.95	90	\$6.61	3.16	18.0	\$2.09	\$36.74
Praderas de Pastoreo	\$0.13	22	\$0.60	2.50	25.0	\$0.22	\$ 2.39

[‡] Materia seca

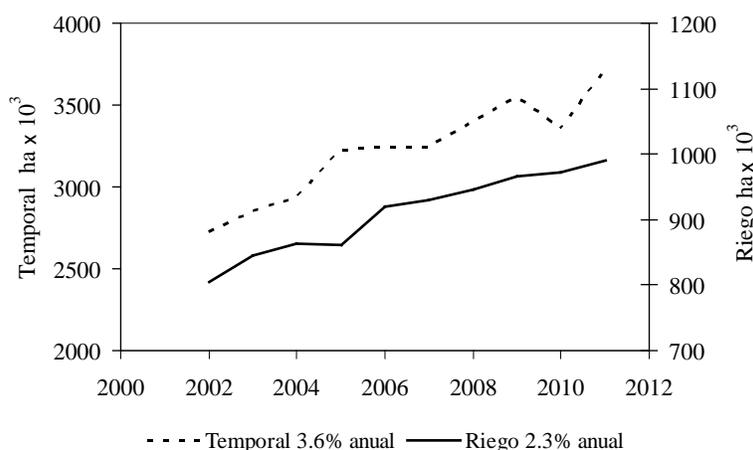


Figura 3. Evolución del área de forrajes en la última década. Elaboración propia con base en estadísticas de SIACON (2013).

Un análisis de la última década basado en estadísticas de SIACON (2013) revela diferentes escenarios en esta evolución, en primer lugar una reducción de la tasa de crecimiento de la producción lechera de 4.2 pasó a 1.4% en los estados en que se practica la lechería intensiva, mismos que han aportaron 70% de la producción nacional (Jalisco, Coahuila, Durango, Chihuahua, Guanajuato, México, Hidalgo, Aguascalientes y Puebla); la tasa en el resto del país

fue aún menor (0.65%). Por otra parte, el crecimiento en el área de forrajes sembrados fue similar ($p>0.05$) en los estados de producción intensiva de leche que en los demás estados y relativamente alta en ambos casos (Figura 4). Esta evolución permite especular que ante el aumento de los costos de concentrados, a diferencia de lo ocurrido en el periodo 1990-2002, la conciencia de necesidad de intensificar la producción de forraje se extendió durante la década pasada a los demás sistemas de producción con rumiantes.

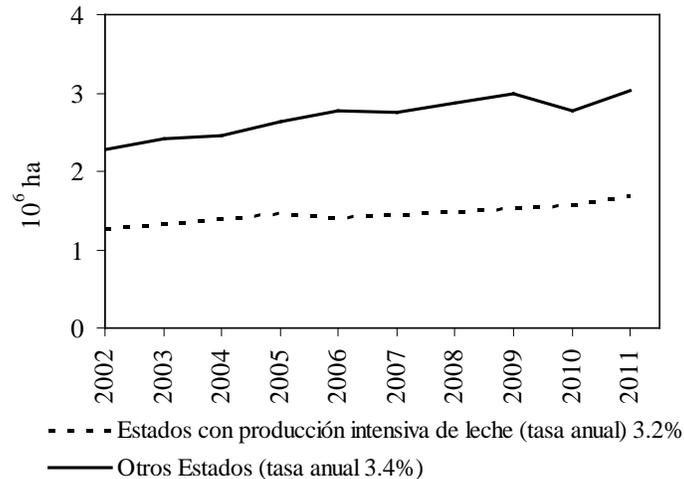


Figura 4. Evolución del área de forrajes en estados con producción intensiva de leche y en los demás estados durante la última década. Elaboración propia con base en estadísticas de SIACON (2013).

Las tasas de crecimiento del área de forrajes de riego y de temporal fueron similares ($p>0.05$) y relativamente buenas (Cuadro 2) con una media nacional de 3.3%.

En la evolución de áreas sembradas con forrajes de riego destacan los bajos crecimientos de áreas sembradas con alfalfa (*Medicago sativa*) y sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* × *sudanense*). Si bien alfalfa sigue siendo el principal forraje de riego, el pobre incremento en área quizá se debió a que su eficiencia en el uso del agua puede llegar a ser tan baja como 1.3 kg MS m⁻³ (Montemayor *et al.*, 2010). En el caso de sorgo la causa probable del bajo incremento es su calidad que es inferior a la de maíz forrajero (Corral-Luna *et al.*, 2011), ello también explica el incremento en área de maíz; una evolución similar se observó en las áreas de temporal de ambos cultivos forrajeros.

En el caso de áreas sembradas con forrajes de temporal destaca la importancia de las praderas de diferente tipo. Tanto en condiciones de riego como de temporal Avena (*Avena sativa*) continúa siendo un muy importante cultivo forrajero y el incremento en área sembrada con este cultivo fue elevado particularmente en condiciones de temporal. Los cereales pequeños y el ballico (*Lolium multiflorum*), que constituyen buenas opciones para incrementar la disponibilidad de forraje en invierno bajo condiciones de riego (Améndola *et al.*, 2005), si bien aumentaron sus áreas continúan siendo de escasa importancia.

Cuadro 2. Áreas de forrajes de riego y temporal 2013 y tasa de cambio en la última década. Elaboración propia con base en información de SIACON (2013).

	Miles de ha 2013	Porcentaje del área	Tasa de cambio 2002-2011
Riego			
Alfalfa	386	39%	0.9%
Avena	239	24%	3.2%
Maíz	132	13%	6.0%
Sorgo Forrajero	113	11%	0.5%
Praderas	86	9%	3.5%
Cebada Trigo y Triticale	18	2%	4.2%
Ballico	16	2%	5.1%
TOTAL	990		2.3%
Temporal			
Praderas	2306	62%	3.2%
Avena	830	22%	6.1%
Maíz	357	10%	6.1%
Sorgo	150	4%	1.3%
Otros	70	2%	8.1%
TOTAL	3715		3.6%

RENDIMIENTO Y CALIDAD DE LOS PRINCIPALES FORRAJES

Améndola *et al.* (2005) publicaron una revisión de resultados experimentales de producción y calidad de los más importantes recursos forrajeros de clima templado de México, hasta el momento no se ha publicado otra revisión que actualice esa información; en el Cuadro 3 se incluye un resumen de la información presentada por esos autores sobre forrajes de riego.

Tomando en cuenta que, a diferencia de lo que ocurre en las explotaciones comerciales, 1) las condiciones experimentales por lo regular son muy controladas, 2) las fallas de diferente tipo se eliminan como datos perdidos y 3) las áreas tomadas en cuenta son las áreas netas, Améndola *et al.* (2005) recomiendan que para efectos de la planificación en unidades de producción se consideren cifras 30% menores a los resultados experimentales de producción de forraje.

En el caso de la calidad de maíz, dado que los resultados de composición reportados son de maíz fresco, se recomienda utilizar los datos comunicados por NRC (2001) para ensilado de maíz. Por otra parte, la experiencia de más de una década de trabajo con praderas de alfalfa y orchard en el MPLP indican que la composición de muestras de pastoreo simulado (hand-plucking) de estas praderas (*i.e.* Améndola, 2002) se corresponde mejor con los datos de alfalfa en el Cuadro 3 que con los reportados para esas praderas en experimentos de corte. Asimismo, los rendimientos reportados para la asociación avena-ballico provienen de experimentos en los que el ciclo de la asociación fue de septiembre a mayo. Sin embargo, en los sistemas en que esta asociación es parte de una rotación forrajera, debe barbecharse a fines de marzo para dar lugar a la siembra de maíz; por esta razón, para efectos de la planificación en el caso de rotaciones, debe considerarse un rendimiento potencial 30% menor al reportado en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Rendimiento y composición de los más importantes recursos forrajeros de clima templado bajo riego. Adaptado de Améndola *et al.* (2005).

	Rendimiento (t MS ha ⁻¹ año ⁻¹)			PC %*	Mcal EM kg ⁻¹ MS
	Mínimo	Máximo	Medio		
Alfalfa	6.0	35.8	24.9	24.1±1.1	2.69±0.05
Praderas de alfalfa y zacates	12.8	24.5	17.9	18.8±1.4	2.57±0.07
Avena	4.5	15.3	9.7	16.5±1.5	2.58±0.08
Asociación de avena y ballico	7.1	15.2	11.0		
Maíz	9.6	34.1	18.7 [‡]	7.8	2.55±0.07
Ensilado de maíz NRC (2001)				8.8	2.33

* Media ± error estándar - [‡] Equivale a aproximadamente 60 t forraje fresco/ha.

OFERTA ESTACIONAL EN UN SISTEMA BASADO EN FORRAJES

La información del Cuadro 3 se utilizó para estimar la oferta de energía de una rotación basada en praderas de alfalfa con orchard (*Dactylis glomerata*), avena con ballico anual y maíz (*Zea mays*) para ensilar o suministrar picado fresco (Ramírez-Mella *et al.*, 2010). Cuando las praderas de alfalfa con orchard llegan a su cuarto otoño, son sustituidas por una asociación de avena con ballico anual que se pastorea hasta fines de marzo, momento en que se siembra maíz para ensilar. El maíz se cosecha y ensila a inicios de septiembre, a partir de ese momento se repite el ciclo avena-ballico anual y maíz. Una vez cosechado el segundo cultivo de maíz, se vuelven a implantar praderas de alfalfa con orchard. Este tipo de rotación de praderas con cultivos forrajeros se ha practicado con variantes menores desde 1997 en el MPLP (Améndola, 2002). En el Cuadro 4 se reporta la oferta anual de energía metabolizable y proteína con esa rotación.

Cuadro 4. Oferta anual de energía metabolizable y proteína con una rotación de praderas de alfalfa y orchard, maíz y avena con ballico anual. Elaborado con base en datos del Cuadro 3.

	% del área	t MS ha ⁻¹ año ⁻¹	Mcal EM ha ⁻¹ año ⁻¹	kg PC ha ⁻¹ año ⁻¹
Pradera ^{&}	67%	16.2	43686	3914
Maíz*	33%	11.1	28706	1836
Avena-Ballico [§]	33%	5.8	14964	957

[&] Basado en la composición de alfalfa porque refleja mejor los resultados de UACH.

* Considera composición de ensilado NRC y 15% pérdidas

[§] Corregido por 2 meses menos de duración en campo que en los experimentos

Con base en las fechas de labranza, siembra, utilización y cosecha de los diferentes forrajes se estimó la disponibilidad diaria de energía de los recursos de pastoreo (praderas de alfalfa con orchard y de avena con ballico), una vez realizado este cálculo se procedió a distribuir el ensilado de maíz para uniformizar la oferta de energía metabolizable. Los resultados se presentan en la Figura 5. La oferta promedio diaria fue 45.0 ± 0.05 Kg MS ha⁻¹ d⁻¹, con contenidos promedio de 2.65 ± 0.003 Mcal EM kg⁻¹ MS y 19.8 ± 0.4 % proteína cruda (PC). Esos resultados permiten afirmar que con esa rotación se alcanza una oferta de forraje alta, estacionalmente uniforme y de buena calidad.

Considerando el alto nivel de PC y su alta degradación ruminal, la suplementación proteica debe ser muy baja y consistir en proteína de sobrepaso tal como lo recomiendan Schoreder *et al.* (2004).

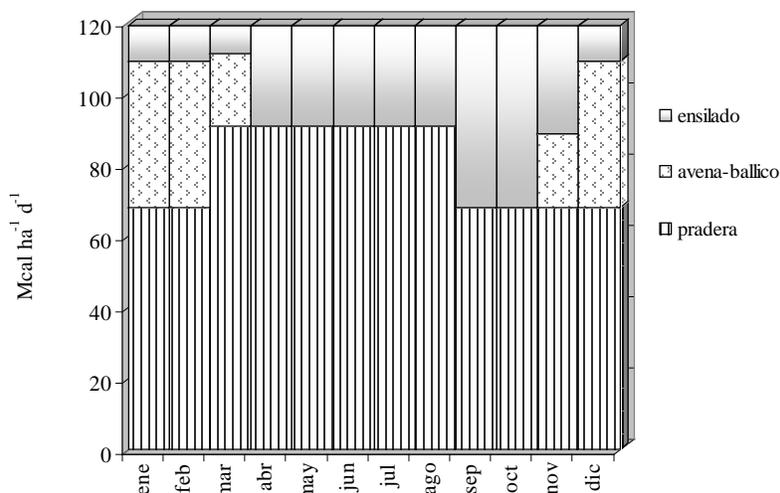


Figura 5. Evolución mensual de la disponibilidad diaria de energía metabolizable con una rotación de praderas de alfalfa con orchard, maíz y avena con ballico anual.

COSTOS DE NUTRIENTES CON UNA ROTACIÓN DE PRADERAS Y CULTIVOS FORRAJEROS

Con base en costos de establecimiento, fertilización, herbicidas, riego, cosecha y renta de la tierra se calculó el costo de producción de forraje con la rotación forrajera de la UACH (Cuadro 5). Al combinar la información de los Cuadros 4 y 5 se calculó que los costos de producción de nutrientes fueron \$0.83/kg MS, \$0.31/Mcal EM y \$3.83/kg PC, mismos que al compararse con los costos reportados en el Cuadro 1, revelaron que este sistema permite producir nutrientes de manera muy competitiva.

Cuadro 5. Costos de producción en Chapingo, Estado de México con una rotación de praderas de alfalfa con orchard, maíz y avena con ballico anual.

	Maíz \$/ha	Avena-Ballico \$/ha	Praderas \$/ha
Labranza	\$1,990	\$1,546	\$2,568
Semilla	\$2,768	\$1,835	\$5,350
Fertilización	\$4,963	\$2,934	\$302
Herbicida	\$230	\$100	
Riego	\$1,022	\$2,244	\$3,474
Jornales	\$500	\$500	
Cosecha	\$6,000		
Ensilaje	\$2,500		
Mantenimiento anual			
Riego			\$3,474
Fertilización			\$302
Chapeo			\$262
Promedio anual			\$5,952
Total \$ ha ⁻¹ año ⁻¹	\$19,973	\$9,159	\$5,952
Proporción del área	33%	33%	67%
Costo anual del sistema\$/ha	\$13,678		

CONCLUSIÓN

La evolución de costos de concentrados y productos pecuarios ha sido desfavorable para el sector ganadero, de modo que es necesario diseñar sistemas de alimentación que hagan uso más intensivo de los recursos forrajeros. El sector productivo ha respondido a esta situación, aumentando el área de forrajes sembrados con una tasa anual de 3.3%. En este marco se han generado algunas propuestas de sistemas intensivos de producción de forrajes como la rotación de praderas de alfalfa con orchard, avena con ballico anual y maíz de la Universidad Autónoma Chapingo. Con esta rotación se logra con costos muy competitivos una base forrajera productiva con niveles elevados de energía y proteína.

REFERENCIAS

- Améndola R. D. 2002. A dairy system based on forages and grazing in temperate México. Tesis Doctoral, Wageningen University, The Netherlands. 269 p.
- Améndola R., Castillo E, and Martínez P. A. 2005. Country Pasture/Forage Resource Profiles. Mexico. En: [En línea]. Disponible en <http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFO/AGRICULT/AGP/AGPC/doc/Counprof/mexico/Mexico.htm>. (Revisado el 10 de febrero de 2005).
- Burns, J. C. 2008. ASAS Centennial Paper: Utilization of pasture and forages by ruminants: A historical perspective. *Journal of Animal Science*. Disponible en línea en <http://jas.fass.org/cgi/reprint/jas.2008-1240v1>. Consultada en Mayo de 2009.
- Corral-Luna A., Domínguez-Díaz D., Rodríguez-Almeida F., Villalobos-Villalobos G., Ortega-Gutiérrez J. A., Muro-Reyes A. 2011. Composición química y cinética de degradabilidad de ensilaje de maíz convencional y sorgo de nervadura café. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6: 181-187.
- Gould B. 2013. UW (University of Wisconsin) Understanding Dairy Markets. University of Wisconsin Dairy Marketing and Risk Management Program. Disponible en http://future.aae.wisc.edu/data/weekly_values/by_area/ (Consultado el 1 de marzo de 2013).
- Indexmundi. 2013. Price Rate of Change Comparison. USDA Market News - World Bank disponible en <http://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/> (Consultado el 1 de marzo de 2013).
- Kriegl T. and R. McNair 2005. Pastures of Plenty. financial performance of Wisconsin grazing dairy farms. CIAS University of Wisconsin Madison. Disponible en línea en: <http://cdp.wisc.edu/pdf/grzgf1.pdf> (Consultado el 1 de marzo de 2013)
- Montemayor T. J. A., Aguirre A. H. W., Olague R. J., Román L. A., Rivera G. M., P. R. P., Montemayor T. I. R., Segura C. M. A., Orozco V. J. A., Yescas C. P. 2010. Uso del agua en la alfalfa (Medicago sativa) con riego por goteo subsuperficial. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 1: 145-156
- NRC (National Research Council). 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Seventh Revised Edition Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition, Committee on Animal Nutrition, National Research Council, National Academy Press. Washington, D. C. 381 p.
- Núñez D. R., Ruiz F. A., Huerta B. M., Améndola M. R. D. Álvarez S. M. E., Ramírez V. R. Rangel S. R., Aranda O. G. Ciencia, Tecnología e innovación en la ganadería. En: B. Mata G. y M. R. García M. (Coordinadores) *Agricultura Ciencia y Sociedad Rural* 1810-2010. Vol. VI. Ciencia e Innovación Tecnológica Agropecuaria. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México pp 223-316.

- Ramírez-Mella M., O. Hernández-Mendo, R. D. Améndola-Massiotti, E. J. Ramírez-Bribiesca, G. D. Mendoza-Martínez, J. A. Burgueño-Ferreira. 2010. Productive response of grazing dairy cows to fresh chopped maize supplementation under a small farming system in the Mexican Highlands. *Trop Anim Health Prod* 42:1377–1383
- Reyes H. M. 2010. Impactos alimentarios de los precios de los cereales al alza: el caso del consumo de tortilla y pan francés en Guatemala. *Región y Sociedad* 22: 179-209.
- Rotz C.A., G.H. Kamphuis, H.D. Karsten and R.d. Weavers. 2007. Organic Dairy systems in Pennsylvania. *J. Dairy Sci.* 90: 3961-3979.
- Schroeder, G.F., G. A. Gagliostro, F. Bargo, J. E. Delahoy, L. D. Muller. 2004. Effects of fat supplementation on milk production and composition by dairy cows on pasture: a review. *Livestock Production Science* 86:1–18.
- SIACON. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. Disponible en http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view= (Consultado el 5 de marzo de 2013).

UTILIZACIÓN ESTRATÉGICA DE LA CAÑA DE AZÚCAR EN LA ALIMENTACIÓN DEL REBAÑO OVINO

Emilio Manuel Aranda Ibañez

Profesor investigador. Miembro del grupo de LPI2 y LPI5 CP Campus Tabasco.

E-mail: earanda@colpos.mx

INTRODUCCIÓN

En el Estado de Tabasco, generalmente se trabaja con ovinos de pelo. La ovinocultura es una actividad en desarrollo, que tiene un potencial importante, sin embargo, hay que realizar estudios y generar tecnología para hacerla más eficiente. Algunos aspectos a resolver son: problemas sanitarios, mejoramiento genético, manejo de pastos, impulsar sistemas intensivos, disminuir los costos de alimentación. La alimentación ha estado basada en el uso de pastos y forrajes con complementación de recursos disponibles en periodos de escasez de alimento. La caña de azúcar es un recurso de gran potencial (Molina, 1990), disponible en Tabasco que puede ser utilizado en la alimentación ovina. Se han realizado estudios con caña de azúcar en la alimentación ovina, con diferentes objetivos. Este trabajo tiene el propósito de realizar un análisis y discusión que conlleve a la implementación de recomendaciones que sean factibles de incorporarlas a los sistemas de producción ovina en las regiones tropicales.

POTENCIAL DE PRODUCCIÓN (RENDIMIENTOS)

La caña de azúcar es un cultivo de alto rendimiento como forraje, el promedio de producción en Tabasco es de 65 toneladas por hectárea, sin embargo, en suelos de buena fertilidad y manejo agronómico adecuado (riego, fertilización y control de malezas) se puede alcanzar mayor producción (Aranda *et al.*, 2012). Si se considera un consumo de 4 kg base fresca/animal/día, en una época de sequía, de nortes o durante todo el año, el número de ovinos que se pueden alimentar con 1 hectárea de caña de azúcar, se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Cantidad de ovinos que se pueden alimentar con 1 ha de caña de azúcar en diferentes épocas del año.

Rendimiento de caña	EPOCA DE SECAS, 90 días	EPOCA DE NORTES, 120 días	TODO EL AÑO, 365 días
65 t/ha	180	135	45
158 t/ha	438	329	108
Necesidades de caña para alimentar a un ovino por época			
	360 kg	480 kg	1460 kg

VALOR NUTRITIVO Y CONSUMO DE LA CAÑA DE AZÚCAR

Los componentes de la caña varían con edad de la planta, a mayor edad se incrementan los tallos con respecto a las hojas, se incrementa la concentración de azúcares totales en el jugo, hay una mayor conversión de los reductores en sacarosa y lignificación creciente de los carbohidratos estructurales de la pared celular Gooding, (1982). En otras gramíneas, a medida que aumenta la edad de la planta, disminuye la digestibilidad de la materia orgánica (DMO), sin embargo, en la caña, a medida que aumenta la edad se incrementa la DMO Figura 1

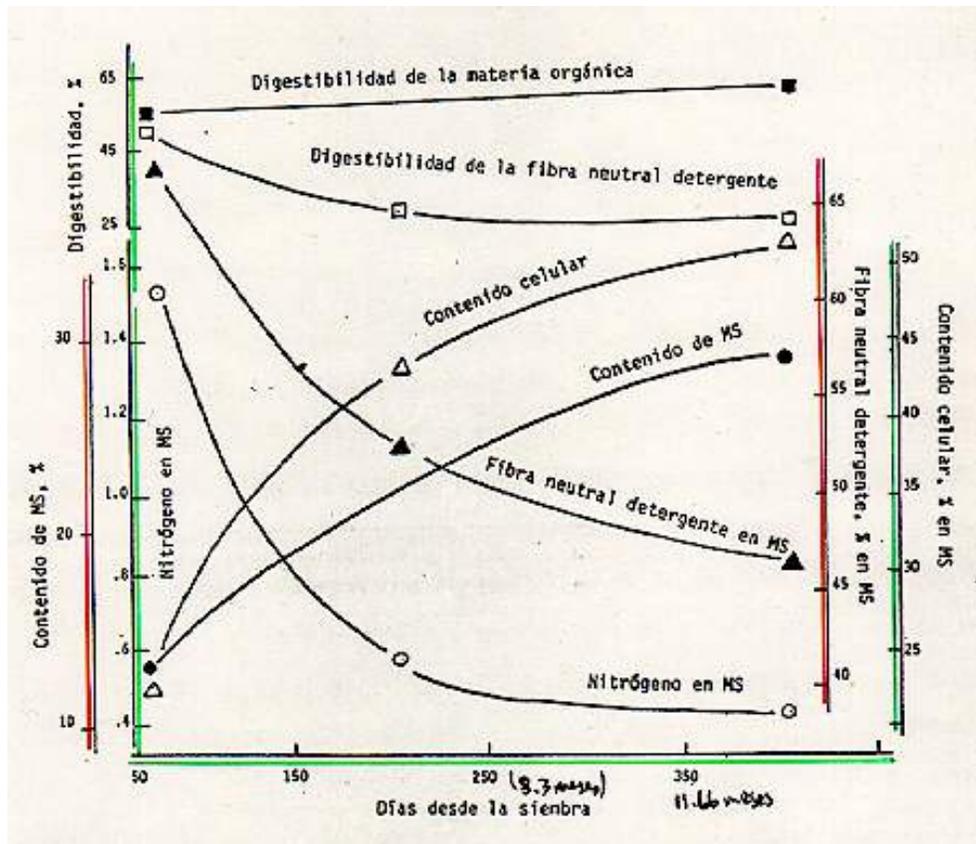


Figura 1. Efecto de la edad sobre contenido de nutrientes de la caña de azúcar

El contenido de proteína cruda (PC) en las fracciones de la caña de azúcar, es más alto en el cogollo con respecto a la caña integral y a las hojas secas o paja (Aranda, 1980), cuadro 1. En tres cultivares de caña Mex69-290, Q-107 y Mex83-481, el contenido de PC, también es bajo (Aranda, 2000), cuadro 2.

Una característica de la caña de azúcar es su alto contenido de azúcares y de fibra detergente neutro (FDN), tanto en sus fracciones, como en los diversos cultivares. Al compararla con un pasto, el contenido de PC es menor cuadro 1 y cuadro 2.

Cuadro 2. Composición química y digestibilidad de la caña de azúcar y sus fracciones

Componente	Caña integral	Cogollo	Hojas secas	pastos
Proteína, %	1.9 a 3.0	4.96	1.6	6 a 10.0
Paredes celulares (FDN), %	48.1	71.6	70.6	81.8
Digestibilidad de la MS, %	50 a 65	47.0	37	40 a 55
Contenido de azúcar, °Brix	16 a 22	-----	0	0.7 a 2.0% de azúcares

Otro aspecto que hay que señalar, es la alta digestibilidad de la materia seca (DMS) que alcanza la caña de azúcar en comparación a los pastos, esta digestibilidad está dada por el alto contenido de azúcares fácilmente fermentable en rumen, sin embargo, la degradación de los componentes fibrosos es menor en la caña de azúcar que en los pastos, la poca degradación de los componentes fibrosos de la caña, puede deberse al alto contenido de lignina presentes en la caña (Aranda *et al.*,

2010) figura 2. Por lo anterior, podemos concluir que las limitantes nutricionales de la caña de azúcar es su bajo contenido de PC y baja degradación de los componentes fibrosos Leng (1989)

Cuadro 3. Composición bromatológica de tres variedades de caña de azúcar a los 12 meses de edad.

Composición	Q-107	Mex 69-290	Mex83-481
Materia seca %	32.0	31.9	32.6
Proteína %	1.93	2.53	1.94
Fibra detergente neutro (FDN) %	53.5	60.5	52.6
Fibra detergente ácido (FDA) %	39.1	44.9	37.5
Hemicelulosa %	14.4	15.6	15.1
Lignina %	7.3	6.7	7.8
Grados Brix	18.9	16.4	19.6

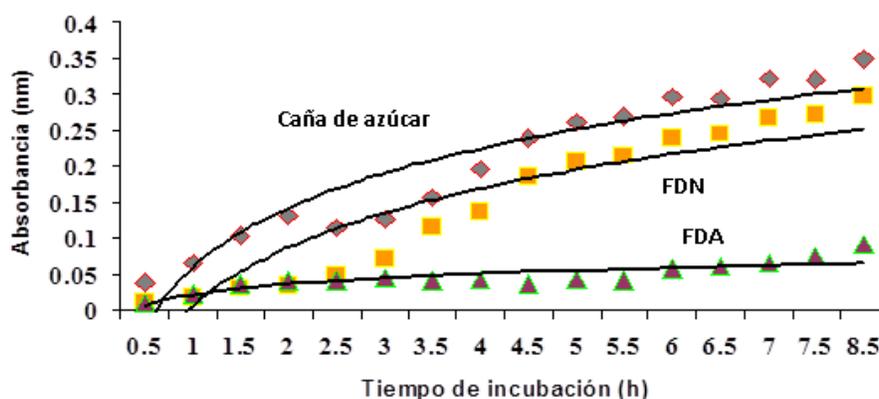


Figura 2. Crecimiento de bacterias ruminales incubadas con caña de azúcar y sus fracciones de fibra

En relación a la limitantes del bajo contenido de proteína de la caña de azúcar, se diseñó una serie de trabajos en la alimentación de ovinos con el objetivo de mejorar el valor nutritivo de la caña de azúcar.

Se diseñó un trabajo con tres dietas (cuadro 3): caña de azúcar molida sola, caña de azúcar molida más urea, que cubriera el 100% de los requerimientos de PC (la urea se suministró con una mezcla de melaza al 25%) y caña de azúcar molida más urea, para cubrir el 50% de los requerimientos de PC y el otro 50% de los requerimientos de PC fue con pulido de arroz (Aranda, 1979).

Los ovinos tuvieron un efecto positivo en el consumo de caña de azúcar y el consumo total de materia seca, por efecto de la suplementación nitrogenada, en forma de urea y urea más pulido de arroz, también tuvo efecto positivo en la digestibilidad *in vivo* de la materia seca (cuadro 4).

En trabajo posterior se determinó un balance de nitrógeno en ovinos, con las mismas dietas, donde se midió en jaulas metabólicas el consumo de nitrógeno, el nitrógeno en las heces y orina, y se determinó la digestibilidad de nitrógeno y el nitrógeno retenido. La digestibilidad del nitrógeno fue de 6.14, 78.86 y 71.16% para la alimentación con caña sola, caña con urea y caña con urea y pulido de arroz respectivamente. El nitrógeno retenido fue de -62.9, 60.74 y 59.02%

para la alimentación con caña sola, caña con urea y caña con urea y pulido de arroz respectivamente cuadro 5. Estos resultados indican que el uso de la caña sola en la alimentación de los ovinos, tienen un balance de nitrógeno negativo por lo que los animales pierden peso, aspecto que ningún productor de manera razonable quiere ni conviene.

Cuadro 4. Composición de las dietas en base de caña de azúcar

Factor, %	Caña azúcar sola	Caña azúcar + urea	Caña azúcar + urea + pulido de arroz
Materia seca	35.8	32.57	31
Proteína cruda	2.0	14.87	15.18
Fibra cruda	29.56	31.48	30.58
Cenizas	3.90	4.15	4.90
Extracto etereo	0.34	0.35	0.27
° Brix	19.63	19.63	19.63
Carbohidratos solubles	46.65	46.21	39.58

Otro aspecto importante, fue conocer la fermentación ruminal de las dietas de caña de azúcar. El pH fue 6.22 a 6.45, estos pHs no son desfavorables para la actividad celulolítica sin embargo, la degradación de la fibra en la caña de azúcar es lenta, por lo que indica que otros factores están incidiendo en la baja degradación de la fibra.

La producción de ácidos grasos volátiles tuvo un efecto cuadrático, con mayor producción por el efecto de la urea y del pulido de arroz. La proporción de ácido acético y butírico fue similar a las dietas de pastos y el ácido propiónico fue mayor que en las dietas de pastos, posiblemente por efecto de la concentración de azúcares de la caña de azúcar. La concentración de amoníaco estuvo en el rango para tener una buena síntesis de proteína microbiana.

Cuadro 5. Consumo y digestibilidad de los componentes dietéticos

Factor	Caña azúcar sola	Caña azúcar + urea	Caña azúcar + urea + pulido de arroz	DS	Sign
Número de ovinos	24	24	24		
Peso promedio, kg.	18.5	18.8	18.5		
Consumo de MS/kg/animal/d					
Caña	0.425	0.681	0.648	0.126	**
Miel/urea		0.100	0.050		
Pulido de arroz			0.256		
Total	0.425	0.781	0.954	0.152	**
Consumo de caña como % del total	100.00	87.1	67.9		
Digestibilidad, %	64.9	76.67	76.47	18.48	**

Cuadro 6. Balance de nitrógeno de 3 dietas a base de caña molida integral

	Caña azúcar sola	Caña azúcar + urea	Caña azúcar + urea + pulido de arroz	DS	Sign
N consumido	1.68	13.01	13.10	0	**

g/día					
N heces g/día	1.59	2.75	3.76	1	**
N orina g/día	0.87	2.36	1.58	1	**
Digestibilidad aparente del N					
g/día	0.256	10.26	9.32	1	**
%	6.14	78.86	71.16	54	**
N retenido					
g/día	-0.708	7.90	7.74	2	**
%	-62.9	60.74	59.02	67	**
N endógeno g	0.452				

Cuadro 7. Parámetros de fermentación ruminal en dietas de caña de azúcar con o sin suplemento de proteína.

	Caña azúcar sola	Caña azúcar + urea	Caña azúcar + urea + pulido de arroz	DS	Sign
pH	6.45	6.67	6.22	0.471	**
AGV totales meq/l	45.2	102.2	69.08	22.24	**
Proporciones molares, %					
Acético	65.34	70.47	66.56	3.85	N.S.
Propiónico	23.5	22.33	24.96	5.84	N.S.
Butírico	8.41	6.16	7.68	4.34	N.S.
Valerico	2.75	1.04	0.80	1.84	***
NH ₃ , mg/100 ml	11.78	19.29	5.72	7.14	***

La concentración de glucosa es menor en los animales rumiantes en comparación a los animales monogástricos, esta característica es debido a que los carbohidratos son fermentados en el rumen produciendo ácidos grasos volátiles, sin embargo se ha planteado que el nivel de glucosa sanguínea puede tener un efecto sobre el consumo voluntario, con este objetivo se midió la concentración de glucosa en las diferentes dietas de caña de azúcar y su relación con el consumo. El nivel de glucosa obtenido fue de 46.6, 49.25 y 60.79 mg/100ml de sangre, para la alimentación con caña sola, caña con urea y caña con urea y pulido de arroz respectivamente.

Otro aspecto discutido en la alimentación de la caña de azúcar es que el tipo de fibra es más corta en comparación a la fibra de los pastos, por lo que esta característica pudiera limitar el consumo, basado en esta hipótesis se implementó un experimento para conocer, cuando la dieta básica sea caña de azúcar proporciones crecientes de pasto como afecta el consumo de caña, Aranda y colaboradores (1997) de manera inversa, dietas a base de pastos la adición de proporciones crecientes de caña de azúcar, que efecto tiene sobre el consumo. Los resultados indican que la adición de caña de azúcar, cuando la dieta básica es el pasto, tiene un comportamiento cuadrático y una proporción del 50% de caña alcanza el mayor consumo, disminuyendo a mayor proporción cuadro 7.

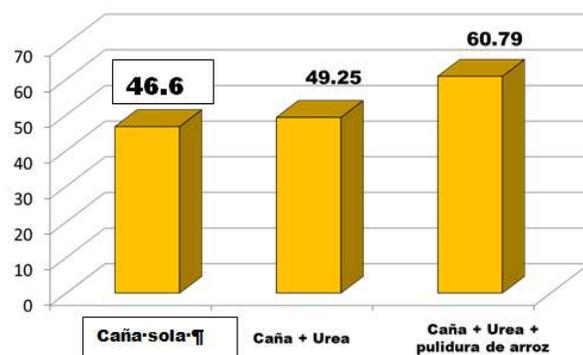


Figura 3. Niveles de glucosa en sangre de borregos pelibuey alimentados con caña de azúcar

Cuadro 8. Consumo de diferentes proporciones de pasto:caña de azúcar en borregos Pelibuey

	Proporciones de pasto estrella: caña de azúcar				
	100:0	75:25	50:50	25:75	0:100
Consumo kg MS/animal/día	0.660	0.409	0.300	0.160	0.0
Pasto	0.0	0.209	0.379	0.423	0.529
Caña de azúcar	0.162	0.162	0.162	0.162	0.162
suplemento	0.822 ^c	0.780 ^{bc}	0.841^d	0.745 ^{bc}	0.691 ^a
Total	4.57	4.36	4.55	4.09	3.80
Indice de consumo kg MS/100 kg de PV	0.0	26.8	45.0	56.8	76.6
Consumo de caña % del total					

Posteriormente se realizó un trabajo con 56 borregos (28 hembras y 28 machos) con caña de azúcar como dieta básica, adicionando niveles porcentuales de pulido de arroz. La ganancia diaria de peso fue mayor para los machos en comparación a las hembras. También fue superior para los animales que recibieron el mayor nivel de pulido de arroz. El consumo de caña de azúcar disminuyó a medida que aumentó el nivel de pulido de arroz, teniendo un efecto sustitutivo, aunque el consumo total en MS fue mayor a medida que se adicionó mayor nivel de pulido de arroz.

Cuadro 9. Ganancia de peso y consumo de borregos pelibuey alimentados con caña de azúcar y suplementados con pulido de arroz

	Nivel de pulido de arroz (g)				Sexo	
	150	250	350	400	machos	hembras
Cantidad de animales	14	14	14	14	28	28
Ganancia total kg	3.1	3.2	3.9	4.1	4.2	2.9
Ganancia diaria g	24.8 ^a	25.0 ^a	30.4 ^b	33.5 ^c	33.5	23.3
Consumo de MS/animal/día						
Caña de azúcar, g	475 ^a	447 ^{ab}	445 ^b	410 ^c	452	452
Pulido arroz, g	138	230	322	368	264	264
Total, g	612 ^a	677 ^b	767 ^c	778 ^c	717	717

CONCLUSIONES

La caña de azúcar representa un gran potencial para la alimentación de ovinos. La caña de azúcar como único alimento tiene una retención de nitrógeno negativa. La suplementación nitrogenada mejora la digestibilidad de la materia seca, el consumo voluntario y el nivel de glucosa en

sangre. El nivel de pH es favorable para la celulolisis ruminal. El patron de fermentacion es similar a las dietas de pastos. La lignina y la concentracion de azucares en la caña limita la degradacion de los componentes fibrosos. La proporcion de 50% pasto y 50% caña de azucar mejoro el consumo voluntario. La suplementacion creciente de pulido de arroz mejoro la ganancia de peso, pero tuvo un efecto sustitutivo.

RECOMENDACIONES

La caña de azucar con una fuente nitrogenada, de minerales y azufre se puede ofrecer a corderos de destete en pastoreo, a borregas en el ultimo periodo de gestacion y a borregas lactantes.

REFERENCIAS

- Aranda-Ibañez E.M., J.A. Ramos Juárez, S. Salgado García, S. y G.D. Mendoza Martínez 2012. Caña de azúcar en la alimentación bovina. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. H. Cárdenas Tabasco
- Aranda, I.E.M. 2000. Utilización de la caña de azúcar en la alimentación de rumiantes. Tesis de Doctor en Ciencias Veterinarias. Universidad Autónoma de México. 90 p.
- Aranda, I.E. y C.H. Losada. 1980. Efecto de la edad de diferentes secciones de la caña de azúcar sobre la composición, digestibilidad y valor nutritivo. Informe Departamento de Nutrición. CSAT.
- Aranda Ibañez, E.M. G. D. Mendoza Martínez, J.A. Ramos Juárez, Ives Cláudio da Silva Bueno e André César Vitti. 2010. EFEITO DE ENZIMAS FIBROLÍTICAS SOBRE A DEGRADAÇÃO MICROBIANA RUMINAL DA FIBRA DE CANA-DE-AÇÚCAR. Ci. Anim. Bras., Goiânia, v. 11, n. 3, p. 488-495.
- Aranda, I.E. 1979. Respuesta a la Suplementación de urea y pulido de arroz sobre algunos parámetros digestivos de borregos alimentados en base de caña de azúcar. Tesis de Maestría. Colegio Superior de Agricultura Tropical. H. Cárdenas Tabasco.
- Aranda, I.E.M., P. Díaz, G. Mendoza, C. García-Bojalil y M. Cobos. 1997. Consumo voluntario de diferentes proporciones de pasto estrella (*Cynodon plectostachyus*) y caña de azúcar en borregos pelibuey en el trópico. Memorias XXVI Reunión de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp153-156.
- Gooding, E.G.B. 1982. Efecto de la calidad de la caña sobre su valor como alimento para bovinos. Prod. Anim. Trop. 7:76-97.
- Leng, R.A. 1989. Restricciones metabólicas para la utilización de la caña de azúcar y sus subproductos para el crecimiento y producción de leche en rumiantes mayores. Colección Geplacea, Serie Diversificación PNND. Grupo de países Latinoamericanos y del Caribe exportador de azúcar. pp 23-57.
- Molina, A. 1990. Potencial forrajero de la caña de azúcar para la ceba de ganado bovino. Producción de carne en el trópico Edica Cuba. 225 p.

LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES INTENSIVOS PARA RUMIANTES, ALTERNATIVA DE PRODUCCIÓN ANIMAL SUSTENTABLE EN EL TRÓPICO MEXICANO

J. Aguirre O.*¹, L. Loya O.¹, A. Gómez D.¹, S. Martínez G.¹, R. Ulloa C., F. Escalera V.¹, Y. Valdés García¹, A. Gómez G.¹ y J. Carmen Ramírez R.¹

¹*Cuerpo Académico de Producción y Biotecnología Animal, Academias: Bromatología y Nutrición Animal, y Pequeños Rumiantes, Universidad Autónoma de Nayarit.*

**E-mail: jorgea@uan.edu.mx*

INTRODUCCIÓN

La Superficie del globo terráqueo es de 510 065 284 702 km², el 71% es agua (97% salada y 3% dulce), el 29% es tierra (147 918 932 563 km²), del 10 a 12% de los suelos son susceptibles de cultivarse, pero se requiere un cuantioso trabajo, lo que podría aumentar en alrededor del 2% su rehabilitación. De esta área el 19 - 21% la ocupan pastizales y praderas en la producción animal con rumiantes, aparte una gran superficie no es susceptible de cultivarse por casos de: pendiente del suelo, aridez, acidez o condiciones climáticas extremas, lo que hace que alrededor de la mitad (las 2/3 partes), se puede desarrollar la ganadería, al menos estacionalmente. En México el sector de productos primarios del campo contribuye del 3.3 al 3.9 % del PIB nacional, mientras que Nayarit, su aportación es por el orden del 8.5% (INEGI, 2010).

En el trópico seco de México en lo general existe un bajo desarrollo económico de la actividad bovina y de otros rumiantes, entre otras causas se atribuye a aspectos socioeconómicos y ambientales, típicos de la región tropical, ya que en lo general los vacunos y ovinos tradicionalmente se han manejado como una actividad familiar de rentabilidad financiera secundaria y bajo nivel productivo. Además la estacionalidad del forraje origina la oferta de alimento durante solo una época del año, a pesar de la insuficiencia de pienso por más de la mitad del año el trópico muestra oportunidad para el desarrollo sustentable (Martínez *et al.*, 2009; Aguirre, 2001).

La explotación de rumiantes en la zona tropical deberá constituirse en manipular los recursos alimenticios en condiciones de pastoreo: pastos nativos e introducidos, leguminosas y otras especies leñosas de alto valor forrajero, el aprovechamiento integral de esquilmos y subproductos agroindustriales, que son cuantiosos para incluirse en la dieta y bajar los costos de producción, ya que el concepto de mayor participación en la productividad animal es la alimentación y nutrición, que representan del 60 a 80% los costos totales de producción. De tal forma que el uso de fuentes alimenticias para suplementar los sistemas de crianza de rumiantes, permitirá sostener el peso y condición corporal obtenida por los animales durante el período de lluvias; se requiere renovar el proceso de la permanencia de los becerros y corderos, disponer de forraje conservado, que las instituciones de gobierno o particulares fomenten la finalización de animales, alternando el crecimiento en pastoreo con la engorda en corral para evitar pérdida de divisas al productor (Martínez *et al.*, 2009; Jiménez, 1993).

Por tanto la región tropical brinda oportunidades mediante la implementación de técnicas sostenibles, los sistemas silvopastoriles o también llamada la Agroforestería de producción pecuaria sustentable, de impacto internacional principalmente en Centro y Suramérica ha alcanzado incrementos substanciales en la producción de carne y leche, la reducción del uso de concentrados, fertilizante, la consecuente recuperación del suelo y mantos freáticos; ofrecen la

sostenibilidad de los rumiantes en trópico seco con el uso asociado de leñosas y pastos (Murgueitio *et al.*, 1999).

La expectativa silvopastoril es por la ventaja de reducir la degradación del suelo, conserva por mas tiempo la humedad, los árboles y arbustos establecen una temperatura benéfica al animal, se disminuye la escorrentía y erosión, las leguminosas producen alimento en cantidad y calidad en la época seca cuando otras especies declinan; en conjunto se favorece la reducción y emisión de gases efecto invernadero (metano), se promueve la biodiversidad y mayor rendimiento animal en pastoreo (Ruiz y Febles 2003).

La asociación de leguminosas arbustivas como *Leucaena leucocephala* y pastos en un procedimiento de silvopastoreo promovido en el área tropical universal, los beneficios del sistema en la producción animal de rumiantes es acentuada, influye en la fertilidad y estructura del suelo, ambiente ecológico y oferta de alimento en cantidad y calidad (Gómez *et al.*, 2004).

En sistemas silvopastoriles de multipropósito como el cocotero, la producción de frutales complementa la economía resultante de la ganadería, se emplean pastos asociados a leguminosas u otras leñosas sobresalientes de alto valor forrajero para incrementar la producción animal, que al compararse con sistemas de monocultivo (solo pasto) éstos tienen un bajo comportamiento productivo (Palma, 2006).

Por tanto el objetivo de esta ponencia es plantear una alternativa alimenticia sustentable, como expectativa de mejorar el proceso productivo de rumiantes en el trópico de México, además de contribuir a optimizar la demanda de proteína de origen animal (carne, leche, etc.) para una población creciente y demandante.

IDENTIFICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES LEÑOSAS DE IMPORTANCIA FORRAJERA

Datos obtenidos con los productores y de la literatura indican la presencia de especies arbustivas con potencial forrajero en la zona tropical. La observación de los animales ha permitido localizar especies particularmente apetecibles con alto nivel proteico (PC) y de digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), ello ha permitido identificar especies que normalmente no se les daba ningún valor de uso y para ampliar su utilidad en aquellas que tienen otros propósitos.

Una de las maneras de identificar especies con potencial forrajero es mediante la observación de las preferencias de los animales en pastoreo o ramoneo. En estudio con cabras en un bosque tropical húmedo se encontró que de 84 especies consumidas por lo menos una vez, nueve de ellas representaron el 54% del total de bocados de los animales. Así mismo, se encontró que las dos especies más apetecidas fueron las de mayor contenido de PC y DIVMS. En condiciones más secas, donde la precipitación se concentra en 5 o 6 meses del año, la selección de las especies está influida por la lluvia, y determinándose cambios en el tipo de vegetación. Durante los meses de lluvia predomina la selección de plantas herbáceas y durante la sequía, los arbustos constituyen el principal componente de la dieta, asimismo es diferente la fracción de la planta que es consumida por los animales (Araya *et al.*, 1993).

Evaluación bromatológica

La mayoría de las especies arbustivas estudiadas han mostrado contenidos de PC muy superior a los pastos tropicales, y en varios casos también superior al de concentrados comerciales; así mismo la DIVMS de algunos follajes es importante, por la calidad destacan especies de euforbiáceas nativas como son: chicasquil ancho (*Cnidoscolus acotinifolius*) y chicasquil fino (*C. chayamansa*) y el guaje (*Leucaena leucocephala*), cuyo follaje también es consumido por el humano (Benavides, 2011).

Cuadro 1. Medias de materia seca, proteína cruda y digestibilidad del follaje de leñosas con potencial forrajero en América Latina

Especie	MS,%	PC,%	DIVMS,%¹
chicasquil fino (<i>Cnidoscolus aconitifolius</i>)	16.5	42.4	86.6
morera (<i>Morus sp.</i>)	28.7	23.0	79.9
jcaro (flores) (<i>Crescentia alata</i>)		11.0	77.6
chicasquil ancho (<i>Cnidoscolus chayamansa</i>)	9.3	30.8	74.8
tora morada (<i>Verbesina myriocephala</i>)	19.8	23.0	71.5
chilca (<i>Senecio salignus</i>)	26.5	23.4	71.5
higuera (<i>Ficus sp.</i>)		14.4	71.3
tora blanca (<i>Verbesina turbacensis</i>)	20.6	20.8	70.8
tulipán (<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>)	24.8	21.0	70.0
chaperno (<i>Lonchocarpus guatemalensis</i>)		19.5	69.4
capomo (<i>Brosimum alicastrum</i>)		12.7	67.2
zorrillo (<i>Roupala complicata</i>)	26.6	42.5	66.9
amapola (<i>Malvaviscus arboreus</i>)	16.5	22.4	64.5
chichipince (<i>Hamelia patens</i>)		17.5	61.6
carbón blanco (<i>Mimosa platycarpa</i>)		16.0	60.0
cacahuananche (<i>Gliricidia sepium</i>)	25.1	21.6	59.2
N acascolo (<i>Libidibia coriaria</i>)		16.0	59.0
capomo colorado (<i>Trophis racemosa</i>)		12.9	56.5
poró bajo (<i>Erythrina berteroana</i>)	22.9	24.3	55.0
guácima (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	37.6	15.6	54.3
mano de león (<i>Dendropanax arboreus</i>)		12.1	52.7
guarumo (<i>Cecropia peltata</i>)	19.7	19.8	51.8
poró gigante (<i>Erythrina poeppigiana</i>)	24.0	23.8	51.3
poró de cerco (<i>Erythrina cocleata</i>)	24.3	21.6	51.2
copal (<i>Stemmadenia donnel-Smithii</i>)	19.1	24.4	50.6
bilil (<i>Polimnia sp.</i>)	17.9	22.1	45.2
tiguilote (<i>Cordia dentata</i>)	41.0	16.0	36.0

1/ MS, Proteína bruta y Digestibilidad *in vitro* de la materia seca de leñosas forrajeras.

También sobresalen otras especies arbustivas con niveles de PC superior al 20% y DIVMS mayor a 70% de las especies morera (*Morus alba*) e higuera (*Ficus spp.*), dos malváceas la amapola (*Malvaviscus arboreus*) y tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), y tres especies de la familia Asteraceae: chilca (*Senecio sp.*), tora blanca (*Verbesina turbacensis*) y tora morada (*V. myriocephala*). El contenido nutricional está influido por la edad del rebrote, el componente y su posición en la rama. El follaje de la leguminosa poró (*Eythrina poeppigiana*) en el trópico se ha observado variaciones en los niveles de PC y DIVMS de las fracciones de la biomasa, se asume que está relacionado con edad que tiene cada fracción en la rama (Mendizábal *et al.*, 1993).

Asimismo es importante estudiar las sustancias anti-nutricionales para detectar problemas de aceptabilidad y consumo por el ganado, aunque el propio animal regula su nivel de consumo, y el

problema se llega a manifestar cuando se reduce el forraje de mayor preferencia y consume de todos. El follaje de madero negro o *Erythrina*, donde se ha detectado limitaciones de consumo cuando el follaje es joven y de mayor DIVMS (Benavides, 2003).

Estudio en Nayarit, México evaluando la composición química, el tratamiento (70% Bb:30% Ll) mejoró la calidad del forraje con relación al testigo de monocultivo pasto (Bb), atribuido a la presencia de la leguminosa, que favoreció el aumento de 32% de proteína y 50% de EE, la FND y FAD fueron parejas, mientras que en cenizas fue menor (Cuadro 2).

Cuadro 2. Caracterización química de los forrajes (g/100g Materia Seca).

Tratamientos	Cenizas	PC	EE	FND	FAD	HEM	MO
<i>L. leucocephala</i>	10.7 ^b	21.7 ^a	6.7 ^a	45.1 ^c	16.9 ^b	28.1 ^{ab}	89.2 ^a
<i>B. brizantha</i>	14.6 ^a	8.1 ^b	2.7 ^a	59.0 ^a	26.9 ^a	32.1 ^a	85.0 ^a
70: 30 Bb: Ll	13.0 ^a	11.9 ^a	4.1 ^a	54.9 ^b	23.7 ^a	31.2 ^a	86.4 ^a
±	4.2	4.2	2.2	6.2	4.9	4.7	4.2

Tratamientos L l *Leucaena leucocephala*; Bb. *B. brizantha*; Bb: Ll. *B. brizantha* + *L. leucocephala*. PC Proteína cruda, FND Fibra neutro detergente, FAD Fibra ácido detergente, EE Extracto etéreo, HEM Hemicelulosa, MO Materia orgánica. ^{a,b,c} Superíndices distintos indican diferencia estadística significativa entre tratamientos P<0.05

Otro estudio en Colima, México se resume en el Cuadro 3, se observan diferencias estadísticas significativas (P<0.05) en todas las variables estudiadas del Guaje en su establecimiento con diferentes densidades de siembra, excepto en el contenido de MS (P>0.05). El tratamiento de 80 mil *Leucaena*/ha fue mejor al resto de los tratamientos en diámetro de tallo, peso seco hojas, peso seco planta completa, producción de biomasa en materia seca, tasa de producción y uso eficiente del agua, aunque comparte similitud estadística con 60 mil árboles/ha en altura de planta, hojas y tasa de crecimiento, valores fueron mayores comparados con de 40 mil *Leucaena*/ha. La más alta densidad del Guaje aumentó los rendimientos de MS y modificó positivamente las porciones más consumibles del forraje, por lo que la siembra de 80 mil plantas/ha, obtiene rendimientos de MS por hectárea mayores a 6,000 kg/ha a 100 días de edad de la arbórea (Aguirre *et al.*, 2011).

Respecto a la asociación del pasto Cuba (*Pennisetum purpureum* cv. CT-115), las variables estudiadas (altura de planta, área foliar y eficiencia fotosintética) durante su establecimiento no mostraron diferencia estadística significativa (P>0.05) entre tratamientos. La dinámica de crecimiento del pasto solo y asociado en densidades de siembra de *L. leucocephala* en cocotero, presentaron una tendencia lineal a incrementar el valor conforme se aumenta la densidad de *Leucaena* en el tiempo.

Cuadro 3. Valores medios de las características agronómicas de *Leucaena leucocephala* en diferentes densidades de siembra a los 100 días de edad.

Densidad (miles)	40	60	80	EEM	P
<u>Características agronómicas</u>					
AP (cm)	106.81b	122.39a	118.42ab	5.86	0.050
DT (cm)	0.77c	0.90b	1.03a	0.04	0.001
Hojas (No)	16.77b	20.19ab	20.50a	1.49	0.050
P/m lineal	14.44b	15.13a	13.38c	0.21	0.001
<u>Producción de biomasa</u>					
MS (%)	49.27a	49.61a	50.41a	0.59	0.110
PSH (g)	23.50b	27.00b	36.57a	2.66	0.001
PSP (g)	31.41b	35.52b	51.50a	4.24	0.001
PMS (kg/ha)	1410b	2199b	4324a	344	0.001
<u>Variables fisiológicas</u>					
TC (cm/día)	1.15b	1.32a	1.27ab	0.06	0.050
TP (kgMS/ha/día)	15.14b	23.63b	45.44a	3.47	0.050
RHT	3.58a	3.72a	3.03b	0.16	0.050
EUA (kgMS/m ³)	1.56b	2.44b	4.80a	0.38	0.001

AP=Altura de planta; DT=Diámetro de tallo y P/m lineal=Plantas metro lineal. Densidad= Miles de árboles de leucaena/ha; MS=Materia seca; PSH=Peso seco de hojas; PSP=Peso seco planta; PMS=Producción de materia seca; Densidad=miles de árboles de leucaena/ha TC=Tasa de crecimiento; TP=Tasa productiva; RHT=Relación hoja/tallo; EUA=Eficiencia de uso de agua.

Las variables de proteína cruda en pasto y leucaena mostraron diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) y altamente significativa ($P < 0.001$) en las variables contenido de cenizas del pasto y leucaena. Los mejores valores en proteína cruda en pasto Cuba CT-115 fueron para el tratamiento con 80 mil árboles de leucaena/ha en el establecimiento y primer pastoreo, aunque comparte valor estadístico con el tratamiento con 40 mil plantas de leucaena/ha en el último periodo de estudio (Figura 1). A su vez, la variable proteína cruda en leucaena presentó los mas altos valores para los tratamientos con 40 y 80 mil árboles de leucaena/ha en ambos periodos de estudio (Figura 2). El contenido de cenizas del pasto Cuba CT-115 obtuvo los mejores valores para el tratamiento con 40 mil árboles de leucaena/ha al establecimiento y comparte similitud estadística con el testigo al primer pastoreo (Aguirre *et al.*, 2011).

Respuesta animal

Entre las forrajeras mayormente ensayadas está la *L. leucocephala* se han reportado consumos superiores al 3.0% en el ganado, con el follaje de Guácima y otras leñosas se obtuvieron niveles satisfactorios de alimentación, además se observó que en otras especies es necesario esperar hasta ocho semanas de adaptación antes del consumo garantizado. También se ha obtenido un alto consumo cuando se suministra el follaje como un suplemento a animales en pastoreo, el mayor consumo logrado ha sido con Morera, alcanzándose niveles superiores al 3.5% del peso vivo (PV) en base seca para dietas a base de solo pastos, aunque en el estudio obtuvo un consumo total superior al 5% del PV. Resultados similares se reportan al utilizar la planta completa de Morera, dándose niveles de consumo superior al 5%, respecto al peso vivo en corderos Pelibuey, donde queda de manifiesto que el uso de leñosas y/o arbustivas, es una opción en la alimentación animal, al igualar o superar la calidad de concentrados comerciales (Pacheco, 2004).

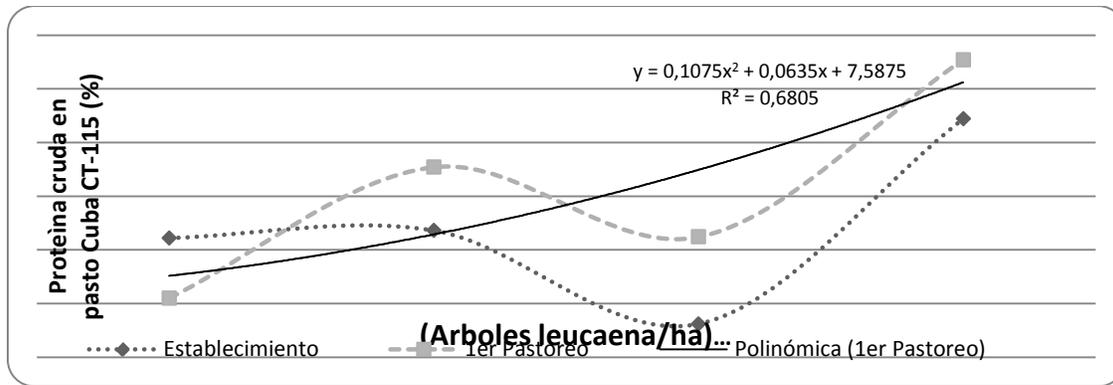


Figura 1. Contenido de proteína cruda del pasto Cuba CT-115 en el sistema agrosilvopastoril entre el establecimiento y el primer pastoreo

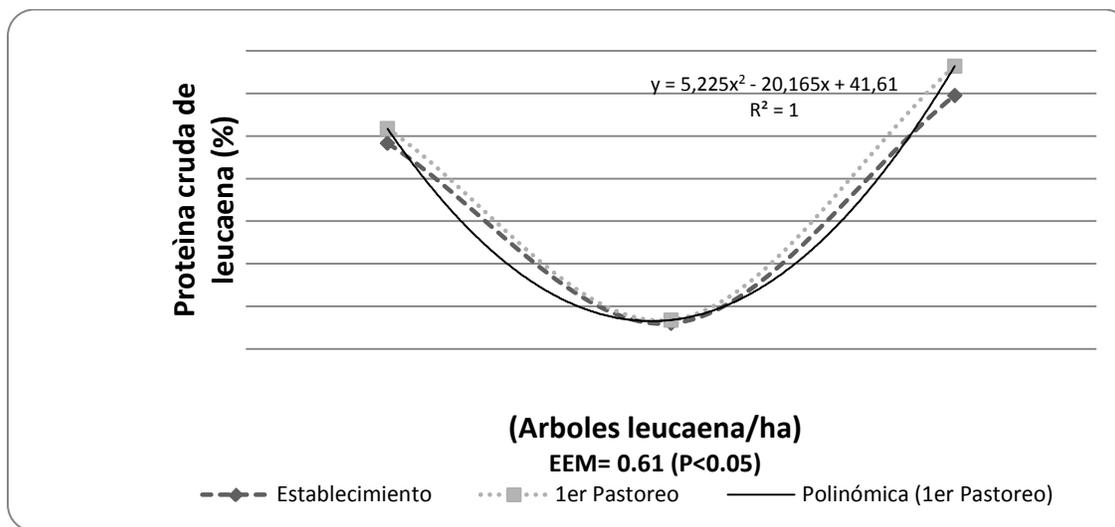


Figura 2. Contenido de proteína cruda de la leguminosa arbórea en el sistema agrosilvopastoril entre el establecimiento y el primer pastoreo.

Al hacer una comparación de dos sistemas silvopastoriles intensivos en México, uno establecido en sitio del estado de Nayarit y otro en Colima para evaluar la inclusión de *L. leucocephala* en su comportamiento animal, el sitio de la llanura costera norte de Nayarit, se evaluó el desarrollo y rendimiento de dos especies de Leucaena (*L. leucocephala* y *L. glauca*) asociadas al pasto *B. brizantha* (Bb) y la leguminosa herbácea *Clitoria ternatea* (Ct). Los ovinos tuvieron un consumo de MS similar, no así en la ganancia de peso, se duplicó al utilizar *L. leucocephala* (Cuadro 4); resultados similares a los de Arece *et al.* (2006) en ovinos machos y hembras pastoreando asociaciones de leguminosas (108 y 94 g/día, respectivamente). El resumen del sitio experimental de Nayarit destaca a *L. glauca* en altura y diámetro y *L. leucocephala* es sobresaliente, se incrementó la biomasa de 1.6 a 4.8ton/ha MS en la triple asociación; la pérdida de *L. glauca* y *C. ternatea* en sitios de saturación de agua; el nivel proteico mayor en relación de leguminosa-gramínea (38% mayor que el testigo del monocultivo pasto); igual tendencia en consumo de MS de corderos Pelibuey (3.7 y 2.8kg/MS/día), y la ganancia diaria de 100 y 50g/animal/día. Los ovinos tuvieron un consumo de MS similar, no así en la ganancia de peso, se duplicó al utilizar *L. leucocephala*, (Aguirre *et al.*, 2011). Datos similares a los de Arece *et al.* (2006) en ovinos machos y hembras pastoreando asociaciones de leguminosas (108 y 94 g/día, respectivamente).

Cuadro 4. Comportamiento productivo de ovinos bajo diferente sistema de pastoreo.

Indicador	Tratamientos			
	T ₁ (Ll Bb)	±	T ₂ (Bb)	±
Peso inicial, kg	18.3 ^a	6.00	19.1	5.68
Peso final, kg	19.5 ^a	5.78	19.7	5.68
Ganancia media diaria, kg/animal/día	0.10 ^a	0.05	0.05 ^b	0.02
Consumo, kg MS/día	3.76 ^a	2.57	3.58 ^a	2.55
Consumo de <i>B. brizantha</i> kg/ha	531 ^a	0.18	769 ^a	0.04
Consumo de <i>L. leucocephala</i> kg/ha	334	0.28	---	---

^{a,b,c} Superíndices distintos indican diferencia entre tratamientos ($P < 0.05$), ± Desviación estándar.

En Colima se valoró el establecimiento *L. leucocephala* con poblaciones de 40, 60, y 80 mil plantas/ha bajo cocotero (*Cocus nucifera*), asociado al pasto cubano (*Penisetum purpureum* cv. CT-115), se define que la alternativa del establecimiento de *L. leucocephala* en alta densidad y pasto es una estrategia exitosa para desarrollar la productividad de los rumiantes. El tratamiento de 80 mil plantas/ha tuvo mayor peso seco de hojas, tallos, planta completa, y biomasa (49.54, 23.06, 72.61 g/planta y 6,159 kg/ha; la producción láctea/vaca/día fue ($P < 0.001$) en 60 y 80 mil (7.3 y 7.0 kg/día vs. 6 kg monocultivo) en Aguirre *et al.* (2011).

También los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) contribuyen a que la actividad ganadera reduzca sus emisiones de GEI (ver cuadro 5), a través de la captura de carbono en biomasa de árboles y en el suelo, debido al aumento de la cobertura vegetal y a la disminución de los procesos de deforestación; adicionalmente al contar con pastos y forrajes de mayor calidad nutricional (hojas de árboles, componente herbáceo de zacates y otras hierbas) se reduce significativamente las emisiones de metano a la atmosfera, debido a un proceso fermentativo más eficaz a nivel mundial, e indirectamente por la reducción en el uso de fertilizantes nitrogenados, pesticidas y otros insumos. También los SSPi permiten reducir las emisiones, ya que promueven una mejor productividad animal, lo que mejora el balance entre la superficie utilizada y Kg de CO₂, a mayor productividad es lo que redundo en menores emisiones por unidad de producto y una mayor eficiencia a lo largo de la cadena productiva en términos de CO₂ (Murgueitio *et al.*, 2012).

Cuando se dispone de poco follaje, porque la parcela es pequeña o la biomasa producida en el agostadero, se han propuesto algunos procedimientos de evaluación de la aceptabilidad de los forrajes. Se proporciona follaje a diferentes especies animal al mismo tiempo, y a medida que transcurre la prueba, se eliminan las especies vegetales más consumidas para conocer el nivel de consumo del resto. No necesariamente las especies con mayor DIVMS y PC, son las más consumidas por los animales. En un estudio se obtuvo que al eliminar el follaje más consumido, se aumentó el consumo de otros restantes (Rodríguez *et al.*, 1997).

Por la digestibilidad del alimento se ha encontrado que el adicionamiento energético en raciones con forraje de la leguminosa *Erythrina* se mejora destacadamente la respuesta productiva de animales, ratificándose que el uso de fuentes carbohidratadas el comportamiento productivo se supera más que con los azúcares simples del aporte de los pastos únicamente. Al evaluarse el efecto de cuatro fuentes energéticas sobre el consumo de la leguminosa *E. poeppigiana* en el crecimiento de corderos, se obtuvo que animales donde los recibieron suplementación energética, el nivel de consumo y ganancia diaria de peso fue superior, que en animales consumiendo sólo el follaje; igualmente se encontró la mayor respuesta en ovinos consumiendo plátano verde y yuca

(alto contenido de almidón asimilable), que consumiendo el suplemento de melaza sola (carbohidratos simples). Por lo que la proporción adecuada entre las fuentes de proteína y la energía es también importante al emplear otros ingredientes en la dieta, el ejemplo del estudio en cabras lecheras con dos niveles suplementarios de leguminosa y dos niveles del uso de plátano, la mayor producción de leche fue en aquellos tratamientos con la relación proteína/energía similar (Medina *et al.*, 1994).

Cuadro 5. Indicadores de producción de carne y emisiones de metano (CH₄) en tres sistemas de producción ganadera tropical en Colombia.

Parámetro	Pastoreo convencional extensivo ¹	Pastos mejorados sin árboles ¹	SSPi- Sistema silvopastoril intensivo ²
Carga UA/ha	0.5	1	3
Ganancia diaria/animal (kg)	0.37	0.5	0.75
Ganancia diaria/ha	0.185	0.5	2.25
Días de ceba (de 250 a 440 kg)	514	380	253
Emisiones promedio de CH ₄ /año/ha (kg) ³	15.5	38	105
Kg de carne por ha/año (PV)	67.5	182.5	821.3
Emisión de CH ₄ por ton de carne producida	229.5	208.2	127.9
Hectáreas necesarias por ton de carne/año	14.8	5.5	1.2

¹FEDEGAN-FNG-CIPAV, 2010; ²Murgueitio *et al.*, 2011. ³Thorton y Herrero, 2010.

Benavides (2011), afirma que forrajes de mayor nivel de proteína bruta (PC) y Digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) se ha logrado la mayor producción de leche de cabras, se observó una respuesta significativa en dietas a base de pasto y proporcionando niveles crecientes del follaje de la leguminosa *Leucaena* y la arbustiva *Morera*, donde se tuvo un rendimiento creciente de leche, lográndose una producción superior a 2.2 y 2.6 kg/an/día, respectivamente, lo que refleja la ventaja de la suplementación de otros forrajes de calidad, respecto al uso de solo zacates.

En toretes criollos Romosinuanos con una dieta a base del pasto *Pennisetum purpureum*, se tuvieron aumentos diarios de peso con el uso de solo el pasto de: 400, 690, 940 y 950 g/animal/día, y suplementando las dietas del follaje de pasto con niveles crecientes de *Morera*, los aumentos fueron: 0.400, 0.900, 1.710, y 2.110 g diarios del PV, respectivamente; el estudio obtuvo una relación de beneficio/costo de 0.10, 1.11, 1.18, y 0.97 para cada nivel de ganancia de peso, proporcionalmente (González, 1996).

Oviedo (2005), al comparar el follaje de *Morera* con el concentrado como suplemento a vacas en pastoreo, obtuvo una producción de leche similar (13.2 y 13.6 kg/an./día, respectivamente) para cada suplemento en igual nivel de consumo de MS (1.0% del PV) y muy superior al obtenido con sólo pastoreo (11.3 kg/an./día); el uso de *Morera* en la dieta no afectó el contenido de grasa, proteína y sólidos totales de la leche, y si mejoró el beneficio neto en comparación con el concentrado (US\$3.29 vs. 2.84, respectivamente). Esquivel *et al.* (1996), al sustituir el 0, 40 y

75% del concentrado por follaje de Morera, tampoco encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la producción láctea (14.2, 13.2 y 13.8 kg/an./día, respectivamente) en vacas Holstein en pastoreo, y sin efecto en la calidad de la leche; además al analizar el costo de alimentación, el ingreso neto por animal fue 11.5% superior con el nivel máximo de Morera que el obtenido con concentrado.

Cuadro 6. Ganancia de peso y consumo de corderos "Black belly" consumiendo la leguminosa *Erythrina poeppigiana* y diferentes fuentes energéticas.

Parámetros	Testigo	Melaza	B ² verde+ melaza	B ² verde	Yuca
Peso promedio, kg	22.2	23.0	23.1	20.8	22.8
Ganancia, g/an/día ¹	74.0 ^c	92.0 ^{cb}	91.0 ^c	112.0 ^{ab}	128.0 ^a
Consumo de MS, % PV					
<i>Erythrina poeppigiana</i>	3.5	3.2	3.3	3.3	3.0
Suplemento	0.0	0.8	0.9	1.1	1.3
Total	3.5	4.0	4.2	4.4	4.3

¹/ Valores con igual letra no difieren significativamente, ($p < 0,05$). B² (Banano verde), (Benavides, 2003).

De los problemas más graves de la ganadería es la drástica disminución de la disponibilidad y calidad del pasto durante el estiaje. Una alternativa es producir forraje durante el período de lluvia para utilizarlo luego como ensilaje en la época de sequía. El ensilaje normalmente se realiza con gramíneas tropicales que contienen alto nivel de fibra y poca presencia de carbohidratos solubles, lo que llega a afectar la fermentación dando como resultado un material de baja calidad. Sin embargo la poca fibra y alto nivel de carbohidratos del follaje de Morera puede ensilarse sin aditivos, manifestándose un patrón láctico de fermentación (cuadro 7), con escasa pérdida en PC (entre 16 y 21%) y sosteniendo entre un 66 y 71% de DIVMS, parámetros superiores al de ensilaje de forrajes tropicales (Vallejo, 2005).

Cuadro 7. Ganancia de peso y consumo de corderos "Black Belly" alimentados con pasto y suplementados con varios niveles de follaje de Morera

Consumo de MS de morera, % PV ¹				
Parámetro	0	0.5	1.0	1.5
Peso inicial, kg	15.7	15.8	15.8	15.1
Ganancia, gr/an/día ²	60 ^b	75 ^b	85 ^{ab}	101 ^a
Consumo MS, kg/an/día				
King-grass ³	0.7	0.6	0.6	0.6
Morera	0.0	0.1	0.2	0.3
Total	0.7	0.7	0.8	0.9
Consumo, % PV	3.5	3.7	4.0	4.3

¹/ Como porcentaje del peso corporal. ²/ Valores con igual letra no difieren significativamente, $p < 0,01$. ³/ *Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*. (Benavides, 2003).

Esquivel *et al.* (1996), al utilizar ensilaje sin aditivos de planta integral de Morera como suplemento a toretes confinados alimentados con dieta a base del pasto elefante, se obtuvo una ganancia de peso mayor a 600 g/an/día con el consumo de Morera de 1.1% del PV en BS. Por otra parte Vallejo (2005), empleando ensilaje de Morera como dieta única en cabras, obtuvo un consumo del 5.0% del PV y el rendimiento de 2.0 kg/an/día de leche.

CONCLUSIONES

Los Sistemas Silvopastoriles intensivos (SSPi) han mostrado que se producen más carne y/o leche por unidad animal o por superficie, contrastando con los indicadores productivos obtenidos de los rumiantes en praderas de monocultivo de pastos.

Investigación en Nayarit confirma que la triple asociación (leguminosa arbustiva, herbácea y el pasto) influyó en el crecimiento, producción y calidad de biomasa; *L. leucocephala* favoreció ganancia de peso de ovinos, respecto al monocultivo de *B. brizantha*.

Estudio en Colima el tratamiento de mayor densidad, 80 mil plantas de *Leucaena*/ha en sistema de cocotero es estratégico para intensificar el sistema, más producción forrajera, capacidad de carga y alto rendimiento lácteo/vaca.

Con la siembra de leguminosas u otras forrajeras leñosas asociadas a pastos, además de complementar la dieta con proteína barata, de alta calidad, se usan en cerco vivo abaratando costos, dan sombra y confort a los animales, retienen humedad y mejoran al suelo por fijación de nitrógeno, aporte de materia orgánica y se recupera el manto freático.

Se contribuye al desarrollo sustentable de la ganadería tropical, se favorece la mitigación y vulnerabilidad del Cambio Climático (CC), proteína animal con menor emisión de metano por tonelada de producto (reducción de amenaza) y un balance positivo de gases de efecto invernadero (GEI).

La alternativa Silvopastoril en la alimentación de rumiantes se logra desarrollar en la zona del trópico mexicano, de continuarse con el monocultivo de pasto, no influye favorablemente en la actividad ganadera, en todo lo relacionado a los fenómenos meteorológicos extremos por consecuencia del CC: sequía, temperatura, descontrol del agua por el nivel del mar, etc.

LITERATURA CITADA

- Aguirre O. J., Bugarín P. J., Anguiano C. J., Lemus F. C., Palma G. J., Sanguinés G. L., Gómez D. A., Martínez G. S. y Ulloa C. R. 2011. Los sistemas silvopastoriles, alternativa de producción animal para el trópico seco. Memoria de la XXXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C., 4 al 5 de mayo de 2011, Chapingo, México.
- Aguirre, O. J. 2001. Consumo voluntario y valor nutricional de *Cynodon plectostachyus* fertilizado o abonado, con suplementación proteica a corderos Pelibuey. Tesis Doctoral en Ciencias Pecuarias. Universidad Autónoma de Nayarit. Facultad de Agricultura. Xalisco Nayarit, 139 p.
- Araya, J.; Benavides, J.E.; Arias, R.; Ruiz, A 1993. Identificación y caracterización de árboles y arbustos con potencial forrajero en Puriscal, Costa Rica. In Seminario centroamericano y del caribe sobre agroforestería y rumiantes menores. (2., 1993, San José, Costa Rica). Memorias. Turrialba, Costa Rica., comisión nacional para el desarrollo de la actividad caprina, 46 p.
- Benavides, J.E. 2011. Integración de árboles y arbustos en los sistemas de alimentación para cabras en América Central: un enfoque agroforestal. El chasqui (C.R.) no. 25:6-35.
- Benavides, J.E. 2003. Efecto de diferentes niveles de suplementación con follaje de morera (*Morus* sp.) sobre el crecimiento y consumo de corderos alimentados con pasto (*Pennisetum purpureum*). In: Resumen de las investigaciones realizadas con rumiantes menores, cabras y ovejas. Informe Técnico No. 67. CATIE, Turrialba, C.R. pp 40-42.
- Esquivel, J.; Benavides, J.E.; Hernández, I.; Vasconcelos, J.; González, J.; Espinoza, E. 1996. Efecto de la sustitución de concentrado con morera (*Morus alba*) sobre la producción de

- leche de vacas en pastoreo. in: Resúmenes. Taller internacional "los árboles en la producción ganadera". EEPF "Indio Hatuey", Matanzas, Cuba. p. 25.
- Gómez, I; Fernández, J. L; Espinosa, R. y Olivera, Y. 2004. Establecimiento de leguminosas arbustivas en multiasociación con especies de pastos en vertisuelos. *Pastos y forrajes* 27 (3): 128-135.
- González, J. 1996. Evaluación de la calidad nutricional de Morera (*Morus* sp.) fresca y ensilada, con bovinos de engorda. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 84 p.
- INEGI. 2010. Anuario Estadístico de Nayarit. México. Consulta en línea de Internet. Marzo de 2010.
- Jiménez Merino Alberto. 1993. La producción de forraje en México. Universidad Autónoma de Chapingo–Banco de México-FIRA. Edit. UACH-FIRA, (reimpresión), 83 p.
- Martínez S.; Aguirre J.; Zepeda J.; Ulloa R.; Figueroa R.; Macías H.; Moreno L. 2009. La ovinocultura de Nayarit, México. *Revista Fuente*, ISSN: 2007-0713, Universidad Autónoma de Nayarit, 5-9 p.
- Medina, J. M.; Rouyer, B.; Tejada, M.; Layus, M.; Boiron, B. 1994. Evaluación preliminar de producción de biomasa de nueve especies de árboles en plantaciones naturales. In Reunión Anual del Programa de Cabras del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Memorias. Tegucigalpa, C.R. CATIE. 76 p.
- Mendizabal, G.; Arias, R.; Benavides, J. E.; Rios, E.; Marroquin, F. 1993. Utilización del follaje de plantas silvestres en la alimentación de rumiantes, en el Altiplano Occidental de Guatemala, 33 p.
- Murgueitio R.E., Chará O.J. Barahona R.R., Cuartas C.C. y Naranjo R.J. 2012. Los Sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático. IV. Congreso Internacional sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. Memorias, Morelia y Valle de Apatzingán/ Tepalcatepec 1-8 pp.
- Murgueitio R.E., Calle Z., Uribe F., Calle A. and Solorio B. 2011. Native Trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261: 1654-1663.
- Murgueitio, R.E. 1999. Reconversión social y ambiental de la ganadería bovina en Colombia. *World Animal Review*. FAO, Rome. 86 p.
- Oviedo, J. F. 2005. Morera (*Morus* sp.) en asocio con Poró (*Erythrina poeppigiana*) y como suplemento para vacas lecheras en pastoreo. Tesis M. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 86 p.
- Pacheco, M.D. 2004. Niveles crecientes de morera (*Morus alba*) en la alimentación de ovinos en Yucatán. Tesis Maestría en Ciencia Animal. Conkal, Yucatán, México, 86 p.
- Palma, J.M. 2006. Los sistemas Silvopastoriles en el trópico seco Mexicano. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 14 (3):95-104.
- Rodríguez, Z.; Benavides, J.E.; Chaves, C.; Sánchez, G. 1997. Producción de leche de cabras estabuladas alimentadas con follaje de Madero negro (*Gliricidia sepium*) y de poró (*Erythrina poeppigiana*) y suplementadas con plátano pelipita (*Musa* sp. cv. "Pelipita"). *Proceedings of a Workshop*. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Honolulu, Hawaii, EE.UU. NFTA. p. 212-216.
- Ruiz, T. E. y Febles G. 2003. Establecimiento de especies de árboles y arbustos tropicales. Siembra, manejo y puesta en explotación. Curso financiado por el FIRA en Tantakin, Yucatán, México, 36 p.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2010. Diagnóstico de la Ganadería en Nayarit. Subdelegación de Ganadería. Estudio informativo. 35 pp.

Vallejo, M.A. 2005. Efecto del premarchitado y la adición de melaza sobre la calidad del ensilaje de diferentes follajes de árboles y arbustos tropicales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., CATIE. 98 p.

BIENESTAR ANIMAL Y CALIDAD DE LA CARNE OVINA

Genaro C. Miranda-de la Lama

Área de Bienestar Animal y Producción Ganadera Sostenible. Departamento Ciencias de la Alimentación, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma (UAM-L), Estado de México, México.

E-mail: g.miranda@correo.ler.uam.mx

RESUMEN

Uno de los primeros objetivos de la industria es proporcionar productos cárnicos de calidad a los consumidores. En este sentido el transporte y sacrificio de los animales, constituyen la última etapa del proceso primario de producción cárnica, la cual es muy visible a la opinión pública en general. En esta ponencia se analizan las nuevas tendencias en el transporte del ganado ovino de carne. Se analiza el efecto de la nueva estructura del sistema de producción de corderos con la incorporación de centros de clasificación y cebo. Los factores más importantes de pérdida de bienestar son el mal manejo, los dobles transportes, viajes largos, periodos prolongados en el camión sin movimiento, las estancias intermitentes en la engorda, y la vibración del vehículo durante el transporte.

Palabras clave: producción cárnica, bienestar animal, calidad de la canal

INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, la clasificación, distribución y sacrificio de los animales fue atribución de los ganaderos, con la participación de transportistas, pequeños mayoristas y carniceros. Esta sencilla cadena logística se iniciaba con la carga de los animales en granja, el transporte al matadero y su sacrificio (Miranda-de la Lama et al., 2009). Recientemente, el sistema se ha tornado más complejo al incluirse nuevos pasos intermedios en la cadena de producción. Ello ha sido consecuencia de la elevada demanda de productos homogéneos y con marcas de calidad (Miranda-de la Lama et al., 2010a). Las cadenas logísticas son ahora más dinámicas y exigentes en sus niveles de organización. La industria ganadera ovina ha experimentado estos cambios en los modos de producción con una tendencia a la especialización de los diferentes componentes del sistema. Ello ha redundado en el logro de un producto más homogéneo, una oferta más regular y la simplificación del manejo de los ganaderos, resolviendo en parte los problemas de escasa mano de obra especializada del sector (Miranda-de la Lama et al., 2010b). No obstante este nuevo esquema tiene el riesgo de sufrir una fragmentación, por lo que requiere de una activa y eficaz coordinación entre sus componentes (Miranda-de la Lama et al., 2010c).

CADENA LOGÍSTICA PRE-SACRIFICIO

El objetivo fundamental de la producción de carne, es lograr animales que al sacrificio tengan una adecuada cantidad y calidad de carne, de acuerdo con las exigencias de calidad y disponibilidad de un mercado determinado. La obtención, distribución y comercialización del producto carne, esta soportada por una cadena productiva la cual está basada en una cadena de suministros (María y Miranda-de la Lama, 2009). Una cadena de suministro puede definirse como: “red de organizaciones que están involucradas a través de uniones en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos para los clientes finales” (Christopher, 1998). La gestión de una cadena de suministros, controla una serie de procesos

involucrados en la obtención de un producto, este sistema contempla a todos los componentes de la cadena en su magnitud y gestiona la cadena en su conjunto, consiguiendo la absoluta implicación de todos los componentes de la misma.

Cuando hablamos de una cadena de suministros en la industria cárnica nos referimos a las siguientes fases de producción: producción primaria (cría y cebo), pre-sacrificio y sacrificio, transformación, distribución, venta al menudeo. En este sentido, la cadena de suministro de carne ovina en España, se ha ido convirtiendo a sistemas verticalmente integrados. Esta integración es impulsada principalmente por productores e introductores que están asociados en compañías y cooperativas. Obviamente la cadena tiene en cada país, ciertas particularidades vinculadas a las condiciones geográficas, recursos logísticos, volumen productivo, dinámica de la oferta y demanda de la especie sujeta a comercializar. En este sentido la cadena logística de finalización y transporte es un proceso inicia con la carga de los animales en la granja y su transporte a centros de clasificación, mercados de subasta, granjas de cebo o directamente al matadero y termina con el depósito de las canales en las cámaras de refrigeración y maduración. De acuerdo a Ljungberg et al., (2007), este proceso exige el desarrollo de una logística eficaz y dinámica de planificación, teniendo en cuenta las condiciones de la carretera, el clima, las condiciones del tráfico, el transporte, tiempos de espera de ingreso al matadero y la espera pre sacrificio.

Transporte

El manejo y el transporte al final de la vida productiva de los animales son una actividad estratégica para la industria de la carne que requiere de una gran planificación e infraestructura (Speer et al., 2001). En España se movilizan anualmente por carretera aproximadamente 70 millones de cabezas de ganado (MAPA, 2007), de los cuales 19 millones corresponden a ovinos. Normalmente la parte final del cebo inicia con el embarque de los animales en la granja, el transporte al matadero y la espera previa al sacrificio (Ljungberg et al., 2007). Sin embargo, el incremento del nivel de especialización y complejidad logística para cubrir las demandas de un mercado globalizado y altamente competitivo, ha impulsado cambios en las cadenas logísticas pre-sacrificio que a su vez integran cadenas logísticas de suministros. Dando origen a centros de acopio, mercados de subasta y clasificación (Jarvis et al., 1996; Averós et al., 2008; Miranda- de la Lama et al., 2010b). El incremento en la complejidad en la logística y transporte animal representa, aún en las mejores condiciones un marcado estrés en los animales, cuyos resultados pueden traducirse en apreciables pérdidas de peso vivo, enfermedades e incluso muertes (Bak y Wajda, 1997). Debido a que los animales están expuestos a una serie de estímulos que incluyen: Aumento de la manipulación y el contacto humano; Carga, transporte y descarga; Ambientes novedosos; Privación de alimento y agua; Cambios en la estructura social al reagrupar animales de diversos orígenes y Cambios en las condiciones micro climáticas.

Según Warris et al. (1992), tanto el bienestar de los animales como la calidad de la carne pueden mejorarse reduciendo los tiempos de comercialización y las distancias de viaje hasta los mataderos, planificando adecuadamente el orden de sacrificio en los mataderos y prevenir esperas prolongadas y procurando que las esperas se lleven a cabo en las mejores condiciones posibles. Por esta razón, una de las labores más importantes y sensibles del proceso de producción cárnica radica en sistematizar el proceso final de cebo de los animales y el transporte de los mismos al matadero. Estos procesos están siendo abordados en las nuevas normas Europeas, para el transporte de ganado, que cubren la pre-carga, carga de ganado, el viaje de transporte y descarga. Por lo cual es imprescindible hacer planes de viaje, que abarca a los vehículos, las densidades de carga, la duración del viaje (incluidos los períodos de descanso para el conductor y el ganado), los métodos de arreo, carga y descarga, el agua, las condiciones climáticas, tipo de ruta y caminos

recorrido. Cockram et al. (2004) confirma la necesidad de aplicación de estas normas para garantizar el bienestar de los animales en tránsito, y demuestra que las condiciones de la cadena logística pre-sacrificio tienen un impacto significativo en los ovinos.

La carga y la descarga es una de las principales prácticas de manejo que más afectan al bienestar animal durante el transporte (Broom, 1995). Debido a que se somete a los animales a espacios novedosos y actividad física intensa. Por este motivo, se producen cambios fisiológicos que se ven exacerbados cuando se les unen otros factores estresantes como la mezcla de animales, el ruido, el cambio de luz o temperaturas altas. El incremento del cortisol plasmático y de la frecuencia cardíaca, son consecuencia fundamentalmente del proceso de carga, tanto si esta se hace en rampas normales o mediante elevadores (Parrot et al., 1998b). La carga y la descarga se deben realizar lo más calmada y eficazmente posible (Collins, 1993).

La intensidad de la experiencia del transporte en los animales depende de la calidad de la conducción y el estado del camino (vibración y el ruido), la duración del viaje, el tiempo de privación de alimento y agua, las condiciones atmosféricas, el diseño de los vehículos, la densidad de carga en el vehículo y la mezcla social (Kilgour y De Langen, 1970). A estos aspectos habría que sumar la novedad del ambiente para el animal, al constituir un fuerte cambio, el cual pasa de uno habitual en el que tiene sus necesidades básicas cubiertas y está sometido a estresores de baja intensidad de acción crónica, a otro en el que se halla sometido a estresores del tipo agudo y de alta intensidad (Tarrant y Grandin, 2000). Todos estos factores son dependientes de la raza y tipo de animal. Aquellas razas provenientes de sistemas más extensivos tienen reacciones de estrés más altas que las que se han mantenido en sistemas intensivos (Hall et al., 1998a). Knowless (1998), Hall y Bradshaw (1998) han revisado los aspectos relacionados con el transporte de ovinos y el bienestar animal.

En transportes largos de hasta 24 horas, la frecuencia cardíaca y niveles de cortisol plasmático se incrementan. Siendo mayor al inicio del transporte, decreciendo gradualmente hasta alcanzar niveles mínimos a las 9 horas. En este momento los indicadores clásicos de estrés agudo son menos importantes, cobrando mayor importancia aquellos indicadores asociados al metabolismo energético y a los metabolitos asociados a la falta de alimentos (Knowless, 1995). Ruiz de la Torre et al. (2001) encontró que los corderos transportados por carreteras bien asfaltadas tuvieron menor frecuencia cardíaca y niveles bajos de cortisol que los transportados por carreteras accidentadas. También encontraron que el pH a las 24 horas post-mortem era mayor en los animales transportados por carreteras accidentadas. Este incremento del cortisol sanguíneo en corderos transportados por carreteras accidentadas ha sido corroborado por otros autores como Hall et al. (1998b).

En un estudio realizado en corderos comerciales para identificar el efecto de la vibración derivada de carreteras pavimentadas y las no pavimentadas en nuestro grupo de investigación (Monge et al., 2009), encontramos que el efecto de la vibración del vehículo afectó significativamente el bienestar de los animales y la calidad de la carne, lo que pone en evidencia la necesidad de mejorar la logística del sistema en este sentido. Todos los parámetros plasmáticos analizados se vieron afectados por efecto del tipo de carretera (Cuadro 1). Los indicadores plasmáticos indican que el bienestar de los corderos se ve comprometido como consecuencia del plan de ruta seguido para su transporte. En el caso de la carne encontramos que pH en los animales transportados por carreteras no pavimentadas (5.80) en comparación con los corderos transportados por carreteras pavimentadas (5.56). Una tendencia similar fue observada para hematomas, textura y color. Lo cual indica que transportes cortos en malas condiciones pueden suponer un riesgo para la calidad de la carne, aun incluso con un camión especialmente adaptado para el transporte de ganado. Esto pone en relevancia la importancia de la planificación de las

rutas en el transporte del ganado. El tipo de carretera y el modo de conducción son elementos importantes cuando se organiza la logística que conecta y coordina los componentes del sistema.

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) y niveles de significación para el efecto del tipo de carretera durante el transporte sobre los indicadores fisiológicos de bienestar

Variable	Pavimentada	No pavimentada	P
Cortisol (ng ml ⁻¹)	8,79 \pm 1,4	12,99 \pm 1,12	**
Glucosa (mg/DL)	89,71 \pm 5,22	123,8 \pm 5,12	***
CK (UI L-1)	441 \pm 91	882 \pm 89	***
Lactato (mg/DL)	13,75 \pm 1,41	21,72 \pm 1,38	***
G. rojos (x10 ³)	10,98 \pm 0,29	10,07 \pm 0,29	*
Relación N:L	0,56 \pm 0,09	1,24 \pm 0,09	***

NS: no significativo; * $p \leq 0,05$; ** $\leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$

La densidad de carga ha sido destacada como un factor importante de estrés durante el transporte (Ibáñez et al., 2002). Densidades muy altas o muy bajas son más estresantes que densidades intermedias (Cockram et al., 1996). Los resbalones y caídas derivadas de la aceleración o paradas abruptas son estresores de alta magnitud que se ven agravados con densidades de carga bajas. No obstante, las densidades de transportes largos deben permitir que los animales se puedan echar de forma voluntaria (Knowles et al., 1998).

Una de las consecuencias más graves del transporte ovino es la muerte de animales, (Knowles 1998), aunque a niveles menores en comparación con otras especies (broilers 0,19%, cerdos 0,07%) (Knowles et al., 1994). Uno de los problemas de salud asociados al transporte ovino más comunes es la disminución de la función ruminal debida al estrés de transporte es mayor que la observada en animales a los que se ha privado de todo alimento (Wajda et al., 1982). Si los animales se encuentran recién alimentados, suelen ser frecuentes las muertes en el transcurso de dicho transporte, más aún si se produce durante épocas de calor (Tarrant, 1989).

Según muchos autores, los animales que provienen de granjas en régimen intensivo son más susceptibles al estrés de transporte y al estrés provocado por el manejo antes del sacrificio (Wajda et al., 1982). Por lo cual, las muertes ocurridas durante el transporte, se deben en mayor medida al estrés adicional que implica el manejo en este proceso (Knowles et al., 1994). Las contusiones, fracturas, disminución del rendimiento de la canal y alteraciones en las características de la carne, como un pH elevado o corte oscuro, también se producen a consecuencia del transporte y manejo ante mortem inadecuados, reduciendo el valor del producto y dificultando su posterior procesamiento (Gallo y Gatica, 1994).

Centros de clasificación, acopio y subasta

En la actualidad no existe mucha información relativa al impacto en el bienestar y calidad de la carne en animales provenientes de pasos intermedios entre la granja y el matadero. Sin embargo, de acuerdo a Knowles et al., (1994), el aumento de puntos intermedios como mercados de subastas, centros de clasificación y estaciones cuarenténarias entre la granja de origen y el sacrificio contribuyen a un manejo mayor que aumenta el riesgo de lesiones y hematomas en comparación con los ovinos enviados directamente de la granja al sacrificio. En los últimos años en España, como hemos mencionado anteriormente, se observa un cambio en los sistemas de producción de carne de cordero, hacia una mayor intensificación con la aparición de los centros de clasificación y cebo (CC) interpuestos entre los ganaderos y el matadero.

Hay varias razones comerciales y productivas por qué los centros de clasificación (CC) son útiles en la cadena de producción de carne de cordero, que incluye la simplificación de la gestión de las explotaciones, la escasez de mano de obra especializada y la normalización de los productos. Los corderos son enviados poco después de su destete en sus granjas de origen, a centros de clasificación. Dependiendo del peso vivo a la llegada, los corderos pueden tener que permanecer en la CC durante varios días o incluso semanas hasta que alcancen el peso adecuado de sacrificio. Como resultado, dos viajes (de la granja a la CC y de la CC para el matadero) se llevan a cabo en un corto período de tiempo (Miranda-de la Lama et al., 2009).

En estos centros son clasificados por su peso después de un transporte a densidades muy elevadas, mezclados con corderos provenientes de distintas granjas, alojados en corrales con una elevada restricción espacial y mínima estimulación ambiental. En función del peso de arribo, el cebo puede durar desde pocos días hasta un mes, aproximadamente. Posteriormente los corderos son vueltos a cargar para ser enviados al matadero. Por tanto el cordero pasa por tres ambientes totalmente novedosos y estresantes, con los consiguientes transportes, con un manejo poco personalizado y con el agravante de una inevitable mezcla social. No obstante, son indudables las ventajas logísticas y de comercialización, así como la simplificación del manejo en granjas de cría, que supone esta reestructuración del sistema de producción (María y Miranda-de la Lama, 2009).

Espera pre-sacrificio

Hay tres razones fundamentales por las que los animales después de ser transportados al matadero, tengan un tiempo de espera antes de ser sacrificados. Primero, permite la planificación del sacrificio por lotes de acuerdo a los requerimientos de la planta (Warris, 2000); en segundo lugar el poder inspeccionar al ganado (Grigor et al, 1997) y finalmente permite a los animales descansar y recuperarse de los rigores del viaje (Warris et al., 1992; Warris, 2000). En el matadero, los animales están expuestos a diversos factores que inducen estrés en los animales como olores y ruidos novedosos, privación de alimento, variaciones de temperatura, transporte por períodos prolongados, el ejercicio muscular, mezcla de grupos de animales de distinto origen y el contacto con los operadores (Warris, 1990; 1992). Ante esta exposición, es posible que en el período espera en condiciones desfavorables (mezcla social, manejo violento y malas instalaciones) antes del sacrificio puedan afectar negativamente al bienestar de los animales y la calidad de la carne (Augustini 1981). En este contexto, el descanso de los animales antes del sacrificio permite la recuperación del estrés experimentado durante los procesos de carga, transporte y descarga de los animales (Warris et al., 1992). Normalizando las condiciones metabólicas, tales como la renovación de los niveles de glucógeno muscular y el tono muscular, favoreciendo la relajación de aquellos animales más afectados por las condiciones de manejo previas. Además, la fase de reposo previo al sacrificio permite recobrar las condiciones estables del sacrificio (Fisher, 2005) y de este modo, contrarrestar las deficiencias de calidad en la carne (Troeger, 1996).

En la actualidad aún no hay un criterio general sobre el tiempo necesario de descanso antes de sacrificio en los ovinos (Cockram, 1991), aunque ha sido analizado aspectos relacionados con indicadores fisiológicos y de comportamiento (Cockram et al., 1997, Ibáñez et al 2002). En otras especies como el porcino existen evidencias que permiten afirmar que un período de descanso después del transporte es necesario para la recuperación del animal. Un período de entre 3 y 8 horas de descanso pudiera ser beneficioso para el animal reduciendo el riesgo de deshidratación después de viajes largos (Knowles et al. 1996). Aunque en Kim et al. (1997), considera que 2

horas son suficientes para que los ovinos se adapten al micro ambiente del matadero, algunos autores extienden este período hasta 12 horas. Estos efectos beneficiosos son altamente dependientes de las condiciones ambientales provistas en el lugar de espera o descanso.

Sin embargo, en un estudio realizado en corderos comerciales en nuestro grupo de investigación (Liste et al., 2008), encontramos que el tiempo de espera afecta significativamente el bienestar de los animales (Cuadro 2). Aquellos corderos que fueron sacrificados sin espera en matadero demostraron niveles de estrés más elevados que los que disfrutaron de una espera apropiada. En general el tiempo de espera no afectó significativamente a las variables de calidad comercial de la carne. Sólo se vio afectado el nivel de hematomas en las canales que fue más elevado en los corderos sin espera. La espera previa al sacrificio es necesaria para minimizar los efectos de una situación estresante como es el traslado desde un ambiente familiar como la granja, a un ambiente totalmente novedoso, tanto social como físicamente, como es el matadero. El tiempo de espera debería ser mayor de dos horas, aunque tal vez periodos muy largos también puedan ser perjudiciales. No obstante, el tiempo de espera tiene un escaso efecto sobre la calidad instrumental o sensorial de la carne. Un tiempo de espera corto o largo no afecta al principal parámetro asociado a la calidad de la carne (pH). El transporte de la granja al matadero supuso en todos los casos un estresor importante que exigió a los animales poner en marcha sus mecanismos de adaptación. Además, los animales que no dispusieron de un tiempo de espera y recuperación previos al sacrificio, tuvieron más problemas para adaptar su homeostasis. No obstante, los niveles de estrés no llegaron a ser lo suficientemente elevados como para que se viera afectado el pH final de la carne y la capacidad de retención de agua.

Cuadro 2. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) de los indicadores de bienestar animal

Variable respuesta	Valores Basales	Espera (24h)	No Espera (<1h)
Cortisol (ng/ml)	7,44 (\pm 3,43) ^x	24,51 (\pm 2,80) ^{a,y}	34,23 (\pm 2,80) ^{b,y}
Lactato (mg/dl)	95,28 (\pm 2,79) ^x	87,70 (\pm 2,24) ^{a,y}	117,37 (\pm 2,24) ^{b,z}
Glucosa (mg/dl)	32,95 (\pm 2,62) ^x	32,58 (\pm 4,04) ^{a,x}	49,58 (\pm 4,04) ^{b,y}
CK (UI/l)	230 (\pm 176) ^x	535,75 (\pm 57,03) ^{a,y}	363,46 (\pm 57,03) ^{b,z}
NEFA	---	1,094 (\pm 0,05) ^a	0,332 (\pm 0,05) ^b

Sacrificio

El traslado de los animales al lugar de insensibilización produce estados de reactividad, reflejado en un aumento adrenalina y noradrenalina. En este periodo de manipulación, son relativamente frecuentes las fracturas y las heridas, con la consiguiente pérdida de calidad de la canal (Troeger, 1989). En este sentido, Schäffer et al. (1997), ha podido comprobar que el uso de palos y bastones eléctricos para movilizar los animales y dirigirlos hacia el cepo, es un hábito ampliamente difundido entre los operarios, que en algunos casos supera el 96% de los casos, observando además, que la mayoría de los animales (\geq 50%) se negaban a entrar en el cepo en estas condiciones, y sólo unos pocos accedían voluntariamente. El sacrificio comprende la sujeción, el aturdimiento y el inicio del desangrado, por lo cual es un periodo sensible que de ser mal ejecutado puede producir estados de miedo y diestres (Grandin, 2000).

En la actualidad, el sistema de aturdimiento que más se utiliza en corderos es el eléctrico y en menor proporción el mecánico. El sistema de aturdimiento eléctrico consiste en el paso de una corriente eléctrica a través del cerebro con una intensidad lo suficientemente alta como para provocar una despolarización del sistema nervioso central (Velarde et al., 2003). Se ha comprobado que la sangre liberada tras el aturdimiento y sangrado procedente de animales tranquilos no influye sobre el resto de los animales, mientras que si procede de animales que ha

sufrido una excitación severa durante 10 a 15 minutos el resto de los animales se niegan a avanzar al área de sacrificio, es posible que tenga que ver con la liberación de feromonas de miedo (Grandin, 1993).

Evaluación de la cadena logística pre-sacrificio en su conjunto

Hemos analizado en detalle el efecto de la cadena logística con distintos tiempos de estancia en la engorda sobre el bienestar de los corderos y la calidad de su carne. Los resultados obtenidos nos permiten afirmar que efectivamente el paso por el centro de clasificación afecta el bienestar de los corderos y que influye sobre la calidad de la carne (ver con más detalle anexos artículos Miranda-de la Lama et al., 2009: 2010a, 2010b). Para analizar el efecto de la cadena logística pre-sacrificio y la estación del año sobre los indicadores fisiológicos de bienestar animal, de calidad instrumental y sensorial de la carne, se diseñó un experimento bajo un modelo factorial ($3 \times 2 \times 2$), que incluyó los efectos del tiempo de estancia en el centro de clasificación (G0, G7 y G28) y la época del año (verano, invierno) y dos repeticiones por estación (verano e invierno). Cada grupo muestreado consto de 12 corderos, aunque era parte de lotes más grandes (30 a 40 corderos), a fin de crear una situación similar a la utilizada comercialmente por el CC. Cada uno de los tratamientos incluyo diferentes tiempos de estancia en el CC, de acuerdo a su peso de arribo al mismo: G0 (0 días de estancia), G7 (con 7 días de estancia) y G28 (con 28 días de estancia).

Todos los parámetros plasmáticos de estrés analizados se vieron afectados por efecto del doble transporte (Cuadro 3). El tipo de estancia afectó significativamente los niveles de cortisol, NEFA, lactato, glóbulos blancos, hematocrito y relación neutrófilos:linfocitos (N:L). Los animales del grupo 7 (7 días en la engorda) y G28 (28 días en la engorda) tuvieron niveles de cortisol significativamente más elevados ($p \leq 0.05$) que los del lote G0 (unas horas en el la engorda). La estación del año afectó todas las variables analizadas a excepción del lactato, glóbulos blancos y hemoglobina. Los corderos transportados en invierno mostraron cortisol significativamente más altos que los de verano ($p \leq 0.05$). El lactato fue creciente con la estancia en el centro de clasificación demostrando una actividad adaptativa al nuevo ambiente de producción. Esta tendencia fue similar en ambas épocas del año. La actividad de la enzima CK no presento diferencias significativas entre lotes de transporte, independientemente de la estación del año. Los valores observados fueron más altos en verano que en invierno ($p \leq 0.05$). El nivel de glóbulos blancos fue mayor en corderos que permanecieron más tiempo en el centro de clasificación (G28), que correspondió con un ratio N:L más elevado en estos corderos lo que indicaría cierto nivel de inmunodepresión .

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados (\pm SE) para las variables respuesta analizadas que no mostraron efecto significativo para la interacción

Variable	Tiempo de estancia			Estación del Año	
	G0	G7	G28	Verano	Invierno
Cortisol ng/ml	18.5 \pm 3.1A	27.3 \pm 3.1b	31.3 \pm 3.1b	20.8 \pm 2.6x	30.96 \pm 2.5y
Lactato mg/dl	25.45 \pm 1.29a	28.27 \pm 1.20(b)	31.40 \pm 1.19c	28.14 \pm 1.13x	28.50 \pm 1.03x
Glucosa mg/dl	82.68 \pm 1.99ab	84.70 \pm 1.95a	79.30 \pm 1.98b	75.53 \pm 1.66x	89.03 \pm 1.58y
NEFA mmol/l	662.68 \pm 76a	550 \pm 75(b)	665 \pm 76a	822 \pm 62x	430 \pm 61y
CK UI/l	643 \pm 77a	546 \pm 76a	699 \pm 78a	828 \pm 64x	430 \pm 62y
G. Blancos	6.32 \pm 0.47a	5.57 \pm 0.66a	8.07 \pm 0.46c	20.85 \pm 2.59x	30.86 \pm 2.53y
G. Rojos	12.25 \pm 0.16a	12.04 \pm 0.18a	12.02 \pm 0.18a	12.58 \pm 0.40x	11.62 \pm 0.13y
Hematocrito	36.76 \pm 0.62a	34.63 \pm 0.66b	35.51 \pm 0.68ab	34.00 \pm 0.54x	37.27 \pm 0.53y

Letras distintas dentro de fila y tratamiento significan diferencias significativas ($p \leq 0.05$)

Se observó un efecto significativo sobre algunas variables de calidad instrumental de la carne (Cuadro 4). Este último aspecto es especialmente relevante ya que para tener un efecto sobre las variables de calidad de la carne, los niveles de estrés necesarios deben ser elevados, ya que no se trata de variables especialmente sensibles al mismo (María, 2008). Los dobles transportes afectaron los criterios de bienestar de los corderos que llegan al centro de clasificación. La mezcla de corderos de distintas procedencias, conjuntamente con el cambio de ambiente y manejo, afectan los indicadores de estrés crónico en la engorda. A esta situación de estrés crónico o subclínico se le une la acción de un estresor de carácter agudo como es el doble transporte, en muchos casos con densidades de carga muy elevadas y la re-mezcla de animales en el segundo transporte desde el centro de clasificación hasta el matadero. En general la utilización de centros de acopio y clasificación de corderos de procedencia diversa, supone un desafío para los mecanismos adaptativos de los animales. El buen manejo y las excelentes instalaciones han minimizado el coste biológico del estrés sufrido por los corderos, que parecen adaptarse eficientemente. Los resultados reflejan que si bien la logística del sistema de producción puede mejorar con centros de clasificación, consiguiendo un producto más homogéneo, sus instalaciones y manejo deben ser óptimos con el fin de minimizar los efectos del estrés provocado a los animales.

Cuadro 4. Medias (\pm SE) de mínimos cuadrados para las variables de calidad de la carne pH último (pH24), capacidad de retención de agua (WHC), textura por WB y color.

Variable	G0	G7	G28	Verano	Invierno
Máx. Carga	6.14 \pm 0.26a	5.32 \pm 0.25b	6.72 \pm 0.27a	5.53 \pm 0.22x	6.60 \pm 0.21y
Max. Stress	5.77 \pm 0.27a	5.09 \pm 0.24b	6.36 \pm 0.28a	5.24 \pm 0.23x	6.25 \pm 0.22y
Dureza	2.47 \pm 0.10a	2.09 \pm 0.10b	2.61 \pm 0.11a	2.21 \pm 0.09x	2.58 \pm 0.09y
luminosidad	38.97 \pm 0.031a	39.71 \pm 0.30a	39.56 \pm 0.32a	40.12 \pm 0.26x	38.71 \pm 0.25y
rojo	11.81 \pm 0.19a	11.89 \pm 0.18a	11.87 \pm 0.18a	11.67 \pm 0.15x	12.04 \pm 0.16y
amarillo	8.34 \pm 0.19a	8.92 \pm 0.18b	8.70 \pm 0.19ab	7.43 \pm 0.15x	9.87 \pm 0.16y
Chroma	14.50 \pm 0.22a	14.77 \pm 0.21a	14.94 \pm 0.21a	13.87 \pm 0.18x	15.61 \pm 0.17y
Hue	35.07 \pm 0.61a	36.59 \pm 0.59b	36.10 \pm 0.60ab	32.38 \pm 0.50x	39.46 \pm 0.51y
pH24	5.67 \pm 0.01a	5.63 \pm 0.01(b)	5.65 \pm 0.01a	5.51 \pm 0.01x	5.80 \pm 0.01y
WHC	18.92 \pm 0.40a	18.94 \pm 0.39a	18.11 \pm 0.40a	19.71 \pm 0.34x	17.11 \pm 0.33y

Letras distintas dentro de fila y tratamiento significan diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

EFFECTOS DEL MANEJO PRE-SACRIFICIO EN LA CALIDAD LA CARNE

El impacto del manejo y transporte en los sistemas intensivos sobre el estrés y la calidad de la carne ha sido bien documentada (Warris, 1990). Las repercusiones fisiológicas del estrés pre-sacrificio incluyen deshidratación, desequilibrios electrolíticos, balance energético negativo, disminución del glucógeno en el músculo y catabolismo de las proteínas y grasas. El estrés agudo puede afectar a los primeros atributos de calidad de la carne en el ganado como pH, color, textura y a la capacidad de retención de agua (Tarrant, 1989). Por lo consiguiente, el periodo de entre 24 a 48-h pre-sacrificio puede tener una gran repercusión en algunas cualidades de la canal, incluyendo la reducción del peso vivo, rendimiento en canal, carnes DFD y PSE carne, retención de grasa intramuscular (Schaefer et al., 2001), alteraciones del color, peor conservación y maduración, mayor riesgo de contaminación, presencia de hematomas y daños en la canal; todo lo cual puede conducir a una depreciación del producto y caída de ingresos de la cadena (Gregory, 2007).

Alteraciones en la calidad de la canal

Aunque la mayoría de las grandes pérdidas en cuanto a la canal se refiere están centradas en la presencia de hematomas y lesiones, el transporte y su manejo también pueden afectar otros parámetros. Por ejemplo, Ibañez et al., (2002), encontró que la duración del transporte es el principal factor que afecta los parámetros que determinan la calidad de la canal, de manera que los animales transportados durante 5 horas tiempo mostraron un rendimiento a la canal más bajo en comparación con los que fueron transportados en 30 minutos. En el mismo sentido, Díaz et al., (2006) señala el efecto de la duración y densidad sobre rendimientos y conformación de la canal en corderos sin señalar la raza, lo cual podría explicar sus diferencias.

Un hematoma puede ser definido como una lesión tisular con ruptura vascular que suministra y acumula sangre y suero, desarrollada después de la aplicación de fuerza, usualmente de un objeto romo (Strappini et al., 2009). La presencia de lesiones, hematomas y magulladuras, producen un detrimento de la calidad de la canal, lo mismo que sobre los rendimientos de la canal, ya que estas zonas lesionadas se van a retirar de la canal, porque no son aceptables para que pasen a la cadena de distribución y al consumo (Eldridge y Winfield, 1988). Los factores que podrían causar hematomas incluyen: el entorno físico (construcción y el estado de las instalaciones), el entorno social (el tamaño, la densidad y la composición del grupo), el temperamento de animales y las experiencias previas de los animales y el comportamiento de los manejadores (Tarrant, 1989; Grandin, 1993). Los hematomas en el ganado son un indicador de bienestar pobre, además de una causa importante de pérdidas económicas (Grandin 2000). El nivel de hematomas varía con el sexo y la edad del ganado, en general, se observan menos hematomas en los animales jóvenes, siendo los animales adultos los que presentan mayores niveles de lesiones (Jarvis et al., 1996). Muchos autores han sugerido que el diseño de las instalaciones y la actitud de los manejadores puede afectar la incidencia de hematomas (Grandin, 2000). También, la mezcla social que es una práctica común antes del sacrificio en muchos mataderos, lo cual produce conflictos, produciendo un aumento de las magulladuras y hematomas en la canal, en detrimento de la calidad de la canal y la carne (Warris, 1990).

El transporte es una de las principales actividades pre-sacrificio que generan una mayor cantidad de contusiones y hematomas. Knowles et al., (1994) encontraron en corderos que la distancia recorrida fue un pobre predictor de presentación de contusiones. Sin embargo, Hartung et al., (2003) encontró que las contusiones y heridas suceden comúnmente en transportes de corta distancia. Otros trabajos han encontrado una relación entre distancia de transporte y contusiones,

como los efectuados por Cockram y Lee (1991), Jarvis et al. (1996), Knowles (1998). Así mismo la presencia de hematomas está altamente correlacionada a fuerte esfuerzo físico y por lo tanto a altos niveles de CK (Jarvis et al., 1996).

Alteraciones en la calidad instrumental y sensorial

Los efectos del estrés durante el transporte en los ovinos no son tan evidentes como en la carne porcina y vacuna, esto se debe a que son particularmente tolerantes de ser transportados, en comparación con otras especies de granja (Knowles, 1998). En el caso de la densidad durante el transporte Ibañez et al., (2002), observo que las densidades afectan al pH inicial y a las 24 horas, siendo este pH menor en los animales transportados a una densidad más baja (0,12 m²/cordero) en comparación con un más alta (0,20 m²/cordero). Tarrant y Sherington (1980) señalan que los valores de pH más elevados en los corderos corresponden a los músculos del tercio posterior debido a que durante el transporte y sacrificio estos músculos presentan mayor consumo de glucógeno que los del tercio anterior. También el músculo *Semitendinosus* del cordero parece ser más sensible a la degradación del glucógeno por efecto del estrés que el músculo *Longissimus dorsi* (Monin, 1980). Tarrant y Sherington (1980) señalan que la actividad muscular afecta al valor del pH, ya que cuanto menor sea, la caída del pH es más rápida. Así mismo existen factores adicionales de calidad de la carne que también son afectados por los el estrés pre-sacrificio, estos efectos incluyen un aumento de la dureza (Schaefer et al., 1990) y un impacto negativo en los atributos sensoriales (Jeremiah et al., 1992). Sin embargo, Villarroel et al. (2003), afirma que el efecto sensorial es más débil en comparación con la calidad instrumental. Warner et al., (2005) encontró que cuando los corderos fueron sometidos a un ejercicio agudo 15 minutos antes del sacrificio, el pH aumento considerablemente en el lomo y pierna, aunque encontró mayor ternura y jugosidad en el lomo. También Simmons et al. (1997), observo que el ejercicio agudo antes del sacrificio no tuvo ninguna influencia en la ternura de la carne. Estos resultados sugieren que el impacto directo del estrés en los corderos antes del sacrificio, no es consistente y que puede estar asociada a la gran diversidad de factores.

El pH final de la carne influye notablemente en las propiedades organolépticas de la carne, por lo que cuando se presenta un pH elevado (>5.8), se incrementa la capacidad de retención de agua, se presenta un color más oscuro de la carne, la textura es más dura y se proporcionan condiciones más favorables para la contaminación bacteriana que cuando los valores de pH son bajos (< 5.5) (Andersen et al., 2005). El pH final (pH_{ult}) es el parámetro más comúnmente medido en los estudios que analizan los efectos *ante-mortem* sobre la calidad de la carne. Pero aunque es claro que incluso los transportes cortos pueden reducir el peso vivo y las reservas de glicógeno, esto no siempre se ve reflejado en el pH_{ult}. La falta de efecto sobre el pH_{ult} puede ocurrir cuando el transporte es solo un estresor ligero y los animales están en buenas condiciones. La relación entre el contenido inicial en glicógeno del músculo y el pH_{ult} es lineal sólo con niveles de glicógeno muy bajos. Entonces los niveles de glicógeno no bajan lo suficiente para tener un efecto sustancial en el pH_{ult}, especialmente cuando los animales son capaces de recobrase durante el periodo de espera (María et al., 2003).

CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta que la tendencia actual es al aumento del tiempo del transporte, escalas logísticas y transportes mixtos, es necesario desarrollar herramientas y protocolos que minimicen el coste biológico de la adaptación de los animales a la logística pre-sacrificio y al transporte. Es posible que el impacto del estrés pre-sacrificio haya sido subestimado en el pasado. Sin embargo, es imprescindible invertir en mejoras en el presente, para procurar el bienestar de los animales y

mejorar las ganancias de la industria. Estas mejoras deberían dirigirse al establecimiento de programas logísticos que tengan al bienestar animal como una prioridad, además de la existencia de una legislación que deberá estar basada en evidencias científicas. Al mismo tiempo, será necesario informar a los consumidores y advertir a la industria de la carne que el valor ético de un producto es un elemento de creciente importancia económica y una oportunidad de negocio que va en aumento.

REFERENCIAS

- Andersen, H., Oksbjerg, N., Young, J., Therkildsen, M. 2005b. Feeding and meat quality – a future approach. *Meat Sci.* 70, 543-554.
- Augustini, C. 1981. Influence of holding animals before slaughter. In: Hood, D.E. Tarrant, P.V. (Edit.). *The problem of dark-cutting in beef.* Martinus- Nijhoff Publishers, The Hauge, The Netherlands. pp. 379-386.
- Arnau, J., Guerrero, L., Casademont, G., Gou, P. 1995. Physical and chemical changes in different zones of normal and PSE dry cured ham during processing. *Food Chems.* 52, 63-65.
- Averós, X., Martín, S.M., Riu, M., Serratosa, J., Gosálvez, L.F. 2008. Stress response of extensively reared young bulls being transported to growing-finishing farms under Spanish summer commercial conditions. *Livest. Sci.* 119, 174-182.
- Bak, T., Wajda, S. 1997. Effect of different ways of watering porkers transported for 50 or 100 km before slaughter. *Acta Acad. Agric. Technol. Olst. Zoot.* 6, 63-73.
- Björnstig, U., Björnstig, J., Eriksson, A. 2008. Passenger car collision fatalities—with special emphasis on collisions with heavy vehicles. *Accident Anal. Prev.* 40, 158-166.
- Braver, E., Zador, P., Thum, D., Mitter, E., Herbert, M. Baum, H., Vilardo, F. 1997. Tractor-trailer crashes in Indiana: A case-control study of the role of truck configuration. *Accident Anal. Prev.* 29, 79-96.
- Broom, D.M. 2005. The effects of land transport on animal welfare. *Sci. Tech. Rev. OIE* 24, 683-691.
- Christopher, M. 1998. *Logistics and supply chain management. Strategies for reducing cost and improving service.* Prentice Hall. Londres, U.K.
- Cockram, M.S. 1991. Resting behaviour of cattle in a slaughterhouse lairage. *Br. Vet. J.* 147, 109-119.
- Cockram, M.S., Kent, J.E., Goddard, P.J., Waran, N.K., McGilp, I.M., Jackson, R.E., Muwanga, G.M., Prytherch, S. 1996. Effect of space allowance during transport on the behavioural and physiological responses of lambs during and after transport. *Anim. Sci.* 62, 461-477.
- Cockram, M.S., Kent, J. E., Jackson, R.E., Goddard, P.J., Doherty, O.M., McGill, I.M., Fox, Studdert-Kennedy, A.T., McConnell, T.I., O’Riordan, T. 1997. Effect of lairage during 24h of transport on the behavioural and physiological responses of sheep. *Anim.Sci.* 65, 391-402.
- Cockram, M.S., Baxter, E.M., Smith, L.A., Bell, S., Howard, C.M., Prescott, R. J., Mitchell, M. A. 2004. Effect of driver behaviour, driving events and road type on the stability and resting behaviour of sheep in transit. *Anim. Sci.* 79, 165-176.
- Collins, J.R. 1993. Welfare in transit. *Pig J.* 30, 23-29.
- Díaz, MT., De la fuente, J., Sánchez, M., González de Chavarri, E., Vieira, C., García, M.D., Álvarez, I., Martín, M.J., Pérez, C. 2006. Efecto del transporte a matadero sobre la calidad de la canal y de la carne de corderos lechales. En: XXXI Jornadas Científicas y X

- Jornadas Internacionales de la Sociedad Española de Ovinotecnia y Caprinotecnia. SEOC. Zamora, España.
- Eldridge, G.A., Winfield, C.G. 1988. The behaviour and bruising of cattle during transport at different space allowances. *Aust. J. Exp. Agr.* 28, 695-698.
- Fisher, A.V., Enser, M., Richardson, R.I., Wood, J. D., Nute, G.R., Kurt, E., Sinclair, L.A., Wilkonson, R.G. 1999. Fatty acid composition and eating quality of lambs types derived from four diverse breed · production systems. *Meat Sci.* 55, 141-147.
- Fernández, X., Forslid, A, Tornberg, E. 1994. The effect of high postmortem temperature on the development of pale, soft and exudative pork: interaction with ultimate pH. *Meat Sci.* 37, 133-147.
- Gallo, C., Gatica, C. 1994. Efectos del tiempo de ayuno sobre el peso vivo, de la canal y de algunos órganos en novillos. *Arch. Med. Vet.* 27, 69-77.
- Grandin, T. 1993. *Livestock handling and transport.* Cab International. Cambridge, U.K.
- Grandin, T. 2000. Uso de medidas de vocalización para monitorear la calidad del manejo animal en plantas de faena. En: 46 Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de la Carne. Sept. 28-30. Buenos Aires, Argentina.
- Gregory, N.G. 2007. *Animal welfare and meat production.* 2nd Edition, CABI Publishing, Wallingford, U.K.
- Grigor, P.N., Goddard, P.J., Littlewood, C.J. 1997. The movement of farmed red deer through raceways. *Appl. Anim. Beha. Sci.* 52, 171-178.
- Häkkänen, H., Summala, H. 2001. Fatal traffic accidents among trailer truck drivers and accident causes as viewed by other truck drivers. *Accident Anal. Prev.* 33, 187-196.
- Hartung, J., Marahrens, M., Von Holleben, K. 2003. Recommendations for future development in cattle transport in Europe. *Dtsch. Tierarztl Wochenschr.* 110, 128-130.
- Hall, S.J.G., Bradshaw, R.H. 1998. Welfare aspects of the transport by road of sheep and pigs. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* 1, 235-254.
- Hall, S.J.G., Kirkpatrick, S.M., Broom, D.M. 1998a. Behavioural and physiological responses of sheep of different breeds to supplementary feeding, social mixing and taming, in the context of transport. *Anim. Sci.* 67,475-483.
- Hall, S.J.G., Kirkpatrick, S.M., Lloyd, D.M., Broom, D.M. 1998b. Noise and vehicular motion as potential stressors during the transport of sheep. *Anim. Sci.* 67,467-473.
- Ibañez, M., De la Fuente, J., Thos, J., Gonzalez de Chavarri, E., 2002. Behavioural and physiological responses of suckling lambs to transport and lairage. *Anim. Wel.* 11, 223-230.
- Jarvis, A.M., Cockram, M.S. 1994. Effects of handling and transport on bruising of sheep sent directly from farms to slaughter. *Vet. Rec.* 135, 523-525.
- Jarvis, A, M., Cockram, M.S. 1995. Handling of sheep at markets and the incidence of bruising. *Vet. Rec.* 136, 582-585.
- Jarvis, A.M., Cockram, M.S., McGlip, I.M., 1996. Bruising and biochemical measures of stress, dehydration and injury determined at slaughter in sheep transported from farms or markets. *Br. Vet. J.* 152, 719-722.
- Joshua, S.C., Garber, N.J. 1992. A causal analysis of large vehicle accidents through fault-tree analysis. *Risk Anal.* 12, 173-187.
- Kauffman, R., Joo, S.T., Schultz, C., Warner, R., Faustman, C. 1994. Measuring Water-Holding Capacity in Post-Rigor Muscle. *Sci. Tec.* 47, 70-73.
- Knowles, T.G, Maunder, P., Warris, P.D. 1994. Factors affecting the incidence of bruising in lambs arriving at one slaughterhouse. *Vet. Rec.* 134, 107-110.

- Knowles, T.G., Brown, S.N., Warriss, P.D., Phillips, A.J., Dolan, S.K., Hunt, P., Ford, J.E., Edwards, J.E., Watkins, P.E. 1995. Effects on sheep of transport by road for up to 24 hours. *Vet. Rec.* 136, 431-438.
- Knowles, T.G., Warriss, P.D., Brown, S.N., Kestin, S.C., Edwards, J.E., Perry, A.M., Watkins, P.E., Phillips, A.J. 1996. Effects of feeding, watering and resting intervals on lambs transported by road and ferry to France. *Vet. Rec.*, 139, 335-339.
- Knowles, T.G. 1998. A review of the road transport of slaughter sheep. *Vet. Rec.* 143, 212-219.
- Kilgour, R., De Langen, H. 1970. Stress in sheep resulting from management practices. *Proc. NZ. Soc. Anim. Prod.* 30, 65-76.
- Kim, F.B., Jackson, R.E., Gordon, G.D., Cockram, M.S. 1994. Resting behaviour of sheep in a slaughterhouse lairage. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, 38, 45-54.
- Liste, G., Taylor, G., Miranda-de la Lama, G.C., Olleta, J.L., Chacón, G., García-Belenguer, S., Sañudo, C., María, G. A. 2008. Effect of lairage duration on lamb instrumental and sensorial meat quality. 54 rd International Congress of Meat Science and Technology. ICOMST. August, 10-15. Cape Town, South Africa.
- Ljungberg, D., Gebresenbet, G., Aradom, S. 2007. Logistics chain of animal transport and abattoir operations. *Biosystems Engin.* 96, 267-277.
- Loeb, P., Clarke W. 2007. **The determinants of truck accidents.** *Trans. Res. Part E.* 43, 442-452.
- MAPA, 2007. La agricultura, la pesca y la alimentación españolas: 2006. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, MAPA. Madrid, España.
- María, G.A. 2008. Meat Quality. In: Long Distance Transport and Welfare of Farm Animals. Edited by Appleby et al. CABI UK
- María G. A., Villarroel M., Sañudo C., Olleta J. L., Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time and ageing on aspects of beef quality. *Meat Sci.* 65, 1335-1340.
- María, G.A., Miranda-de la Lama, G.C. 2009. Aspectos de bienestar animal en la especie ovina. En: *Ovinotecnia, producción y economía en la especie ovina.* Sañudo C., Cepero, R. (Edit.) Prensa Universitarias de Zaragoza. Zaragoza, España.
- Miranda-de la Lama, G.C. 2009. Efecto de la cadena logística pre-sacrificio en el bienestar y calidad de la carne en corderos comerciales. Tesis de Doctorado. Universidad de Zaragoza, España.
- Miranda-de la Lama, G.C., Villarroel, M., Olleta, J.L., Alierta, S., Sañudo, C., María, G.A. 2009. Effect of the pre-slaughter logistic chain on meat quality of lambs. *Meat Sci.* 83, 604-609.
- Miranda-de la Lama, G.C., Rivero, L., Chacon, G., Garcia-Belenguer, S., Villarroel, M., María, G.A. 2010a. Effect of the pre-slaughter logistic chain on some indicators of welfare in lambs. *Livestock Sci.* 128, 52-59.
- Miranda-de la Lama, G., Villarroel, M., Liste, G., Escós, J., María, G.A. 2010b. Critical points in the pre-slaughter logistic chain of lambs in Spain that may compromise the animal's welfare. *Small Rumin. Res.* doi: 10.1016/j.smallrumres.2010.02.011
- Miranda-de la Lama, G., Sepúlveda, W., Villarroel, M., María, G.A. 2010c. Livestock trucks accidents in Spain: causes, damage and animal welfare. *J. Appl. Anim. Welf. Sci.* Aceptado.
- Monge, P., Miranda-de la Lama, G., Olleta, J.L., Sañudo, C., Muela, E., María, G.A. 2009. The effect of vehicle vibration and jolting during transport on the quality of lamb meat. 55 rd International Congress of Meat Science and Technology. ICOMST. August, 16-21. Copenhagen, Denmark.
- Monin, G. 1988. Stress d'abattage et qualités de la viande. *Rec. Méd. Vet.* 16, 835-842.

- Parrott, R.F., Misson, B.H., De la Riva, C.F., 1994. Differential stressor effects on the concentrations of cortisol, prolactin and catecholamines in the blood of sheep. *Res. Vet. Sci.* 56, 234-239.
- Parrott, R.F., Bradshaw, R.H., Lloyd, D.M., Goode, J.A. 1998a. Effects of transport and indomethacin on telemetered body temperature and release of cortisol and prolactin in prepubertal pigs. *Res. Vet. Sci.* 64, 51-55.
- Parrott, R. F., Hall, S.J., Lloyd, D.M. 1998b. Heart rate and stress hormone responses of sheep to road transport following two different loading procedures. *Anim. Welf.* 7, 257-267.
- Parrott, R. F., Hall, S.J., Lloyd, D.M., Goode, J.A., Broom, D.M. 1998c. Effects of a maximum permissible journey time (31 h) on physiological responses of fleeced and shorn sheep to transport, with observations on behavior during a short (1 h) rest stop. *Anim. Sci.* 66,197-207.
- Ruiz-de la Torre, J.L., Velarde, A., Diestre, A., Gispert, M., Hall, S.J., Broom, D.M., Manteca, X. 2001. Effects of vehicle movements during transport on the stress responses and meat quality of sheep. *Vet. Rec.* 148, 227-229.
- Schaefer, A. L., Jones, S.D., Tong, A.K., Young, B.A. 1990. Effects of transport and electrolyte supplementation on ion concentrations, carcass yield and quality in bulls. *Can. J. Anim. Sci.* 70, 107-119.
- Schaefer, A.L., Jones, S.D., Stanley, R.W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J. Anim. Sci.* 75, 258-265.
- Schäffer, D., Borell, E.V., Laube, R.B. 1997. Observations on abattoir handlers to the use of prod and stick on slaughter pigs in the entrance area of the restrainer. *Dtsch. Tierärztl. Wschr.*104, 487-489.
- Simmons, N.J., Young, O.A., Dobbie, P.M., Singh, K., Thompson, B.C., Speck, P.A. 1997. Postmortem calpain-system kinetics in lamb: Effects of clenbuterol and preslaughter exercise. *Meat Sci.* 47, 135-146.
- Speer, N.C., Slack, G., Troyer, E. 2001. Economic factors associated with livestock transportation. *J. Anim. Sci.* 79, E166-E170.
- Strappini, A.C., Metz, J.H.M., Gallo, C.B., Kemp, B. 2009. Origin and assessment of bruises in beef cattle at slaughter. *Anim.* 3, 728–736.
- Schwartzkopf-Genswein, K.S., Haley, D.B., Church, S., Woods, J., O’Byrne, T. 2008. An education and training programme for livestock transporters in Canada. *Vet. Ital.* 44, 273-283.
- Tarrant, P.V. 1989. The effects of handling, transport, slaughter and chilling on meat quality and yield in pigs. A review. *Irish J. Food Sci. Tech.* 13, 79-107.
- Tarrant, P.V., Sherington, J. 1980. A investigation of ultimate pH in the muscle of commercial beef carcass. *Meat Sci.* 4, 287-297.
- Tarrant, P.V., Grandin, T. 2000. Cattle transport. In: Grandin T. *Livestock handling and transport*. 2nd edition. CAB International, USA.
- Topel, D.G., Bicknell, E.J., Preston, K.S., Christian, L.L., Matsushima, C. Y. 1968. Porcine stress syndrome. *Mod. Vet. Pract.* 49, 40-60.
- Troeger, K. 1996. Transportation of slaughter animals. Treatment Turing transport and its consequences for product quality. *Fleisch. Intern.* 1, 2-4.
- Velarde, A., Gispert, M., Diestre, A., Manteca X., 2003. Effect of electrical stunning on meat and carcass quality in lambs. *Meat Sci.* 63, 35-38.

- Villarroel, M., María, G.A., Sañudo, C., Sierra, I., García-Belenguer, S.G., Gebresenbet, G. 2001. Critical points in the transport of cattle to slaughter in Spain that may compromise the animal's welfare. *Vet. Rec.* 149, 173-176.
- Villarroel, M., María, G.A., Sañudo, C., Olleta, J.L., Gebresenbet, G. 2003. Effect of transport time on sensorial aspects of beef meat quality. *Meat Sci.* 63, 353-357.
- Warner, R.D., Ferguson, D.M., McDonagh, M.B., Channon, H.A., Cottrell, J.J., Dunshea, F. R. 2005. Acute exercise stress and electrical stimulation influence the consumer perception of sheep meat eating quality and objective quality traits. *Aust. J. Exp. Agr.* 45, 553-560.
- Warris, P.D. 1992. Animal welfare. Handling animals before slaughter and the consequences for welfare and product quality. *Meat Focus Int.* July. 135- 138.
- Warris, P.D., 1990. The handling of cattle pre-slaughter and its effects on carcass and meat quality. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 28, 171-186.
- Warris, P.D. 1992. Animal welfare. Handling animals before slaughter and the consequences for welfare and product quality. *Meat Focus Int.* July. 135- 138.
- Warris, P.D. 2000. *Meat Science: an introductory text.* CABI Publishing. Wallingford, Oxon, UK.
- Warris, P.D., Brown, S.J., Adams, S.J.M. Lowe, D.B. 1990. Variation in haem pigment concentration and color in meat from British pigs. *Meat Sci.* 28, 321-329.
- Warris, P.D., Brown, S.N., Knowles, T.G., Kestin, S.C., Edwards, J.E., Dolan, S.K., Phillips, A.J. 1995. Effects on cattle of transport by road for up to 15 hours. *Vet. Rec.* 136, 319-323.
- Woods, J., Grandin, T. 2008. Fatigue: a major cause of *commercial livestock truck accidents.* *Vet. Ital.* 44, 259-262.

CONTROL INTEGRADO DE GARRAPATAS EN LA GANADERÍA BOVINA

INTEGRATED CONTROL OF TICKS IN BOVINE LIVESTOCK

RI Rodríguez-Vivas*, JA Rosado-Aguilar, MM Ojeda-Chi, LC Pérez-Cogollo, I Trinidad-Martínez, ME Bolio-González

*Cuerpo Académico de Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Km. 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. CP. 97100. Mérida, Yucatán, México. *E-mail: rvivas@uady.mx*

RESUMEN

Las infestaciones de la garrapata del ganado, *Rhipicephalus microplus*, producen el mayor problema global de ectoparásitos en ganado de regiones tropicales y subtropicales, provocando grandes pérdidas económicas en la producción bovina. El control de *R. microplus* se basa principalmente en el uso de ixodicidas; sin embargo, su uso irracional ha propiciado la aparición de garrapatas resistentes a las principales familias de ixodicidas. Esto hace necesario el desarrollo de alternativas de control, incluyendo el empleo de prácticas de manejo en los animales, selección de razas de bovinos resistentes a las garrapatas, uso de extractos de plantas, manejo de pastizales, vacunación (vacuna anti-garrapata) y control biológico. El manejo integral de garrapatas consiste en la apropiada combinación de al menos dos herramientas de control para romper el equilibrio de poblaciones con alta proporción de individuos genéticamente resistentes, manteniendo un adecuado nivel de producción en los animales. El objetivo del presente artículo es presentar una revisión actualizada del uso de diferentes manejos de control integrado de garrapatas para el control de *R. microplus* en la ganadería bovina.

Palabras claves: garrapatas, ixodicidas, resistencia, control integrado de garrapatas

ABSTRACT

Infestations with cattle tick, *Rhipicephalus microplus* constitute the most important ectoparasite problem in the tropical and subtropical regions of the globe, resulting in major economic losses in the cattle production. The control of *R. microplus* is mostly based on the use of ixodicides. Nevertheless, the irrational use of such products has resulted in tick populations exhibiting resistance to all major ixodicide drug classes. This has urged the development of control alternatives, including the use of animal husbandry practices, selection of tick-resistant cattle breeds, plant extracts, grassland management, vaccination (anti-tick vaccine) and biological control. Integrated tick management consists of the proper combination of at least two control tools aiming to destabilize the constitution of populations with higher proportions of genetically-resistant individuals, while maintaining adequate levels of animal production. The purpose of this paper is to present an updated review on the use of different integrated tick control for the control of *R. microplus* in the cattle livestock.

Key words: ticks, ixodicides, resistance, integrated tick management

INTRODUCCIÓN

En México se han registrado 82 especies de garrapatas tanto en animales silvestres como domésticos siendo *Rhipicephalus microplus* la que mayor impacto tiene en la ganadería debido a su amplia distribución en regiones tropicales y subtropicales, a los daños económicos (disminución de los parámetros productivos de los animales y los costos de control), a los problemas de resistencia a ixodicidas, y a las enfermedades que trasmite (*Babesia bovis*, *B. bigemina* y *Anaplasma marginale*) (Rodríguez *et al.* 2005; Rodríguez-Vivas *et al.* 2006a,b).

En México los ixodicidas son la estrategia más utilizada para el control de *R. microplus*. Estos se aplican sobre el cuerpo de los animales infestados a intervalos específicos determinados por la región ecológica, especies a las que se va a combatir y por la eficacia residual del producto empleado. Los ixodicidas más empleados en México son: organofosforados (OF), piretroides sintéticos (PS) y amitraz (Am). Las lactonas macrocíclicas (LM) son endectocidas que también controlan las infestaciones por garrapatas y han sido usadas en los últimos años en México. Los ixodicidas y LM han sido utilizados con éxito en el control de las garrapatas; sin embargo, su uso constante ha ocasionado la selección de poblaciones resistentes a la acción de los pesticidas (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006a,b, 2007; Pérez-Cogollo *et al.* 2010; Fernández-Salas *et al.* 2012). En México existen varios métodos no químicos que se han empleado con éxito para el control de garrapatas (el uso de razas bovinas resistentes a garrapatas, rotación y descanso de praderas, control biológico y vacunas). Sin embargo, el método más promisorio para reducir las poblaciones de garrapatas, es el control integrado de garrapatas es, el cual combina dos o más métodos de control. El objetivo del presente artículo es presentar una revisión actualizada del uso del diferentes manejos de control integrado de garrapatas para el control de *R. microplus* en la ganadería bovina.

IMPORTANCIA DE *Rhipicephalus microplus*

Las garrapatas son ácaros artrópodos, comprendidas en dos familias: Ixodidae o garrapatas duras y Argasidae o garrapatas blandas (Barker & Murrell 2004). Debido a su gran capacidad de adaptación y propagación las garrapatas del género *Rhipicephalus* se extienden en diversas áreas geográficas de todo el mundo (Estrada-Peña & Venzal 2006). De las cinco especies que integran a nivel mundial el género *Rhipicephalus*, *R. microplus* presenta mayor importancia por su amplia distribución en gran parte de América (excepto Estados Unidos de América, EUA, donde se encuentra erradicado), África, Asia y Australia (Nari & Fiel 1994; Rodríguez-Vivas *et al.* 2005; Taylor *et al.* 2007).

R. microplus produce pérdidas relacionadas con mortalidad de los animales, reducción en los niveles de producción, alteraciones reproductivas, altos costos de control, transmisión de diversos agentes patógenos como virus, bacterias, rickettsias y protozoos. Esto puede conducir a enfermedades agudas, crónicas o incluso, a la muerte de los animales (Rodríguez-Vivas *et al.* 2011). La pérdida de peso de un bovino parasitado por garrapatas del género *Rhipicephalus* se calcula en 0.26 kg/garrapata/año y se ha observado que animales infestados con garrapatas reducen su consumo de alimento (4.37 kg) en comparación con animales no expuestos a garrapatas (5.66 kg). Estos efectos ocasionan pérdidas de varios miles de millones de dólares en la economía pecuaria mundial (Rodríguez-Vivas *et al.* 2005; Jonsson 2006).

MÉTODOS DE CONTROL DE *Rhipicephalus microplus*

Control químico

Los métodos de control químico de las garrapatas, tienen como función romper los ciclos de vida de las garrapatas a través de la aplicación de ixodicidas a intervalos determinados por la región ecológica, especies a las que se va a combatir, eficacia residual o persistencia del antiparasitario. En México existen más de 50 productos para el control de garrapatas que incluyen seis grupos distintos con diferencias en sus mecanismos de acción (OF, PS, Am, fenilpirazolonas, reguladores del crecimiento y LM) y que se pueden aplicar por aspersión, inmersión, de forma epicutánea (pour-on) y por vía parenteral (inyectables) (Rodríguez-Vivas *et al.* 2010).

Asimismo, en el mercado internacional se puede encontrar la mezcla de varios ixodicidas que potencializan la acción contra garrapatas. Existen varios OFs que sinergizan la toxicidad de la cipermetrina y deltametrina para el control de *R. microplus*. En Australia, se ha utilizado con éxito la combinación de ixodicidas tales como cipermetrina + clorfenvinfos y deltametrina + etión (George *et al.* 2004). Furlong (1999) enlista la mezcla de ixodicidas que se usan en Brasil para el control de garrapatas tales como cipermetrina + clorfenvinfos y permetrina + diclorvos. En México, existen mezclas de ixodicidas disponibles en el mercado nacional y una de las principales es la mezcla de cimiazol + cipermetrina (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006a,b). Una de las ventajas de esta mezcla de ixodicidas es que se puede combatir garrapatas y moscas al mismo tiempo; sin embargo, el riesgo de generar poblaciones de garrapatas resistentes a los ixodicidas es mayor, por lo que su uso debe ser mediante esquemas establecidos.

Por otro lado, se ha reportado que las LM tiene un impacto ambiental negativo ya que se ha demostrado que en ranchos tratados con LM disminuye la diversidad y abundancia de las poblaciones de escarabajos estercoleros (Basto-Estrella *et al.* 2011). El uso indiscriminado de estos productos ha provocado la selección de poblaciones de garrapatas resistentes, debido a la fuerte presión que elimina a los individuos susceptibles, disminuyendo progresivamente el efecto y elevando los costos de desarrollo de nuevos ixodicidas (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006, 2007). En el sureste de México Rodríguez-Vivas *et al.* (2006a) reportaron que la mayoría de los ranchos estudiados presentaban poblaciones de garrapatas con resistencia múltiple a ixodicidas (principalmente multiresistencia a OFs-PSs-Am). La resistencia de *R. microplus* a los PSs fue la más importante, ya que del 66 al 95% de los ranchos en el sureste de México presentan garrapatas resistentes a deltametrina, flumetrina y cipermetrina. Miller *et al.* (2008) y Perez-Cogollo *et al.* (2010) reportaron en México los primeros casos de *R. microplus* resistente a fipronil e ivermectina respectivamente. Recientemente, Fernandez-Salas *et al.* (2012) reportaron ranchos multiresistentes a a OFs, AMs y LMs en el Estado de Veracruz. Estos reportes ponen de manifiesto la necesidad de buscar nuevas alternativas de control de garrapatas, para reducir el uso de ixodicidas y retrasar el proceso de selección de poblaciones de garrapatas resistentes a los productos químicos.

Uso de químicos naturales de plantas

Un método de control químico natural de garrapatas se basa en el uso de extractos de plantas. Sardá-Ribeiro *et al.* (2007) estudiaron la eficacia de extractos de plantas (*Calea Serrata*), para el control de *R. microplus* y *R. sanguineus*, obteniendo una reducción del 11 al 14% en la oviposición y 100% de mortalidad en larvas de *R. microplus* y *R. sanguineus*, a una concentración de 50, 25, 12.5 y 6.25 mg/ml. En Colombia Neira *et al.* (2009) evaluaron el efecto de la tintura de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el control de la garrapata en caninos frente al tratamiento clásico con Amitraz y los resultados de efectividad obtenidos fueron de un 70% para

larvas, 61,79% en ninfas y 64,9 % para adultos a una concentración de 0.0117% de nicotina comparados con un 92% de efectividad promedio del amitraz en los tres estados larvas, ninfas y adultos. También se ha reportado que los extractos metanólicos de hojas y corteza de Neem (*Azadirachta indica*) son eficaces para el control de garrapatas (Pathak *et al.* 2004). Asimismo los aceites de *Azadirachta indica* y *Ocimum* han mostrado eficacia como ixodicidas y poseen propiedades repelentes contra larvas de *Amblyomma variegatum* y todos los estadios de *Hyalomma anatolicum excavatum* y *R. appendiculatus* (Ndumu *et al.* 1999; Kaaya & Hassan 2000).

En México, Rosado-Aguilar *et al.* (2010a,b) evaluaron la eficacia de 45 extractos metanólicos de plantas en larvas de *R. microplus* reportando eficacias de 5-99%; y en adultas (utilizando los extractos de *Petiveria alliacea*) reportaron un 86% de eficacia y un 91% de reducción en el índice de eficiencia reproductiva. Además, en estos extractos se identificaron, mediante cromatografía de gases, al benciltrisulfuro y bencildisulfuro como los posibles compuestos responsables del efecto ixodicida. Martínez-Velázquez *et al.* (2011) reportaron 100% de eficacia para el control de larvas usando extractos de *Cuminum cyminum* y *Pimenta dioica*. Asimismo, Fernández-Salas *et al.* (2011) reportaron que cuatro plantas tropicales ricas en taninos fueron eficaces en el control de larvas de *R. microplus* y confirmaron la participación de los taninos en el efecto ixodicidas mediante el uso de inhibidores específicos. Hasta la fecha, el uso de extractos de plantas para el control de *R. microplus* en México ha tenido resultados importantes; sin embargo, es necesario estudiar algunos aspectos relacionados con la variación de los metabolitos secundarios en las plantas a través del año, aislar y evaluar los metabolitos activos, así como realizar estudios *in vivo*.

Control no químico

Dentro de los principales métodos de control no químico de *R. microplus* se encuentran:

Selección de hospederos resistentes

Las razas *Bos indicus* son más resistentes a las garrapatas que las razas *B. taurus*. Jonsson (2006) menciona que en ganado *B. indicus* presenta del 10 al 20% menos garrapatas que el ganado *B. taurus*. La resistencia a las garrapatas varía en relación al sexo, edad, estado de gestación y lactación y temporada del año (Utech *et al.* 1978). El uso de ganado resistente a las garrapatas se puede lograr por la selección de animales que presenten menos garrapatas, y su posterior cruzamiento con otros animales con la misma característica, así como introducir sangre cebú en el hato (Rodríguez-Vivas *et al.* 2005). En cruza de ganado *B. indicus* la heredabilidad del número de garrapatas *R. microplus* es alta ($h^2 = 0.34$), el total de la proporción de la variación genotípica se debe al efecto aditivo de los genes (Mackinnon *et al.* 1991).

Introducción de depredadores naturales

En México y en América Latina existen algunas garzas y pájaros que son depredadores naturales de garrapatas. También existen algunas especies de hormigas con efecto depredador en la población de garrapatas (Wilkison 1970; Verrisimo & Machado 1995; Ojeda-Chi *et al.* 2011).

La rotación, descanso y quema de praderas

El sistema de rotación se basa en descansos obligados de las praderas con la finalidad de presionar a las garrapatas en su etapa de vida libre al impedir o retardar que como larvas activas encuentren a su hospedero para que mueran por hambre y deshidratación (Wilkinson 1970; Camino 1991). Furlong (1998) reportó que el tiempo de descanso para reducir el número de larvas presentes de las

praderas debe ser de 45-60 días. En Australia se ha demostrado que dando un solo descanso en verano de 12 semanas se redujo las poblaciones de garrapatas. En Venezuela el empleo de la modelación por computadora permitió predecir que al emplear una rotación de praderas de 36 días de descanso en época de secas y 24 días en épocas lluvias permite una reducción sustancial de las infestaciones de garrapata (FAO 2005).

El fuego afecta directamente a las garrapatas por la exposición que sufren a las altas temperaturas los estadios de larvas, las hembras adultas y los huevos. Indirectamente tiene un efecto por la destrucción de la capa de vegetación que le sirve de protección a las garrapatas (FAO 2005). Sin embargo, en California, EUA se realizó un estudio para evaluar el efecto del fuego sobre las poblaciones de garrapatas; los autores concluyeron que pesar de las quemas prescritas en los hábitats no se traduce en una disminución de la abundancia de adultos ixódidos sobre la vegetación y al parecer no afecta a las garrapatas argásida e ixódidas que se refugian en suelo (Padgett *et al.* 2009).

La composición y tipo de vegetación

Tiene un efecto directo en la sobrevivencia de las garrapatas repletas, huevos y larvas. Las praderas con alta vegetación y arbustos proporcionan a las garrapatas un hábitat ideal para su desarrollo (Rodríguez-Vivas *et al.* 2005). Existen leguminosas con capacidad para atrapar larvas, mediante pelos y secreciones glandulares viscosas presentes en sus hojas y que tienen la capacidad de inmovilizar entre un 12-27% de larvas de *R. microplus* (Wilson *et al.* 1989). En México se ha evaluado el efecto de las gramíneas forrajeras: *Melinis minutiflora*, y *Andropogon gayanus*, las cuales poseen la capacidad de repeler, atrapar u obstaculizar a las garrapatas que buscan hospederio; siendo la primera más eficaz para su control; este tipo de plantas, cultivadas en potreros estratégicamente utilizados, puede reducir el riesgo del encuentro garrapata-bovino y así contribuir a disminuir el uso de ixodicidas (Cruz-Vazquez & Fernandez-Ruvalcaba 2000; Fernandez-Ruvalcaba *et al.* 2004)

Control biológico

Los agentes biológicos que potencialmente pueden ser usados para el control de garrapatas se clasifican en hongos entomopatógenos (*Metarhizium* sp; *Beauveria* sp), bacterias (*Cedecea lapagei* *Escherichia coli* y *Enterobacter agglomerans*), nematodos entomopatógenos (*Heterorhabditidae* y *Steinernematidae*) y hormigas reguladoras (*Solenopsis germinata*, *S. saevissima*, *Camponotus rengira* y *Ectatomma quadridens*). Todos estos agentes afectan principalmente los estadios de vida libre de las garrapatas. Entre los hongos entomopatógenos *M. anisopliae* ha sido evaluado ampliamente para el control de *R. microplus*, ya sea, sobre el animal o aplicado en pasturas (Ojeda-Chi *et al.* 2011). En los últimos cuatro años se han desarrollado unos 171 micopesticidas, alrededor del mundo, de los cuales únicamente tres productos contienen *M. anisopliae* para el control de garrapatas (Fernandes *et al.* 2012). En México las cepas Ma34 y Ma14 han demostrado altas eficacias para el control del *R. microplus* a nivel de campo (larvas en pasto y garrapatas adultas en bovinos) (Alonso-Díaz *et al.* 2007; Ojeda-Chi *et al.* 2010). Por otra parte, se ha empleado la nanotecnología para desarrollar formulaciones fúngicas, por ejemplo, la microencapsulación de las conidias para protegerlas de las condiciones climáticas adversas (radiación solar, temperatura, humedad, etc.) e incrementar si eficacia (Fernandes *et al.* 2012).

Vacunas

Actualmente se cuenta comercialmente con dos vacunas contra *R. microplus* denominadas TickGARD^{PLUS}-® en Australia y GavacTM en América Latina. Las vacunas contienen el antígeno

Bm86 que es una glicoproteína aislada de *R. microplus* que se encuentra predominantemente en las células del intestino de la garrapata. El gen Bm86 de *R. microplus* se expresa en los huevos pocos días después de la oviposición, en las larvas sin alimentarse y alimentadas, ninfas y machos y hembras adultas (Nijhof *et al.* 2009). Asimismo, el antígeno Bm86 se ha sido expresado en los ovarios de las garrapatas adultas hembras y los estudios de silenciamiento revelan que el Bm86 juega un papel importante durante el período de alimentación y digestión de la sangre en garrapatas hembras de *R. microplus* repletas alimentadas de bovinos infectados con *Babesia bovis* (Bastos *et al.* 2010). Los anticuerpos anti-Bm86 aparentemente se unen a la superficie de las células epiteliales del intestino de la garrapata e interrumpen la endocitosis causando la lisis de las células y reduciendo la capacidad reproductiva de las hembras repletas (Willadsen 1997).

Los efectos de la vacuna sobre la garrapata *R. microplus* son reducciones de la capacidad reproductiva (50-90%), del número de garrapatas repletas (20-30%), del peso de las garrapatas (30%) y del peso de los huevos (60-80%), sin embargo no produce mortalidad (Jonsson *et al.* 2000; De la fuente *et al.* 2007). También se ha demostrado que es eficaz contra otros géneros y especies de garrapatas tales como *B. annulatus*, *B. decoloratus*, *H. anatolicum* y *H. dromedarii* (Hernández 2006). Se ha sugerido que el efecto de la vacuna (Bm86) se podría incrementar con la inclusión de otros antígenos efectivos o por el uso de adyuvantes. Recientemente Cunha *et al.* (2012) probaron el antígeno rBm86-CG para el control de *R. microplus* y reportaron 31% de eficacia para el control de esta garrapata; los autores concluyeron que este antígeno se podría emplear en una vacuna polivalente como parte de un programa integral para el control de *R. microplus*.

En un estudio controlado realizado en Brasil, Andreotti (2006) inmunizó bovinos con las vacunas TickGARD^{PLUS}-® y GavacTM y desafió a los animales usando la cepa brasileña “Campo Grande” de *R. microplus* y encontró una eficacia de 46.4% y 49.2%, respectivamente. Esta variación en la eficacia de las vacunas disponibles se debe a varios factores tales como al sistema de expresión usado para la producción de la vacuna, características de la población de garrapatas a controlar, y factores del hospedero (Parizi *et al.* 2009). Se ha sugerido que la variación en la secuencia del locus de Bm86 (>3% en la secuencia de aminoácidos) es una de las razones principales para que en ciertas poblaciones de *R. microplus* las vacunas comerciales tengan poca eficacia (García-García *et al.* 2000).

Hajdusek *et al.* (2010) evaluaron la eficacia de la proteína Ferritina 2 para el control de garrapatas. Las proteínas ferritinas de tipo recombinantes de *Ixodes ricinus* (IrFER2) y *R. microplus* (RmFER2) fueron expresadas en *Escherichia coli* y usadas para inmunizar conejos y bovinos, respectivamente. La IrFER2 redujo el número de garrapatas, peso y fertilidad de *I. ricinus* en conejos con una eficacia general de 98%. La eficacia general (RmFER2) para el control de infestaciones de *R. microplus* y *R. annulatus* en bovinos vacunados fue de 64% y 72%, respectivamente. La eficacia de la vacuna RmFER2 fue similar a la obtenida con la vacuna Bm86 para el control de *R. microplus*.

Recientemente, Guerrero *et al.* (2011) analizaron el genoma de *R. microplus* y seleccionaron dos nuevos antígenos que al ser inoculados a bovinos en condiciones controladas se observó >70% de mortalidad en garrapatas *R. microplus*. Ante este hallazgo, se hace necesario probar estos antígenos en condiciones de campo con la intención de producir una vacuna más eficiente que las disponibles de forma comercial.

CONTROL INTEGRADO DE GARRAPATAS

Consideraciones en el uso de ixodicidas

A pesar de que los OFs han sido usados por muchos años para el control de garrapatas en México, el problema de la resistencia es todavía manejable, principalmente con el uso del coumafos y clorfenvinfos (prevalencias < 50%) (Rodríguez-Vivas *et al.* 2006a). En cuanto al uso de amitraz, se han realizado estudios en el sureste de México que sugieren que la resistencia que presenta todavía puede ser manejable en el sureste de México, ya que se ha reportado Índices de Resistencias bajos (IR: 2-23) (Rosado-Aguilar *et al.* 2008). Sin embargo el aumento de cepas resistentes a los diferentes ixodicidas, crea la necesidad de implementar estrategias de control basadas en un manejo integral de garrapatas que reduzcan la probabilidad de que emerjan nuevas cepas en campo o que las ya existentes tengan un manejo más eficaz de ixodicidas.

Estudios sobre el control integrado de garrapatas

El control integrado de garrapatas (CIG) consiste en la asociación del medio ambiente y la dinámica de población de las especies de plagas, utilizando una combinación de técnicas y métodos sustentables que sean compatibles y que mantengan niveles bajos de las poblaciones de plagas que causan pérdidas económicas (Rodríguez-Vivas *et al.* 2011). Este manejo combina adecuadamente varias herramientas de control a efectos de desestabilizar la formación de aquellas poblaciones con mayor proporción de individuos genéticamente resistentes, manteniendo un nivel adecuado de producción (Nari & Hansen 1999). El CIG generalmente se asocia a una drástica disminución de la frecuencia de tratamientos. Para prevenir y manejar la resistencia, no sólo es suficiente disminuir la dependencia a los ixodicidas, sino también utilizarlos en épocas/momentos/animales de tal forma que no aumenten la presión de selección genética (Rodríguez-Vivas *et al.* 2005).

Para poder realizar un manejo efectivo de las poblaciones de las garrapatas, minimizar sus efectos y preservar los ixodicidas disponibles, se debe emplear un control integrado de garrapatas. La mayoría de las herramientas disponibles para alcanzar estos objetivos se encuentran disponibles e incluye herramientas y técnicas auxiliares de control, tales como técnicas moleculares, la distribución espacial de la garrapata y de las poblaciones resistentes, simulación de modelos, imágenes satelitales, vacunas, prácticas agronómicas (razas resistentes, rotación de potreros) y control biológico (hongos entomopatógenos, bacterias, depredadores, parasitoides, etc.).

En el Cuadro 1 se resume las principales estrategias de control integrado aplicado en varios países para el control de las garrapatas en la ganadería bovina. En estudios de laboratorio efectuados por Bahiense *et al.* (2006) evaluaron la asociación de deltametrina y el hongo entomopatógeno *M. anisopliae* contra larvas resistentes a PSs de *R. microplus*, observando altas mortalidades. Los autores concluyeron que esta asociación puede ser utilizada como una herramienta para el CIG *R. microplus*. Asimismo, Bahiense *et al.* (2008) evaluaron la combinación de deltametrina y *M. anisopliae* en becerros infestados artificialmente con garrapatas *R. microplus* y reportaron un 30.2% de eficacia para el control de esta garrapata y 60% de reducción en la oviposición de las mismas.

Por otra parte, Farenhorst *et al.* (2010) evaluaron la combinación de los hongos *Beauveria bassiana* y *M. anisopliae* con permetrina para el control del mosquito *Anopheles gambiae*. Estos autores reportaron un efecto sinérgico entre los hongos y la permetrina, de 60-70% de mortalidad para *M. anisopliae* y *B. bassiana* respectivamente, en comparación del grupo tratado solo con permetrina (10-20% de mortalidad). Estos resultados demuestran que los hongos se pueden emplear en el CI. Además *M. anisopliae* presenta alta eficacia para el control a nivel de campo

Ojeda-Chi *et al.* (2010) reportaron que Ma34+Ma14 tuvieron un 64-100% de eficacia en control praderas infestadas con larvas de *R. microplus* y un 35-55% de reducción en el índice de eficiencia reproductiva; Alonso-Díaz *et al.* (2007) reportaron 40-90% de eficacia para el control de bovinos infestados naturalmente. Estos resultados demuestran que *M. anisopliae* se puede emplear en combinación con otros métodos de control para reducir el número de aplicaciones de ixodicidas y permitir alargar la vida útil de los ixodicidas.

En México la combinación de la vacuna Gavac™ e ixodicidas para el control de *R. microplus* ha sido usado con buenos resultados. Redondo *et al.* (2004) en condiciones de campo lograron casi el 100% de control de poblaciones *R. microplus* resistentes a PS, cuando se utilizó la vacuna Gavac™ en combinación con tratamientos de Am. Asimismo, de la Fuente *et al.* (2007) reportan un rancho donde se usó este manejo integral de garrapatas durante 10 años y se logró reducir los tratamientos ixodicidas de 24 a 7-8 por año y reducir el número de garrapatas adultas promedio de 100 a 20 por animal. En Cuba se empleó la vacuna Gavac™ en animales de producción infestados con *R. microplus* y se redujo en 87% el empleo de tratamientos ixodicidas, adicionalmente se redujo de 54 a 1.9 los casos clínicos de Babesiosis (Rodríguez-Valle *et al.* 2004).

En Uruguay, Solari *et al.* (2007) realizaron un control integrado de parásitos mediante el uso de ivermectina, ixodicidas y vacuna contra hemoparásitos. En este estudio se comprobó el beneficio que se logra el uso del control integrado al reducir el número de garrapatas, casos clínicos de hemoparásitos y moscas hematófagas. El costo de este programa fue de 4 USD animal/año.

Cuadro 1. Estrategias de control integrado aplicado en varios países para el control de las garrapatas en la ganadería bovina.

Table 1. Integrated control tools applied in different countries to control ticks in the bovine livestock.

Herramientas de control integrado	Resultados	País	Autor
Deltametrina + <i>Metarhizium anisopliae</i>	Estudio <i>in vitro</i> : 36.5% de mortalidad en larvas de <i>R. microplus</i> .	Brasil	Bahiense et al. (2006)
Deltametrina + <i>Metarhizium anisopliae</i>	Estudio <i>in vivo</i> : 30% de mortalidad de garrapatas de <i>R. microplus</i> en becerros artificialmente infestados y hasta 60% de reducción del índice de eficiencia reproductiva.	Brasil	Bahiense et al. (2008)
Ivermectina + diferentes ixodicidas + vacuna	Estudio <i>in vivo</i> : Se redujo el número de garrapatas, casos clínicos de hemoparásitos y moscas hematófagas. El costo de este programa fue de 4 USD animal/año.	Uruguay	Solari et al. (2007)
Vacuna Gavac™ + Amitraz	Estudio <i>in vivo</i> : 100% de mortalidad en garrapatas resistentes PS.	México	Redondo et al. (2004)
PBO + permetrina PBO + coumafos PBO + amitraz	Estudio <i>in vitro</i> : Aumentó el índice de sinergismos de 2.1 a 3.6. Aumentó el índice de sinergismos de 0.9 a 1.6. Aumentó el índice de sinergismos de 0.9 a 2.5.	EUA	Li et al. (2010)
Verbutina + permetrina Verbutina + coumafos Verbutina + amitraz	En estudio <i>in vitro</i> : Aumentó el índice de sinergismos de 2.4 a 4.4. Aumentó el índice de sinergismos de 1.5 a 6.0. Aumentó el índice de sinergismos de 1.8 a 15.	EUA	Li et al. (2010)
Fluazuron + ivermectina + amitraz	Estudio <i>in vivo</i> : Se usó durante 8 meses: Se redujo el número de garrapatas (de 93 a 10) y el número de baños con ixodicidas (60-80%).	México	Ortiz-Estrada (2007)
Vacuna Gavac™ + diferentes ixodicidas	Estudio <i>in vivo</i> : Se usó durante 10 años: Se redujo los tratamientos ixodicidas de 24 a 7-8 por año y se redujo el número de garrapatas adultas promedio de 100 a 20 por animal.	México	de la Fuente et al. (2007)
Vacuna Gavac™ + diferentes ixodicidas	Estudio <i>in vivo</i> : Se redujo en 87% el empleo de tratamientos ixodicida; asimismo, se redujo de 54 a 1.9 los casos clínicos de Babesiosis.	Cuba	Rodriguez-Valle et al. (2004)

EUA: Estado Unidos de América

Ortiz-Estrada (2007) reporta que en un estudio realizado en un rancho de Tecolutla, Veracruz, México altamente infestado con garrapatas, utilizaron durante ocho meses la combinación de fluazuron, ivermectina y amitraz para el control de *R. microplus*. Los resultados de este estudio permiten incorporar al fluazuron en los programas integrados de control de garrapatas, teniendo

como efecto la reducción del número de garrapatas en el rancho y la reducción sustancial en el número de baños con ixodicidas (60-80%).

Otra estrategia es el uso de mezclas de ixodicidas y sinergistas. Los principales sinergistas que se han usado como potencializadores de acción de los ixodicidas para el control de garrapatas son: trifenilfosfato (un inhibidor de la esterasas), butóxido de piperonilo (PBO) (un inhibidor del citocromo P450 monooxigenasas), dietil maleato (un inhibidor del glutathion-S-trasferasas) y verbutina (un inhibidor de ciertas isoformas del citocromo P450) (Li *et al.* 2007). Li *et al.* (2010) demostraron que el uso de PBO y verbutina potencializan la acción de la permetrina, coumafos y amitraz. La verbutina demostró mayor sinergismo que el PBO para controlar larvas de *R. microplus* resistentes al coumafos (índice de sinergismo, IS= 1.5-6.0 vs. 0.9-1.6) y amitraz (IS= 1.8-1.5 vs. 0.9-2.5), pero similar sinergismo para la permetrina (IS =2.1-4.4 vs. 2.1-3.6).

Recientemente Miller *et al.* (2012) evaluaron como parte del CIG, el uso de modelos computacionales (herramienta adicional) para la aplicación estratégica de la vacuna Bm86 en el control de *R. annulatus* para la erradicación de garrapatas en EUA. Estos autores reportaron 99.0% de eficacia de *R. annulatus* a los 55 días PT; asimismo, emplearon los modelos computacionales para predecir el efecto de la inmunización con una vacuna Bm86 en poblaciones de garrapatas y reportaron que el uso de la vacuna mantendrá sosteniblemente la erradicación de *R. annulatus* en la zona de cuarentena permanente de EUA.

Existen muchos trabajos que demuestran que el CIG es la mejor opción para aumentar la capacidad productiva de los animales; sin embargo, los parásitos internos y externos de los rumiantes se presentan en condiciones naturales de forma simultánea, por lo cual es necesario el control integrado de ambas clases de parásitos. El reto principal que existe a nivel mundial y en especial en México es el uso eficiente de un programa integrado de parásitos en la ganadería (al menos que controle garrapatas, nematodos gastrointestinales y moscas hematófagas) mediante la implementación de diferentes estrategias de control químico y no químico.

REFERENCIAS

- Alonso-Díaz MA, García L, Galindo-Velasco E, Lezama-Gutiérrez R, Angel-Sahagún C, Rodríguez-Vivas RI, Fragoso-Sánchez H (2007) Evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Hyphomycetes) for the control of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) on naturally infested cattle in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology* 147: 336-340.
- Andreotti R (2006) Performance of two Bm86 antigen vaccin formulation against tick using crossbreed bovines in stall test. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria* 15(3): 97-100.
- Bahiense TC, Fernandes EKK, Angelo IdaC, Perinott WMS, Bittencourt VREP (2008) Performance of *Metarhizium anisopliae* and Its Combination with Deltamethrin against a Pyrethroid-Resistant Strain of *Boophilus microplus* in a Stall Test. *Animal Biodiversity and Emerging Diseases: Annals of the New York of the Academic Science* 1149: 242–245.
- Bahiense TC, Fernandes EKK, Bittencourt VREP (2006) Compatibility of the fungus *Metarhizium anisopliae* and deltamethrin to control a resistant strain of *Boophilus microplus* tick. *Veterinary Parasitology* 141: 319-324.
- Barker SC, Murrell A (2004) Systematic and evolution of ticks with a list of valid genus and species names. *Parasitology* 129: 15-36.
- Basto-Estrella GS, Rodriguez-Vivas RI, Delfin-Gonzalez H, Reyes-Novelo E (2011). Escarabajos estercoleros (Coleoptera, Scarabaeidae, Scarabaeinae) de ranchos ganaderos de Yucatán, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 83: 380-386.

- Bastos RG, Ueti MW, Knowles DP, Scoles GA (2010) The *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* Bm86 gene plays a critical role in the fitness of ticks fed on cattle during acute *Babesia bovis* infection. *Parasitology & Vectors* 3: 1-1.
- Camino LM (1991) Manejo y modificación del habitat en el control de las garrapatas. Segundo Seminario Internacional de Parasitología Animal. Garrapatas y enfermedades que transmiten. Morelos, México. pp. 66-71
- Cruz-Vazquez C, Fernandez-Ruvalcaba M (2000) Anti-tick repellent effect of *Andropogon gayanus* grass on plots of different ages experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae *Parasitologia al Día* 248: 3-4.
- Cunha RC, Pérez de León AA, Leite FP, Pinto Lda S, Dos Santos Júnior AG, Andreotti R (2012) Bovine immunoprotection against *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* with recombinant Bm86-Campo Grande antigen. *Brazilian Journal of Veterinary Parasitology* 21(3): 254-62.
- De la Fuente J, Almazan C, Canales M, Perez de la Lastra JM, Kocan KM, Willadsen P (2007). A ten-year review of commercial vaccine performance for control of tick infestations on cattle. *Animal Health Research Reviews* 8 (1): 23-28.
- Estrada-Peña A, Venzal M (2006) High resolution predictive mapping for *Boophilus annulatus* and *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) in Mexico and Southern Texas. *Veterinary Parasitology* 142: 350-358.
- FAO (2005) Integrated control programs for ticks on cattle: an examination of some possible components. pp. 43-61.
- Farenhorst M, Knols BGJ, Thomas MB, Howard AFV, Takken W, Rowland M, N'Guessan R (2010) Synergy in Efficacy of Fungal entomopathogens and Permethrin against West African Insecticide-Resistant *Anopheles gambiae* Mosquitoes. *PLoS One* 5 (8): e12081.
- Fernandes EKK, Bitencourt VREP, Roberts DW (2012) Perspectives on the potential of entomopathogenic fungi in biological control of tick *Experimental Parasitology* 130: 300-305.
- Fernandez-Ruvalcaba M, Preciado-de la Torre F, Cruz-Vazquez C, Garcia-Vazquez Z (2004) Anti-tick effects of *Melinis minutiflora* and *Andropogon gayanus* grasses on plots experimentally infested with *Boophilus microplus* larvae. *Experimental and Applied Acarology* 32: 293-299.
- Fernandez-Salas A, Alonso-Diaz MA, Acosta-Rodriguez R, Torres-Acosta F, Sandoval-Castro C, Rodriguez-Vivas RI (2011) *In vitro* acaricidal effect of tannin-rich plants against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Veterinary Parasitology* 175(1-2): 113-118.
- Fernandez-Salas A, Rodriguez-Vivas RI, Alonso-Diaz MA (2012) First report of a *Rhipicephalus microplus* tick population multi-resistant to acaricides and ivermectin in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology* 186: 338-342.
- Furlong J (1998). Poder infestante de larvas de *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) em pastagem de *Melinis minutiflora*, *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria mutica*. *Ciencia Rural*, Santa María 28 (4) 635-648.
- Furlong J (1999) Diagnóstico de la susceptibilidad de la garrapata del ganado *Boophilus microplus* a los acaricidas en el estado de Minas Gerais, Brasil. En, IV Seminario Internacional de Parasitología Animal. 1999 Octubre 20-22. Puerto Vallarta, Jalisco. México. pp. 41-46.
- García-García JC, Montero C, Redondo M, Vargas M, Canales M, Boue O, Rodríguez M, Joglar M, Machado H, González IL, Valdés M, Méndez L, de la Fuente J (2000) Control of

- ticks resistant to immunization with Bm86 in cattle vaccinated with the recombinant antigen Bm95 isolated from the cattle tick *Boophilus microplus*. *Vaccine* 18(21): 2275-2287.
- George JE, Pound JM, Davey RB (2004) Chemical control of ticks on cattle and the resistance of these parasites to acaricides. *Parasitology* 129: S353-S366.
- Guerrero F, Andreotti R, Perez de Leon A, Moolhuijzen P, Rodriguez-Valle M, Bellgard M (2011) Genome-based selection of anti-cattle tick vaccine candidate antigens. *Ticks and tick-borne pathogens, International Conference: Zaragoza, Spain*. pp. 9-11.
- Hajdusek O, Almazán O, Loosova G, Villar M, Canales M, Grubhoffer L, Kopacek P, de la Fuente J (2010) Characterization of ferritin 2 for the control of tick infestations. *Vaccine* 28: 2993-2998.
- Hernández O (2006) Avances en el control inmunológico de la garrapata *Boophilus microplus*. Simposium internacional de resistencia a pesticidas en artrópodos: un enfoque toxicológico y molecular. Manzanillo, Colima, México. 29 y 30 de Mayo de 2006: 56-64.
- Jonsson N (2006) The productivity effects of cattle tick (*Boophilus microplus*) infestation on cattle, with particular reference to *Bos indicus* cattle and their crosses. *Veterinary Parasitology* 137: 1-10.
- Jonsson NN, Matschoss AL, Pepper P, Green PE, Albrecht MS, Hungerford J, Ansell J (2000) Evaluation of tick-GARD (PLUS), a novel vaccine against *Boophilus microplus*, in lactating Holstein-Friesian cows. *Veterinary Parasitology* 88: 275-285.
- Kaaya GP, Hassan S (2000) Entomogenous fungi as promising biopesticides for tick control. *Experimental and Applied Acarology* 24: 913-926.
- Li AY, Chen AC, Davey RB, Miller RJ, George JE (2007) Acaricide resistance and synergism between permethin and amitraz against susceptible and resistant strains of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae). *Pest Management Science* 63: 882-889.
- Li AY, Davey RB, Miller RJ (2010) Laboratory Evaluation of Verbutin as a Synergist of Acaricides Against Larvae of *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) *Journal of Economic Entomology* 103(4): 1360-1364.
- Mackinnon MJ, Meyer K, Hetzel DJS (1991) Genetic variation and covariation for growth, parasite resistance and heat tolerance in tropical cattle. *Livestock Production Science* 27: 105-122.
- Martinez-Velazquez M, Castillo-Herrera GA, Rosario-Cruz R, Flores-Fernandez JM, López-Ramirez J, Hernandez-Gutierrez R, Lugo-Cervantes EC (2011) Acaricidal effect and chemical composition of essential oils extracted from *Cuminum cyminum*, *Pimenta dioica* and *Ocimum basilicum* against the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae). *Parasitology Research* 108(2): 481-487.
- Miller R, Estrada-Peña A, Almazán C, Allen A, Jory L, Yeater K, Messenger M, Ellis D, Pérez de León AA (2012) Exploring the use of an anti-tick vaccine as a tool for the integrated eradication of the cattle fever tick, *Rhipicephalus (Boophilus) annulatus*. *Vaccine* 30(389): 5682-5687.
- Miller RJ, Almazán GC, Estrada OM, Davey RB, George JE (2008) A survey for fipronil-and-ivermectin-resistant *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* collected in northern Mexico and the options for the management of acaricide-resistant ticks with pesticides. En: García, V.Z., (ed), VI Seminario Internacional de Parasitología. Impacto de las enfermedades parasitarias sobre la ganadería globalizada. INIFAP-INFARVET-AMPAVE-CNG-UV. 3-5 de septiembre de 2008. Boca del Río, Veracruz, México.

- Nari A, Fiel C (1994) Enfermedades parasitarias de importancia económica en bovinos. Bases epidemiológicas para su prevención y control. Editorial Hemisferio sur. pp. 289-299.
- Nari A, Hansen JW (1999) Resistance of ecto and endoparasites: current and future solutions. In Comprehensive reports on technical items presented to the International Committee or to Regional Commissions, 67th General session of the International Committee, Paris, 17–21 May. pp. 13–22.
- Ndumu PA, George JPD, Choudhury MK (1999) Toxicity of neem seed oil (*Azadirachta indica*) against the larvae of *Amblyomma variegatum*, a three-host tick in cattle. *Phytotherapy Research* 13: 532–534.
- Neira J, Carvajal L, Cala F, Gómez J. (2009). Evaluación del efecto de La tintura de tabaco (*Nicotiana tabacum*) en el control biológico de La garrapata. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 3(22): 551-552.
- Nijhof AM, Balk JA, Postigo M, Jongejan F (2009) Selection of reference genes for quantitative RT-PCR studies in *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* and *Rhipicephalus appendiculatus* ticks and determination of the expression profile of Bm86. *BioMed Central Molecular Biology* 10:112.
- Ojeda-Chi MM, Rodríguez-Vivas RI, Galindo-Velasco E, Lezama-Gutiérrez R (2010) Laboratory and field evaluation of *Metarhizium anisopliae* (Deuteromycotina: Hyphomycetes) for the control of *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology* 170: 348-354.
- Ojeda-Chi MM, Rodríguez-Vivas RI, Galindo-Velasco E, Lezama-Gutiérrez R, Cruz-Vázquez R (2011) Control de *Rhipicephalus microplus* (Acari: Ixodidae) mediante el uso del hongo entomopatógeno *Metarhizium anisopliae* (Hypocreales: Clavicipitaceae). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 2 (2): 177-192.
- Ortiz-Estrada M (2007). Control integrado de garrapatas y experiencia del establecimiento de programas de control a base de fluzurón en México. Simposio Internacional, garrapatas, babesiosis y anaplasmosis. Almazán C y Charles M editores. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. 15 de octubre de 2007. pp. 180-187.
- Padgett KA, Casher LE, Stephens SL, Lane RS (2009) Effect of prescribed fire for tick control in California chaparral. *Journal of Medical Entomology* 46(5): 1138-45.
- Parizi LF, Pohl PC, Masuda A, Silva Vaz Junior I (2009) New approaches toward anti-*Rhipicephalus (Boophilus) microplus* tick vaccine. *Revista Brasileira de Parasitologia Veterinaria* 18(1): 1-7.
- Pathak D, Mathur VC, Latha BR, John L (2004) In vitro effect of indigenous plant extracts on ixodid ticks of small ruminants. *Indian Journal of Animal Sciences* 74: 616-617.
- Perez-Cogollo LC, Rodríguez-Vivas RI, Ramirez-Cruz GT, Miller RJ (2010) First report of the cattle tick *Rhipicephalus microplus* resistant to ivermectin in Mexico. *Veterinary Parasitology* 168: 165-169.
- Redondo M, Fragoso H, Ortíz M, Montero C, Lona J, Medellín JA, Fría R, Hernández V, Franco R, Machado H, Rodríguez M, de la Fuente J (1999) Integrated control of acaricide-resistant *Boophilus microplus* populations on grazing cattle in Mexico using vaccination with Gavac and amidine treatments. *Experimental and Applied Acarology* 23(10): 841-849.
- Redondo M, Fragoso, Montero C, Lona J, Medellín JA, Fria R, Hernandez V, Franco R, Machado H, Rodriguez M, de la Fuente J (2004) Integrated Control of Acaricide-Resistant *Boophilus Microplus* Populations on Grazing Cattle in Mexico Using

- Vaccination with Gavac™ and Amidine Treatments. *Experimental and Applied Acarology* 23: 841–849.
- Rodríguez-Valle M, Méndez L, Valdez M, Redondo M, Montero-Espinosa CM, Vargas M, Cruz RL, Barrios HP, Seoane G, Ramirez ES, Boue O, Vigil JL, Machado H, Nordelo CB, Piñeiro MJ. (2004) Integrated control of *Boophilus microplus* ticks in Cuba based on vaccination with the anti-tick vaccine Gavac™. *Experimental and Applied Acarology* 34: 375-382.
- Rodríguez-Vivas RI, Alonso-Díaz MA, Rodríguez-Arévalo F, Fragoso-Sánchez H, Santamaría VM, Rosario-Cruz R (2006a) Prevalence and potential risk factors for organophosphate and pyrethroid resistance in *Boophilus microplus* ticks on cattle ranches from the State of Yucatan, Mexico. *Veterinary Parasitology* 336: 335-342.
- Rodríguez-Vivas RI, Arieta-Román JR, Perez-Cogollo LC, Rosado-Aguilar JA, Ramírez-Cruz GT, Basto-Estrella G (2010) Uso de lactonas macrocíclicas para el control de la garrapata *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en el ganado bovino. *Archivos de Medicina Veterinaria* 42 (3): 115-123.
- Rodríguez-Vivas RI, Ojeda-Chi MM, Pérez-Cogollo LC, Rosado-Aguilar JA (2010) Epidemiología y control de *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* en México. Capítulo 33. En: *Epidemiología de enfermedades parasitarias en animales domésticos*. Editores: Quiroz RH, Figueroa CJA, López AME. Editado por AMPAVE. pp. 477-504. ISBN: 978-607-00-4015
- Rodríguez-Vivas RI, Quiñones AF, Fragoso SH (2005) Epidemiología y control de la garrapata *Boophilus* en México. En: *Enfermedades de importancia económica en producción animal*. Rodríguez-Vivas, R.I. Editor. México D.F. McGraw-Hill-UADY. pp. 571-592.
- Rodríguez-Vivas RI, Rivas AL, Chowell G, Fragoso SH, Rosario CR, García Z, Smith SD, Williams JJJ, Schwager SJ (2007) Spatial distribution of acaricide profiles *Boophilus microplus* strains susceptible or resistant to acaricides) in south eastern Mexico. *Veterinary Parasitology* 146:158-169.
- Rodríguez-Vivas RI, Rodríguez-Arevalo F, Alonso-Díaz MA, Fragoso-Sánchez H, Santamaría VM, Rosario-Cruz R (2006b) Amitraz resistance in *Boophilus microplus* ticks in cattle farms from the state of Yucatan, Mexico: Potential risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 75: 280-286.
- Rosado-Aguilar JA, Aguilar-Caballero A, Rodríguez-Vivas RI, Borges-Argaez R, García-Vázquez Z, Méndez-González M (2010a) Acaricidal activity of extracts from *Petiveria alliacea* (Phytolaccaceae) against the cattle tick, *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: ixodidae). *Veterinary Parasitology* 168 (3-4): 299-303.
- Rosado-Aguilar JA, Aguilar-Caballero AJ, Rodríguez-Vivas RI, Borges-Argaez R, García-Vázquez Z, Méndez-González M (2010b) Screening of the acaricidal efficacy of phytochemical extracts on the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (acari: ixodidae) by larval immersion test. *Tropical and Subtropical Agroecosystem*. 12(1): 417-422.
- Rosado-Aguilar JA, Rodríguez-Vivas RI, García-Vázquez Z, Fragoso-Sánchez H, Ortiz-Najera A, Rosario-Cruz R (2008) Development of amitraz resistance in field populations of *Boophilus microplus* (Acari: Ixodidae) undergoing typical amitraz exposure in the Mexican tropics. *Veterinary Parasitology* 152 (3-4): 349-353.
- Sardá-Ribeiro VLC, Tiogo E, Bordignon SAL, Goncalves K, Poser GV (2007) Acaricidal properties of extracts from the aerial parts of *Hypericum polyanthemun* on the cattle tick *Boophilus microplus*. *Veterinary Parasitology* 147: 199-203.

- Solari MA, Cuore U, Sanchis J, Gayo V, Trelles A, Bermudez F, Rizzo E (2007) Seminario Regional, FAO: Aplicación del control integrado de parásitos (CIP) a la garrapata *Boophilus microplus* en Uruguay. Aplicación del control integrado de parásitos (CIP) en un establecimiento comercial. Montevideo, Uruguay. pp. 9-25.
- Taylor M, Coop MA, Wall RL (2007) Veterinary Parasitology. Third edition. Blackwell Publishing. London, UK. 697.
- Utech KB, Wharton RH, Kerr JD (1978) Resistance to *Boophilus microplus* (Canestrini) in different breeds of cattle. Australian Journal of Veterinary Research 21: 163-81.
- Verrissimo JC, Machado SG (1995) Fase de vida livre do ciclo evolutivo do carrapato *Boophilus microplus*. Zootecnia 33: 41-53.
- Wilkinson PR (1970) Factors affecting the distribution and abundance of the cattle tick in Australia: Observations and hypotheses. France Acarology 12: 3.
- Willadsen P. Novel vaccines for ectoparasites (1997) Veterinary Parasitology 71(2-3): 209-222.
- Wilson LJ, Sutherst RW, Kerr JD (1989) Trapping of larvae of the cattle tick, *Boophilus microplus*, by *Stylosanthes scabra* under field grazing conditions. Australian Journal of Agricultural Research 40: 1301-1308.

SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA PARA EL CONTROL DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVINOS BAJO PASTOREO EN MÉXICO

DIETARY SUPPLEMENTATION FOR GASTROINTESTINAL NEMATODE CONTROL IN GRAZING SHEEP IN MÉXICO

A.J. Aguilar-Caballero, J.F. Torres-Acosta, R. Cámara-Sarmiento, C. Sandoval-Castro, A. Ortega-Pacheco

Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.

**Email: aguilarc@uady.mx*

RESUMEN

El parasitismo gastrointestinal y la disponibilidad de vegetación a lo largo del año son las principales limitantes para la producción de pequeños rumiantes en los trópicos. La espiral negativa que se establece entre estos factores ambientales es el paradigma que debe ser enfrentado para lograr una producción sustentable biológica y económicamente. La producción de ovinos en pastoreo cuya eficiencia puede ser mejorada a través de la suplementación bajo una demanda de productos orgánicos es una alternativa para la producción ovina sustentable en México. La suplementación alimenticia es una estrategia ampliamente evaluada para mejorar los indicadores productivos y reproductivos de los pequeños rumiantes (ovinos y caprinos) en pastoreo. Sin embargo, los beneficios de este manejo sobre la resistencia y resiliencia de los ovinos contra los nematodos gastrointestinales tienen menos tiempo de haber sido probada en ovinos y caprinos. Los grupos de investigación en métodos de control alternativo en México son pioneros en estas estrategias y la suplementación alimenticia ha sido abordada ampliamente. Sin embargo, la transferencia de estos conocimientos a los productores de ovinos y caprinos es una tarea pendiente. En conclusión, los conocimientos sobre los NGI que afectan a los ovinos y caprinos, el manejo de las praderas, su producción de materia seca y la amplia disponibilidad de insumos energéticos y proteicos para la suplementación en México, ofrece la oportunidad de establecer estrategias de control alternativo de los NGI a través de la suplementación alimenticia. Sin embargo, es importante recordar, que la suplementación debe estar basada en unos objetivos de producción acordes a cada sistema de producción.

Palabras clave: Ovinos, pastoreo, suplementación, NGI, control alternativo

INTRODUCCIÓN

Los nematodos gastrointestinales (NGI) y la disponibilidad de vegetación a lo largo del año son las principales limitantes para la producción de pequeños rumiantes en pastoreo (Torres-Acosta et al., 2012). Los géneros de NGI identificados en México son: *Hemonchus spp.*, *Teladorsagia spp.*, *Bunostomum*, *Trichostrongylus spp.*, *Coperia spp.*, *Oesophasgostomum spp.* y *Trichuris spp.* (Torres-Acosta et al., 2004, 2006; Rojas-Hernández et al., 2007; González-Garduño., 2011). El control químico de los NGI eficaz por más de 30 años se basó en el continuo desarrollo de nuevas moléculas antiparasitarias distribuidas en tres familias: bencimidazoles, imidiasotiazoles y lactonas macrocíclicas (Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005). Sin embargo, el uso irracional de estas moléculas propiciaron la aparición de cepas de NGI resistentes a estas drogas en el

mundo (Jabbar et al., 2006). Actualmente existe una nueva droga “Monenpantel” que es 100% eficaz contra los NGI. Sin embargo su uso aún no ha sido autorizado en México. En México, el fenómeno de la RA se había limitado a las zonas centro y sur del país. Sin embargo, estudios recientes muestran que la RA se ha diseminado en el norte del país (Aguilar-caballero et al., 2010; Zárate-Ruíz., et al., 2013). El desarrollo de métodos alternativos para el control de NGI en los últimos 15 años en México ha fructificado exitosamente. Se han probado todos los métodos alternativos disponibles (Torres-Acosta et al., 2012). Sin embargo, La suplementación alimenticia es el método alternativo más trabajado y que ha probado su eficacia en el control de los NGI en Rumiantes en pastores (Torres- Acosta, 1996, Aguilar-Caballero, 2004; Torres-Acosta et al., 2004, 2006, 2012). Por lo tanto, es necesario promover la transferencia de estas tecnologías a los productores de pequeños rumiantes del País. El objetivo de este trabajo es presentar la situación actual de la suplementación como estrategia de control de los NGI en Pequeños Rumiantes en pastoreo en México.

PRODUCCIÓN DE OVINOS EN PASTOREO

La producción de pequeños rumiantes en los trópicos enfrenta dos problemas principales, la desnutrición y los nematodos gastrointestinales (NGI). Esto es importante en los sistemas de producción basados en el pastoreo. Durante un ciclo anual los animales pastorean durante dos épocas: una época de seca (estiaje) y otra de lluvia. Durante la primera, la disponibilidad de nutrientes es escasa y predominan los alimentos lignificados, las ganancias diarias de peso son bajas y en casos extremos algunos animales fallecen. La época de lluvias se caracteriza por la alta disponibilidad de vegetación. Sin embargo, las condiciones climáticas son propicias para el desarrollo de larvas infectantes de NGI. Los NGI pueden reducir la ganancia diaria de peso de un 30% a un 50% en los cabritos y corderos, un 20% la producción de leche, y son causa de hasta un 50% de la mortalidad de los animales en crecimiento.

EL PARASITISMO GASTROINTESTINAL

El parasitismo gastrointestinal es uno de los mecanismos naturales que regulan las poblaciones animales en los diferentes ecosistemas para mantenerlos en equilibrio. Sin embargo, las necesidades de proteína de origen animal orillaron al hombre a cercar espacios donde se mantiene un mayor número de animales. Con esto, el riesgo parasitario se ha incrementado y los efectos negativos de los NGI en los rebaños están a la vista.

Etiología

Los principales parásitos que afectan las diferentes partes del tracto gastrointestinal de los ovinos se presentan en el cuadro 1. Existe una especificidad entre los parásitos y sus sitios de acción en el tracto gastrointestinal. Unos son hematófagos y otros compiten por el alimento del hospedero. Sin embargo ambos causan daños estructurales en el tracto gastrointestinal del animal para poder completar su ciclo biológico. En la literatura se reporta que *H. contortus* es el NGI más importante en los trópicos por su capacidad hematófaga y prolificidad produciendo anemia y en casos de infección aguda la muerte de los animales. Sin embargo, estudios donde se elimina a este parásito muestran que *Oesophagostomum* también puede adquirir ese rol. Además, bajo condiciones de pastoreo las infecciones con NGI son mixtas (más de dos géneros).

Ciclo biológico

La transmisión de los nematodos gastrointestinales en sus hospederos es por vía oral. Las ovejas se infectan al ingerir larvas L₃ (infectantes). El ciclo evolutivo es directo, con dos fases; una exógena y una endógena.

Cuadro 1. Géneros y especies de nematodos gastrointestinales que afectan a los ovinos.

Órgano digestivo	Género	Especie
Abomaso	<i>Haemonchus</i>	<i>Contortus</i>
	<i>Teladorsagia (Ostertagia)</i>	<i>circumcincta</i>
	<i>Trichostrongylus</i>	<i>axei</i>
Intestino delgado	<i>Cooperia</i>	<i>Curticei</i>
	<i>Trichostrongylus</i>	<i>colubriformis, vitrinus</i>
	<i>Nematodirus</i>	<i>filicollis, spathiger</i>
	<i>Bunostomum</i>	<i>trigoncephalum,</i>
Intestino grueso	<i>Strongyloides</i>	<i>papillosus</i>
	<i>Oesophagostomum</i>	<i>columbianum, globulosa</i>
	<i>Trichuris</i>	

(Torres-Acosta y Aguilar-Caballero, 2005)

En la fase exógena, los huevos de los nematodos salen junto con las heces del animal al ambiente y dependiendo de una óptima temperatura (28°C) y humedad relativa (80%), eclosiona la larva uno (L₁) entre 24 y 30 horas, para posteriormente evolucionar a larva 2 (L₂) en aproximadamente 2 o 3 días; estas, sufren una segunda muda para transformarse en larva 3 (L₃) o estadio infectante en 4 a 7 días, según las condiciones ambientales. Las larvas infectantes se desarrollan óptimamente a temperaturas de alrededor de 22 a 26°C. La larva L₃ es activa y sube a los tallos y hojas de los pastos que sirven como alimento a los rumiantes, con la ingestión de las larvas los animales son infectados.

En la fase endógena, la larva L₃ pierde su vaina en el rumen por efecto del pH ruminal y la enzima leucinoaminopeptidasa de las células neurosecretoras de la larva, la larva penetra al abomaso en los 10 y 20 minutos después de haber sido ingerida en donde se transforma en larva cuatro (L₄) en uno o dos días y penetra a las criptas de las glándulas gástricas permaneciendo por un periodo de 10 a 14 días. Durante este proceso, bajo condiciones adversas como temperaturas menores a 9°C o época de seca, la larva pasa a un estado de hipobiósis hasta el retorno de condiciones apropiadas. Posteriormente las L₄ dejan la mucosa y se alojan en el lumen abomasal para transformarse en larva 5 (L₅) y después en parásitos adultos, machos y hembras. La reproducción sexual ocurre y las hembras parásitas comienzan a depositar huevos entre los 18 y 21 días post infección.

Los NGI desarrollan varias estrategias de adaptación para sobrevivir al estrés ambiental intenso (temperaturas muy altas o muy bajas y desecación). Estas incluyen la capacidad de las larvas para enterrarse dentro del suelo durante estaciones adversas, el retraso de la eclosión de los huevos que se encuentran en las heces de los animales hasta que existan condiciones óptimas de temperatura y humedad y la fecundidad alta (potencial biótico) de parásitos como *H. contortus*. La temperatura ambiental puede limitar la supervivencia y emergencia de los huevos de nematodos. Bajo condiciones controladas, pocos huevos de NGI sobreviven más de seis días a 40 °C en las heces. Los parámetros óptimos de supervivencia y emergencia de NGI se dan de 30 a 35 °C por siete días, la temperatura ideal para el desarrollo larvario de muchas especies de NGI en el microclima del pasto es de 22 a 26 °C, algunos parásitos continúan su desarrollo a

temperaturas tan bajas como 5 °C y aunque en algunos nematodos el desarrollo larvario puede ocurrir a temperaturas superiores a 30 °C, la mortalidad es alta. La humedad mínima para el desarrollo larvario es cercana a 85%.

Signos clínicos

Los signos clínicos de la nematodiasis gastrointestinal en los pequeños rumiantes son: anemia, disminución en la ganancia de peso, mucosas y conjuntivas pálidas, disminución el apetito, cuadros de desnutrición variable, diarrea, pelo hirsuto y el edema submandibular.

CONTROL DE LOS NEMATODOS GASTROINTESTINALES

El control de los NGI en los últimos 30 años se basó en el uso de drogas químicas de tres familias: Bencimidazoles, Imidazothiasoles y lactonas macrocíclicas. Las dosis de los diferentes productos pueden consultarse en la literatura (Torres –Acosta y Aguilar-Caballero, 2005). Sin embargo, el uso irracional de dichos productos ha generado la aparición de cepas de NGI resistentes a la acción de dichas drogas. Recientemente apareció una nueva droga llamada Monenpantel con eficacia del 100 contra los NGI en los ovinos. Sin embargo, aún no está disponible en México.

RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA

El primer trabajo de resistencia de NGI a productos antihelmínticos fue en ovejas, cabras y caballos en el año de 1974. Desde entonces se han realizado varios estudios y se ha comprobado la resistencia de diferentes especies de nematodos gastrointestinales a productos antihelmínticos, la mayoría de estos estudios se han realizado en los países Europeos en donde los parásitos que siempre ha presentado la mayor resistencia han sido *Haemonchus contortus* y *Trichostrongilus*. Se menciona que la resistencia más alta se registró en 1991 en cabras con el 70% y en 1992 con el 65% y esta misma resistencia fue transmitida a las ovejas de igual forma y el efecto de los antihelmínticos fue reducido. Actualmente la RA se presenta en todo el mundo. En México, Aguilar et al (2010), mencionan que este fenómeno estaba ubicado solamente en el sur y centro del país en unos estados en particular. Actualmente se ha demostrado que este fenómeno se ha diseminado a la zona norte de México (Zárate-Ruíz et al., 2013).

MÉTODOS ALTERNATIVOS DE CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES

Debido a los problemas productivos y económicos que implica la parasitosis gastrointestinal en los animales, la resistencia antihelmíntica causada por el uso irracional de los AH, actualmente se están buscando métodos alternativos de control de NGI, diferentes al uso de compuestos químicos. Existen diversos métodos de control de los NGI capaces de reducir de manera eficaz las cargas parasitarias a niveles aceptables. La suplementación alimenticia es uno de los métodos ampliamente estudiados en México y con gran potencial para su transferencia a los productores de ovinos.

LA SUPLEMENTACIÓN ALIMENTICIA

Es importante diferenciar entre complementación y la suplementación alimenticia. Complementar se refiere a completar los nutrientes que requiere el animal para su mantenimiento o para un nivel de producción esperado. A diferencia, la suplementación consiste en ofrecer al animal nutrientes extras para responder a una demanda adicional a la esperada. La suplementación alimenticia ha sido explotada para mejorar los indicadores reproductivos en los animales domésticos. Sin

embargo, los beneficios de esta sobre la resistencia y la resiliencia de los rumiantes en pastoreo contra los NGI aún no son explotados en el campo.

Para establecer una estrategia de suplementación es importante considerar las características nutricionales de las praderas, el manejo del pastoreo, los insumos disponibles y el balance nutricional que resulta de la vegetación de las praderas y el suplemento.

Costo metabólico del parasitismo

Se ha propuesto que el parasitismo gastrointestinal tiene un costo metabólico en los animales infectados y que a través de la suplementación se puede satisfacer este requerimiento para mantener a los animales con una producción normal. Los efectos patógenos de los NGI en los ovinos tales como: lesiones a los tejidos, pérdida de células, mal absorción de nutrientes, ocasionan un desbalance de su organismo que ante la necesidad de reparar estas condiciones el animal desvía sus recursos nutricionales y ya no puede mantener su producción. Estudios recientes en ovinos en pastoreo demostraron que el costo metabólico del parasitismo gastrointestinal fue 0.70 MJ EM y 9.2 g PM y de 1.46 MJ EM y 12.71 g PM para los animales suplementados y no suplementados respectivamente. Por lo tanto la suplementación debe considerar este requerimiento y a partir de este incrementar la cantidad y/o la calidad del suplemento para mantener o mejora los indicadores productivos de los animales.

Efectos de la suplementación en el sistema inmune

El control del establecimiento de las infecciones, la patencia de la infección, la prolificidad de las hembras parásitas y la reinfección de las praderas puede ser regulada por los ovinos a través de la inmunidad. Aunque los ovinos de mayor edad desarrollan una fuerte inmunidad contra los NGI, el nivel de alimentación juega un papel muy importante. El desarrollo de la inmunidad es dependiente de una alta disponibilidad de nutrientes de naturaleza proteica. La producción de mucus, los leucocitos globulares, mastocitos y eosinófilos para la regulación de la carga parasitaria en los ovinos requiere de grandes cantidades de nutrientes. Estas respuestas modifican la dirección del aprovechamiento de los nutrientes en el organismo del animal. El moco es rico en treonina, serina y prolina. Un incremento en la secreción de moco reduce la disponibilidad de esos aminoácidos para otras funciones del organismo del animal. La producción de mediadores inmunológicos como las citocinas proinflamatorias y los leucotrienos requieren de grandes cantidades de aminoácidos azufrados y glutamina, afectando negativamente la disponibilidad de estos nutrientes. Por lo tanto, la suplementación debe considerar el balance de estos nutrientes para poder establecer la resistencia y la resiliencia de los ovinos contra los NGI.

El pastoreo de los Ovinos

El pastoreo de ovinos en México muestra una gran variedad de estrategias desde el número de horas de pastoreo hasta el tipo de pasto utilizado. Además, la suplementación o complementación alimenticia muchas veces está basada en nutrientes que no permiten el balanceo real de la dieta del animal. La literatura menciona que 8 horas de pastoreo son requeridos para que el animal pueda consumir sus requerimientos de mantenimiento y cierto porcentaje para su crecimiento dependiendo del tipo de pasto utilizado. Sin embargo, en México es común que los ovinos pastoreen de 2 a 4 horas y que reciban un suplemento de costo reducido de acuerdo a la época de año. Bajo este contexto el éxito de la complementación o suplementación depende de la suerte del insumo elegido. Las praderas en México muestran diferentes de composiciones químicas y bromatológicas con deficiencias en nutrientes y minerales para la alimentación de los ovinos en pastoreo. Por lo tanto, el suplemento a elegir debe responder a las deficiencias de la pradera

buscando satisfacer los requerimientos nutricionales de los animales. El uso de praderas con pastos de gramíneas (ricos en energía) es común en México. Recientemente, la creación de praderas mixtas (sistemas silvopastoriles) donde se cuenta con plantas leguminosas (ricas en proteína) está de moda. Sin embargo, los insumos para la suplementación no han sido los adecuados.

Insumos para la suplementación

En México existe una gran variedad de insumos energéticos (ejemplo; melaza, maíz, cebo de res) y proteicos (ejemplo: soya, frijol terciopelo) que podrían ser utilizados individualmente, mezclados y en bloques multinutricionales para establecer este método alternativo de control de NGI en ovinos en pastoreo. Lo importante es considerar cuales son los insumos disponibles en la región y que su costo permita su uso.

Suplementación exitosa

En Yucatán por ejemplo, los ovinos y caprinos que pastorean de 6-7 horas diarias agostadero nativo compuesto por una gran variedad de plantas leguminosa ricas en proteína, la suplementación con fuentes de energía (maíz o melaza) y en cantidades de 108g, 1% y 1.5% de su peso vivo han demostrado que mejoran la inmunidad y la ganancia de peso comparado con los animales que no la reciben. Resultados similares han sido mostrados en Tabasco. Sin embargo, en todos estos trabajos los animales fueron suplementados individualmente y esta no es una práctica fácil de realizar en los rebaños medianos y grandes. Recientemente, en Chiapas se demostró en ovinos suplementados en grupo, ganancia de peso y reducciones en la cuenta de HPG de NGI similares a ovinos suplementados individualmente.

CONCLUSIONES

Los conocimientos sobre los NGI que afectan a los ovinos, el manejo de las praderas, su producción de materia seca y la amplia disponibilidad de insumos energéticos y proteicos para la suplementación en México ofrecen la oportunidad de establecer estrategias de control alternativo de los NGI en los ovinos en pastoreo a través de la suplementación alimenticia. Sin embargo, es importante recordar, que la suplementación debe estar basada en unos objetivos de producción acordes a cada sistema de producción.

REFERENCIAS

- Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, JFJ., Cámara-Sarmiento, R. 2009. Importancia de parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. In: Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Compilado por: Gonzalez Garduño R. y Berumen Alaforte A.C. Editado por: Universidad Autónoma de Chapingo, U.R.U.S.E. Tabasco, México. pp. 1-11. ISBN: 978-607-12-0089-1.
- Calderón-Quintal, J.A., Torres-Acosta, JFJ., Sandoval-Castro, CA., Alonso, M., Hoste, H., Aguilar-Caballero, AJ. 2010. Adaptation of *Haemonchus contortus* to condensed tannins: can it be possible?. *Archivos de Medicina Veterinaria*. 42: 165-171.
- Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A., Waller, J.P., 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44, 35-44.

- Galicia-Aguilar, H.H., Rodríguez-González, L.A., Capetillo-Leal, C.M., Cámara-Sarmiento, R., Aguilar-Caballero, A.J., Sandoval-Castro, C.A., Torres-Acosta, J.F. 2012. Effects of *Phytolacca alba* supplementation on feed consumption and dry matter digestibility of sheep and the biology of *Haemonchus contortus*. *Animal Feed Science and Technology*, 176: 178– 184.
- Galindo-Barboza, A.J., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R., Sandoval Castro, C.A., Ojeda-Robertos, N.F., Reyes-Ramírez, R., España-España, E., Torres Acosta, J.F.J. 2011. Persistence of the efficacy of copper oxide wire particles against *Haemonchus contortus* in sheep. *Veterinary Parasitology*. 176: 261-267.
- González-Garduño, R., Córdova-Pérez, C., Torres-Hernández, G., Mendoza de Gives, P., Arece-García, J. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. *Vet. Mex.* 42: 125-135.
- Hernández-Orduño, G., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Capetillo-Leal, C.M., Alonso-Díaz, M.A. 2012. Cafeteria trials with tannin rich plants, tannins do not modify foliage preference of goats with browsing experience. *Ethology Ecology & Evolution*. 24: 332-343
- Hoste, H, Torres-Acosta, J.F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, AJ, Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C. 2005. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research*. 60: 141-151.
- Hoste, H, Torres-Acosta J.F.J, Aguilar-Caballero A.J. 2008. Nutrition-parasite interactions in goats: is immunoregulation involved in the control of gastrointestinal nematodes?. *Parasite Immunology*. 30: 79-88.
- Hoste, H., Sotiraki, S., Landau, S.Y., Jackson, F., Beveridge, I. 2010. Goat–Nematode interactions: think differently. *Trends in Parasitology*. 26: 376-381.
- JABBAR A, IQBAL Z, KERBOEUF D, MUHAMMAD G, KHAN MN, AFAQ M 2006: Anthelmintic Resistance: The State of Play Revisited. *Life Sci* 79: 2413-2431.
- Knox M.R., Torres-Acosta J.F.J., Aguilar-Caballero A.J. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology*. 139: 385-393.
- Luna-Palomera, C. Santamaría-Mayo, E., Berúmen-Alatorre, E.A., Gómez-Vázquez, A., Maldonado-García, N.M. 2010. Suplementación energética y proteica en el control de nematodos gastrointestinales en corderas de pelo. *REDVET. Revista Electrónica de Veterinaria*. 11: 1-13
- Palomo-Couoh, J.G., Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Capetillo-Leal, C.M., Hoste, H. 2012. Efecto de la alimentación con follaje de chimay (*Phytolacca alba*) y desecho de café (*Coffea arabica*) en la regulación parasitaria de caprinos. VI Reunión Nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, 11-14 de julio de 2012, Veracruz.
- Retama-Flores, C., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R., Canul-Ku, H.L. 2012. Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. *Animal*. 6: 145-153.
- Rivera, J.F. Evaluación de tres Antihelmínticos Contra Parásitos Gastrointestinales en Borregas de la Raza Rambouillet y Pelibuey, (Tesis de Licenciatura), Saltillo, Coahuila, Producción Animal, UAAAN, 2000

- Rojas-Hernández, S; Gutiérrez-Segura, I; Olivares-Pérez, J; Valencia-Almazán, M. 2007. Prevalencia de nemátodos gastrointestinales en ovinos en pastoreo en la parte alta del MPIO. De Cuetzala del Progreso, Guerrero-México REDVET. 9:
- Ruiz Zárate, F., Cruz-Velázquez, F., Aguilar-Caballero, A.J., Olivas-Salazar, R., Torres-Acosta, JFJ., López-Trujillo, R., Torres-Hernández, G., Cuellar-Ordaz A. 2011. Suplementación Alimenticia grupal y ganancia de peso en ovinos de pelo infectados con NGI bajo pastoreo extensivo en Chiapas, México. VIII Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico. XVI Congreso Nacional de producción Ovina. 7-9 de septiembre de 2011. Villahermosa, Tabasco, México.
- Torres-Acosta, J.F.J., Aguilar-Caballero, A.J. (2005). Epidemiología, prevención y control de nematodos gastrointestinales en rumiantes. Cap 10. Sección II Enfermedades causadas por parásitos y rickettsias. En Enfermedades de importancia económica en producción animal. Pp. 145-173.
- Torres A.J.F.; Azul-Canche, U.; Aguilar-Caballero, A. J.; Rodríguez-Vivas, R.I. 2003. Prevalence of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatán, Mexico. *Veterinary Parasitology*. 114: 33-42.
- Torres-Acosta, J.F.J.; Aguilar-Caballero, A.J.; Le Bigot, C.; Hoste, H.; Canul-Ku, H.L.; Santos-Ricalde, R.; Gutiérrez-Segura, I. (2005). Comparing different formulae to test for gastrointestinal nematode resistance to benzimidazoles in small holder goat farms in Mexico. *Veterinary Parasitology*. 134: 241-248.
- Torres-Acosta, J.F.J y Hoste, H. 2008. Alternative or improved methods to limit gastro-intestinal parasitism in grazing sheep and goats. *Small Rumin. Res.* 77: 159-173.
- Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R. Alonso-Díaz, M.A. 2012. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. *Small Ruminant Research*. 103: 28-40
- Torres-Acosta, JFJ; Aguilar-Caballero, AJ; Le Bigot, C; Hoste, H; Canul-Ku, H.L., Santos-Ricalde, R., Gutiérrez-Segura, I. 2005. Comparing different formulas to test for gastrointestinal nematode resistance to benzimidazoles in smallholder goat farms in Mexico. *Veterinary parasitology*. 134: 241-248.
- Torres-Acosta, J.F.J., Mendoza-de-Gives, P., Aguilar-Caballero, A.J., Cuellar-Ordaz, J.A. 2012. Anthelmintic resistance in sheep farms: Update of the situation in the American continent. *Veterinary Parasitology*, 189: 89-96.
- Vargas-Magaña, J.J., Torres-Acosta, J.F.J., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Hoste, H., Capetillo-Leal, C.M. 2012. Evidencia de expresión de proteína salival bloqueadora de taninos (PSBT) en ovinos consumiendo forraje rico en taninos. VI Reunión Nacional sobre sistemas agro y silvopastoriles. Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz, 11-14 de julio de 2012, Veracruz. PP.61

EL CAMINO A LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA OVINA

C.A. López Díaz y R. Trueta*

**E-mail: trueta@servidor.unam.mx*

INTRODUCCIÓN

La industria ovina en México ha experimentado un auge importante en la última década, el cual se refleja en el aumento del inventario nacional que pasó de 6 a 8 millones de cabezas entre 2000 y 2009. Lo anterior representó, en el mismo periodo, un incremento en la producción de carne en canal de 33 mil 400 toneladas a 53 mil 700 (SIAP). En parte este comportamiento se debe al precio al que se comercializa el ovino en pie, el cual es superior entre 25% y 30% al que se paga por el bovino (FAOSTAT). Otras circunstancias que han influido en el aumento de la industria ovina es la existencia de varios programas gubernamentales de fomento y la creciente popularidad de la especie en las zonas tropicales del país, todo impulsado por un mercado nacional que la producción nacional no es capaz de abastecer, por lo que cada año se debe recurrir a importar entre el 40 y el 60% del consumo nacional aparente (SAGARPA).

Ante el creciente interés de los inversionistas por la producción ovina, es importante ofrecer un panorama de la rentabilidad del negocio que permita comparar el desempeño de la industria entre empresas ovinas y con respecto a otras oportunidades de inversión. Con este fin y con base en los resultados parciales de SICEC los autores han preparado un modelo de simulación que estima la rentabilidad de la empresa ovina, tomando como base una unidad de producción de 500 vientres, orientada a la producción de corderos para abasto bajo un sistema de pastoreo diurno y encierro nocturno.

DEFINICIONES

Punto porcentual \neq porcentaje

Resulta necesario aclarar un concepto que generalmente se confunde y es la diferencia entre un punto porcentual (pp) y uno por ciento.

Si partimos de un ejemplo será relativamente fácil entender la diferencia:

Supongamos que los certificados de la tesorería de la federación (cetes) pagan un dividendo de 4 por ciento (es decir que por \$100 invertidos nos darán, al final del período contratado, \$104); si se aumenta un punto porcentual a ese dividendo, el dividendo pasará a 5 (4+1 pp) sin embargo el aumento de un pp significa un aumento en el dividendo de 25% (es decir uno entre 4= 0.25).

Es decir que un pp añadido a una base de 4% nos da un aumento de 25%

Definición de rentabilidad

En el análisis financiero la rentabilidad se refiere a la relación entre los beneficios obtenidos de una actividad y la inversión realizada. Esto es, se trata de medir cuánto rinde un recurso en términos de beneficios económicos. La rentabilidad, a diferencia de otros indicadores de desempeño económico, es siempre un indicador relativo, por tal motivo se suele expresar como una razón o un porcentaje.

Existen diversos indicadores para medir la rentabilidad, el más utilizado es la rentabilidad económica que se obtiene de dividir las utilidades entre el total del activo de la empresa. Este indicador refleja la habilidad de la administración para obtener beneficios de un monto de inversión determinado. Recordemos que los activos se refieren al valor de todas las inversiones, lo que agrupa el valor de los terrenos, instalaciones, maquinaria, inventario, cuentas de banco,

costos directos, etc., de tal manera que la rentabilidad económica indica qué porcentaje representan las utilidades con respecto al total del dinero utilizado para obtenerlas.

Pese a la simplicidad del indicador, existen diversas variaciones de éste dependiendo de los rubros incluidos tanto en las utilidades como en los activos. Del lado de las utilidades se pueden incluir estas antes o después de restarles las depreciaciones, los impuestos o los gastos financieros. Por el lado de los activos, pueden omitirse algunos, ya sea porque se traten de costos anteriores, porque no tengan circulación en el mercado, es decir que no se comercializan, o cualquier otra razón por la que no quiera considerarse su valor para evaluar el desempeño de la empresa.

CARACTERÍSTICAS DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN MÉXICO

La producción de carne de borrego en México se lleva a cabo principalmente en sistemas familiares, basados en el pastoreo de agostaderos naturales de terrenos comunales. Estos sistemas son los más extendidos en los principales estados productores, como México e Hidalgo, aunque también son frecuentes en estados del norte del país, en los que la baja calidad de los pastos ha determinado que las tierras de uso común representen el principal porcentaje dentro de la superficie de los ejidos, con lo que la cría de ovinos y caprinos representa una buena alternativa para aprovechar este recurso.

Ante esta situación, existe consenso entre varios autores para considerar a la producción ovina nacional como propia de grupos marginales y en sí misma una actividad marginal que los productores realizan de manera secundaria, lo que tiene como consecuencia bajos índices de productividad y eficiencia. Sin embargo, también se reconoce la existencia de un sector ovino, generalmente etiquetado como empresarial, para el cual los ovinos son manejados como un negocio (no sólo un instrumento para la reproducción familiar) y por lo tanto aplican mejores tecnologías en la búsqueda de ganancias atractivas con relación al capital invertido.

En consecuencia, la mayor oferta de carne de ovino en México proviene de los sistemas familiares, los cuales se caracterizan por su lógica de reducción de costos a partir de insumos familiares, más que de búsqueda de rentabilidad sobre el capital invertido, pues en la medida que para los campesinos (ejidatarios y los comuneros) los pastos de las tierras de uso común son un recurso que difícilmente se puede intercambiar, no se le asigna un costo de oportunidad que sirva como incentivo para buscar maximizar los beneficios que se obtienen de él, por lo que la estrategia de alimentación más racional bajo estas condiciones es tratar de aprovechar al máximo los recursos forrajeros disponibles de manera libre, incluso hasta el sobrepastoreo, con lo que se abaratan los costos de producción.

Así, la ovinocultura familiar valoriza los pastizales comunales y la mano de obra familiar y con base en esta estrategia minimiza los costos de alimentación, que se reflejan en costos de producción bajos. Esto es cierto sólo si el cálculo de costo de producción se hace incluyendo sólo los costos en efectivo explícitos, pues un análisis económico de costos que incluya el valor de todos los recursos utilizados en la producción, dará como resultado un costo aparentemente mayor, probablemente incluso mayor que el precio de venta. Sin embargo, el costo percibido para el ejidatario es el que se refleja en su bolsillo, de tal manera que es el único que utiliza para tomar sus decisiones sólo tendrá en mente el costo de oportunidad de la mano de obra familiar utilizada, pues no hay costo percibido del uso del agostadero comunal, debido a que si él no lo utiliza, no puede vender sus derechos a nadie más.

Siendo ese el principal sistema de abastecimiento de corderos en el país y reiterando que sus decisiones económicas se basan en una estimación de costos que no incluye un cargo sobre el uso de la tierra. Adicionalmente, las expectativas de ganancias del productor campesino son menores

a las del productor empresarial, pues para el primero bastará con que la actividad le proporcione un ingreso que equivalga al costo de oportunidad de su mano de obra, mientras que el segundo espera pagar la mano de obra consumida a precio de mercado y además obtener una utilidad atractiva por el uso del capital invertido y de su actividad empresarial.

Por lo anterior en este trabajo se utilizarán algunos indicadores de desempeño económico que consideran los diversos puntos de vista y que intentan reflejar los escenarios que enfrentan los distintos tipos de productores.

EL CAMINO A LA RENTABILIDAD EN LA EMPRESA OVINA

Las decisiones que el empresario toma en la empresa deben estar orientadas a incrementar la rentabilidad de su inversión. Como en cualquier otra empresa, en la actividad ovina se deben tomar decisiones en todos los aspectos del proceso administrativo, tales como la planeación, el manejo de personal, las finanzas, el control, la comercialización, etc. Sin embargo, el buen manejo zootécnico es fundamental, pues de ello depende el uso eficiente de los recursos, que se refleja, en primera instancia, en el aumento de la productividad (entendida como más producción por unidad de insumo) y, como consecuencia, en el aumento de las utilidades de la empresa.

Usualmente se considera que la zootecnia está compuesta por la genética, la reproducción, la alimentación, el manejo, la sanidad y la economía (GRAMSE). Las acciones tomadas en cada una de estas áreas tendrán repercusiones diferentes en las utilidades, por lo que el empresario, en la búsqueda de los mejores resultados económicos posibles, debe priorizar las áreas en las que le conviene más invertir sus recursos financieros y humanos. Para ello requiere de información sobre el efecto económico que tendrán sus decisiones, lo cual no es siempre fácil estimar.

Por tal motivo, este trabajo tiene como objetivo evaluar el efecto de cambios en el desempeño zootécnico del rebaño sobre la rentabilidad de la empresa ovina. Esto se ha hecho con base en un modelo de simulación basado en la metodología Monte Carlo, con el cual se han examinado 15 escenarios. Cada escenario representa una situación de toma de decisiones dentro de la empresa, que repercute en un parámetro específico. Se simulan casos de cambios en el desempeño reproductivo, el mejoramiento genético, el manejo del destete, la atención médica, la medicina preventiva y la alimentación. Para cada escenario se ha estimado el beneficio económico en términos de rentabilidad, utilidad neta y costo de producción, entre otros indicadores.

METODOLOGÍA

El modelo representa, con base en la técnica de simulación Monte Carlo, el comportamiento económico y productivo de un rebaño ovino de 500 vientres, en el cual la alimentación se basa en el pastoreo de agostaderos con pastos nativos y complemento en pesebre durante las épocas críticas. Los corderos se mantienen estabulados al igual que los sementales. Se considera el empleo de dos personas para la atención del rebaño y una capacidad de carga de 5 ovejas por hectárea.

La simulación con metodología Monte Carlo es una técnica cuantitativa que utiliza la estadística y las computadoras para imitar (generando números pseudoaleatorios), el comportamiento aleatorio de sistemas reales. La simulación Monte Carlo consiste en crear un modelo matemático del sistema que se quiere estudiar, para ello se identifican las variables cuyo comportamiento aleatorio determinan el comportamiento global del sistema. Posteriormente, por medio de la computadora se generan muestras aleatorias para las variables anteriores lo cual muestra el comportamiento del sistema a través de los valores generados y permite analizar la rentabilidad de cada una de las decisiones.

Para realizar este tipo de modelos se utilizan comúnmente hojas de cálculo electrónicas debido a su fácil uso, su capacidad para recalcular valores y las posibilidades del análisis de escenarios. Además existen diversos complementos que facilitan la realización de las simulaciones como es el caso de @Risk, Crystall Ball, SimTools.xla, Insight.xla, entre otros. Para este modelo se ha utilizado Microsoft Excel © y Easyfit ©.

Los valores para las variables del modelo se obtuvieron de tres fuentes; en primer lugar, de los resultados sistematizados de 158 encuestas a empresas ovinas levantadas en el marco del Sistema de Información de Costos, Rentabilidad y Competitividad de la Ganadería Nacional (SICEC), que lleva a cabo la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Nacional Autónoma de México, por encargo de la Coordinación General de Ganadería de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Otro grupo de valores se obtuvieron de la consulta con expertos en producción ovina.

Finalmente, el precio de venta del cordero se obtuvo de la página web del Sistema Nacional de Información e Investigación de Mercados (SNIIM).

El Cuadro 1 indica los valores utilizados en el escenario base del modelo y el origen de estos.

Se calcularon 15 escenarios, para cada uno se realizaron 1000 simulaciones y se calcularon los promedios de los valores de salida, los cuales se utilizaron para estimar el efecto de distintas medidas tomadas en la empresa. Los escenarios simulados son los siguientes (Cuadro 2):

Para cada escenario se calculó un grupo de indicadores de desempeño productivo y económico, con base en los cuales se estiman los beneficios económicos de los cambios en los parámetros productivos y en los costos de alimentación. Cada escenario representa una acción tomada en un área zootécnica, tal y como se indica en el Cuadro 3.

Los indicadores de desempeño productivo y económico calculados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 1. Valores utilizados en el modelo de simulación para el escenario Base.

Variable	Valor	Origen
Fertilidad	85%	Experto
Aborto	2%	Experto
Parto gemelar	40%	Experto
Mortalidad destete	7%	Experto
Mortalidad en engorda	2%	Experto
Mortalidad adultas	1%	Experto
Peso finalizado	45 kg	Experto
Hembras por semental	30	Experto
Costo anual alimentación vientre	\$391.5	Percentil 33, SICEC
Alimentación cordero	\$360	Percentil 33 SICEC
Costo de la tierra	\$33,000	Media acotada 20% SICEC
Costo del jornal por día	\$150	Mediana 50 SICEC
Valor de las instalaciones por vientre.	\$736	Media acotada 10% SICEC
Otros gastos por vientre	\$180	Media acotada 20% SICEC
Valor de cada vientre	\$1,380	Media acotada 20% SICEC
Valor de cada semental	\$2,636	Media acotada 20% SICEC
Precio de venta el kg de cordero en pie	\$33	SNIIM
Valor de rescate de vientres	\$700	Con base en SNIIM
Valor de rescate de sementales	\$1200	Con base en SNIIM

Cuadro 2. Datos sobre los escenarios del modelo

Código del escenario	Descripción	Cambios en las variables con relación al escenario normal.
Base	Escenario base	
Fert80	Disminución de de 5% en la fertilidad	Fertilidad a 80%
Fert90	Aumento de 5% en la fertilidad	Fertilidad a 90%
Gem50	Aumento de 10% en parto gemelar	Parto gemelar a 50%
Gem60	Aumento de 20% en parto gemelar	Parto gemelar a 60%
MDes12	Aumento de 5% en la mortalidad al destete	Mortalidad en destete de 12%
MDes17	Aumento de 10% en la mortalidad al destete	Mortalidad al destete de 17%
MEng7	Aumento de 5% en la mortalidad en engorda	Mortalidad en engorda de 7%
MEng12	Aumento de 10% en la mortalidad en engorda	Mortalidad en engorda de 12%
PFin47.25	Aumento de 5% en el peso de finalización	Peso de finalización de 47.25 kg
PFin49.5	Aumento de 10% en el peso de finalización	Peso de finalización de de 49.5
Alim95	Disminución de 5% del costo de alimentación	95% del costo de alimentación base
Alim90	Disminución de 10% del costo de alimentación	90% del costo de alimentación base
MAdul5	Aumento de 4% en la mortalidad de adultas	Mortalidad de adultos de 5%
MAdul10	Aumento de 9% en la mortalidad de adultas	Mortalidad de adultos de 10%
Mejorado	Disminución de 5% en alimentación, aumento de 5% en fertilidad, de 10% en parto gemelar, de 5% en el peso de finalización y disminución de 2% en la mortalidad de corderos.	95% de la alimentación base, 50% parto gemelar, 5% de mortalidad en corderos, 47.25 kg de peso de venta de corderos y 90% de fertilidad.

Cuadro 3. Descripción de los escenarios calculados

Código del escenario	Área zootécnica	Escenario simulado
Base	Escenario base	
Fert80	Manejo reproductivo	Mejora en el manejo del empadre.
Fert90	Manejo reproductivo	Empeoramiento en el manejo del empadre
Gem50	Genética	Aumento en el porcentaje de partos gemelares
Gem60	Genética	Aumento en el porcentaje de partos gemelares
MDes12	Manejo	Aumento de las fallas en el manejo de partos y destete
MDes17	Manejo	Aumento de las fallas en el manejo de partos y destete
MEng7	Medicina preventiva	Para el modelo se asume que el aumento en la mortalidad de los corderos en engorda se debe a casos de clostridiasis.
MEng12	Medicina preventiva	Para el modelo se asume que el aumento en la mortalidad de los corderos en engorda se debe a casos de clostridiasis.
PFin47.25	Genética	Se asume una mejora genética que aumenta la eficiencia alimenticia.
PFin49.5	Genética	Se asume una mejora genética que aumenta la eficiencia alimenticia.
Alim95	Alimentación	Se asume que con un mejor balanceo (costos mínimos) se reduce el costo de la dieta.
Alim90	Alimentación	Se asume que con un mejor balanceo (costos mínimos) se reduce el costo de la dieta.
MAdul5	Medicina curativa	Un aumento de la mortalidad debido a fallas en la medicina curativa
MAdul10	Medicina curativa	Un aumento de la mortalidad debido a fallas en la medicina curativa
Mejorado	Varias áreas	Un conjunto de mejoras en distintas áreas zootécnicas

Cuadro 4. Variables de salida del modelo de simulación

Resultado productivos	Definición
Corderos finalizados	Número total de corderos finalizados en un año
Kg de carne	Total de kilogramos de carne producidos en un año
Rentabilidad neta	Utilidad entre la suma de todos los costos de la empresa
Rentabilidad sobre inversión	Utilidad entre el valor de la inversión en tierras y pie de cría.
Utilidad por hectárea	Utilidad total entre 100
Utilidad por vientre	Utilidad total entre 500
Costo por kg de cordero en pie	Costo de producir un kg de cordero
Utilidad Neta	Utilidad de la empresa
Utilidad neta + Mano de obra	Utilidad de la empresa más el valor de la mano de obra
Corderos por vientre	Número de corderos finalizados por vientre
Kg carne por vientre	Kilogramos de carne producidos pro vientre
Utilidad neta por kg	Utilidad por kg de carne producido

RESULTADOS

Los resultados del modelo indican que el escenario Base genera una utilidad de \$68,556, lo que representa una rentabilidad neta de 9.61% y de 4.09% sobre la inversión. Para el empresario que emplea mano de obra familiar, la utilidad será de \$178,056 anuales, debido a que le corresponde el costo asignado a la mano de obra. Cabe señalar que no se ha asignado un costo por el uso del agostadero, ni como renta ni como cargo financiero, pero la rentabilidad sobre la inversión puede utilizarse para que el inversionista evalúe si para él es atractivo invertir en pie de cría, tierra e instalaciones, con base en las utilidades esperadas. Todos los resultados se presentan en los cuadros 5 y 6.

Los escenarios muestran las distintas rentabilidades debidas a los cambios en distintas áreas zootécnicas. Por ejemplo, un aumento de 5% en la fertilidad tendrá un impacto de 50% sobre las utilidades (no sobre el ingreso), lo que implica que cada punto porcentual por arriba del 85% de fertilidad representará para la empresa un aumento en la utilidad de \$6,810.

Por su parte, un mal manejo del destete que provoque un aumento de 5 puntos porcentuales en la mortalidad de corderos, significa una reducción de las utilidades en 45% y un aumento en el costo de producción de \$1.21 por kilo.

La mortalidad durante la engorda es particularmente costosa, pues en ese punto se ha pagado parte de la alimentación de los corderos y la gestación de la madre, de tal manera que el costo por punto porcentual es de \$7,151, lo que significa que, por ejemplo, un brote de clostridiosis que matara al 5% de los corderos en engorda reduciría en 52% las utilidades de la empresa y si el brote afectara al 10% pondría a la empresa en zona de pérdidas.

Cuadro 5. Resultados de los escenarios (1)

Parámetros	Base	Fert80	Fert90	Gem50	Gem60	MDes12	MDes17	MEng7
Resultado productivos								
Kg de carne	23,649	22,243	25,062	25,373	27,070	22,406	21,145	22,419
Corderos finalizados por vientre	1.05	0.99	1.11	1.13	1.20	1.00	0.94	1.00
Kg carne por vientre	47.30	44.49	50.12	50.75	54.14	44.81	42.29	44.84
Resultados económicos								
Rentabilidad bruta	30.59%	25.45%	35.55%	36.90%	42.83%	25.89%	20.93%	24.81%
Rentabilidad neta	9.61%	4.92%	14.15%	15.33%	20.74%	5.36%	0.92%	4.62%
Rentabilidad sobre inversión	4.09%	3.33%	4.85%	5.05%	5.99%	3.40%	2.70%	3.29%
Utilidad neta por hectárea	\$ 686	\$ 346	\$ 1,026	\$ 1,114	\$ 1,536	\$ 378	\$ 65	\$ 328
Utilidad neta por vientre	\$ 137	\$ 69	\$ 205	\$ 223	\$ 307	\$ 76	\$ 13	\$ 66
Costo por kg	\$ 30.10	\$ 31.44	\$ 28.91	\$ 28.61	\$ 27.33	\$ 31.31	\$ 32.69	\$ 31.54
Utilidad Neta	\$ 68,556	\$ 34,591	\$ 102,604	\$ 111,432	\$ 153,577	\$ 37,760	\$ 6,508	\$ 32,800
Utilidad neta + Mano de obra	\$ 178,056	\$ 144,091	\$ 212,104	\$ 220,932	\$ 263,077	\$ 147,260	\$ 116,008	\$ 142,300
Utilidad bruta por kg	\$ 7.74	\$ 6.70	\$ 8.66	\$ 8.90	\$ 9.90	\$ 6.79	\$ 5.72	\$ 6.57
Utilidad neta por kg	\$ 2.90	\$ 1.56	\$ 4.09	\$ 4.39	\$ 5.67	\$ 1.69	\$ 0.31	\$ 1.46
Comparativos								
Cambio porcentual en la utilidad neta	0%	-50%	50%	63%	124%	-45%	-91%	-52%
Cambio por punto porcentual		-10%	10%	6%	6%	-9%	-9%	-10%
Cambio en utilidad neta		-\$ 33,965	\$ 34,048	\$ 42,876	\$ 85,021	-\$ 30,796	-\$ 62,048	-\$ 35,756
Cambio en utilidad neta por punto		-\$ 6,793	\$ 6,810	\$ 4,288	\$ 4,251	-\$ 6,159	-\$ 6,205	-\$ 7,151

Cuadro 6. Resultados de los escenarios (2)

Parámetros	MEng12	PFin47.25	PFin49.5	Alim95	Alim90	MAdul5	MAdul10	Mejorado
Resultado productivos								
Kg de carne	21,288	24,837	26,072	23,682	23,621	22,735	21,558	28,843
Corderos finalizados por vientre	0.95	1.05	1.05	1.05	1.05	1.01	0.96	1.22
Kg carne por vientre	42.58	49.67	52.14	47.36	47.24	45.47	43.12	57.69
Resultados económicos								
Rentabilidad bruta	19.36%	37.15%	43.85%	32.84%	34.79%	28.02%	24.54%	53.46%
Rentabilidad neta	-0.07%	15.11%	20.74%	11.20%	12.51%	5.88%	1.03%	29.55%
Rentabilidad sobre inversión	2.55%	4.97%	5.87%	4.32%	4.50%	3.67%	3.14%	7.41%
Utilidad neta por hectárea	-\$ 4	\$ 1,077	\$ 1,479	\$ 788	\$ 868	\$ 418	\$ 74	\$ 2,172
Utilidad neta por vientre	-\$ 1	\$ 215	\$ 296	\$ 158	\$ 174	\$ 84	\$ 15	\$ 434
Costo por kg	\$ 33.02	\$ 28.67	\$ 27.33	\$ 29.67	\$ 29.33	\$ 31.16	\$ 32.66	\$ 25.47
Utilidad Neta	-\$ 375	\$ 107,731	\$ 147,895	\$ 78,834	\$ 86,805	\$ 41,797	\$ 7,394	\$ 217,213
Utilidad neta + Mano de obra	\$ 109,125	\$ 217,231	\$ 257,395	\$ 188,334	\$ 196,305	\$ 151,297	\$ 116,894	\$ 326,713
Utilidad bruta por kg	\$ 5.36	\$ 8.95	\$ 10.06	\$ 8.16	\$ 8.52	\$ 7.23	\$ 6.51	\$ 11.50
Utilidad neta por kg	-\$ 0.02	\$ 4.34	\$ 5.67	\$ 3.33	\$ 3.67	\$ 1.84	\$ 0.34	\$ 7.53
Comparativos								
Cambio porcentual en la utilidad neta	-101%	57%	116%	15%	27%	-39%	-89%	217%
Cambio por punto porcentual	-10%	11%	12%	3%	5%	-10%	-10%	
Cambio en utilidad neta	-\$ 68,931	\$ 39,175	\$ 79,338	\$ 10,278	\$ 18,249	-\$ 26,759	-\$ 61,163	\$ 148,657
Cambio en utilidad neta por punto	-\$ 6,893	\$ 7,835	\$ 7,934	\$ 2,056	\$ 1,825	-\$ 6,690	-\$ 6,796	

El escenario Mejorado representa un patrón al que el productor puede aspirar, a partir de su situación actual, sabiendo cuales serían los beneficios a los que podría aspirar al ir mejorando los diferentes parámetros de su empresa, dicho de otra manera, puede constituir un plan de acción con mejoras en 5 parámetros zootécnicos del rebaño las cuales prácticamente triplicarían la rentabilidad de la empresa (Figura 1).

Partiendo del escenario Base, si se comparan los cambios provocados por la variación de un punto porcentual en los parámetros productivos simulados, sobre la rentabilidad utilidad neta se puede ver que la aumenta de forma más importante en la mortalidad de corderos y menos en el costo de la alimentación en pesebre (Figura 2).

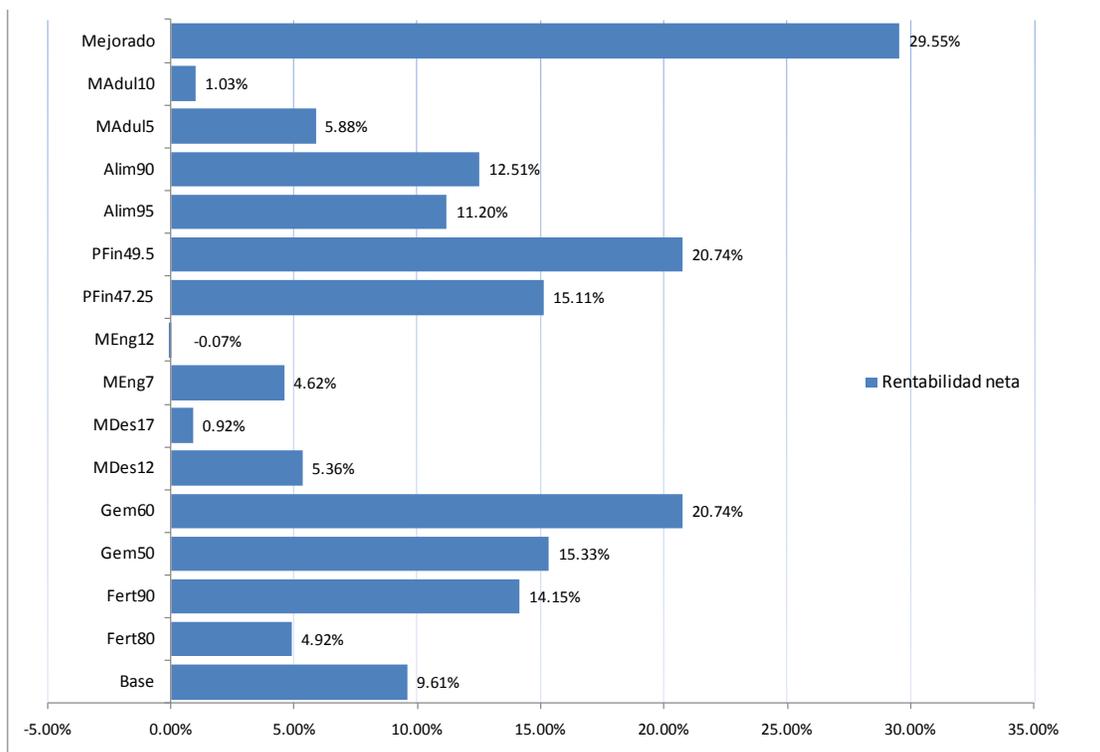


Figura 1. rentabilidad neta de cada escenario.

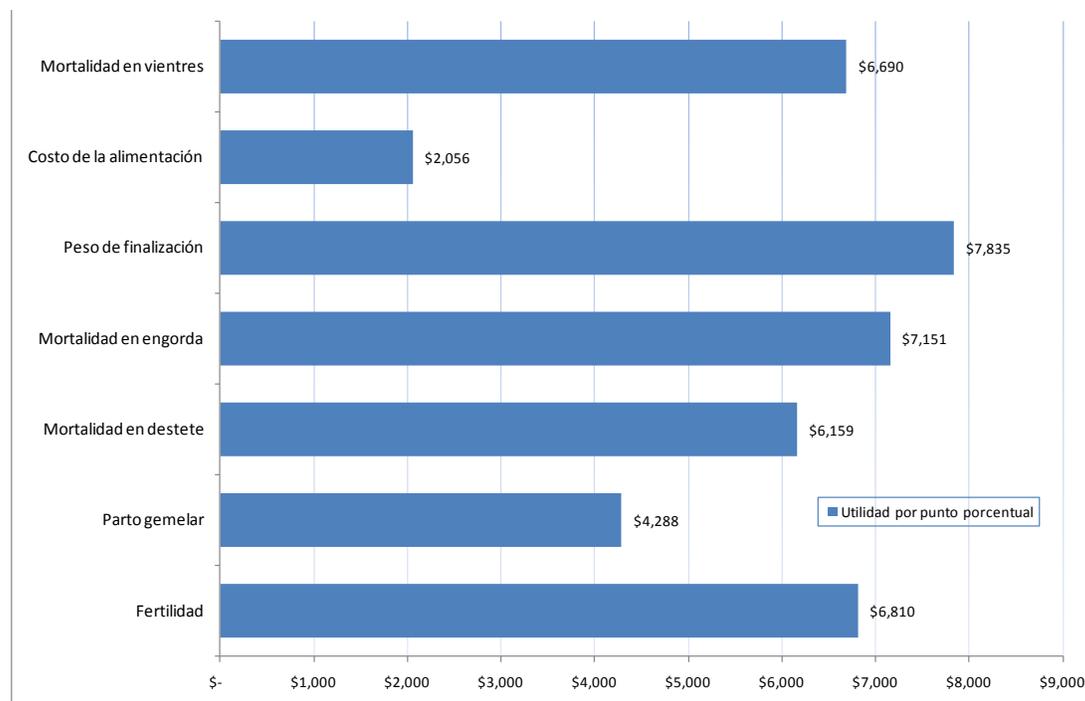


Figura 2. Cambio en la utilidad neta de la empresa por mejora de un punto porcentual en distintos parámetros zootécnicos.

La Figura 2 muestra la utilidad que produce el mejoramiento de un punto porcentual de 7 parámetros zootécnicos, a partir del escenario Base. Cualquier cambio que se quiera hacer en el rebaño para mejorar estos parámetros, tendrá costos asociados, los cuales no podrán ser mayores a la utilidad que se espera obtener la mejora. Esto es, que tomando como ejemplo la fertilidad, no se deberá gastar más de \$6,810 para aumentar en un punto porcentual este parámetro, pues más allá de este punto no sería rentable. Lo mismo ocurre para los demás parámetros, de tal manera que el ganadero deberá estimar el costo de las medidas que le permitan mejorar los parámetros técnicos, a fin de elegir las más rentables.

Algunas medidas son evidentemente rentables, por ejemplo, los escenarios MEng7 y MEng12 que simulan un aumento de la mortalidad en la engorda debida a un brote de clostridiasis, cual puede prevenirse con vacunas y cuidado en el manejo de la alimentación, medidas que no requiere de grandes gastos, mientras que un aumento de 5% en la mortalidad de los corderos en engorda significaría una reducción de la utilidad neta en \$35,756 (Cuadro 5). Otras medidas pudieran no ser rentables, pero ese dependerá de cada empresa.

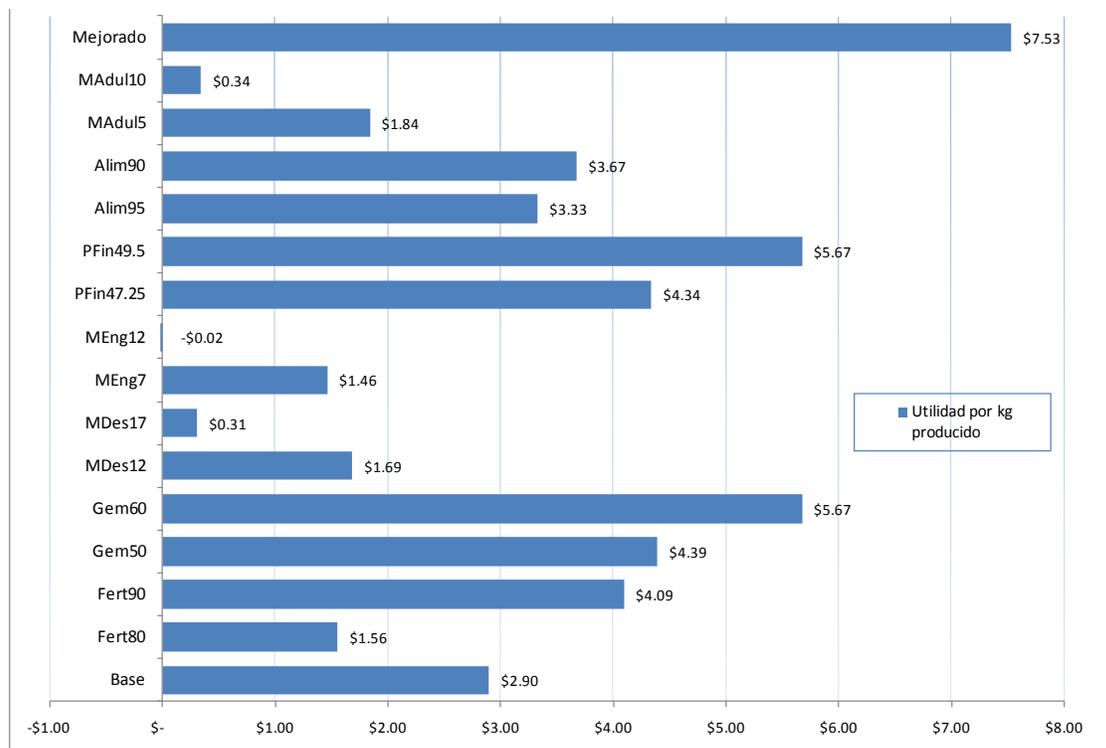


Figura 3. Utilidad por kg producido en cada escenario.

La figura 3 muestra la utilidad por Kg de cordero producido; este indicador es muy útil ya que permite compararlo directamente contra el precio de venta por kilo o contra el costo de producción por kg., que son indicadores que el productor tiene a su alcance. En la figura se puede ver que si la empresa se maneja con los parámetros establecidos en el escenario mejorado, se tendría una utilidad por kg. de \$7.53, sin embargo un aumento, sobre el parámetro del escenario mejorado, a 12% de la mortalidad de animales en engorda, reduciría esa utilidad a cero. De la misma manera, se puede apreciar que la mortalidad de adultos y la de destetes tienen repercusiones muy serias sobre las utilidades que recibirá el productor ya que solo le quedarían en un poco más de 30 centavos por kg.

Lo que aporta información importante de las consecuencias que tiene para el productor la atención que pone en los diferentes aspectos de su actividad en la producción de ovinos

A continuación se presentan los impactos que tienen las diferentes modificaciones de los parámetros sobre los diferentes indicadores, de una forma completa.

Cambios inducidos por un aumento de 2.25 kgs en el peso final

Un aumento de 2.25 kgs en el peso final aumenta la utilidad bruta ya que pasa de \$182,936 a \$222,199 es decir un aumento de \$39,263 que equivalen al 21% o \$17,450 por kg. Adicionalmente ese cambio provoca que la rentabilidad bruta aumente un 21% al pasar de 30.59% a 37.15%. También ocasiona que la rentabilidad neta aumente 50%, al pasar de 10% a 15%.

La utilidad neta también registra un aumento del 57% equivalente a \$39,175 o \$17,411 por kg ya que pasa de \$68,556 a \$107,731.

La utilidad kg tiene un aumento del 50% equivalente a \$1.4 o \$ 0.6 por kg ya que hay un cambio de \$3 a \$4.33.

En cuanto a la rentabilidad sobre inversión se observa un aumento del 21% pasa de 4.09% a 4.97%. Además que la rentabilidad por hectárea y por vientre también aumentan un 21% cada una ya que la rentabilidad por hectárea cambia \$393 o \$175 por kg modificándose de \$1,829 a \$2,222 y la rentabilidad por vientre de \$366 a \$444 aumentando \$78 o \$35 por kgs.

Este aumento de 2.25kgs ocasiona que los costos por kg disminuyen un 4% equivalente a \$1 o 0.4 por kg ya que pasa de \$25 a \$24. En los costos por cabeza también disminuyen un 0.08%, es decir, de \$1 o \$0.4 por kgs pasando de \$1,138 a \$1,137. No así, en el costo total debido a un incremento de \$170 equivalente al 0.3% o \$75 por kg ya que pasa de \$597,471 a \$597,641 debido a que los costos de alimentación también se encuentran aumentados en un 0.3% (siendo de \$119) ya que pasa de \$397,971 a \$398,090. Aumenta un 0.12% igual a \$110 o \$49 por kg el agotamiento del pie de cría ya que cambia de \$89,847 a \$89,957.

Esto sucede debido a un cambio en los resultados productivos de corderos finalizados y kg de carne, ya que en el primero se tiene un aumento del 0.2% equivalente a 1 o 0.44 por kg y en el segundo se tiene un aumento del 5% equivalente a 1,188 o 528 por kg.

En cuanto a los ingresos totales también se observa una disminución del 10% ya que pasa de \$780,408 a \$702,492 siendo de \$77,916 o \$7,791 por pp.

Cambios inducidos por un aumento de 4.5 kgs en el peso final

Un aumento de 4.5 kgs en el peso final aumenta la utilidad bruta ya que pasa de \$182,936 a \$262,387 es decir un aumento de \$79,451 que equivalen al 43% o \$17,656 por kg. Adicionalmente ese cambio provoca que la rentabilidad bruta aumente un 43% al pasar de 30.59% a 43.85%. También ocasiona que la rentabilidad neta aumente en 110%, al pasar de 10% a 21%.

La utilidad neta también registra un aumento del 116% equivalente a \$79,339 o \$17,631 por kg ya que pasa de \$68,556 a \$147,895.

La utilidad kg tiene un aumento del 95% equivalente a \$2.7 o \$ 0.6 por kg ya que hay un cambio de \$3 a \$5.7.

En cuanto a la rentabilidad sobre inversión se observa un aumento del 44% pasa de 4.09% a 5.87%. Además que la rentabilidad por hectárea y por vientre también aumentan un 43% cada una ya que la rentabilidad por hectárea cambia \$795 o \$177 por kg modificándose de \$1,829 a \$2,624 y la rentabilidad por vientre de \$366 a \$525 aumentando \$159 o \$35 por kgs siendo similar al aumento de 2.25kgs de peso final.

Este aumento de 4.50kgs ocasiona que los costos por kg disminuyen un 8% equivalente a \$2 o 0.4 por kg ya que pasa de \$25 a \$23. En los costos por cabeza también disminuyen un 0.17%, es decir, de \$2 o \$0.4 por kgs pasando de \$1,138 a \$1,136. No así, en el costo total debido a un incremento de \$531 equivalente al 0.08% o \$118 por kg ya que pasa de \$597,471 a \$598,002 debido a que los costos de alimentación también se encuentran aumentados en un 0.13% (siendo de \$531) ya que pasa de \$397,971 a \$398,502. Aumenta un 0.12% igual a \$112 o \$25 por kg el agotamiento del pie de cría ya que cambia de \$89,847 a \$89,959.

Esto sucede debido a un cambio en los resultados productivos ya que aumenta en 0.24% las hembras paridas equivalente a 1 siendo este de 412 a 413. También aumentan los corderos nacidos en un 0.34% igual a 2 ya que se modifican de 576 a 578 en total. Los corderos finalizados también tienen un incremento del 0.38% igual a 2 por el cambio de 525 a 527. Los kgs de carne también están modificados de 23,649 a 26,072 siendo un 10% igual a 531 o 118 por kg.

En cuanto a los ingresos totales también se observa un aumento del 10% ya que pasa de \$780,408 a \$860,389 siendo de \$79,981 o \$17,774 por kg.

Cambios inducidos por una reducción de 5pp en costo de alimentación

Una disminución de 5pp en el costo anual de alimentación provoca un aumento de 6% en la utilidad bruta ya que pasa de \$182,936 a \$193,302 es decir un aumento de \$10,366 o \$2,073 por pp. Adicionalmente ese cambio provoca que la rentabilidad bruta aumente un 7% al pasar de 30.59% a 32.84%. También ocasiona que la rentabilidad neta aumente en 10%, al pasar de 10% a 11%.

La utilidad neta también registra un aumento del 15% equivalente a \$10,278 o \$2055 por pp ya que pasa de \$68,556 a \$78,834.

La utilidad kg tiene un aumento del 15% equivalente a \$0.43 o \$0.08 por pp ya que hay un cambio de \$3 a \$3.32.

En cuanto a la rentabilidad sobre inversión se observa un aumento del 5.6% pasa de 4.09% a 4.32%. Además que la rentabilidad por hectárea y por vientre también aumentan un 6% cada una ya que la rentabilidad por hectárea cambia \$104 o \$21 por pp modificándose de \$1,829 a \$1,933 y la rentabilidad por vientre de \$366 a \$387 aumentando \$21 o \$4.2 por pp.

Esta reducción en costos de alimentación, ocasiona que los costos por kg permanecen constantes. Los costos por cabeza disminuyen un 1.7%, es decir, de \$20 o \$4 por pp pasando de \$1,138 a \$1,118, así como también disminuye el costo total de \$9,251 equivalente al 1.5% o \$1,850 por pp ya que pasa de \$597,471 a \$588,220 debido a que los costos de alimentación también se encuentran en decremento de 2.3% (siendo de \$9,251) ya que pasa de \$397,971 a \$388,720. Aumenta un 0.09% igual a \$88 o \$18 por pp el agotamiento del pie de cría ya que cambia de \$89,847 a \$89,935.

Esto sucede debido a un cambio en los resultados productivos ya que hay un aumento en los corderos nacidos en un 0.17% igual a 1 ya que se modifican de 576 a 577 en total. Los corderos finalizados también tienen un incremento del 0.19% igual a 1 por el cambio de 525 a 526. Los kgs de carne también están modificados de 23,649 a 23,682 siendo un 0.13% igual a 33 o 7 por pp.

En cuanto a los ingresos totales también se observa un aumento del 0.14% ya que pasa de \$780,408 a \$781,522 siendo de \$1,114 o \$223 por pp.

Cambios inducidos por una reducción de 10pp en costo de alimentación

Una disminución de 10pp en el costo anual de alimentación provoca incrementos como un aumento de 43% en la utilidad bruta ya que pasa de \$182,936 a \$262,387 es decir un aumento de \$79,451 o \$7,945 por pp. Adicionalmente ese cambio provoca que la rentabilidad bruta aumente un 43% al pasar de 30.59% a 43.85%. También ocasiona que la rentabilidad neta aumente en 110%, al pasar de 10% a 21%.

La utilidad neta también registra un aumento del 115% equivalente a \$79,339 o \$7,933 por pp ya que pasa de \$68,556 a \$147,895.

La utilidad kg tiene un aumento del 95% equivalente a \$2.7 o \$ 0.27 por pp ya que hay un cambio de \$3 a \$5.67.

En cuanto a la rentabilidad sobre inversión se observa un aumento del 44% pasa de 4.09% a 5.87%. Además que la rentabilidad por hectárea y por vientre también aumentan un 43% cada una ya que la rentabilidad por hectárea cambia \$795 o \$80 por pp modificándose de \$1,829 a \$2,624 y la rentabilidad por vientre de \$366 a \$525 aumentando \$159 o \$16 por pp.

Esta reducción en costos de alimentación, ocasiona que los costos por kg disminuyan un 8% equivalente a \$2 o \$0.2 por pp. Así mismo, los costos por cabeza disminuyen un 0.17%, es decir, de \$2 o \$0.2 por pp pasando de \$1,138 a \$1,136. Se incrementa el costo total de \$531 equivalente al 0.08% o \$53 por pp ya que pasa de \$597,471 a \$598,002 debido a que los costos de alimentación también aumentan 0.13% (siendo de \$531) ya que pasa de \$397,971 a \$398,502. Aumenta un 0.12% igual a \$112 o \$11.2 por pp el agotamiento del pie de cría ya que cambia de \$89,847 a \$89,959.

Esto sucede debido a un cambio en los resultados productivos ya que hay un aumento en hembras paridas de 412 a 413 siendo del 0.24% igual a 1. Los corderos nacidos también presentan un aumento del 0.35% igual a 2 ya que se modifican de 576 a 578 en total. Los corderos finalizados también tienen un incremento del 0.38% igual a 2 por el cambio de 525 a 527. Los kgs de carne también están modificados de 23,649 a 26,072 siendo un 10% igual a 2,423 o 242 por pp.

En cuanto a los ingresos totales también se observa un aumento del 10% ya que pasa de \$780,408 a \$860,389 siendo de \$79,981 o \$7998 por pp.

Cambios inducidos por un aumento de 5pp en la mortalidad de borregas adultas

Un aumento de 5pp en la mortalidad de borregas adultas provoca un decremento del 10% en la utilidad bruta ya que pasa de \$182,936 a \$164,366 es decir una disminución de \$18,570 o \$3,714 por pp. Adicionalmente ese cambio provoca que la rentabilidad bruta disminuya un 8% al pasar de 30.59% a 28.02%. También ocasiona que la rentabilidad neta disminuya 40%, al pasar de 10% a 6%.

La utilidad neta también registra una disminución de 39% equivalente a \$26,759 o \$5,352 por pp ya que pasa de \$68,556 a \$41,797.

La utilidad kg tiene una merma de 37% equivalente a \$1 o \$ 0.21 por pp ya que hay un cambio de \$3 a \$1.83.

En cuanto a la rentabilidad sobre inversión se observa una disminución de 10% ya que pasa de 4.09% a 3.67%. Además que la rentabilidad por hectárea y por vientre también disminuyen un 10% cada una ya que la rentabilidad por hectárea cambia \$185 o \$37 por pp modificándose de \$1,829 a \$1,644 y la rentabilidad por vientre de \$366 a \$329 disminuyendo \$37 o \$7.4 por pp.

Este aumento en la mortalidad de adultas de 5pp, ocasiona que los costos por kg aumenten un 4% equivalente a \$1 o \$0.2 por pp. Así mismo, los costos por cabeza aumentan en un 2%, es decir, de \$23 o \$4.6 por pp pasando de \$1,138 a \$1,161. Se reduce el costo total de \$11,587

equivalente al 2% o \$2317 por pp ya que pasa de \$597,471 a \$585,884 debido a que los costos de alimentación también disminuyen 3% (siendo de \$11,587) ya que pasa de \$397,971 a \$386,384. Aumenta un 9% igual a \$8,189 o \$1,638 por pp el agotamiento del pie de cría ya que cambia de \$89,847 a \$98,036.

Esto sucede debido a un cambio en los resultados productivos ya que hay una disminución en hembras paridas de 412 a 396 siendo del 4% igual a 16. Los corderos nacidos también presentan una reducción del 4% igual a 22 ya que se modifican de 576 a 554 en total. Los corderos finalizados también tienen una disminución del 4% igual a 20 o 4 por pp debido al cambio de 525 a 505. Los kgs de carne también están disminuidos de 23,649 a 22,735 siendo un 4% igual a 914 o 183 por pp.

En cuanto a los ingresos totales también se observa una merma del 4% ya que pasa de \$780,408 a \$750,250 siendo de \$30,158 o \$6,032 por pp.

Cambios inducidos por un aumento de 10pp en la mortalidad de borregas adultas

Un aumento de 10pp en la mortalidad de borregas adultas provoca una disminución en todos los resultados económicos como se muestra a continuación:

un decremento del 23% en la utilidad bruta ya que pasa de \$182,936 a \$140,332 es decir una disminución de \$42,604 o \$4,260 por pp. Adicionalmente ese cambio provoca que la rentabilidad bruta disminuya un 20% al pasar de 30.59% a 24.54%. También ocasiona que la rentabilidad neta disminuya 90%, al pasar de 10% a 1%.

La utilidad neta también registra una disminución de 89% equivalente a \$61,162 o \$6,116 por pp ya que pasa de \$68,556 a \$7,394.

La utilidad kg tiene una merma de 88% equivalente a \$2.5 o \$ 0.25 por pp ya que hay un cambio de \$3 a \$0.34.

En cuanto a la rentabilidad sobre inversión se observa una disminución de 23% ya que pasa de 4.09% a 3.14%. Además que la rentabilidad por hectárea y por vientre también disminuyen un 23% cada una ya que la rentabilidad por hectárea cambia \$426 o \$43 por pp modificándose de \$1,829 a \$1,403 y la rentabilidad por vientre de \$366 a \$281 disminuyendo \$85 o \$8.5 por pp.

Este aumento en la mortalidad de adultas de 10pp, ocasiona que los costos por kg aumenten un 8% equivalente a \$2 o \$0.2 por pp. Así mismo, los costos por cabeza aumentan en un 5%, es decir, de \$55 o \$5.5 por pp pasando de \$1,138 a \$1,193. Se reduce el costo total de \$26,378 equivalente al 4% o \$2638 por pp ya que pasa de \$597,471 a \$571,093 debido a que los costos de alimentación también disminuyen 7% (siendo de \$26,378) ya que pasa de \$397,971 a \$371,593. Aumenta un 20% igual a \$18,558 o \$1,856 por pp el agotamiento del pie de cría ya que cambia de \$89,847 a \$108,405.

Esto sucede debido a un cambio en los resultados productivos ya que hay una disminución en hembras paridas de 412 a 375 siendo del 9% igual a 37 o 4 por pp. Los corderos nacidos también presentan una reducción del 9% igual a 51 ya que se modifican de 576 a 525 en total. Los corderos finalizados también tienen una disminución del 9% igual a 46 o 5 por pp debido al cambio de 525 a 479. Los kgs de carne también están disminuidos de 23,649 a 21,558 siendo un 9% igual a 2,091 o 209 por pp.

En cuanto a los ingresos totales también se observa una merma del 9% ya que pasa de \$780,408 a \$711,426 siendo de \$68,982 o \$6,898 por pp.

CONCLUSIÓN

La toma de decisiones que debe realizar el productor diariamente en su empresa, deben estar basadas en informaciones que le permitan discriminar, de entre las diferentes alternativas que

siempre tiene a la mano, cuales son las que le aportarán la mayor utilidad y por consiguiente más rentabilidad. Los resultados obtenidos en este trabajo le permitirán también, priorizar las acciones por el camino de la rentabilidad, es decir por el camino de la inversión que aporta la máxima utilidad, de tal manera que inicie por la inversión más rentable y una vez logrado ese objetivo, continúe con la siguiente acción más rentable.

Resultaría de la mayor importancia el que los productores estuvieran dispuestos a aportar información de los montos de inversión o de gasto que sería necesario realizar en sus empresas para conseguir las mejoras en fertilidad, disminución de mortalidades, etc., lo que permitiría que los autores de este trabajo contaran con información real de las empresas, con lo que se podrían definir rentabilidades por cada una de las acciones en los diferentes tipos de empresas del país.

El propósito de este trabajo es el de aportarle al productor elementos para que realice la toma de decisiones de una manera más informada.

ANÁLISIS PROSPECTIVO PARA LA TOMA DE DECISIONES EN LA GANADERÍA

PROSPECTIVE ANALYSIS FOR DECISION MAKING IN LIVESTOCK

Esparza Vela M.E., Santellano Estrada E.

*(EVME) Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua. Periférico Fco. R. Aldama Km. 1. Chihuahua, Chih. CP 31452. (SEE) FZyE-UACH
E-mail: eesparza@uach.mx*

RESUMEN

El trabajo se desarrolló con el objetivo de generar información de base para analizar el impacto de políticas actuales y futuras dirigidas al subsector lechero en México; además de fortalecer la capacidad para el diseño de políticas diferenciadas, al analizar la viabilidad económica actual y proyectada de la producción de leche y carne de bovinos en diversas escalas y sistemas de producción. Los análisis utilizan información de un año base, a nivel de unidad representativa de producción (URP), obtenida mediante la técnica de paneles, considerando ingresos y costos de producción, tipo, cantidad y estado de sus activos; además de parámetros técnicos. Los paneles para la conformación y análisis de las URP se realizan con grupos de productores representativos de cada región, sistema de producción, nivel tecnológico y escala. Para el análisis prospectivo se utilizó información de proyecciones realizadas por la Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios de la SAGARPA. Los resultados indican que, bajo las condiciones económicas actuales, seis URP presentan una situación general favorable, seis una situación moderada y las nueve restantes desfavorable. Para el año 2018 la situación mejora, de tal modo que 13 se encontrarán en situación económica favorable, una moderada y siete desfavorable. Además, 16 URP tienen baja probabilidad de obtener reservas de efectivo negativas al final del ciclo, dos media y tres alta probabilidad. La probabilidad de descapitalización, se observa que 13 URP tienen baja probabilidad y ocho presentan alta probabilidad de enfrentar esta situación.

Palabras Clave: Agroprospecta, Prospectiva, México, Leche, Carne, Bovinos

ABSTRACT

Research was developed in order to generate baseline information for analyzing the impact of current and future policies aimed at the dairy and beef subsector in Mexico; moreover, aims at strengthening the capability of differentiated policies design by analyzing the current and projected financial viability of milk and beef production at several scales and production systems. Analysis presented uses basic information for a base year, directly at the representative dairy farms and beef (RDF), obtained by panel technique, and considering issues related to income and production cost, type, quantity and condition of actives, and additionally, technical parameters of the URP. Panels for creation and analysis of RDF are made with group of farmers representatives of each region, production system, technology level and production scale, with producers that are convened by a local facilitator. Information from projections made by Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros of the Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios of the SAGARPA, are used for the prospective analysis. Results indicate that, under current economic conditions, six URP have a favorable overall financial situation, six a moderate situation, and the

remaining nine an adverse situation. For 2018 the situation is improving, so that 13 are in favorable financial situation, one in moderate, and seven in adverse situation. On the other hand, 16 URP have low chance of negative ending cash, two middle and three high chance. As for the probability of real net worth declines, it is noted that 13 URP have low probability and eight have high probabilities of facing this situation.

Keywords: Agroprospecta, Prospective, Mexico, Dairy Farms, Beef

INTRODUCCIÓN

El sector pecuario demanda una atención integral, pero diferenciada, donde se considere el fomento a la innovación tecnológica en maquinaria y equipo, el mejoramiento genético y reproductivo de los hatos y la capacitación en temas zoonosológicos; además de aspectos industriales y de mercadotecnia, como el fomento a la organización para aprovechar economías de escala y favorecer la integración vertical e incrementar la producción bajo contrato.

Es por ello la necesidad de generar información técnica y económica de manera imparcial, que permita a los tomadores de decisiones o hacedores de política pública tomar la mejor decisión para el país, pero con un sustento científico, que permitan direccionar las políticas públicas de apoyo al sector agropecuario. Como consecuencia de esta necesidad surge Agroprospecta (Red Mexicana de Investigación en Política Agroalimentaria), conformada por investigadores nacionales de doce instituciones de educación superior e investigación, generando de esta manera redes de conocimiento entre diferentes instituciones de investigación y educación a nivel nacional e internacional.

El valor de la producción de leche en México asciende a 39 mil 919 millones de pesos, con un total de 10 mil 183 millones de litros de leche en 2007. La actividad lechera en México genera 64 mil 800 empleos directos en las unidades de producción pecuaria. Además, en 2006, el número de establecimientos en la industria láctea ascendía a 12 mil 922, los cuales contaban con 78 mil 94 personas ocupadas. Asimismo, registraba una participación dentro de la industria de los alimentos del 11% en cuanto al número de unidades productoras, superior a la participación de las unidades destinadas a la transformación de la carne, que representa el 2.1% del total (INEGI, 2007).

Entre los principales factores que afectan la rentabilidad de la producción primaria de leche se encuentran la importación de insumos y productos lácteos (que a su vez dependen del precio internacional de la leche en polvo y el tipo de cambio), la participación de LICONSA en el abasto de leche subsidiada, la rivalidad industrial y la integración de la producción primaria a la actividad industrial por el lado de los precios recibidos al productor y el precio internacional de los granos y el tipo de sistema de producción utilizado por el lado de los costos.

MATERIALES Y MÉTODOS

En los análisis se utilizó información de dos fuentes. La información básica, a nivel de URP, se recabó directamente de los productores mediante la técnica de paneles. Para el análisis prospectivo se utilizaron proyecciones realizadas por la Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros (DGEAP) de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA) de la SAGARPA.

Los paneles se conforman por grupos de productores representativos de cada región, sistema de producción, nivel tecnológico y escala. En estos grupos participan entre 5 y 8 productores, cuyas explotaciones tienen características similares.

Los productores son convocados a través de un facilitador. El facilitador es un experto regional con amplio dominio de la actividad realizada en la región, cercanía con los productores y capacidad de convocatoria. Generalmente los paneles se llevan a cabo en las instalaciones de las asociaciones locales de productores o bien en alguna otra instalación sugerida por el facilitador.

Durante los paneles se recaba información relacionada con ingresos y costos de producción, así como parámetros técnicos de una URP representativa. En cada región se realizan de dos a tres paneles, con el fin de analizar economías de escala.

La URP representativa, o simulada, es aquella que, sin representar a un productor en particular, representa a los productores participantes en el panel. La escala, sistema de producción, nivel tecnológico, precio de compra de insumos y venta de productos, así como los parámetros técnicos son acordados por los panelistas. La información es consensuada, es decir que es indicativa de la URP simulada, a la vez que la información particular de las URP participantes se mantiene confidencial. Los resultados generan información referente a la URP; sin embargo, cada productor conoce las diferencias existentes entre ésta y su URP.

Con el fin de asegurar la representatividad de la información obtenida, los resultados son validados por los productores. La validación es un proceso similar al de los paneles, en el cual participan los mismos productores. Los resultados obtenidos son presentados a los panelistas para verificar la exactitud y capacidad de la información para representar la situación técnica y económica del año base (2008) de la URP. Del mismo modo, se verifica que los panelistas estén de acuerdo en que el análisis prospectivo (2009-2018) refleje adecuadamente sus expectativas sobre las tendencias del sector. La validación de resultados es un requisito indispensable para poder emplear los resultados como representativos de la actividad y su posterior difusión.

Una contribución importante de esta metodología, es el análisis prospectivo realizado. Este análisis emplea proyecciones de las principales variables económicas para proyectar los ingresos y costos reportados por los panelistas. Esta proyección permite conocer con anticipación la viabilidad económica, que las URP mostrarán en el mediano y corto plazo, bajo las condiciones económicas actuales. Complementariamente, se pueden simular cambios en algunas variables para analizar su impacto sobre la viabilidad económica.

Para estimar los indicadores requeridos en el análisis se empleó el programa econométrico MexSim desarrollado por la *Texas Extension and Education Foundation (TEEF)*, adscrita al *Food and Agricultural Policy Center (AFPC)* de *Texas A&M University (TAMU)*. Este programa fue desarrollado a partir del programa *FLIPSIM* (The Farm Level Income and Policy Simulation Model), desarrollado por ese mismo Centro el cual es usado en los Estados Unidos para analizar los cambios en el *Farm Bill* antes de que sean implementados. Este programa ha sido validado y aplicado en proyectos de investigación y extensión por economistas de más de 25 universidades norteamericanas y por analistas de política en otros 10 países más. La experiencia obtenida en años de trabajo fue aplicada en la adaptación del MexSim, el cual es un modelo de simulación de granjas tipo Monte Carlo, que analiza la viabilidad económica de URP agrícolas y ganaderas en México. El modelo es programado en Excel y usa funciones de Simetar para simular bajo condiciones de riesgo e incertidumbre. Las adaptaciones incluyen cambios necesarios para modelar diversas actividades agrícolas y ganaderas, bajo las condiciones que se desarrollan en México.

Otra contribución importante de esta metodología es la incorporación de riesgo al análisis. Con el fin de que los resultados simulen el riesgo enfrentado por la actividad, las proyecciones se realizan considerando los precios y rendimientos históricos observados por los productores; lo cual permite estimar probabilidades de que la actividad enfrente reservas finales de efectivo negativas o pérdidas de capital neto real, como indicadores de viabilidad económica de las URP.

Los resultados obtenidos ofrecen información sobre la viabilidad económica de las URP bajo las condiciones productivas, tecnológicas y económicas observadas actualmente. Para homogeneizar los resultados obtenidos el análisis se realiza bajo ciertos supuestos, que son definidos a continuación. Cabe señalar que el análisis del impacto de cambios en las condiciones actuales, será analizado posteriormente, incluyendo el impacto de diferentes escenarios de apoyo al sector. Los supuestos son los siguientes:

- La escala de producción (hectáreas y/o vientres en producción) se mantiene constante a través del horizonte de planeación (2009-2018).
- La producción de leche por vientre se mantiene.
- La capacidad aprovechada de las instalaciones se mantiene constante.
- El nivel tecnológico se mantuvo inalterado.
- Los coeficientes técnicos se mantienen constantes.
- En todos los casos las proyecciones empleadas fueron tomadas de la fuente mencionada previamente. Éstas fueron realizadas de manera previa a las variaciones observadas en el tipo de cambio y en el precio del petróleo en el mes de octubre del 2008.
- El número de productores que se dedican a la actividad se mantiene constante.
- La tasa de descuento empleada en algunos de los indicadores económicos se estableció en 10%.
- Para las probabilidades de obtener flujo neto de efectivo y reservas finales negativas se consideró un ingreso mínimo igual a cero y un máximo igual al ingreso promedio del periodo analizado más 25 %.
- El pago de mano de obra familiar y los retiros de efectivo realizados por el productor para financiar actividades diferentes a la producción, son incluidos en el concepto de gastos del productor.
- Las URP analizadas cuentan con financiamiento a corto plazo (capital de trabajo y largo plazo (adquisición de maquinaria y equipo)).
- Los déficits de flujo de efectivo son financiados con recursos de otras actividades; Para estos recursos se consideró un costo de oportunidad del capital, medido por una tasa de interés real de 2%.
- Todas las URP están sujetas al pago de impuestos.

RESULTADOS

Agroprospecta

La Red de Investigación en Análisis de Políticas Agroalimentarias (AGROPROSPECTA) está conformada por especialistas de diversas Instituciones Académicas y de Investigación. El objetivo de esta Red es generar información que sirva de base para analizar el impacto de diferentes políticas agroalimentarias, antes de ser puestas en operación; lo que generará información de apoyo al diseño de políticas sectoriales diferenciadas.

La Red se conformó (2008) por investigadores de cuatro Instituciones: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM); Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), y la Universidad Autónoma de Sinaloa (UAS). Los factores que influyeron en la selección de estas instituciones fueron la ubicación geográfica en una zona productora y la existencia de expertos en el producto en estudio. En 2009, AGROPROSPECTA se conformó por investigadores de doce Instituciones académicas: Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM), Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Universidad Autónoma de Chihuahua (UACH), Universidad Autónoma de Sinaloa

(UAS), Universidad Juárez del Estado de Durango (UJED), Universidad Autónoma de Guanajuato (UAG), Universidad Autónoma de Baja California (UABC), Universidad de Colima (UC), Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR), Instituto Nacional de Investigación Forestal, Agrícola y Pecuaria (INIFAP), Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste S.C. (CIB) y CICIMAR-IPN. Los expertos fueron seleccionados por su formación académica, su experiencia en el análisis del producto en investigación, su relación con los productores y su capacidad para generar resultados objetivos. De esta forma, la Universidad Autónoma de Chihuahua fue seleccionada como líder sectorial para el análisis de la cadena bovinos leche y carne..

AGROPROSPECTA surge a partir del proyecto “Análisis y prospectiva: Una herramienta para la toma de decisiones de política pública” de la SAGARPA. De esta manera fue posible comenzar con la formación de Unidades Representativas de Producción (URP), con la finalidad de hacer proyecciones de mediano y largo plazo acerca de la viabilidad económica y financiera a nivel de productor. Cada URP tipifica la actividad de productores representativos en una región y escala determinada.

La Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios de la SAGARPA, a través del componente Desarrollo de Mercados y Planeación Prospectiva, del Programa de Soporte, aportó el financiamiento necesario para la realización de este análisis.

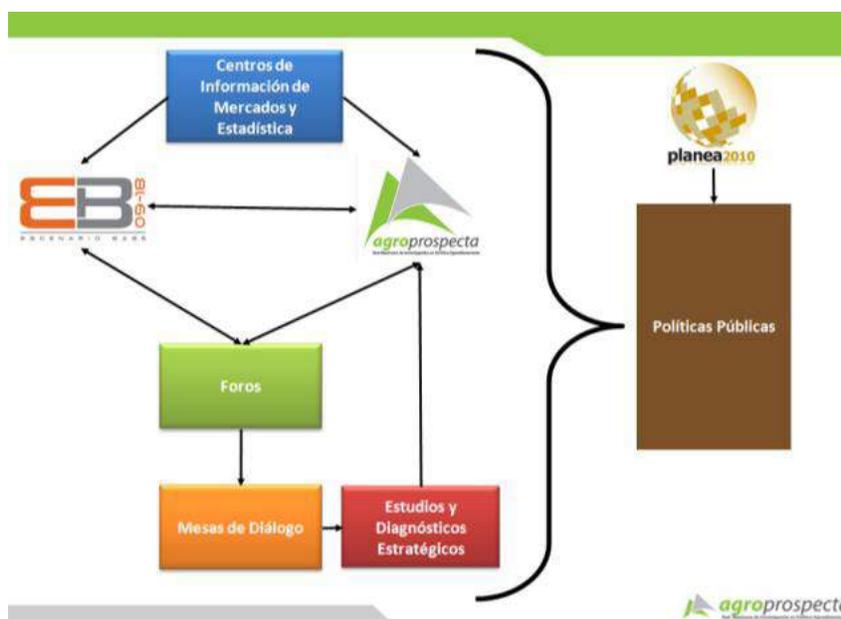


Figura 1. Modelo de inserción de Agroprospecta, 2009 (Fuente: Agroprospecta, 2010.)

La información generada por Agroprospecta se divide en URP agrícolas, pecuarias, pesqueras y acuícolas, distribuidas en todo el territorio nacional, con un total de 200 paneles nacionales, con distintos sistemas de producción, escalas productivas y representadas las principales regiones productoras del país, la cual sirve para la toma de decisiones a nivel de institución pública y unidad de producción.



Figura 2. Unidades Representativas de Producción Agrícola (Fuente: Agroprospecta, 2010)



Figura 3. Unidades Representativas de Producción Pecuaria (Fuente: Agroprospecta, 2010).

BOVINOS LECHE

Los sistemas de producción lechera en México son diversos, es decir, las unidades productivas no son iguales en cuanto a tecnología, número de vientres, técnicas y procedimientos reproductivos, calidad de los forrajes y alimentación para los animales; así como mecanismos de comercialización y aprovechamiento de los recursos disponibles. En México se pueden diferenciar cuatro sistemas de producción de leche de acuerdo con su nivel tecnológico: especializado, semi-especializado, doble propósito y familiar o de traspatio. A los primeros dos corresponde el 72% de la producción total de leche, mientras que el sistema de doble propósito y el familiar o de traspatio producen el restante 28% de la producción nacional.

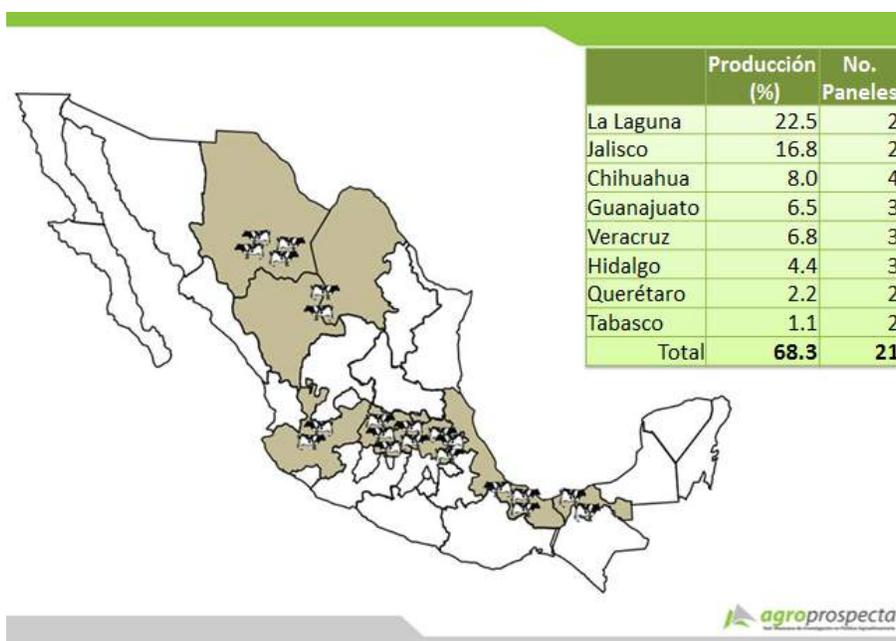


Figura 4. Unidades Representativas de Producción Bovinos Leche

Sistema Intensivo

- Depende de una gran cantidad de insumos para sostenerse.
- Alto nivel de tecnificación. Asistencia técnica privada.
- Alto índice de innovación en aspectos productivos y reproductivos.
- Generalmente se llevan registros contables, productivos y genealógicos.
- Los alimentos concentrados se utilizan en alta proporción y son elaborados en la misma explotación.

Cuadro 1. Características Económicas del Sistema de Producción Intensivo

	Producción Anual (litros)	Costo de producción por litro (\$)	Precio de venta (\$)	Diferencia (\$)	Punto de Equilibrio (litros/año)	TIR	B/C
CHBL50	295,000	4.469	4.86	0.391	213,047	19.53%	2.012
GTBL100	630,000	6.318	4.30	(2.018)	925,705	0.00%	0.176
HGBL120	720,000	4.137	4.70	0.563	384,487	18.82%	1.719
HGBL275	1,732,500	5.193	4.75	(0.443)	2,050,161	3.50%	0.533
JABL60	326,400	4.896	4.00	(0.896)	399,497	5.99%	0.707
JABL200	1,533,000	4.666	4.60	(0.066)	1,675,158	10.33%	1.029

Nota: TIR: Tasa Interna de Retorno. B/C: Relación Beneficio/Costo.

Sistema Intensivo Industrializado

- Características productivas, tecnológicas y de innovación ligadas a asistencia técnica y financiamiento corporativo.
- Productores de tipo empresarial en regiones de gran dinamismo económico.
- Posee una integración vertical y controla los segmentos de comercialización y distribución.

- Junto con el sistema anterior contribuye con el 72% de la producción nacional (SIAP, 2008).

Cuadro 2. Características Económicas del Sistema de Producción Intensivo-Industrializado

	Producción Anual (litros)	Costo de producción por litro (\$)	Precio de venta (\$)	Diferencia (\$)	Punto de Equilibrio (litros/año)	TIR	B/C
CHBL800	7,200,000	6.561	6.7	0.139	6,586,037	9.10%	0.926
COBL2000	21,900,000	4.823	4.75	(0.073)	22,359,491	16.88%	1.575
GTBL500	4,250,000	4.642	4.7	0.058	4,014,117	7.48%	0.789
QOBL500	4,380,000	5.112	4.6	(0.512)	4,867,408	4.28%	0.577
QOBL1000	8,000,000	4.788	5.18	0.392	5,667,329	9.87%	0.988

Nota: TIR: Tasa Interna de Retorno. B/C: Relación Beneficio/Costo.

Sistema Familiar

- Instalaciones rústicas en predios de viviendas. Hato con 1 a 35 vientres, atendidas por integrantes de la familia.
- Calidad genética pobre. Alimentación basada en esquilmos agrícolas.
- Poca organización. Asistencia técnica sólo en aspectos sanitarios de urgencia. La higiene en el ordeño es escasa.
- Comercio con intermediarios, queseros de la localidad, centros de acopio o directamente al consumidor.
- Este sistema aporta el 9.8% de la producción lechera nacional (SIAP, 2008).

Cuadro 3. Características Económicas del Sistema de Producción Familiar

	Familiar Producción Anual (litros)	Costo de producción por litro (\$)	Precio de venta (\$)	Diferencia (\$)	Punto de Equilibrio (litros/año)	TIR	B/C
CHBL20	78,000	7.22	4.55	(2.669)	112,290	9.26%	0.938
CHBL35	126,000	6.859	4.6	(2.259)	189,657	7.74%	0.822
DGBL25	135,000	5.153	4.8	(0.353)	144,914	15.51%	1.455
GTBL25	135,506	5.588	4.2	(1.388)	188,076	0.00%	0.293
HGBL25	125,000	5.112	5	(0.112)	147,161	18.08%	1.745

Nota: TIR: Tasa Interna de Retorno. B/C: Relación Beneficio/Costo.

Sistema Doble Propósito

- Objetivos fundamentales: producción de leche y cría de becerros al destete.
- Se localiza en las costas del país. Concentra el 67% del hato lechero nacional.
- Amplia disponibilidad de forrajes.
- Animales de razas cebuínas y sus cruizas con Suizo, Holstein y Simmental, principalmente.
- Aporta cerca del 18.2% de la leche nacional (SIAP, 2008) y los becerros para la producción de casi el 50% de la carne consumida en México (Román, 1995).

Cuadro 4. Características Económicas del Sistema de Producción Doble Propósito

	Producción Anual (litros)	Costo de producción por litro	Precio de venta (\$)	Diferencia (\$)	Punto de Equilibrio (litros/año)	TIR	B/C
TBBL100	71,400	2.334	3.8	1.466	33,000	11.78%	1.131
TBBL250	375,000	3.633	4.3	0.667	286,188	9.63%	0.970
VEBL15	11,400	2.387	3.58	1.193	1,875	12.11%	1.162
VEBL50	63,750	3.484	3.8	0.316	52,424	9.51%	0.962
VEBL120	115,200	4.085	3.4	(0.685)	138,418	5.58%	0.678

Nota: TIR: Tasa Interna de Retorno. B/C: Relación Beneficio/Costo.

Estado de Chihuahua

El estado ocupa el cuarto lugar nacional por su volumen de producción de leche. Según datos del diagnóstico de la actividad en el estado de Chihuahua, existen alrededor de 8,000 productores de leche. De éstos, a excepción de los menos de 100 productores de sistemas intensivos en el estado, los demás poseen predominantemente un sistema de producción familiar.

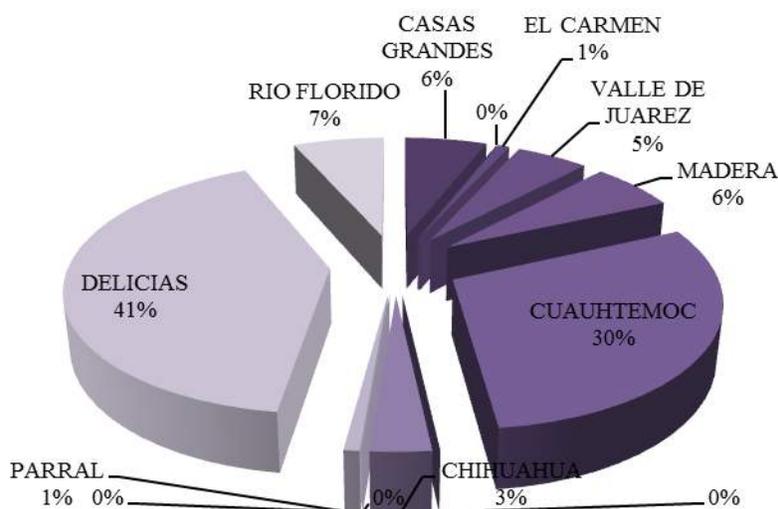


Figura 5. Distribución de la producción por DDR, 2011

El análisis de la situación económica de bovinos leche en el estado de Chihuahua se realizó para el periodo 2011-2017, utilizando el programa MEXSIM desarrollado por la Universidad de Texas A&M y utilizado por la SAGARPA en México para realizar el análisis de las políticas públicas en los sistemas de producción más importantes para el país a través de AGROPROSPECTA.

La URP se define como aquel conjunto de productores que representan al productor típico de una región. El nombre de la URP está conformado por un código, en donde las dos primeras letras corresponden al nombre del municipio, seguido por el sistema de producción y al final el número que indica la escala de producción.

Cuadro 5. Unidades representativas de producción bovinos leche

URP	Municipio	Vientres en producción
HPBL20	Hidalgo del Parral	20
RPBL20	Riva Palacio	20
ROBL20	Rosales	20
ALBL25	Aldama	25
DEBL50	Delicias	50
RPBL100	Riva Palacio	100
DEBL800	Delicias	800

Cada URP es caracterizada técnica y económicamente como se muestra en el cuadro 6 y 7. Se cita un ejemplo con respecto a la descripción de una URP que se ubica en Hidalgo del Parral, Chihuahua. El sistema es de tipo familiar, maneja 20 vientres en producción, además de 4 ha agrícolas propias todas de riego y 40 has de agostadero que son dedicadas a la producción de forrajes para consumo propio. Compra alimento comercial para complementar la dieta del ganado. Las instalaciones son rústicas, emplea mano de obra familiar. Obtiene una producción promedio de 3,040 litros de leche por vaca al año, los cuales vende a queseros de la región.

Cuadro 6. Características de las URP, 2011

	SUPERFICIE AGRÍCOLA PROPIA- RENTA	% DE PARICIONES	LITROS/VACA/AÑO	VALOR DE LOS ACTIVOS (Miles De Pesos)
HPBL20	4-0	75	3,050	2,235
RPBL20	12-13	90	3,900	2,696
ROBL20	6-4	90	5,400	1,492
ALBL25	6-6	75	5,490	3,873
DEBL50	10-15	80	5,900	4,198
RPBL100	60-0	91	5,185	11,544
DEBL800	200-0	72	9,000	145,322

Cuadro 7. Indicadores de eficiencia económica, 2011 (miles de pesos)

	Ingreso Total	Transferencias	Reservas	Capital Neto Nominal	Costo de producción por litro de leche
HPBL20	746	4	595	3,227	6.33
RPBL20	1,060	5	847	3,600	7.21
ROBL20	563	6	-1,548	-259	4.99
ALBL25	1,533	6	1,630	5,683	4.06
DEBL50	2,746	15	1,411	5,827	4.72
RPBL100	3,473	46	2,243	15,036	5.01
DEBL800	64,045	58	37,204	189,630	6.54

El resultado del análisis prospectivo en el estado de Chihuahua es: 70% de las URP bovinos leche presenta una situación económica moderada en el año 2011 y manteniendo una leve recuperación al pasar a un 57% el año 2017. Así mismo, 15% presenta una situación económica favorable,

mejorando la situación al pasar a 30% de las URP en el 2017. La URP con situación adversa se mantiene en la misma situación en el periodo de estudio

Cuadro 8. Situación económica de las URP 2011-2017

	Situación General	Situación General	P(Efectivo Final Neg)	P(Descapitalización)
	2012	2017	2012 - 2017	2012 - 2017
HPBL20			31--28	35--19
RPBL20			29--13	41-30
ROBL20			94--98	94--98
ALBL25			17--8	15--11
DEBL50			33--36	33--36
RPBL100			44--42	47--40
DEBL800			41--60	42--42

	La probabilidad de que el efectivo final y la descapitalización sea menor de 25 %
	La probabilidad de que el efectivo final y la descapitalización sea 25 a 50 %
	La probabilidad de que el efectivo final y la descapitalización sea mayor de 50 %

DISCUSIÓN

Agroprospecta es un nicho de oportunidades para el intercambio y generación de información respecto a tendencias, probabilidades, política pública, escenarios, toma de decisiones, etc. entre investigadores nacionales e internacionales. Además de una vinculación entre las instituciones públicas y el sector productivo.

Conclusiones económicas de las URP:

Explotaciones Industriales (500-2000 vientres en producción):

- Viabilidad económica favorable, debido a que producen más del 50% de su forraje.
- Necesidad de sustitución de maquinaria y equipo.
- El 60% de las explotaciones engordan ganado con desperdicio de alimento de vacas en producción.

Explotaciones Intensivas (50-290 vientres en producción):

- Viabilidad económica parcial (CHBL50, HGBL120 y JABL200), debido a la descapitalización de la URP, ya que no sustituyen maquinaria y equipo.
- Alto costo de mantenimiento de maquinaria y equipo.
- Autosuficiencia en forrajes (80-100%)
- Correlación directa entre la viabilidad económica y la producción de forrajes (HGBL290)

Explotaciones Familiares (20-35 vientres en producción):

- Viables económicamente.
- Uso intensivo de mano de obra familiar.
- Producen la totalidad de su forraje.
- Correlación directa entre la viabilidad económica y la producción de forrajes (GTBL25).

Explotaciones Doble Propósito (15-250 vientres en producción):

- El 60% de las explotaciones son viables económicamente.
- Escala de 100-120 vientre en producción no son viables.
- Uso de mano de obra familiar y contratada.
- Rentabilidad alcanzada con la venta de becerros (160-230 kg).

- Descapitalización de las URP, debido a la falta de sustitución de maquinaria, equipo.

REFERENCIAS

- OCHOA R., ANDERSON D., OUTLAW J., RICHARDSON J., KNUTSON R., SCHWART R., MILLER J. (1998). Granjas Lecheras Representativas en México. Panorama Económico 1998. Working Paper AFPC 98-10. November 1998. Department of Agricultural Economics. Texas Agricultural Experiment Station. Texas Agricultural Extension Service. Texas A&M University. p. 10.
- SAGARNAGA M, OCHOA R, SALAS J, ANDERSON D., RICHARDSON J., KUTSON R. (2005). Granjas porcinas representativas en México. Panorama economico 1995-2004. Estudio preliminar. Reporte de Investigación AFPC 99-16., Agricultural and Food Policy Center, Department of Agricultural Economics, Texas Agricultural Experiment Station Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University. January 1999. p. 11.
- ESCENARIO BASE (2008). Dirección General de Estudios Agropecuarios y Pesqueros (DGEAP) de la Subsecretaría de Fomento a los Agronegocios (SFA) de la SAGARPA.

PROYECTO PARA LA GENERACIÓN DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN DE COSTOS EFICIENCIA Y COMPETITIVIDAD DE LAS ACTIVIDADES GANADERAS DEL PAÍS

Rafael Tueta Santiago

FMVZ-UNAM

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de información confiable, actualizada y oportuna es una de las fallas más recurrentes en las actividades económicas del país. Ello obliga a la toma de decisiones con información emanada de la percepción, que de la realidad tienen los funcionarios de los diferentes niveles de gobierno, mismas que suelen tener sesgos optimistas; o con la que tienen los productores, mismas que en general están sujetas a sesgos pesimistas.

Si bien este problema es importante en la toma de decisiones de coyuntura, lo es más en el diseño de políticas de desarrollo y fomento de largo plazo ya que de estar equivocadas, los errores se perpetúan en el tiempo.

Con el objeto de dar una solución definitiva a este problema, la **SAGARPA** a través de su Coordinación General de Ganadería (**CGG**) ha propuesto el diseño e implantación de un sistema de información permanente y actualizada sobre todas las ganaderías que se llevan a cabo en el país bajo las diferentes modalidades, y en todo el territorio nacional.

Para lograr este objetivo ha destinado recursos económicos del presupuesto 2008 para que se inicie este trabajo en este mismo año y se continúe en el año próximo y siguientes.

ANTECEDENTES

Este no es el primer intento que se hace para contar con un sistema permanente y confiable de información actualizada sobre la ganadería, sin embargo si es diferente de los intentos anteriores, ya que en este se pretende llegar a nivel de empresa y con mayor profundidad que en los anteriores.

Los trabajos se iniciaron con la creación de un grupo colegiado integrado por la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UNAM, encargada de la coordinación de las actividades, el Colegio de Posgraduados, el **INIFAP** y la propia Coordinación de Ganadería, quien lo preside. Este grupo se ha reunido en varias ocasiones para definir las características que debe tener el sistema y ha llegado a las siguientes definiciones.

CARACTERÍSTICAS DEL SISTEMA

El grupo integrado tendrá facultades amplias para tomar las decisiones que orienten los trabajos de diseño, preparación y operación del sistema.

La implantación del sistema se llevó a cabo en varias etapas:

1. La primera etapa fue la de diseño y prueba,
2. La segunda etapa fue la de implantación,
3. La tercera etapa correspondió a la operación del primer año,
4. Se diseñó e implantó, en paralelo, un sistema en línea que permite recabar la misma información a través de este medio para todos aquellos productores que tengan acceso a ese medio de información.

5. Una vez que ya se cuenta con resultados de la operación del primer año, estos han sido analizados, interpretados y entregados a la CGG con sugerencias de política que emanan de los resultados.

Etapa de diseño

Se debieron recabar de la CGG los objetivos Generales y específicos de cada uno de los sistemas producto (SP) y en cada una de sus modalidades. A partir de esta información y con el auxilio de especialistas en cada uno de los SP, se definieron las variables requeridas para lograr esos objetivos, se diseñaron los cuestionarios para obtenerlas en las empresas, se elaboraron los algoritmos de cálculo que sirvieron para su procesamiento, así como los cuadros de salida en los que se presenta la información.

Paralelamente se diseñó el sistema de cómputo que permite obtener la información.

Una vez concluidos estos trabajos se llevó a cabo una prueba piloto de las herramientas diseñadas, con el fin de lograr su operación eficiente.

A partir de los resultados de la prueba piloto se hicieron las modificaciones necesarias para estar en condiciones de realizar la primera encuesta de campo.

Simultáneamente con lo anterior y a partir de las bases de datos proporcionadas por la CGG se diseñó una muestra representativa de cada SP a la que se le aplicaron los cuestionarios diseñados y probados.

Con el objeto de lograr la mayor precisión en las encuestas que se aplicaron, se contrató personal adecuado al que se le capacitó sobre el tipo de información que fue recabada y sobre técnicas de levantamiento de encuestas a nivel de productores primarios. A este personal se le pagaron honorarios con por encuesta. Estas personas tuvieron la obligación de capturar la información que recaben a los formatos en línea, de manera que se pudo llevar a cabo el proceso por este medio desde la primera encuesta.

La información recabada por los encuestadores es revisada en línea por expertos en cada sistema producto, a fin de garantizar la calidad de la información. Una vez que la información está validada, la encuesta es aprobada y se incorpora automáticamente a la base de datos a partir de la cual se analiza la información.

Una vez recabada la información y procesada por medio de los algoritmos de cálculo predefinidos, se vació a los cuadros también predefinidos y en base a ellos se elaboraron informes periódicos de avances y de resultados y a partir de que un cúmulo razonable de información lo permitió, se elaboraron propuestas de políticas de conservación, y fomento de las producciones de los diferentes SP.

Por otra parte y para poder llevar a cabo una interpretación adecuada de los resultados obtenidos a nivel de explotación, se requirió de la investigación de todas las variables macroeconómicas e institucionales que tienen influencia en el comportamiento de los SSPP tales como el tipo de cambio, las importaciones y exportaciones, la firma de nuevos acuerdos o tratados, las reglamentaciones sanitarias, de calidad, inocuidad y bienestar animal de los países a los que se exportan productos pecuarios, las actitudes del productor y del consumidor de productos pecuarios frente a estos últimos temas; el ingreso per cápita, el consumo per cápita, la disponibilidad de crédito y sus costos de transacción, etc.

Por último, el sistema se complementó con “estudios de caso” entendidos como investigaciones “in situ” y a profundidad de las actividades económicas o fenómenos técnicos que no puedan ser explicados a través de las informaciones recabadas por los otros mecanismos.

En vista de lo anteriormente expuesto se presentan a continuación una lista de las diferentes tareas que se desarrollaron.

CONTENIDO DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN

La información que la CGG requiere tiene tres vertientes principales:

1. Información relativa a la economía de la producción con especial interés en los costos de producción.
2. Información relativa a los parámetros técnicos más importantes de cada sistema producto que, en conjunto con la información económica permitan evaluar los niveles de competitividad de las empresas.
3. Información relativa al entorno económico e institucional que rodea a las empresas.

Por otra parte los sistemas de información debieron abarcar todas las producciones animales:

- Bovinos carne
- Bovinos doble propósito
- Bovinos leche
- Porcinos
- Ovinos
- Caprinos
- Apicultura

Información relativa al entorno económico e institucional que rodea a las empresas

La ganadería mexicana está inserta en un proceso de apertura comercial muy intenso que la ha llevado a un estado de globalización e integración regional que obliga a considerar variables macroeconómicas para analizar su desempeño productivo.

México ha venido perdiendo su capacidad para abastecer los alimentos que consume su población, en el ámbito pecuario además está aumentando la participación de las firmas transnacionales en la oferta nacional, sobretodo en especies como aves y cerdos. Estos factores aumentan la vulnerabilidad del sistema agroalimentario mexicano, lo que en escenarios de crisis globales puede amenazar la capacidad de abastecimiento o bien, provocar un incremento notable de los precios internos, amenazando con ello la seguridad alimentaria de las familias más pobres del país (cabe recordar que alrededor del 50% de la población nacional sufre algún grado de pobreza). México, con una población de más de 100 millones de habitantes y un ingreso medio y la enorme apertura comercial que tiene con el extranjero, representa un atractivo mercado para los países exportadores de alimentos, muchos de los cuales tienen políticas agroalimentarias abiertamente orientadas a la exportación, a pesar de violar las reglas internacionales de comercio. Lo anterior provocará que a futuro la ganadería mexicana reduzca su participación en el abastecimiento de la oferta nacional de alimentos pecuarios y en el ingreso pecuario de la población rural al mismo tiempo que aumentarán la participación de las transnacionales con la lógica pérdida de los excedentes que irán a parar a los países centrales de donde son originarias estas empresas.

OBJETIVO

Describir e interpretar las variables del entorno económico e institucional que inciden en el comportamiento de la ganadería mexicana.

1. Balanza de disponibilidad de cada uno de los productos pecuarios en un período de 5 años anteriores

2. Comercio de México con el mundo, qué parte del consumo se importa; tanto en volumen como en términos de valor.
3. Qué productos se venden al exterior, en que volúmenes, que valor representan; como se comparan esos precios con los internos.
4. Qué consorcios internacionales están presentes en México tanto en la producción de insumos como en la producción y venta de productos.

Negociaciones comerciales de México con el resto del mundo

México es uno de los países más abiertos del mundo, no solo pertenecemos a la OMC (150 países) y a la OCDE sino que tenemos 12 acuerdos y tratados bi o multilaterales con 18 países más los 25 de la Unión Europea que hacen un total de 43. En cada uno de estos están negociadas cláusulas de comercio distintas. En el análisis de cada sistema – producto es necesario considerar las cláusulas particulares para cada país, en el contexto de la situación que en ese país tenga la producción de cada producto en particular.

1. Qué acuerdos comerciales tiene firmado México y en qué casos, estos pueden representar una vulnerabilidad para los sistemas de producción nacionales, debido a las políticas de protección o el tamaño y “poder” de los sectores agrícolas de éstos países.

La ganadería mexicana, en ninguna de sus especies-producto, es un sector homogéneo y por lo tanto los entornos económicos nacional e internacional afectan de manera distinta a cada sistema de producción.

2. Cuáles sistemas existen en cada especie producto y cómo afecta a cada uno de ellos el entorno económico

El tipo de cambio afecta más a los sistemas de producción altamente tecnificados y que dependen de insumos importados o que exportan una parte de su producción.

Los sistemas familiares de producción pecuaria encuentran en los mercados locales, un refugio relativo de los vaivenes de los precios internacionales de insumos (*commodities*) agrícolas.

Los subsidios otorgados en México tienen una distribución dispar entre los distintos sistemas de producción, y por tanto, un efecto diferenciado en la rentabilidad y el crecimiento de cada uno de ellos. Por otra parte las fuertes variaciones anuales que se presentan en estos apoyos introducen incertidumbre a los productores, particularmente al tomar decisiones de invertir.

Las políticas de subsidios llevadas a cabo por países exportadores de alimentos, principalmente Estados Unidos y la Unión Europea, promueven el comercio de productos agropecuarios a precios dumping, lo que afecta el desarrollo de los países que no pueden proporcionar el mismo nivel de subsidios.

Los grandes consorcios agroalimentarios nacionales y transnacionales ejercen una enorme presión sobre los gobiernos para que éstos reorienten sus políticas agrícolas en beneficio propio, lo cual perjudica a los pequeños y medianos productores que no forman parte de estos grupos de presión. Por lo que se refiere a la información que se analizó para el componente macroeconómico se debe distinguir entre dos tipos:

Una parte importante de la información relativa a los indicadores económicos, tal como el producto (PIB) trimestral, las tasas de empleo, el ingreso per capita, los consumos de productos, las importaciones, exportaciones etc. salen a la luz con periodicidades variables: con retrasos variables de meses, trimestral o inclusive anualmente. En tanto que otros tipos de información tales como: la inflación, la tasa de interés, el tipo de cambio y otros salen a la luz prácticamente con una frecuencia diaria o semanal.

En vista de lo anterior, se trabajó en paralelo con ambas, recabando y analizando la información de emisión continua o semanal y elaborando informes periódicos, probablemente mensuales (En

función de lo que se acuerde con la CGG de SAGARPA), de su comportamiento y tendencias y por otra parte empatando a esta primera con la segunda conforme esta fue siendo emitida de tal manera que, en conjunto, se fue teniendo claro el entorno económico en el que se desenvuelve la ganadería nacional.

INFORMACIÓN RELATIVA AL ENTORNO ECONÓMICO

Antecedentes

La ganadería mexicana está inserta en un proceso de apertura comercial muy intenso que la ha llevado a un estado de globalización e integración regional que obliga a considerar variables macroeconómicas para analizar su desempeño productivo.

México ha venido perdiendo su capacidad para abastecer los alimentos que consume su población, en el ámbito pecuario además está aumentando la participación de las firmas trasnacionales en la oferta nacional, sobretodo en especies como aves y cerdos. Estos factores aumentan la vulnerabilidad del sistema agroalimentario mexicano, lo que en escenarios de crisis globales puede amenazar la capacidad de abastecimiento o bien, provocar un incremento notable de los precios internos, amenazando con ello la seguridad alimentaria de las familias más pobres del país (cabe recordar que alrededor del 50% de la población nacional sufre algún grado de pobreza). México, con una población de más de 100 millones de habitantes y un ingreso per cápita (en el tercer trimestre de 2008) de US \$11,233 y la enorme apertura comercial que tiene con el extranjero, representa un atractivo mercado para los países exportadores de alimentos, muchos de los cuales tienen políticas agroalimentarias abiertamente orientadas a la exportación, a pesar de violar las reglas internacionales de comercio. Lo anterior provocará que a futuro la ganadería mexicana reduzca su participación en el abastecimiento de la oferta nacional de alimentos pecuarios y en el ingreso pecuario de la población rural al mismo tiempo que aumentarán la participación de las trasnacionales con la lógica pérdida de los excedentes que irán a parar a los países centrales de donde son originarias estas empresas.

Negociaciones comerciales de México con el resto del mundo

México es uno de los países más abiertos del mundo, no solo pertenecemos a la OMC (150 países) y a la OCDE (30 estados) sino que tenemos 12 acuerdos y tratados bi o multilaterales con 18 países mas los 25 de la Unión Europea que hacen un total de 43. En cada uno de estos están negociadas cláusulas de comercio distintas. En el análisis de cada sistema – producto es necesario considerar las cláusulas particulares para cada país, en el contexto de la situación que en ese país tenga la producción de cada producto en particular.

Qué acuerdos comerciales tiene firmado México y en qué casos, estos pueden representar una vulnerabilidad para los sistemas de producción nacionales, debido a las políticas de protección o el tamaño y “poder” de los sectores agrícolas de éstos países.

La ganadería mexicana, en ninguna de sus especies-producto, es un sector homogéneo y por lo tanto los entornos económicos nacional e internacional afectan de manera distinta a cada sistema de producción.

Cuáles sistemas existen en cada especie producto y cómo afecta a cada uno de ellos el entorno económico.

Los sistemas familiares de producción pecuaria encuentran en los mercados locales, un refugio relativo de los vaivenes de los precios internacionales de materias primas o insumos agrícolas (*commodities*).

Los subsidios otorgados en México tienen una distribución dispar entre los distintos sistemas de producción, y por tanto, un efecto diferenciado en la rentabilidad y el crecimiento de cada uno de

ellos. Por otra parte las fuertes variaciones anuales que se presentan en estos apoyos introducen incertidumbre a los productores, particularmente al tomar decisiones de invertir.

Las políticas de subsidios llevadas a cabo por países exportadores de alimentos, principalmente Estados Unidos y la Unión Europea, promueven el comercio de productos agropecuarios a precios dumping, lo que afecta el desarrollo de los países que, como el nuestro, no pueden proporcionar el mismo nivel de subsidios y que por otra parte dependen de la importación de productos baratos para controlar su inflación interna.

Los grandes consorcios agroalimentarios nacionales y transnacionales ejercen una enorme presión sobre los gobiernos para que éstos reorienten sus políticas agrícolas en beneficio propio, lo cual perjudica a los pequeños y medianos productores que no forman parte de estos grupos de presión.

Información

Por lo que se refiere a la información que se analizó para el componente macroeconómico se debe distinguir entre dos tipos:

Una parte importante de la información relativa a los indicadores económicos, tal como el producto (PIB) trimestral, las tasas de empleo, el ingreso per capita, los consumos de productos, las importaciones, exportaciones etc. salen a la luz con periodicidades y retrasos variables de meses, trimestral o inclusive anualmente. En tanto que otros tipos de información tales como: la inflación, la tasa de interés de referencia y la líder (CETE), el tipo de cambio, los precios de los diferentes productos tanto a nivel nacional como internacional y otros salen a la luz prácticamente con una frecuencia diaria o semanal.

En vista de lo anterior, se trabajó en paralelo con ambas, recabando y analizando la información de emisión continua o semanal y elaborando informes periódicos, probablemente mensuales (En función de lo que se acuerde con la CGG de SAGARPA), de su comportamiento y tendencias y por otra parte empatando a este primer tipo de información con la del segundo tipo, conforme esta fue siendo emitida, de tal manera que, en conjunto, se fue teniendo claro el entorno económico en el que se desenvuelve la ganadería nacional.

Objetivos

Objetivo general

Obtener o generar y, analizar las variables del entorno económico que inciden en:

El comportamiento económico y la competitividad de la ganadería mexicana en general y,

En cada una de las especies y productos bajo análisis con el objeto de que contribuyan al diseño de políticas de mantenimiento y fomento de la actividad ganadera del país. e interpretar.

Objetivos específicos

Obtener, y/o generar, describir e interpretar el comportamiento de cada una de las especies y productos a la luz del comportamiento de las variables del entorno económico que inciden en ellos. A guisa de ejemplo se mencionan a continuación algunos de los indicadores más importantes.

Efecto de la paridad de la moneda nacional en el comportamiento de las importaciones y exportaciones de los productos bajo análisis.

Disponibilidad, condiciones y costos de transacción del crédito al sector.

Balanza de disponibilidad de cada uno de los productos pecuarios en un período de 5 años anteriores.

- Importancia de las importaciones en el consumo nacional, (qué parte del consumo se importa); tanto en volumen como en términos de valor.
- Qué productos se venden al exterior, en que volúmenes, que valor representan; como se comparan esos precios con los internos.
- Qué consorcios internacionales están presentes en México tanto en la producción de insumos como en la producción y venta de productos.
- Cuál es el consumo per cápita de los diferentes productos pecuarios bajo análisis.

En vista de que las carnes de las diferentes especies son, en grados variables, substitutos entre sí, se requiere analizar el comportamiento, en el tiempo, que tiene la relación de precios entre ellas lo cual se hará midiendo los cocientes entre los precios (o sus índices) el precio de la carne más cara, entre el de la más barata) de los productos siguientes:

- De la carne bovino vs. las de: cerdo, pollo, borrego y cabrito.
- De la carne de cerdo vs. la de pollo, borrego y cabrito.
- De la borrego vs. la de pollo, y cabrito
- De la de cabrito vs. la de pollo

La información anterior será correlacionada con los consumos per cápita de los productos enumerados.

El tipo de cambio afecta de manera diferente a los diferentes sistemas productos teniendo mayor impacto en los sistemas de producción que dependen de insumos importados o que exportan una parte de su producción (que generalmente son los altamente tecnificados).

Hipótesis

- La velocidad de crecimiento actual de las importaciones de productos pecuarios se estabilizará como resultado de la devaluación del peso y, si éste recupera su paridad, retomarán su tendencia al alza.
- Las importaciones de productos pecuarios desplazarán una cantidad cada mayor del consumo interno.
- Los precios relativos de los productos pecuarios se verán disminuidos como consecuencia de las importaciones subsidiadas.
- La participación en la producción nacional de los consorcios internacionales será cada vez mayor.
- El consumo per cápita de productos pecuarios se reducirá a consecuencia de la crisis económica.
- La participación del crédito al sector, medido como porcentaje de la producción que recibe financiamiento, seguirá en niveles muy bajos, a pesar de las esfuerzos por incrementarla.
- Existe una elevada correlación entre el cociente entre precios de los productos pecuarios y su consumo per cápita.
- El precio interno de los productos pecuarios está altamente correlacionado con el precio al que se vende el mismo producto importado.
- Los bajos precios y las oscilaciones de los mismos, a los que se obtienen los productos importados no se reflejan en el precio que paga el consumidor por ellos.
- Las exportaciones mexicanas de los productos pecuarios que se exportan (básicamente carne de cerdo, miel, etc.) se verán incrementadas como efecto de la devaluación del peso y por el mejoramiento de las condiciones sanitarias de la ganadería en general.

Variables

La paridad del peso frente al Dólar US y al Euro.

La cantidad de crédito a la ganadería y/o al sector agropecuario

Las tasas de interés

Los volúmenes y valor de las importaciones

Los volúmenes y valor de las exportaciones

Los precios (o sus índices) de los productos a lo largo del tiempo de duración de la investigación así como en los períodos anteriores pertinentes.

Algoritmos de cálculo

Una vez que se contó con los cuestionarios elaborados, se pudieron elaborar los algoritmos de cálculo con la respectiva identificación del número de pregunta.

La aplicación del cuestionario la realizó el personal técnico coordinado por la Federación de Colegios de médicos veterinarios y asociaciones de especialistas a los cuales se les dió un entrenamiento previo.

En los casos en los que una misma empresa sea productora típica o representativa de más de un producto, fue obligación del encuestadores el recabar sendos cuestionarios, aunque no sean de su especialidad, lo cual pudo desempeñar con la calidad requerida en vista de que conoce el proceso para la especie que si corresponde a su especialidad.

Los encuestadores tuvieron la obligación de acudir a la empresa, recabar la información y capturarla en línea, en la página Web que se diseñó específicamente para el sistema de información que se diseñó.

A partir de su captura en línea, la información fue revisada a nivel central por expertos del sector académico y una vez aprobada, se integra a la base de datos que el sistema procesa automáticamente a partir de algoritmos de cálculo pre-establecidos en base a los cuales, el grupo de especialistas elabora diagnósticos por especie, por estado, región, tipos de tenencia y tamaño de empresa.

El pago de estos servicios se hizo por encuesta levantada (obra determinada) y en función del número de encuestas que se asignaron a cada técnico, por lo cual fue necesario establecer contratos individuales con todos y cada uno de ellos.

Para ello se estableció un contrato de prestación de servicios con la FedMVZ

Para que la ejecución de las encuestas se llevase a cabo oportunamente y con la calidad necesaria, se contó con un coordinador estatal que tuvo bajo su responsabilidad el trámite de la firma de los contratos individuales, la supervisión del avance de las encuestas y el oportuno vaciado de la misma en la página Web.

A partir del mes de febrero del presente año (2012) los resultados de las encuestas se encuentran en línea en la página Web del SICEC: www.sicec.unam.mx

CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES EN EL SECTOR AGROPECUARIO

Jorge Damaso González Ortíz y Eduardo Santellano Estrada.

FZE-UACH

INTRODUCCION

El sector agropecuario mexicano se ha rezagado en términos de competitividad ya que han cambiado algunas tendencias como la globalización, la transformación demográfica mexicana, la pérdida de empleos y las precarias condiciones en las que laboran los productores agropecuarios. Actualmente existen proyecciones del gobierno federal que están apostando a recuperar la productividad y competitividad del campo a través de asistencia técnica profesional.

El Programa de Desarrollo de Capacidades y Extensionismo Rural está focalizado a dinamizar el desarrollo rural a través del impulso al desarrollo del factor humano y a crear la energía social necesaria para hacerlo posible. Esto a partir de fomentar el desarrollo de capacidades de los prestadores de servicios profesionales, productores, sus organizaciones, las familias rurales y otros actores que realizan oficios en el medio rural. Un elemento estructural de este desarrollo de capacidades son los Centros Estatales de Capacitación y Seguimiento de la Calidad de los Servicios Profesionales que prestan servicios de formación, capacitación, acreditación y en su caso la certificación de competencias de los prestadores de servicios profesionales.

Dentro de este esquema en México se tiene implementado el Sistema Nacional de Competencias, que es promovido por el Consejo de Normalización y Certificación de Competencias Laborales (CONOCER), este es un instrumento del Gobierno Federal que contribuye a la competitividad económica, desarrollo educativo y el progreso social con base en el fortalecimiento de las competencias de las personas.

Las actividades de asistencia técnica de los prestadores de servicios profesionales que son impulsadas por los programas de subsidio del gobierno han sido evaluadas principalmente de forma administrativa, sin contar con una previa capacitación, lo que implica en un desconocimiento sobre las formas de transferir las innovaciones a los productores. La capacitación no se aborda de manera sistemática, sin embargo con la certificación en competencias laborales de los prestadores de servicios profesionales se dará certeza a los productores agropecuarios que se le está prestando un servicio de asistencia técnica de calidad.

El objetivo del presente documento es realizar un análisis sobre el presente y futuro de la certificación de competencias laborales del sector agropecuario y la importancia de los Centros Estatales de Capacitación y Seguimiento como un vínculo entre los prestadores de servicios profesionales y las instituciones de certificación de competencias.

ENFOQUE DE COMPETENCIA LABORAL Y SU CERTIFICACIÓN

Algunos autores han definido el concepto de competencia laboral como es el caso de Ansorena (1996) que para él es una habilidad o atributo personal de la conducta de un sujeto, que puede definirse como característica de su comportamiento y bajo la cual, el comportamiento orientado a la tarea puede clasificarse de forma lógica y fiable”. Otros autores enfocan sus definiciones a los conocimientos adquiridos, que posibiliten el desarrollo de las habilidades en un sujeto, permitiendo de esta manera un mejor desempeño y resultados en su oficio o labor, Mertens (1996) indica que “la competencia se refiere únicamente a ciertos aspectos del acervo de conocimientos y habilidades: los necesarios para llegar a ciertos resultados exigidos en una

circunstancia determinada; la capacidad real para lograr un objetivo o resultado en un contexto dado”.

Por otro lado, el aspecto técnico del “hacer” en la competencia laboral, está basado en la clasificación y estandarización de la conducta a ejecutar en una tarea determinada, estas características se logran vislumbrar con claridad desde una perspectiva conductual en definiciones como las de Montmollin (1984); citado por Levy-Leboyer, 1997), quien define las competencias como conjuntos estabilizados de saberes y conductas tipo, de procedimientos estándar, de tipos de razonamiento, que se pueden poner en práctica sin nuevo aprendizaje.

Agrega Vargas (2001) que la competencia laboral es “la habilidad para desempeñarse conforme a los estándares requeridos en el empleo, a través de un rango amplio de circunstancias y para responder ademandas cambiantes”. La anterior, es una definición, en donde la estandarización de las habilidades y comportamientos, junto con los aspectos circunstanciales variables, son los factores más destacados. Así mismo Zúñiga (2003) define competencia como la “capacidad de una persona para desempeñar funciones productivas en contextos variables, con base en los estándares de calidad establecidos por el sector productivo”. Tamayo (2003) señaló que la competencia laboral es una capacidad productiva de un individuo que se puede definir y medir a través del desempeño en un determinado contexto laboral.

Retomando los conceptos y enfocados a una definición globalizada la Organización Internacional del Trabajo dice que la competencia laboral es “la capacidad efectiva para llevar a cabo exitosamente una actividad laboral plenamente identificada. La competencia laboral no es una probabilidad de éxito en la ejecución de un trabajo, es una capacidad real y demostrada” (OIT, 2010).

Con el preámbulo anterior podemos mencionar algunas definiciones que establecen las instituciones encargadas de llevar a cabo la evaluación y certificación de competencias laborales a nivel internacional como es el caso de México que a través del Consejo de Normalización y Certificación de Competencias Laborales especifica que la competencia laboral es la capacidad productiva de un individuo que se define y mide en términos de desempeño en un determinado contexto laboral, y no solamente de conocimientos, habilidades, destrezas y actitudes; éstas son necesarias pero no suficientes por sí mismas para un desempeño efectivo. Así mismo el INEM de España indica que “las competencias profesionales definen el ejercicio eficaz de las capacidades que permiten el desempeño de una ocupación, respecto a los niveles requeridos en el empleo. “Es algo más que el conocimiento técnico que hace referencia al saber y al saber-hacer”. El concepto de competencia engloba no sólo las capacidades requeridas para el ejercicio de una actividad profesional, sino también un conjunto de comportamientos, facultad de análisis, toma de decisiones, transmisión de información, etc., considerados necesarios para el pleno desempeño de la ocupación.

Por otro lado el Consejo Federal de Cultura y Educación (Argentina) dice que es el conjunto identificable y evaluable de conocimientos, actitudes, valores y habilidades relacionados entre sí que permiten desempeños satisfactorios en situaciones reales de trabajo, según estándares utilizados en el área ocupacional, también el organismo certificador de Australia establece que la competencia se concibe como una compleja estructura de atributos necesarios para el desempeño de situaciones específicas. En Alemania la definición se enfoca más al término de poseer competencia profesional quien dispone de los conocimientos, destrezas y aptitudes necesarios para ejercer una profesión, puede resolver los problemas profesionales de forma autónoma y flexible, está capacitado para colaborar en su entorno profesional y en la organización del trabajo y finalmente en Cuba la competencia laboral es un conjunto de conocimientos teóricos, habilidades, destrezas, y actitudes que son aplicados por el trabajador en el desempeño de su

ocupación o cargo en correspondencia con el principio de idoneidad demostrada y los requerimientos técnicos, productivos y de servicios, así como los de calidad, que se le exigen para el adecuado desenvolvimiento de sus funciones.

En este sentido, la certificación le agrega valor al trabajador cuya profesión no está regulada o condicionada a la obtención de un título a través de la educación formal. Al unir su experiencia acumulada y el desempeño de competencias concretas a una acreditación formal, se crea, una señal visible para el sistema económico sobre las competencias de cada trabajador, posibilitando la reinserción del desocupado en el mercado laboral, y la reducción de los períodos de desempleo. La política de acreditación de competencias puede añadir valor al trabajador y disminuir la asimetría de información entre empleadores y empleados.

Schokolnik y colaboradores 2005 definen la certificación como el reconocimiento público, documentado, formal y temporal de la capacidad laboral demostrada por un trabajador, efectuado con base en la evaluación de sus competencias en relación con una norma y sin estar necesariamente sujeto a la culminación de un proceso educativo. A nivel internacional, este instrumento se ha posicionado como una herramienta de validación y credibilidad social de las capacidades reales de los profesionales para responder ante un trabajo o un conjunto de tareas que configuran la función en concreto”. Salganik, L. H., et al 1999. La implementación de la Certificación por Competencias Laborales constituye una herramienta que da apoyo al desarrollo del capital humano y da certeza a los empleadores y empleados con el fin de fomentar el empleo de calidad, formal y regulador del mercado laboral.

La Certificación de Competencia Laboral consiste en otorgar un reconocimiento formal a los individuos, por las capacidades adquiridas a lo largo de su vida laboral, independientemente del modo en que éstas hayan sido adquiridas. La Certificación implica la realización previa de actividades destinadas a evaluar las competencias de un trabajador. El Certificado es una garantía de calidad sobre lo que el trabajador es capaz de hacer y sobre las competencias que posee para ello.

SENAI de Brasil define la certificación, como el proceso de reconocimiento formal de las competencias de una persona, independientemente de la forma como fueron adquiridas (SENAI,2002)

En INEM de España, la certificación es definida como “la expedición de un certificado por parte de las autoridades laborales, organismos de formación o personas autorizadas que acreditan que un trabajador es capaz de aplicar los conocimientos, destrezas, actitudes y comportamientos necesarios para el ejercicio de una actividad profesional concreta” (INEM, 1997).

En el sistema mexicano la certificación es definida como un proceso por medio del cual un organismo de tercera parte reconoce y certifica que un individuo ha demostrado ser competente para una función laboral determinada, independientemente de la forma en que la haya adquirido y con base en una norma reconocida a nivel nacional (CONOCER, 1997).

INA de Costa Rica define la certificación como el “reconocimiento oficial de las cualificaciones profesionales que posee una persona (conocimientos, habilidades y actitudes), independientemente de la forma como fueron adquiridas, ya sea mediante la participación en acciones sistemáticas de formación profesional, o como resultado del ejercicio de una profesión sin capacitación previa” (INA, 2001).

CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES A NIVEL INTERNACIONAL

La certificación de Competencias Laborales está siendo utilizado principalmente en países de la Organización Económica de Cooperación para el Desarrollo (OCDE) tales como el Reino Unido, Canadá, Australia, Francia y España, en los cuales mantienen sistemas de Certificación con base

en Competencias con el fin de, entre otras razones, dar una mayor transparencia a las relaciones entre la oferta y la demanda laboral y permitir una mayor efectividad en los programas de capacitación laboral y facilitar el desplazamiento e intercambio de los trabajadores.

En América Latina países como Brasil, Argentina, Costa Rica, Colombia y Chile están ejecutando o dando inicio a proyectos de certificación de competencias para el medio laboral, junto a crear sistemas de formación basada en competencias que apuntan a mejorar la certificación e incorporar el enfoque de competencia laboral para actualizar los programas de formación y reconocer las competencias.

Las reformas educativas no son tampoco indiferentes a las competencias, como puede observarse en las reformas del Reino Unido, de España y de México, las cuales trabajan perfiles de competencias.

Desde el mundo del trabajo, la Organización Internacional del Trabajo (OIT) y su Centro Interamericano de Investigación y Documentación sobre la Formación Profesional (Cinterfor/OIT) están apoyando iniciativas en la materia. Por su parte, los bancos de desarrollo tales como el Banco Interamericano de Desarrollo y el Banco Mundial se encuentran financiando proyectos en Argentina, Brasil, Chile y otros países de la región.

Dentro de las experiencias que se realizan para mejorar la gestión del talento humano a partir del enfoque de competencia laboral, también se destacan aquellas que son emprendidas desde una perspectiva sectorial.

A continuación, se presentan antecedentes de experiencias de competencias laborales en países que son una referencia en la aplicación de este enfoque agropecuario.

Uno de los proyectos emblemáticos de Latino América es el caso de Chile que desarrollo un proyecto de Competencias Laborales en el Sector Agroalimentario el cual tiene como objetivo diseñar y poner en marcha una oferta de formación, implementación y certificación en el ámbito de la Gestión de Calidad en la Industria del sector Agroalimentario que contribuya al alineamiento entre las Competencias Laborales actuales de la fuerza de trabajo y las Competencias Laborales Esperadas, requeridas por las nuevas normativas, buenas prácticas y tecnologías propias del sector.

Otro de los países que han desarrollado este enfoque es Colombia a través del Servicio Nacional de Aprendizaje que es la institución encargada de la normalización de las competencias laborales en Colombia. En este país el proceso de normalización de competencia laboral para el sector agropecuario y sus titulaciones se ha realizaron a través de mesas sectoriales conformadas por representantes del Servicio Nacional de Aprendizaje, instituciones académicas y gremios del sector agropecuario. Así mismo como una estrategia fundamental para el desarrollo de la implementación de la certificación de competencias laborales en el sector agropecuario se realizó un convenio de colaboración entre el Servicio Nacional de Aprendizaje SENA y la Sociedad de Agricultores de Colombia, SAC, en donde se comprometieron a desarrolla un proyecto de capacitación sobre la aplicación y certificación de competencias laborales en el sector agropecuario.

CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES EN MÉXICO

El CONOCER es el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias Laborales en México, nació como un fideicomiso público no paraestatal el 2 de agosto de 1995, en el marco del Programa de Modernización de la Educación Técnica y la Capacitación PMETyC. Este surge como un proyecto, financiado por el Banco Mundial, quien realizó junto con el gobierno mexicano una valoración de la formación profesional. Este consejo promueve y coordina al Sistema Nacional de Competencias que a la vez está estructurado de tres

lineamientos básicos Comités Sectoriales de Gestión por Competencias, Instrumentos de transferencia de conocimiento al mercado laboral y de vinculación del sector educativo y la estructura nacional de evaluación y certificación de competencias de personas

Dentro del Programa de Modernización de la Educación Técnica y la Capacitación, la Dirección General de Educación Técnica Agropecuaria fue incluida en este programa, debido a que su origen, misión y de conformidad a la matriz de clasificación del CONOCER, ya que su funciones educativas y de capacitación en actividades correspondientes al área de competencia 1 (SNC, 2200.00) que se refiere al Cultivo, Crianza, Aprovechamiento Agropecuario, pesquero y forestal (DEGETA, 1998). Con esto nace en México la certificación de competencias en el sector agropecuario, pesquero y forestal, para lo cual se desarrollaron y autorizaron un total de 87 Normas Técnicas de Competencia Laboral enfocadas a jornaleros y profesionales técnicos. Sin embargo en el 2003 el Banco Mundial le retiró el apoyo al CONOCER, debido a que los resultados de la gestión no correspondieron a la propuesta presentada, además, hubo un reporte de incumplimiento.

Posteriormente la Secretaría de Educación Pública se hizo cargo del Programa de Modernización de la Educación Técnica y la Capacitación en donde se concentraron la administración de la educación, capacitación y normalización. En este nuevo proyecto se contó con el apoyo del Banco Iberoamericano de Desarrollo con un monto de 204 millones de dólares para un periodo de seis años (BID, 2004). En esta nueva fase el Programa estuvo sujeto a promover las competencias laborales mediante una serie de estrategias focalizadas a cuatro sectores de la economía, siendo estos la fabricación de aparatos domésticos, minería, distribución de llantas y turismo. Como es de observarse las competencias laborales hacia el sector agropecuario no fueron la priorización en esta etapa.

En estos últimos años el CONOCER avanzó, lo cual está evidenciado en el informe de Diciembre del 2012 en donde da a conocer que se han conformados 130 Comités Sectoriales de Gestión por Competencias que son grupos de empresarios y/o trabajadores de alto nivel, que definen la agenda de capital humano para la competitividad del sector al que representan. Desarrollan los Estándares de Competencia relevantes para sus industrias, definiendo la vigencia del Estándar y la recertificación, y seleccionan a las instituciones responsables de evaluar y certificar las competencias de las personas con base en los Estándares de Competencia. De los comités mencionados el 69% corresponde al sector productivo, 12 % al sector gobierno y 9% al sector educativo y del sector productivo aproximadamente el 5% corresponde al sector agropecuario (Figura 1).

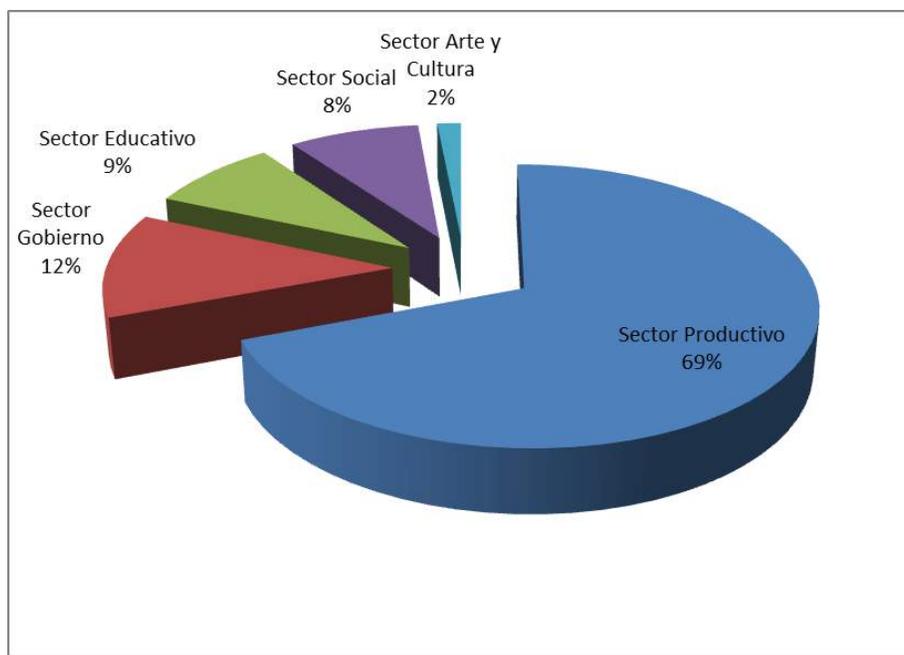


Figura 1. Comités de Gestión por Competencia

Dentro de los instrumentos de transferencia de conocimiento al mercado laboral y de vinculación con el sector educativo. Se tienen tres componentes que son Estándares de Competencia, Personas con Competencias Certificadas y Cursos de Capacitación basados en Estándares de Competencia. En particular, el Registro Nacional de Estándares de Competencia cuenta con un total de 298 estándares de competencias, de los cuales el 8.3 % inciden sobre el sector agropecuario.

En relación al tercer lineamiento del SNC cuenta con instituciones y organizaciones de gran prestigio en México de los sectores empresarial, laboral y educativo público y privado, lo cual fortalece la credibilidad y certidumbre del Sistema.

Esta estructura está basada en más de 1,000 organizaciones e instituciones forman parte del Sistema Nacional de Competencias.

Acreditación de más de 110 organizaciones e instituciones de gran prestigio a nivel nacional para evaluar y/o certificar las competencias de las personas. La cobertura de esta infraestructura representa más de 3,000 puntos de contacto.

De 2007 a septiembre de 2012 se han emitido alrededor de 300,000 certificados de competencia, dos veces más que en el periodo 1994-2006, lo que significa un promedio anual 4 veces superior.

CENTROS ESTATALES DE CAPACITACIÓN Y SEGUIMIENTO COMO PROMOTOR DE LA CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES EN EL SECTOR AGROPECUARIO

En el marco del componente de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural de la SAGARPA, los Centros Estatales de Capacitación y Seguimiento (CECS) participan activamente en las acciones estratégicas de desarrollo de capacidades, evaluación y certificación de los prestadores de servicios profesionales contratados para apoyar a los productores rurales de nuestro país. Actualmente se cuenta con un total de 32 Centros Estatales de Capacitación y Seguimiento (CECS), anidados en Instituciones de Educación Superior que realizarán la formación, capacitación, acreditación y en su caso, certificación de

competencias a prestadores de servicios profesionales, mediante la adopción del Sistema de Normalización y Certificación de Competencias laborales, formación de equipo de evaluadores certificados y articulación del proceso de Capacitación-evaluación-certificación se deberá llevar a cabo la Evaluación de Competencias Laborales, de acuerdo al Sistema Nacional de Competencias (SNC), para lo cual deben contar con la acreditación como Centro de Evaluación de Competencias Laborales ante el Consejo Nacional de Normalización y Certificación de Competencias (CONOCER), a propuesta de un Organismo Certificador (OC) acreditado o en su caso la acreditación como entidad de Certificación y evaluación. La mayoría de los CECS, actualmente están acreditados como Centros de Evaluación sin embargo paulatinamente se están realizando los procesos de formación y evaluación. Así mismo una de las Instituciones de Educación Superior optó por conformarse como Entidad de Certificación y Evaluación, lo cual permite ampliar sus actividades de acción dentro del SNC, ya que esta entidad puede realizar los procesos de evaluación, alineación y certificación de las competencias laborales, acreditar centros de evaluación y evaluadores independientes, así como desarrollar nuevos estándares de competencia.

Con estas responsabilidades asignadas a los CECS podrán orientar sus esfuerzos para certificar a los prestadores de servicios profesionales en el sector rural, en los estándares de competencias EC0020 Formulación del diseño de proyectos de inversión del sector rural, EC0069 Consultoría a empresas rurales, EC0076 Evaluación de la competencia de candidatos con base en Estándares de Competencia, EC0217 Impartición de cursos de formación del capital humano de manera presencial grupal y EC0049 Diseño de cursos de capacitación presenciales, sus instrumentos de evaluación y material didáctico ya que se cuenta con el personal suficiente para llevar a cabo estas actividades

BENEFICIOS DE LA CERTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS LABORALES

Como todo proceso de desarrollo y formación es importante identificar los beneficios que conllevan estas acciones. Para el caso de la certificación de competencia laboral el CONOCER, 2010 indica que los beneficios de la certificación laboral se encuentran en el reconocimiento a la experiencia laboral de las personas a través de la validez oficial que certifica que una persona está calificada para desempeñar una función productiva. Poder abrir posibilidades de capacitación continua a lo largo de la vida productiva de las personas permitiéndoles actualizarse en el avance tecnológico y capacitación necesaria para su función, por lo tanto les permite ajustarse a los requerimientos del mercado de trabajo. Así mismo en el Programa de Desarrollo de Capacidades, Innovación Tecnológica y Extensionismo Rural, en sus reglas de operación 2012 menciona que los Servicios otorgados por prestadores de servicios profesionales, los cuales están sujetos a la supervisión y seguimiento en su calidad. El último pago de los prestadores de servicios no podrá ser inferior al 30% del monto total del apoyo y estará condicionado al dictamen favorable del Centro Estatal de Capacitación y Seguimiento de la Calidad de Servicios Profesionales (CECS). Así mismo, en el caso de que el prestador de servicios de este inciso esté certificado en competencias laborales, el monto de apoyo se incrementará en un 10%.

A nivel empresarial la certificación de competencias laborales promueve el incremento de la productividad y competitividad de las empresas mediante el mejoramiento permanente y continuo de la competencia de los recursos humanos. Facilita la selección de personal y baja los costos de capacitación y a su vez, impulsarán una nueva cultura laboral para mejorar el aprovechamiento de sus recursos.

Si las Instituciones de Educación Superior que manejan el modelo de aprendizaje por competencias, promueven la certificación a través de los estándares de competencias o normas

técnicas de competencias laborales, facilitarán la incorporación de sus egresados al mercado de trabajo, al formar recursos humanos que respondan a los avances de la tecnología y la transformación productiva.

Otro de los beneficios que podemos obtener de la certificación de competencias laborales es las equivalencias de grados con el Sector Educativo formal, a través del Banco de Créditos de DGAIR (SEP) y del acuerdo 286. Lo anterior en base a la convocatoria que realizó la Secretaría de Educación Pública en relación a la acreditación de conocimientos, habilidades o destrezas, con base en el régimen de certificación referido a la formación para el trabajo publicada en el diario oficial de la federación el día 4 de octubre del 2012 en donde convoca a las personas de quince años o más, de cualquier nacionalidad, que cuenten con uno o más certificados de competencia, a que formulen solicitud en términos de lo previsto en el Título Tercero, Capítulo III del Acuerdo secretarial número 286, a fin de acreditar conocimientos, habilidades o destrezas que correspondan a un nivel educativo, grado escolar, asignaturas, módulos o cualquier otra unidad de aprendizaje.

REFERENCIAS

- Ansorena, C. (1996). 15 Casos para la Selección de Personal con Éxito. Barcelona: Paidós.
- CONOCER (1997). Sistemas Normalizado y de Certificación de Competencia Laboral, México.
- Conocer. (2000). Análisis Ocupacional y Funcional del Trabajo. Descargado el 18 de febrero de 2011 de <http://www.oei.es/oeivirt/fp/03a04.htm#aa>
- CONOCER (2010). Cuáles son los Beneficios del Sistema Nacional de Competencias. Descargado el día 18 de Octubre de 2010 http://www.conocer.gob.mx/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=4&Itemid=6
- INA (2001). Experiencia del INA en el marco de la Normalización, Formación y Certificación de Competencias Laborales.
- INEM (1997). Metodología para la ordenación de la Formación Profesional Ocupacional, Madrid.
- Irigoin, M.; Vargas, F., Competencia Laboral. Manual de conceptos, métodos y aplicaciones en el sector salud, Montevideo, Cinterfor/OIT, 2002.
- Levy-Leboyer, C. (1997). Gestión de las Competencias: Cómo Analizarlas, Cómo Evaluarlas, Cómo Desarrollarlas. Barcelona: Gestión 2000.
- Mertens, L. (1996). Competencia laboral: Sistema, Surgimiento y Modelos. Bogotá: SENA.
- OIT (2010). Competencias para el empleo. Descargada En febrero 11 de 2011, De http://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/ed_emp/ifp_skills/documents/publication/wcms_180580.pdf
- Salganik, L. H., Rychen, D. S., Moser, U., & Konstant, J. W. (1999). Proyectos sobre Competencias en el Contexto de la OCDE. Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Neuchatel: Oficina Federal de Estadísticas de suiza (OFE).
- Schkolnik, M., Araos, C., & Machado, F. (2005). Certificación por Competencias como parte del Sistema de Protección Social: La Experiencia de Países Desarrollados y Lineamientos para América Latina. Retrieved March 15th, 2010, from Centro Interamericano para el Desarrollo del Conocimiento en la Formación Profesional. Organización Internacional de Trabajo.
- SENAI (2002). Metodología de Avaliação e Certificação de Competencias, Brasilia.

- Tamayo, M. (2003). La experiencia mexicana en el Desarrollo del Proyecto de Formación Profesional basada en Competencias Laborales. Programa de Cooperación Iberoamericana para el Diseño de la Formación Profesional. Descargado el día 15 de octubre de 2010, de <http://www.oei.org.co/iberfop/tamayo/sld038.htm>
- Vargas, J. (2001). Las Reglas Cambiantes de la Competitividad Global en el Nuevo Milenio. Las Competencias en el Nuevo Paradigma de la Globalización. Descargado el día 10 de agosto de 2010, de <http://www.rieoei.org/deloslectores/186Vargas.PDF>
- Vargas, F. (2004). Competencias clave y aprendizaje permanente. Montevideo: Cinterfor/OIT.
- Zúñiga, L. (2003). Metodología para la Elaboración de Normas de Competencia Laboral. Bogotá: SENA.

INOCUIDAD DE LOS QUESOS ARTESANALES PRODUCIDOS EN SISTEMAS GANADEROS EN PEQUEÑA Y MEDIANA ESCALA DE MÉXICO

O.A. Castelán-Ortega^{1*}, A. D. Solís-Méndez¹ y R. Martínez-Loperena¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma del Estado de México. Instituto Literario No. 100, colonia Centro. C.P. 50000, Toluca, México.*

**E-mail: oaco2002@yahoo.com.mx*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar el escenario higiénico-sanitario en el que se desenvuelve la producción de queso artesanal en México. Con esta finalidad se eligieron tres quesos artesanales como casos de estudio, en los cuales se analizaron sus características higiénico-sanitarias incluyendo la leche con que se elabora uno de los queso, se identificaron las fuentes de contaminación microbiana durante el proceso de elaboración y las prácticas de manufactura que influyen en su calidad final. Se encontró que el proceso de manufactura de los quesos se encuentra estandarizado dentro de cada taller artesanal, pero la calidad sanitaria fue inadecuada debido a prácticas de elaboración deficientes. Se concluye que el principal problema en la producción de los Quesos Artesanales es su deficiente calidad higiénico-sanitaria debido a la contaminación microbiana generada a partir de prácticas higiénicas y sanitarias inadecuadas observadas a lo largo de la cadena de producción.

ABSTRACT

The objective of the present paper is to present the sanitary scenario in which production of artisan cheeses takes place in Mexico. Three artisan cheeses were selected as case studies, their hygienic-sanitary characteristics were analysed. The contamination sources, which affect the cheeses during the elaboration process were identified and the manufacturing practices that determine their final quality were identified too. Results demonstrate that manufacturing practices are standardized within each artisan cheese production unit. The sanitary quality for the three cheeses was deficient due to poor elaboration practices. It is concluded that the main problem in artisan cheese production is its deficient sanitary quality due to bacterial contamination originated along the production chain.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, uno de los desafíos que México enfrenta es proveer de seguridad alimentaria en calidad y cantidad suficiente para su población. México se ubica en el noveno lugar en la producción de quesos a nivel global, para el 2013 la producción nacional se estima en 176,800 ton, a pesar de ello existe un déficit en la producción de queso. En el 2013 se importarán 84,300 ton de queso para cubrir la demanda total (SAGARPA, 2011). Por lo tanto, la sustitución de importaciones representa una oportunidad para incrementar la producción nacional, pues existe el mercado capaz de captar una mayor oferta. La valoración de productos alimenticios locales, como los quesos artesanales, ha sido implementada con éxito en el desarrollo de comunidades rurales con enfoque territorial (Linck, 2006). Hasta el momento a los quesos artesanales se les había dado poca importancia en México, es por ello que existe poca investigación y deficiente regulación normativa. Lo anterior, a pesar de que se elaboran alrededor de 30 estilos diferentes de queso genuino en el país (Villegas, 1993). La mayoría de estos son quesos artesanales, elaborados con leche cruda, son poco conocidos porque son producidos en pequeña escala,

distribuidos de manera informal y en mercados locales. Debido a que no se fomenta una cultura para su protección ni competitividad. Por otro lado, se estima que el consumo *per cápita* de queso en México es de 3 kg, del cual el 56.6% proveniente de la industria formal y las importaciones, el 43.3% restante se compone de queso elaborado artesanalmente, lo cual manifiesta su importancia económica (FIRA, 2001).

Además, el queso tiene importancia nutricional dentro de la alimentación humana debido a que es fuente de proteína, fósforo, calcio, vitaminas A, D, B2, B3, B12 y ácido fólico (Van Hekken y Farkye, 2003). Los quesos artesanales más consumidos en el centro del país son los estilos Cotija, Panela, Oaxaca, Chihuahua y Ranchero. Bajo este contexto, el objetivo de este grupo de investigación ha sido el de presentar una propuesta metodológica para caracterizar de manera integral los quesos artesanales considerando aspectos básicos que deben ser estudiados para contribuir apropiadamente a su preservación y aportar información para el mejoramiento de sus indicadores higiénico-sanitarios y productivos pero que permitan a la vez conservar las cualidades que los caracteriza y por las que son apreciados.

La mayoría de los quesos artesanales en México son elaborados con leche cruda, sin adulterantes ni aditivos, son frescos, con altos porcentajes de humedad, con cortos periodos de vida de anaquel y en general, con deficiente calidad sanitaria (Villegas, 1993); aspectos que de antemano se tienen que tomar en cuenta en la caracterización debido a que es necesario obtener el máximo de información objetiva y cuantificable de las características que los tipifique. Como se ha mencionado, debido al contexto de baja competitividad en el que se desarrolla la actividad quesera artesanal en nuestro país una caracterización no tendría razón de ser si no se tiene también como objetivo a mediano plazo llevar a cabo un mejoramiento de la calidad del queso junto con los productores, lo que influirá de manera directa en la permanencia de estas empresas alimentarias (Chombo, 2002) y la preservación de lo que podríamos considerar patrimonio nacional.

Por tal motivo, también ha sido necesario estudiarlos desde una perspectiva de mejoramiento de la calidad, basándose en algún sistema de aseguramiento de calidad alimentaria que permita identificar las acciones necesarias para gestionar la inocuidad del alimento y la mejora continua del producto.

El objetivo de este trabajo es presentar el escenario higiénico-sanitario en el que se desenvuelve la producción de queso artesanal. Con esta finalidad de llevar a cabo este análisis se eligieron tres estudios, de diferentes tipos de queso artesanal, en los cuales se analizaron las variables higiénico-sanitarias y físico-químicas del contexto ambiental donde se producen y del mismo queso para conocer las fuentes de contaminación y las prácticas que influyen en su calidad final.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente documento se presentan, discuten y contrastan los resultados obtenidos a partir de investigaciones realizadas en tres quesos artesanales muy conocidos en su región de origen.

1. El primer queso corresponde a un Queso Fresco producido en el Valle de Toluca, Estado de México. El clima en la zona es templado con una temperatura y precipitación media anual de 15 °C y 760.7mm respectivamente, la presencia de lluvias es de mayo a octubre (INEGI, 2007).
2. El segundo es un queso madurado producido en la zona sur del Estado de México pertenece al grupo de quesos llamados “refregados”, que son típicos de la región. La zona de producción de este queso se encuentra a 1360 msnm con una temperatura media anual de 23°C, la máxima de 31°C y la mínima de 15°C. La precipitación es de 1,800 ml anuales (GEM, 1995).
3. El tercero es un queso madurado producido en el occidente del país, también en un valle, pero este con clima tropical y seco. Sus temperaturas son calurosas pudiendo superar los 40°C durante

el verano y disminuye hasta los 25°C en invierno, con precipitación anual de 822 mm (SEGOB, 2013).

En los tres casos, el estudio de los quesos se llevó a cabo en talleres artesanales que tenían presencia de sus productos en los mercados de la región.

Sólo para el caso del Queso Fresco, el estudio se inició con la caracterización fisicoquímica de la leche al momento de ser ordeñada y posteriormente se documentaron los cambios fisicoquímicos que ocurrieron en esta previo al inicio del proceso de elaboración del queso, en virtud de que este queso es elaborado con leche acidificada de manera natural lo cual induce cambios en la composición de la leche. Posteriormente, para todos los quesos se presenta un análisis de las prácticas de higiene realizadas a través de la cadena de producción del queso. Finalmente, con el objeto de medir las condiciones higiénicas en las que se elaboran los quesos artesanales se presenta la evaluación realizada por medio de pruebas microbiológicas, las cuales indican el grado de contaminación microbiana con por ejemplo bacterias coliformes, levaduras y mohos tanto en superficies vivas e inertes, como insumos y producto final. Como parte de esta última etapa se presentan también los resultados del análisis de la presencia microorganismos patógenos como *Staphylococcus aureus*, *Listeria* sp. y *Salmonella* sp. en el producto final. Se considera que con esta información el lector tendrá una mejor imagen del escenario en que se desarrolla la producción artesanal de este queso.

Caracterización fisicoquímica de la leche empleada en la elaboración del Queso Fresco

Se analizó la leche en dos etapas, recién ordeñada (etapa de granja) y la misma leche al momento previo de iniciar el proceso de elaboración del Queso Fresco (etapa de quesería), ello con la finalidad de observar los cambios efectuados en la leche, debido al intervalo de tiempo y manejo que existe entre una etapa y otra. Las variables que se determinaron fueron: densidad, grasa y proteína, las cuales fueron analizadas con un analizador ultrasónico (Ekomilk, EON Trading LLC, Bulgaria), acidez titulable fue medida como 0.1N NaOH /fenolftaleína, pH y temperatura fueron medidas con un equipo portátil con potenciómetro y termómetro (CONDUCTRONIC MpH15, México).

Determinación del índice de cumplimiento de prácticas higiénicas

Este índice se obtuvo también sólo para el caso del Queso Fresco con la finalidad de medir de manera objetiva el cumplimiento de las buenas prácticas higiénicas en las tres etapas de producción, ordeño, elaboración del queso y comercialización, del Queso Fresco. Al conjunto de estas tres etapas, de cada una de las cadenas de producción, se les denominó secuencia de producción. Para obtener los datos se observó directamente los procesos y se realizaron entrevistas semi-estructuradas a los individuos involucrados en cada una de las etapas según la técnica propuesta por Ruiz e Ispizua (1989), a través de 12 secuencias de producción. En total se observó si se cumplía con 45 prácticas higiénicas distribuidas de la siguiente manera: 12 prácticas en la etapa de ordeño en granja, 28 prácticas en la etapa de elaboración del queso en el taller artesanal y cinco en la etapa de comercialización en el punto de venta. Estas prácticas higiénicas se eligieron con base en la Guía para producción higiénica de leche (SSA, 1997) y la Norma Oficial Mexicana (NOM) de 251 de prácticas de higiene para el procesado de alimentos (SSA, 2009). Para el cálculo del índice de cumplimiento de prácticas higiénicas se asignó un valor binario, a cada una de las 45 prácticas consideradas. Se le asignó cero cuando la práctica estaba ausente o se realizaba de manera deficiente y uno cuando la práctica se realizaba correctamente. Posteriormente, se dividió el número de prácticas higiénicas cumplidas entre el total de prácticas higiénicas evaluadas (45) y se multiplicó por 10. El índice se elaboró en una escala de 10 con la

finalidad de facilitar su explicación a los productores de queso que en su mayoría no sabían leer y escribir.

Análisis microbiológicos en la etapa de elaboración de los Quesos artesanales

Se realizaron conteos de coliformes totales (CT), levaduras y moho (LyM) (SSA, 1994 a,b) a los insumos usados para la elaboración del queso (agua, leche y cuajo), las muestras se tomaron en recipientes esterilizados. También se analizaron de la misma manera superficies vivas (manos del manipulador de alimentos) e inertes (utensilios y equipos del proceso de elaboración), estas muestras se tomaron por medio de la técnica de hisopo (Moore y Griffith, 2002).

Muestreo de Quesos

El muestreo se realizó de acuerdo a lo establecido en COFOCALEC (2006). El Queso Fresco muestreado tenía entre 4 y 20 horas de elaborado. Los quesos madurados fueron muestreados en diferentes etapas de maduración. Las muestras fueron tomadas por duplicado y se transportaron a 4°C al laboratorio para realizar su análisis microbiológico.

Análisis Microbiológico de los Quesos

Las variables evaluadas en los tres casos de estudio fueron coliformes totales a las 24hrs a 35 ± 0.5 °C, levaduras y moho a las 48hrs a 35 ± 0.5 °C. (SSA, 1994 a,b). También se determinó la presencia de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. (SSA, 1994 c,d,e).

Análisis Estadístico

En el caso del Queso Fresco, para analizar la diferencia de las características fisicoquímicas de la leche utilizada para su elaboración, en la Etapa de Granja y después en su Etapa de Quesería, se utilizó un diseño completamente al azar. Con la finalidad de evaluar los efectos asociados a la comunidad y clima en las características sanitarias del Queso Fresco se utilizó un diseño de bloques al azar, en ambos casos fueron analizados por análisis de varianza empleando el comando de modelo general lineal, en las variables donde se encontraron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey con probabilidad de $P < 0.05$ del paquete estadístico Minitab v.14. Los datos de los conteos microbiológicos se transformaron a \log_{10} para llevar a cabo el análisis de varianza.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características fisicoquímicas (FQ) de la leche utilizada para la elaboración del Queso Fresco artesanal se muestran en el Cuadro 1. Se puede observar las características FQ de la leche en la Etapa de Granja (LEG) y de la leche en la Etapa de Quesería (LEQ).

Una de las razones por la que es importante conocer el contenido de sólidos en la leche es debido a que permite realizar estimaciones del rendimiento quesero. Conocer el pH de la leche con el que se elaborará el queso permite estimar sus características sensoriales y sanitarias, como la textura, donde el pH tiene gran influencia debido a que por debajo de 5.5 genera pastas queseras con la capacidad de hilarse y fundirse, del mismo modo también es importante conocer el pH para estimar el contenido microbiano debido a que la leche con pH bajo indica una presencia significativa de bacterias, levaduras y mohos (Inda, 2000).

Estos estudios permitieron inferir y relacionar algunas prácticas observadas con el resultado de la calidad FQ de la leche. Una de las características más sobresalientes de la comparación entre una etapa y otra fue la diferencia significativa que se presentó entre las características FQ, lo cual sugiere que la LEG cumple con las especificaciones mínimas requeridas para la leche cruda,

establecidas en la norma 700 (COFOCALEC, 2004). Y posteriormente debido probablemente a un manejo deficiente en su Etapa de Quesería, la leche, pierde la calidad requerida. Como es el caso del pH que disminuyó significativamente ($P < 0.05$) al pasar de 6.5 a 5.6. Valores superiores a 6.5 son un indicador de leche con posible mastitis y valores inferiores indican presencia de calostro o descomposición microbiana (Inda, 2000). Los resultados de pH en el Cuadro 1 sugieren que el descenso del pH se debe principalmente al tiempo transcurrido entre la ordeña y el inicio de la elaboración del queso, que generalmente fueron lapsos de dos a tres días sin refrigeración, lo cual provoca que los microorganismos, capaces de degradar la lactosa, se reproduzcan a temperatura ambiente. En el estudio, la LEG tuvo una temperatura inicial de 32.8°C y durante el lapso de almacenamiento descendió a 18.9°C. Esta situación ocasiona que se produzca ácido láctico como resultado de la actividad microbiana, por tal motivo desciende el pH y se incrementa la acidez de la leche. A su vez, el descenso del pH podría desnaturalizar las proteínas de la leche y coagularla espontáneamente, lo cual ocasiona que algunos productores no ocupen agentes coagulantes en sus procesos (Vázquez *et al.*, 2010). La disminución del contenido de grasa se debe a que en la mayoría de los casos se descrema la leche con la finalidad de elaborar crema y mantequilla.

Cuadro 1. Comparación de la calidad fisicoquímica de la leche utilizada para la elaboración del Queso Fresco en la granja y en la quesería.

Parámetro	Etapa de Granja		Etapa de Quesería		Especificaciones mínimas *
	media	DE	media	DE	
Densidad g/ml	1.0300 ^a	0.001	1.0305 ^a	0.001	1.0295
pH	6.5 ^a	0.2	5.6 ^b	0.8	6.6 a 6.8
Acidez g/l	1.5 ^a	0.2	2.3 ^b	0.7	1.3 a 1.6
Temperatura °C	32.8 ^a	0.9	18.9 ^b	6.8	4
Grasa g/l	33.9 ^a	0.5	18. ^b	0.6	30
Proteína g/l	30.3 ^a	0.23	29.3 ^a	0.22	30

abc Literales diferentes entre columnas difieren significativamente ($P < 0.05$). DE= Desviación estándar, * = Especificaciones de leche cruda NMX-F-700-COFOCALEC-2004, n= 12

Índice del cumplimiento de prácticas higiénicas en la cadena productiva láctea

La media del índice de cumplimiento de prácticas higiénicas (ICPH) de las 12 secuencias de producción evaluadas fue de 5.5 (Cuadro 2). Se puede considerar que es un índice bajo debido a que se cumple con la mitad de los requerimientos higiénicos mínimos para desarrollar la actividad. La media del ICPH en la etapa de ordeño fue de 4.3 lo que sugiere que es la etapa que tiene más deficiencias y donde más se podría estar contaminando el producto. Una de las principales causas del estado sanitario de los quesos podría ser la ausencia y desconocimiento de prácticas higiénicas por parte del personal que realiza las actividades en cada una de las etapas.

Evaluación higiénica del proceso de elaboración del Queso Fresco

El conteo de microorganismos en las superficies, utensilios e insumos que se emplean en la elaboración del Queso Fresco permitió observar cuáles son las fuentes de contaminación más importantes. Los resultados en el Cuadro 3 sugieren que la principal fuente de contaminación, es el cuajo incorporado a la leche, posteriormente la leche también fue una fuente de contaminación

importante, así como el agua utilizada para realizar la limpieza de los utensilios y equipos. El límite permitido de Coliformes totales en superficies inertes que se encuentran en contacto con los alimentos es de $<10 \text{ UFC/cm}^2$ (SSA, 1994f). Como se muestra en el Cuadro 3, en la mayoría de los utensilios y equipos, así como las manos del quesero, se excedió este límite, por lo que éstos elementos se consideran como una fuente de contaminación. En los utensilios de plástico y madera hubo presencia de levaduras y moho lo que indica que las operaciones de limpieza son ineficientes a pesar de emplear desinfectante en algunos casos. En los recipientes de acero inoxidable no se encontraron microorganismos lo que indica que en este tipo de superficies se logra una eficiente limpieza, sin embargo es importante mencionar que en las queserías artesanales generalmente no se emplean utensilios de este material.

Cuadro 2. Media del Índice de Cumplimiento de Prácticas Higiénicas (ICPH) por etapa de producción y general del Queso fresco.

ETAPA	ICPH
Ordeño	4.3
Elaboración del queso	6.1
Comercialización	6.0
Media general	5.5

n=12. ICPH= Índice de Cumplimiento de Prácticas Higiénicas.

En función de estos resultados, se podría recomendar el empleo de acero inoxidable en todos los utensilios y equipos, desinfectar las manos de los queseros, así como también del agua utilizada durante las operaciones de limpieza. También se podría considerar reemplazar el cuajo artesanal por uno comercial. En virtud de que este queso se consume fresco y no existe la oportunidad para que el proceso de maduración reduzca en forma natural la contaminación microbiana, es necesario mejorar las medidas de higiene para garantizar la inocuidad de este queso.

Características sanitarias del Queso Fresco

La deficiente higiene en el proceso de elaboración dio como resultado un queso con baja calidad sanitaria como se puede observar en el Cuadro 4. En la mayoría de los casos se excede el límite de CT y LyM permitido por la NOM 243 (SSA, 2010). La comunidad de entorno urbano fue la que presentó mayor contaminación en las dos variables sanitarias. Estos resultados permiten inferir que la presencia de servicios públicos como agua potable, luz, drenaje, etc. no está relacionada con una mejor calidad sanitaria del queso, siendo las prácticas del productor las que tienen mayor impacto. La presencia de coliformes totales en cualquier alimento es un indicador de contaminación fecal debido a que son bacterias comunes del tracto gastrointestinal tanto del hombre como de los animales. En el caso del Queso Fresco es muy probable que el origen de las bacterias Coliformes sean las heces del ganado lechero debido a las deficientes prácticas de ordeño. Además de la falta de higiene durante el proceso de elaboración, la falta de una cadena de frío tiende a agravar el problema. En algunos casos se refrigera el queso pero no la leche, pues un paso importante en la elaboración de este queso es la acidificación de la leche y es probablemente la principal responsable de sus características organolépticas. Lo cual es una práctica inadecuada y un peligro biológico para el producto final. Esta práctica podría ser la que este generando la excesiva presencia de microorganismos debido a que en ese lapso se reproducen los que ya contenía la leche por la ineficiencia higiénica en la etapa de ordeño (Limsowtin y Powell, 1996). Sería recomendable pasteurizar la leche y posteriormente inocular con cultivos lácticos para acidificar de manera inocua la leche, sin embargo hasta el momento ningún grupo de

investigación mexicana se ha dado a la tarea de identificar y seleccionar a los microorganismos que le confieren el sabor y características particulares a este queso. Esta situación plantea un dilema serio, pues sí la leche se pasteuriza y posteriormente se elabora el queso, éste perderá sus características que lo hacen un producto original; por el contrario sí se continúa elaborando en la forma tradicional este producto podría ser un riesgo de salud para los consumidores.

Cuadro 3. Conteo de microorganismos en superficies, utensilios e insumos empleados en la elaboración de Queso Fresco .

Superficies y utensilios	LyM UFC/cm²	CT UFC/cm²
Recipiente de cocción (metal)	2.4	2.3
Cuchillo	3.2	2.0
Manos del quesero	3.4	3.8
Filtro (metal)	2.3	3.2
Pala (madera)	3.0	3.7
Cubeta (plástico)	2.7	3.1
Filtro (plástico)	3.2	4.0
Molino	3.1	2.9
Tela	2.3	3.5
Molde	2.0	3.3
Recipientes plásticos	3.4	3.6
Recipientes acero inoxidable	<1	<1
Superficie de amasado	2.8	3.2
Superficie de oreo	3.5	3.6
Insumos	LyM UFC/ml	CT UFC/ml
Agua	2.1	2.3
Leche	3.8	2.9
Cuajo artesanal	4.9	5.0

n = 12. Unidades transformadas a log₁₀. LyM = Levaduras y Moho, CT = Coliformes Totales. UFC/cm²= Unidad formadora de colonia por centímetro cuadrado, UFC/ml = Unidad formadora de colonia por mililitro.

La fluctuación de las cargas microbianas durante los periodos de muestreo puede indicar que éstas también están supeditadas a las condiciones climáticas debido a que la cadena de frío está ausente.

La elevada contaminación microbiana que se observa en el Cuadro 4 puede ser explicada también por su alto contenido de humedad del queso, la cual puede ser de 52.2% ± 6.7 (Solís, *et al.* 2009). Los quesos frescos con humedad entre 50 y 56 % tienen elevados índices de actividad de agua, entre 0.97 a 0.99. El agua es un sustrato óptimo para el crecimiento de todas las bacterias, mohos y levaduras asociadas con el deterioro microbiológico de los quesos frescos. También el bajo pH y bajo contenido de sal son óptimos para el desarrollo de LyM (Inda, 2000). En este caso el Queso Fresco presentó 1.3 ± 0.58% de NaCl y pH de 5.4 ± 0.37 (Solís *et al.* 2009), ello lo que lo hace altamente susceptible al deterioro microbiológico debido a esto sería indispensable su refrigeración a temperaturas por debajo de 4 °C durante el transporte y almacenamiento, lo cual generalmente no ocurre.

En el Queso Fresco también se observó una considerable contaminación por bacterias potencialmente patógenas como *Staphylococcus aureus*, el cual tuvo un conteo medio de 2760

UFC/g y un máximo de 25,700,000 UFC/g, lo que sugiere que el ganado lechero, del cual se obtiene la leche, podría presentar mastitis (Saran y Chaffer, 2000). No se encontró la presencia de *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. en el Queso Fresco en este sentido cumple con las especificaciones de la NOM 243 que señalan que *Salmonella* spp. y *Listeria* spp. deben estar ausentes en 25g de queso (SSA, 2010).

Actualmente, el Queso Fresco se comercializa en mercados públicos a pesar de exceder los límites máximos de CT y LyM (≤ 20 UFC/g y 500 UFC/g, respectivamente) de la NOM 243 (SSA, 2010), además de tampoco cumplir con la especificación de que la leche que se emplea como insumo para la elaboración de productos lácteos debe someterse a un tratamiento térmico con un tiempo y temperatura determinados que garantice su inocuidad.

Cuadro 4. Conteo microbiológico en Queso fresco según sitio de elaboración y época del año.

Comunidad	Coliformes totales UFC/g	Levadura y Moho UFC/g
Suburbana	3.0 a	3.6 a
Urbana	4.8 b	4.4 b
Rural	3.9 c	3.7ab
Periodo		
1P may-jun	4.3	5.2 c
2P jul-ago	4.1	4.1 a
3P sep-oct	3.9	3.6 b
4P nov-dic	3.6	4.4 a
5P ene-feb	3.7	4.0 a
6P mar-abr	4.1	4.0 a
NOM*	Max 1.3	Max 2.7

n = 18. ^{abc} Literal diferente entre líneas indica diferencia significativa ($P < 0.05$).

UFC/g= Unidad Formadora de Colonia por gramo, Unidades transformadas a \log_{10} . * = referencia NOM 243 SSA (2010).

Características sanitarias del Queso madurado del Estado de México

En el caso del Queso madurado del Estado de México, también existe una contaminación microbiana desde el inicio de su elaboración como se muestra en el Cuadro 5, donde se observa que tanto el agua como el cuajo y la leche presentan conteos muy elevados de CT y LyM. Un dato adicional en este tipo de queso es que la media del conteo de células somáticas en leche fue de 575,333/ml, lo cual sugiere que las vacas de las cuales se obtiene la leche pueden presentar algún grado de mastitis.

Cuadro 5. Conteo microbiológico en insumos para la elaboración de Queso madurado del Estado de México

Insumos	CT	máx. -min.	LyM	máx. -min.
Agua	2.8	3.1 -1.0	3.0	4.4 -3.2
Cuajo fresco	3.8	6.5 - 5.0	4.1	7.4 - 4.5
Leche	3.5	4.9 - 1.0*	4.7	4.5 - 3.1

n=4. Unidades transformadas en \log_{10} . CT= Coliformes Totales UFC/ml), LyM= Levaduras y Mohos UFC/ml. Máximo=máx., Mínimo=min. 1.0* <10 UFC/ml.

En el Cuadro 6 muestra que las superficies de las queserías donde se elabora este queso, también se encuentran contaminadas superando por mucho el límite permitido, los utensilios de piedra, madera, metal galvanizado y plástico presentaron conteos de CT más altos que en la zona centro del Estado de México, probablemente debido a que la temperatura media del sur del Estado de México es más alta y por lo tanto la tasa de proliferación de los microorganismos es mayor. Sólo en los utensilios de aluminio o acero inoxidable no se encontraron CT. En el caso de las levaduras y moho estuvieron presentes en la mayoría de las superficies excepto en la olla donde cuajan la leche y la charola donde transportan la cuajada o el queso terminado. La presencia de levaduras y moho indica contaminación ambiental y a su vez una deficiente limpieza recurrente que no logra desincrustar los residuos de materia orgánica y estos se van acumulando.

Cuadro 6. Conteo microbiológico en superficies empleadas en la elaboración del Queso madurado del Estado de México

Utensilios	CT UFC/cm²	LyM UFC/cm²
Servilleta (tela)	2.3	2.2
Prensa (piedra)	3.4	3.7
Metate	3.3	2.2
Canasto	5.0	5.1
Molde (madera)	2.8	2.8
Manos del quesero	4.1	4.2
Cuchillo	3.7	3.6
Palo madera	3.7	3.9
Mesa	2.6	3.0
Molino (galvanizado)	2.9	4.0
Coladera	3.0	2.3
Espátula (aluminio)	1.0*	2.5
Olla (aluminio)	1.0*	1.0*
Artesa (acero inoxidable)	1.0*	3.3
Charola (alumnio)	1.0*	1.0*

n=4. Unidades transformadas en log₁₀. CT= Coliformes Totales UFC/cm², LyM= Levaduras y Mohos UFC/ cm². 1.0* <10 UFC/cm².

Cuadro 7. Conteo microbiológico en Queso con diferente grado de maduración del Estado de México

Tiempo de maduración	CT	máx. –min.	LyM	máx. –min.
Queso con un mes	5.6	7.0 – 5.0	6.3	6.5 -4.4
Queso con tres meses	1.0*	3.0 1.0	4.3	6.2 – 3.0

n=4. Unidades transformadas en log₁₀. CT= Coliformes Totales UFC/g (max 1000), LyM= Levaduras y Mohos UFC/g (max 500), Máximo=máx., Mínimo=min, 1.0* <10 UFC.

Como resultado de la contaminación microbiana de los insumos y de las superficies se observa una fuerte carga de CT y LyM en el Queso con un mes de haberse elaborado (Cuadro 7).

Posteriormente, el mismo Queso con tres meses de maduración no presentó CT. De manera similar, el conteo de LyM en el primer mes de maduración fue alto y disminuyó en el tercer mes. Este es uno de los casos en que no necesariamente debe ser aplicada la norma 251 (SSA, 2009) de manera indiscriminada debido a que algunos tipos de levaduras intervienen en un proceso deseable durante la maduración del queso, por ejemplo por medio de actividad lipolítica y proteolítica contribuyen a formar el sabor y aroma característicos del queso (Andrade *et al.*, 2009). Sin embargo, la presencia de otros tipos de levaduras podría considerarse dañina debido a que generan sabores levaduriformes indeseables y una textura desagradable para la apariencia del producto. Por ejemplo, en el Queso madurado del estado de México en ocasiones se observan pigmentos pardos dentro de la pasta ocasionada probablemente por la presencia de levaduras indeseables, por lo cual los productores descartan estos quesos por considerarlos como defectuosos causando pérdidas económicas importantes. Es probable que estos pigmentos sean producidos por levaduras como *Yarrowia lipolítica* ya que se ha demostrado que en presencia de tirosina es capaz de liberar pigmentos pardos o negros (Carreira *et al.*, 2001).

Características sanitarias del Queso madurado del Occidente de México

El Queso madurado de Occidente se produce en un ambiente cálido. Y al igual que en los dos casos anteriores, la contaminación inicial en los insumos es alta, como se muestra en el Cuadro 8, debido a que no existe cadena frío en ninguna de las etapas,. De hecho se observa que el nivel de contaminación de los insumos para este queso es más alto que para el queso madurado del sur del estado de México (Cuadro 5). En la mayoría de las queserías, el agua es abastecida directamente de ríos sin tratamiento de potabilización previo. Con respecto al cuajo también presentó contaminación microbiana. En la mayoría de los casos utilizaban cuajo natural. Pero también se ha encontrado que el cuajo comercial se contamina debido a que lo dejan expuesto a corrientes de aire y temperatura ambiente sin protección.

Cuadro 8. Conteo microbiológico en insumos para la elaboración de Queso madurado del Occidente de México.

Insumos	CT	máx. –min.	LyM	máx. –min.	MA	máx. –min.
Leche	6.7	7.1 - 6.0	4.9	5.4 – 4.6	6.9	7.5 - 7.1
Agua	5.0	5.4 – 3.7	2.2	2.3 – 2.0	6.6	7.0 – 5.4
Cuajo	5.2	5.5 - 2.3	5.6	5.9 – 2.0	7.2	7.5 – 3.0

n=5. Unidades transformadas en log₁₀. CT= Coliformes Totales UFC/ml), LyM= Levaduras y Mohos UFC/ml, MA= Mesófilos Aerobios UFC7ml, Máximo=máx., Mínimo=min.

Los utensilios de acero inoxidable, aluminio o plástico utilizados en la elaboración del Queso madurado de Occidente, tuvieron los conteos microbianos más altos en comparación con los dos quesos anteriores (Cuadro 9), probablemente debido a la contaminación inicial del agua, a las temperaturas ambientales muy calurosas y a que los queseros no usan desinfectantes en la limpieza de los utensilios e instalaciones. Estos resultados sugieren que la calidad del agua en gran medida determina la efectividad de las operaciones de limpieza.

Se observó que a través del tiempo de maduración del Queso de Occidente, el conteo microbiano de CT y LyM disminuyó pero aun así los conteos son altos (Cuadro 10) y mayores que el queso madurado del estado de México, posiblemente atribuido a las altas temperatura y al uso de agua no potable en los procesos de elaboración del queso. No se encontró *Staphylococcus aureus* viable a los dos meses ni a los 6 meses. La presencia de *Listeria* y *Salmonella* disminuyó con el

tiempo de maduración. Esto puede deberse a que en el proceso de maduración hay cambios fisicoquímicos importantes en el queso, que podrían influir en la disminución de la cuenta microbiana de estos grupos bacterianos en particular.

Cuadro 9. Conteo microbiológico en superficies empleadas en la elaboración del Queso madurado del Occidente.

SUPERFICIE	CT UFC/cm²	LyM UFC/cm²	MA UFC/cm²
Lira (aluminio)	7.8	4.5	7.5
Costal de yute o plástico	6.9	4.0	7.3
Tabla de maduración	8.4	6.6	8.6
Artesa metal	7.2	5.6	7.6
Manta yute del molde	7.4	5.5	8.6
Agitador (aluminio)	6.5	3.2	7.6
Cuchillo (acero inox.)	6.1	2.3	7.2
Manos del quesero	6.6	2.6	7.2
Reja plástico	7.7	4.6	8.4
Molino (acero inox.)	8.3	6.6	8.4

n=5. Unidades transformadas en log₁₀. CT= Coliformes Totales, LyM= Levaduras y Mohos, MA= Mesófilos Aerobios.

Los factores fisicoquímicos que controlan el crecimiento de los microorganismos en el queso incluye la actividad del agua, concentración de sal, potencial oxido-reducción, pH, concentración de compuestos nitrogenados, temperatura y la presencia de bacteriocinas (Fox *et al.*, 2000). La actividad del agua y el pH son los factores fisicoquímicos más importantes que influyen sobre la actividad microbiana. A través del tiempo de maduración de los quesos, la cantidad de agua disponible disminuye por evaporación y con esto la posibilidad de que los microorganismos puedan llevar a cabo sus procesos metabólicos. En general, las levaduras y moho resisten mejor a una baja cantidad de agua disponible pero las bacterias no resisten estas condiciones debido a esto se desactivan (Fox *et al.*, 2000).

El pH condiciona el desarrollo microbiano debido a que éstos presentan una sensibilidad específica hacia el pH. Las levaduras y moho se desarrollan mejor en medios ácidos mientras la mayoría de las bacterias prefieren medios próximos a la neutralidad. Debido que al principio de la maduración el pH puede ser de 5 a 5.2 por tratamientos que provocan fuerte expulsión de suero. En estos casos se reduce la lactosa disponible para la producción de ácido láctico, esto implica niveles de pH mayores. Sin embargo, durante la maduración el pH tiende a subir por consumo de ácido láctico, y la formación de compuestos alcalinos. Esta neutralización permite el crecimiento de bacterias menos acidorresistentes. En virtud de estas condiciones la viabilidad de las bacterias no se afecta por el pH sino queda supeditada principalmente a la disposición de agua (García *et al.*, 2004).

En función de los resultados observados para los tres tipos de quesos y en los casos donde la leche utilizada para la elaboración del queso no pueda ser sometida a pasteurización debido a las características organolépticas que confiere al queso, se debe tener implementado un Sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (SAPPCC) para su proceso, conforme a lo establecido en la NOM-251 (SSA, 2009). Por lo que será necesario apoyar a los productores con

capacitación e inversión económica para implementar el SAPPCC en cada una de las secuencias de producción con la finalidad de mejorar su calidad sanitaria. Además, será necesario fomentar una inspección sanitaria efectiva, consciente de la importancia de la salud pública. Pero evitar el esquema de sanciones, debido a que se aplica de manera injusta y no estimula el mejoramiento de la calidad sino la corrupción, lo ideal sería encaminar esta tarea de inspección a esquemas que estimulen el mejoramiento y que se premie el cumplimiento de prácticas higiénicas y de especificaciones sanitarias

Cuadro 10. Características sanitarias del Queso de Occidente con diferente grado de maduración.

Grado de maduración	CT (UFC/g)	LyM (UFC/g)	MA (UFC/g)	<i>Staphylococcus aureus</i>	Presuntiva <i>Listeria</i>	<i>Salmonella</i>
Queso (1 semana)	5.9	7.3	7.8	7.6	P (75%)	P (50%)
Queso (2 meses)	5.5	8.7	5.2	1.0*	P (50%)	A
Queso (6 meses)	5.3	6.8	4.1	1.0*	P (25%)	A

n=4. Unidades transformadas en \log_{10} . CT= Coliformes Totales, LyM= Levaduras y Mohos, MA= Mesófilos Aerobios. P=Presente, A=Ausente. 1.0* <10 UFC/g.

Es por ello, que se debe enfatizar en subsanar las prácticas inadecuadas con la finalidad de conseguir un queso inocuo ya que se considera que los sistemas de producción artesanal de queso son idóneos debido a que son una actividad importante para el desarrollo económico de las comunidades rurales (Linck *et al.*, 2006). Lo anterior se debe a que la leche para elaborar estos quesos se obtiene bajo sistemas ganaderos de pequeña y mediana escala, esta actividad económica representa una importante forma de autoempleo y de ingreso cotidiano para las familias que se dedican a la producción de lácteos. Además de mantener tradiciones culturales y alimentarias frente a la globalización, ofrecen productos diferenciados, atraen turismo, fomentan el relevo generacional y la permanencia en áreas marginadas (Pomeón, 2007). Por otro lado, existe una demanda importante de los quesos artesanales por su extenso uso en la gastronomía mexicana al considerarse genuinos debido a su buena calidad ya que están elaborados únicamente con insumos naturales sin aditivos ni conservadores.

CONCLUSIONES

Se concluye que el principal problema en la producción de los Quesos Artesanales es su deficiente calidad higiénico-sanitaria debido a la contaminación proviene de prácticas higiénicas y sanitarias incorrectas a lo largo de toda la cadena de producción, es decir desde la salud del hato, el ordeño, manufactura del queso y comercialización. Tampoco se observó la presencia de la cadena de frío en su producción y muy importante la falta de manipulación adecuada de los insumos y realización eficiente de operaciones de limpieza de equipo, instalaciones y personal. Los resultados sugieren que el problema es más importante en el caso del queso madurado del occidente de México, posiblemente debido a las mayores temperaturas ambientales y al empleo de agua no potable en los procesos de elaboración y limpieza del equipo e instalaciones.

REFERENCIAS

- Andrade, M.J., Córdoba, J.J., Sánchez, B., Casado, E.M., Rodríguez, M. 2009. Evaluation and selection of yeasts isolated from dry-cured Iberian ham by their volatile compound production. *Food Chemistry* 113: 457–463.
- Carreira, A., Ferreira, M.L., Loureiro V. 2001. Production of brown tyrosine pigments by the yeast *Yarrowia lipolytica*. *Journal Applied Microbiology*. 90: 372-9.
- Chombo, M.P. 2002. La denominación de origen del queso Cotija. Acompañamiento tecnológico para la certificación y revaloración de productos artesanales. Memorias del Seminario Internacional: Nuevas Tendencias en el Análisis Socioeconómico de la Lechería en el contexto de la Globalización, CICA -UAEM, CUESTAAM - UACH y UAM - Unidad Xochimilco.
- COFOCALEC, 2004, Norma Mexicana NMX-F-700-COFOCALEC-2004. Sistema Producto Leche. Alimentos lácteos. Leche cruda de vaca. Especificaciones fisicoquímicas y sanitarias y métodos de prueba. Guadalajara, México. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados.
- COFOCALEC. 2006. Norma Mexicana NMX-F-718-COFOCALEC-2006. Sistema Producto Leche. Alimentos Lácteos. Guía para el muestreo de leche y productos lácteos. Guadalajara, México. edit. Consejo para el Fomento de la Calidad de la Leche y sus Derivados.
- FIRA, 2001. Tendencias y oportunidades de desarrollo de la red lechera en México. Boletín informativo No. 317.
- Fox, P.F., McSweeney, P., Cogan.T.M. and Guinee, T.P. 2000. Microbiology of Cheese ripening. En: *Fundamentals of Cheese Science*. Springer. USA. 206-235pp
- García, G.M., Revah, M. S. y Gómez, R.L. 2004. Productos lácteos. En: *Biotecnología Alimentaria*. coord. García, G., Quintero, R. y López, M. LIMUSA: DF. México.
- INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. 2007. Datos Geográficos del Estado de México. México.
- Limsowtin, G.K y Powerll, L.B. 1996. Milk quality for cheesemaking. *Aust. J. Dairy Technology* 51: 98-100.
- Linck, T; Barragan, L.E y Casablanca, F, 2006. De la propiedad intelectual a la calificación de los territorios: lo que cuentan los quesos tradicionales. *Agroalimentaria*, número 22. Enero-Junio, pp. 99-109.
- Moore, G. y Griffith, C. 2002. A comparison of surface sampling methods for detecting coliforms on food contact surfaces. *Food Microbiology* 19: 65-73.
- Poméon, T, 2007, El Queso Cotija, México: Un producto con marca colectiva queso “Cotija Región de origen”, en proceso de adquisición de una Denominación de Origen. CUESTAAM, Consultoría para la FAO y el IICA en el marco del estudio conjunto sobre los productos de calidad vinculada al origen. México.
- Ruiz, O, J. e Ispizua, M.A. 1989. La descodificación de la vida cotidiana. Métodos de investigación cualitativa, Universidad de Deusto, Bilbao.
- Saran, A y Chaffer, M. 2000. Mastitis y calidad de leche. Ed. Inter-Medica. Argentina.
- SEGOB, Secretaría de Gobernación. 2013. Enciclopedia de los Municipios y delegaciones de México. Estado de Michoacán de Ocampo. Tepalcatepec. www.e-local.gob.mx (consulta 2.Marzo.2013).
- Solís-Méndez A.D; Estrada-Flores J. y Castelán-Ortega O.A. 2009. Propuesta Metodológica, Caracterización de Quesos Artesanales. En: *Producción Sustentable, Calidad y Leche Orgánica*. Coord. García, H. L y Brunett, P. L. ed. UAM y UAEM. Distrito Federal, México. pp. 245-276. ISBN: 978-607-477-198-5.

- SSA. Secretaría de Salud. 1994a. Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la cuenta de organismos coliformes totales en placa.
- SSA. Secretaría de Salud. 1994b. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método Para la Cuenta De Mohos y Levaduras en Alimentos.
- SSA. Secretaría de Salud. 1994c. Norma Oficial Mexicana NOM-115-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de *Staphylococcus aureus* en alimentos.
- SSA. Secretaría de Salud. 1994d. Norma Oficial Mexicana NOM-114-SSA1-1994, Bienes y servicios. Método para la determinación de *Salmonella* en alimentos.
- SSA. Secretaría de Salud. 1994e. Norma Oficial Mexicana NOM-143-SSA1-1995, Bienes y Servicios. Método de Prueba Microbiológica Para Alimentos. Determinación de *Listeria monocytogenes*.
- SSA. Secretaría de Salud. 1994f. Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Practicas de Higiene y Sanidad en la Preparación de Alimentos que se Ofrecen en Establecimientos Fijos.
- SSA. Secretaría de Salud. 2009. Norma Oficial Mexicana NOM-251-SSA1-2009, Prácticas de higiene para el proceso de alimentos, bebidas o suplementos alimenticios.
- SSA. Secretaría de Salud. 2010. Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba.
- SSA. Secretaría de Salud. Dirección 1997. Guía para la producción higiénica de leche en establos con ordeño mecánico. México DF.53 p
- Van Hekken, D. L. y N. Y. Farkye. 2003. Hispanic cheeses: The quest for queso. Food Technol. 57:32–38.
- Vázquez P.F., Villegas A.G. y Mosqueda F. P. 2010. Precipitación de proteínas lactoséricas en función de la acidez, temperatura y tiempo, de suero producido en Comonfort, Guanajuato, México. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 1 (2): 157-169.
- Villegas, de G. A. 1993. Los quesos mexicanos. Chapingo, México, UACH. 251 p

PRODUCCIÓN Y CALIDAD NUTRITIVA DE LOS FORRAJES DE MORERA *Morus alba* Y TULIPÁN *Hibiscus rosa-sinensis* PARA LA SUPLEMENTACIÓN DE OVINOS EN PASTOREO

Production and nutritional quality of mulberry *Morus alba* and chinese hibiscus *Hibiscus rosa-sinensis* forage as supplement for grazing sheep

D Hernández-Sánchez, R Pinto-Ruíz, EM Aranda-Ibáñez, MA Mata-Espinosa, G Hernández-Melchor, M Cobos-Peralta, A Cruz-Hernández

(DHS)(EMAI)(MCP)(GHM) Postgrado en Ganadería-IREGEP

Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Carretera México-Texcoco, km. 36.5, 56230. (RPR) Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas. (MAME) Unidad Regional Universitaria de Zonas Áridas, Universidad Autónoma Chapingo. (ACH) División de Ciencias Agropecuarias
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

INTRODUCCIÓN

La producción de carne de ovino en México es insuficiente para abastecer la demanda del mercado nacional, por lo cual aproximadamente el 40 % de la carne consumida en el país es importada de Australia, Nueva Zelanda y Uruguay (Macías *et al.* 2013). En este sentido, los ovinos son considerados nichos de mercado, dado que la demanda de su carne supera la oferta actual, considerándose por ello que su producción puede ser una fuente alternativa de ingresos para los habitantes del sector rural (Martínez *et al.* 2011).

La producción tradicional de ovinos en las regiones tropicales de México está basada en la utilización de forrajes; las extensiones de praderas existentes sustentan que el sistema de alimentación más rentable se base en este recurso, el cual, en su mayoría se compone por especies nativas. Sin embargo, la estacionalidad en la producción, el bajo contenido de proteína (< 8 %) y alto grado de lignificación de las gramíneas tropicales, propician bajos niveles de digestibilidad (50 %) e interfieren en los niveles productivos que los animales registran al consumir este tipo de forraje (Cruz *et al.* 2011). Aunque estas regiones han adoptado tecnologías que combinan el uso de prácticas generadas en otros ambientes, basadas en el uso de concentrados, la viabilidad económica de las explotaciones ovinas está sujeta a un alto precio y disponibilidad de los granos (Ríos *et al.* 2012).

En este sentido, la búsqueda de alternativas basadas en recursos forrajeros para mejorar el comportamiento productivo de ovinos en el trópico ha sido una constante en los últimos años, siendo el uso del forraje de arbustivas un ejemplo de estos.

Antecedentes en las regiones tropicales, muestran el aprovechamiento de especies arbóreas como forraje, entre éstas el Cocolite (*Gliricidia sepium*), Leucaena (*Leucaena leucocephala*), Guácimo (*Guazuma ulmifolia*), Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) y Morera (*Morus alba*) son de interés (Martín *et al.* 2007; Pinto *et al.* 2010), por su potencial de producción (Mesa *et al.* 2005; Lara *et al.* 2006), alto contenido de proteína y su grado de digestibilidad, estos forrajes asemejan a los concentrados utilizados para rumiantes (Mata *et al.* 2006), despertando el interés de utilizarlos como suplementos en regiones tropicales.

Con estos antecedentes, en este escrito se presentan resultados de estudios realizados en Morera y Tulipán, en el Estado de Tabasco, México, donde se describen evaluaciones relacionadas con la producción de forraje a diferentes edades de corte, se incluye la caracterización nutritiva, el

contenido de taninos y la digestibilidad, así como evaluaciones en el comportamiento productivo de ovinos al suplementar con harina de Morera y Tulipán; finalmente se presenta una comparación económica del uso de harina de estas arbustivas, con relación al empleo de concentrados. Los resultados sustentan el potencial de uso de Morera y Tulipán para la ovinocultura en la región del trópico húmedo, y muestran la rentabilidad de su aplicación en forma sustentable.

Antecedentes de las investigaciones desarrolladas en Morera y Tulipán

A diferencia de las gramíneas que se explotan en praderas tropicales, en las arbustivas forrajeras se desconoce la frecuencia de corte apropiada que permita utilizar la biomasa producida en su mejor etapa de crecimiento, asegurando alta producción de materia seca y la mejor calidad nutritiva del forraje (Larbi *et al.* 2005). En este sentido, se condujeron una serie de investigaciones durante 2004 a 2007, en el Campo Experimental de Colegio de Postgraduados, en H. Cárdenas, Tabasco, para determinar la frecuencia optima de corte del forraje de Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*).

La plantación utilizada para estas evaluaciones se estableció en junio de 2003 y ocho meses después se dio una poda de uniformización a una altura de 40 cm. Se emplearon parcelas de 2 x 2 m de Morera y Tulipán para evaluar las frecuencias de corte y la distancia de siembra fue de 100 cm entre plantas y 100 cm entre surcos; después del corte de uniformización, se cosecho y estimó la producción de biomasa comestible (hojas y tallos no lignificados, menores a 0.5 cm)(Mullen *et al.* 2003) a frecuencias de corte de 30, 60 90 y 120 días. El forraje cosechado se caracterizó con base a su composición bromatológica, contenidos de taninos y digestibilidad *in situ* (Cruz 2005); en otro experimento, la biomasa comestible, deshidratada y molida (5 mm) se utilizó como suplemento para corderos en pastoreo, y se evaluó el comportamiento animal (Obrador-Olán *et al.* 2007); finalmente , un estudio de rentabilidad económica fue desarrollado para determinar la factibilidad de uso del forraje de Morera y Tulipán como suplemento, en sustitución de los concentrados comerciales (Hernández 2005).

Producción de biomasa comestible en Morera y Tulipán a diferente edad de corte

La producción de biomasa comestible (BC) en Morera y Tulipán es menor a 30 d de rebrote y no cambia entre los 60 y 120 d de crecimiento (Cuadro 1). Al comparar ambas especies a la misma edad de corte, Morera muestra mayor potencial de producción en relación al Tulipán (Cruz 2005). Congruente con estos resultados, Sanginés *et al.* (2000) y Benavides (2001) observaron resultados similares cuando evaluaron la producción de biomasa comestible de estas especies, y señalaron que la producción de biomasa total se incrementa con la edad de rebrote, pero la BC cambia debido al incremento de tallos lignificados. Adicionalmente, Meléndez (2001) y Bolio *et al.* (2006) recomiendan cosechar la Morera y el Tulipán a los 90 y 70 d respectivamente, para obtener mayor producción de biomasa y mejor disponibilidad de forrajes.

La producción de Morera que reporta Cruz (2005) es inferior a lo registrado en Yucatán, durante la época seca, pero con riego (Sanginés *et al.*, 2000) y similar a lo encontrado en Tabasco (Meléndez y Cordero, 2001). La producción de Tulipán fue inferior a lo observada por Bolio *et al.* (2006) en Tabasco.

Con base a los resultados de producción de BC en Morera y Tulipán presentados por Cruz (2005), resulta indistinto cosechar el forraje de estas arbustivas a 60 o 120 d (Cuadro 1), ya que la producción no cambia; sin embargo, es necesario hacer un análisis complementario que combine resultados de producción de BC con la composición bromatológica, contenido de taninos y digestibilidad del forraje para establecer la frecuencia de corte apropiada, y quizás el indicador

más importante que determine esa frecuencia óptima sea el comportamiento productivo del animal.

Cuadro 1. Producción de biomasa comestible, composición bromatológica y contenido de taninos en Morera y Tulipán, a diferentes frecuencias de corte

Frecuencia de Corte, d	Biomasa comestible (kg MS Ha⁻¹)	MS	PC (%)	FDN	TCT (g kg⁻¹ de MS)
Morera					
30	548.1 ^b	22.93 ^{de}	21.87 ^a	42.55 ^{abc}	11.339 ^c
60	1418.0 ^a	27.83 ^{de}	17.11 ^{cd}	43.79 ^{ab}	19.143 ^a
90	1578.0 ^a	28.56 ^{bc}	16.83 ^d	44.20 ^a	11.393 ^c
120	1576.8 ^a	28.96 ^a	17.89 ^c	46.19 ^a	18.271 ^{ab}
Tulipán					
30	317.6 ^c	20.43 ^e	19.72 ^b	32.46 ^d	13.184 ^c
60	590.7 ^b	29.86 ^{bc}		36.81 ^{cd}	17.750 ^b
			16.93 ^{cd}		
90	585.6 ^b	28.86 ^{bc}	16.45 ^d	37.83 ^{bcd}	17.478 ^b
120	734.5 ^b	33.96 ^b	17.35 ^c	36.49 ^{cd}	19.311 ^a
C.V	18.2	6.1	1.8	5.5	4.5
Edad x especie	p≤0.06	P≤0.01	P≤0.01	P≤0.01	P≤0.01

^{a,b,c,d,e}= Medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey, p≤0.05). MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, TCT= Taninos condensados totales, C.V= coeficiente de variación (Cruz 2005).

Composición bromatológica de Morera y Tulipán a diferente frecuencia de corte

La composición bromatológica del forraje de Morera y Tulipán, a diferente frecuencia de corte, presenta un comportamiento peculiar (Cuadro 1), por ejemplo, el contenido de materia seca (MS) en la biomasa comestible de Morera y Tulipán se incrementa conforme la frecuencia de corte es mayor, y resulta más alta a 120 d. Al comparar las dos especies a la misma edad de corte, el forraje de Tulipán registra los menores porcentajes de MS a los 60 y 120 d (Cruz, 2005). Contenidos de MS similares fueron publicados por Meléndez (2001) quien mencionó que a mayor edad de corte, el porcentaje de MS se incrementa, pero el porcentaje de hoja disminuye. De manera similar, Elizondo-Salazar (2007; 2010), reporta valores cercanos a 22% MS en Morera cosechada a 90 d, aun con niveles altos de fertilización (450 kg N ha⁻¹ año⁻¹), resultando inferior a lo encontrado por Cruz (2005)(Cuadro1); si bien, el aporte de nitrógeno es primordial para la producción de materia seca en los forrajes, la interacción de factores externos a la planta inciden directamente en la producción y calidad nutritiva de ésta, de tal forma que varía durante el año, por efecto de la especie forrajera, fertilidad del suelo, estado de crecimiento, prácticas de manejo y clima (Bolio *et al.* 2006).

El contenido de proteína curda (PC) en el forraje de Morera y Tulipán cambia entre frecuencias de corte, pero es similar entre especies a la misma edad (Cuadro 1), a excepción del corte a 30 d, donde Morera contiene más PC. En ambas especies, el nivel de proteína es alto a los 30 d, disminuye a los 60 y 90 d; sin embargo, a 120 d la proteína presenta valores similares a los observados a los 60 d (Cruz 2005).

En otros estudios donde se evalúa el Tulipán, Bolio *et al.* (2006) reportan valores de 17.9 y 19.02 % PC, cuando se cosecha el forraje a 42 y 70 d, respectivamente, congruente con los valores encontrados pro Cruz (2005). También Mata *et al.* (2006) determinaron un contenido de proteína de 19.18% en Tulipán, sin mencionar la edad de rebrote. En Morera, los reportes en la literatura señalan contenidos de proteína que van de 14.49 % (Noda *et al.* 2005) a 22.4% (Martín *et al.* 2007), donde los mayores porcentajes se alcanzan cuando la hoja es la única fuente de forraje. No obstante, el trabajo realizado por Cruz (2005) (Cuadro 1), incluyó hojas y tallos comestibles dentro del forraje, manteniendo niveles de PC apropiados; con base a lo anterior, Morera y Tulipán tienen apreciable potencial como fuente de proteína para la alimentación animal.

El contenido de FDN del forraje de Morera y Tulipán (Cuadro 1) no cambia entre frecuencias de corte, pero al comparar ambas especies a la misma edad, Morera presenta mayor contenido de paredes celulares (Cruz 2005). En la literatura existe amplia variación en el contenido de FND en Morera, reportándose valores de 26.8 % (Kandyliis *et al.* 2009) a 36.6 % (Srivastava *et al.* 2006), y puede explicarse porque no se menciona la edad de rebrote a la cual se cosecho el forraje. En la BC de Tulipán, Mata *et al.* (2006) encontraron 28.08% de FDN, y Bolio *et al.* (2006) reportaron 34.4 y 35% de FDN a 42 y 70 d de rebrote, respectivamente, acorde con los resultados obtenidos por Cruz (2005); aunque López *et al.* (2008) mencionan que la variación en el contenido de FDN en arbustivas forrajeras puede ser más amplia (28.3 a 62.9%). Los bajos niveles de FND reportados para los forrajes de Morera y Tulipán sugieren alto potencial de digestibilidad y aprovechamiento de los nutrientes por los rumiantes.

Contenido de taninos en Morera y Tulipán a cuatro frecuencias de corte

La presencia de compuestos secundarios, en especial la de taninos en arbustivas forrajeras, ha sido un tema de interés en investigaciones recientes, por los efectos en el metabolismo ruminal. Está documentado que la presencia de taninos condensados en niveles superiores a 5 % del contenido de materia seca, causan trastornos metabólicos en el animal; sin embargo, niveles inferiores (2 a 4 %) pueden resultar benéficos para el rumiante (Vasta y Luciano 2011). Tienen propiedad nematocida (Hoste *et al.* 2006), capacidad para ligarse a proteínas, protegiéndolas de la degradación ruminal, dejando disponible aminoácidos a nivel intestinal (López *et al.* 2008); además, reducen la producción de metano (Gurbuz 2009), y recientemente se les ha encontrado propiedades antioxidantes en productos cárnicos (Larraín *et al.* 2008; Vasta y Luciano 2011).

Con este antecedente, los niveles de taninos condensados totales (TCT) detectados en Morera y Tulipán presentan diferencias (Cuadro 1) entre edades de corte. En Morera se detectan los niveles más altos a los 60 y 120 d; en tanto que en Tulipán, el contenido más alto se presenta en el forraje de 120 d de corte (Cruz 2005).

Estudios realizados por Maldonado *et al.* (2000), Domínguez y Télles (2001) y Kamalak *et al.* (2004), reportan concentraciones de 1.42 a 2.2 % de TCT en Morera, similares a las observadas en este trabajo; aunque Srivastava *et al.* (2006) reportó niveles inferiores que van de 0.13 a 0.36 %. Para el caso del Tulipán, el contenido de TCT obtenidos, presentan valores inferiores a los encontrados por López *et al.* (2004) (26.6 g kg⁻¹ MS TCT). En ambas especies, los valores de TCT determinados por Cruz (2005) (Cuadro 2), se encuentran por debajo de los niveles tóxicos (Vasta y Luciano 2011). Además, se requiere de concentraciones mayores a 60 g kg⁻¹ de MS de TCT, para afectar el metabolismo de los microorganismos ruminales y provocar intoxicación en el animal (López *et al.* 2004). Lejos de ser tóxicos, la concentración de TCT que presentan Morera y Tulipán podría favorecer el sobrepaso de la proteína a su paso por el rumen (López *et al.* 2008), propiciando un uso eficiente de los aminoácidos.

Cuadro2. Digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS) y tasa de digestión (Kd) en Morera y Tulipán, cosechados a diferente frecuencia de corte

Frecuencia de corte, d	Horas de incubación								
	3	6	9	12	%	24	48	72	Kd
Morera									
30	40.9 ^{cd}	47.8 ^d	52.9 ^{de}	64.0 ^{bc}	74.5 ^b	86.3 ^b	88.1 ^c	91.2 ^{ab}	7.3 ^a
60	42.7 ^c	44.4 ^d	46.4 ^f	58.3 ^d	71.1 ^b	83.8 ^b	90.4 ^{bc}	91.7 ^{ab}	4.5 ^b
90	28.7 ^c	47.7 ^d	44.7 ^f	63.9 ^{bc}	74.8 ^b	83.9 ^b	87.9 ^c	90.7 ^{bc}	6.3 ^{ab}
120	36.8 ^d	48.5 ^c	56.5 ^{cd}	61.2 ^c	74.7 ^b	85.6 ^b	91.2 ^{ab}	94.1 ^a	5.0 ^b
Tulipán									
30	50.2 ^b	53.8 ^c	61.7 ^b	65.8 ^b	77.0 ^b	97.8 ^a	91.7 ^{ab}	94.1 ^a	5.5 ^{ab}
60	42.9 ^c	43.8 ^d	49.4 ^{ef}	55.9 ^d	84.3 ^a	86.2 ^b	90.7 ^{bc}	94.1 ^a	6.0 ^{ab}
90	55.9 ^a	59.1 ^b	60.6 ^{bc}	66.0 ^b	76.6 ^b	87.8 ^{ab}	90.3 ^{bc}	94.1 ^a	5.5 ^{ab}
120	55.8 ^a	67.6 ^a	70.1 ^a	84.4 ^a	88.1 ^a	90.9 ^a	94.1 ^a	94.1 ^a	6.0 ^{ab}
C.V	3.3	3.2	3.0	1.5	3.2	1.6	1.1	1.1	11.9

a,b,c,d,e= Medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

C.V= coeficiente de variación, Kd = tasa de digestión (Cruz 2005).

Digestibilidad de Morera y Tulipán cosechados a diferente frecuencia de corte

La digestibilidad de la MS (DISMS) del forraje de Morera y Tulipán, presenta poca variación entre frecuencias de corte, y entre las dos especies (Cuadro 2). En el forraje de Morera, solamente se detectan cambios entre las frecuencias de corte de 30 y 60 d, donde la tasa de digestión (Kd) fue más alta a la edad más temprana. En el forraje de Tulipán no existen cambios en la Kd conforme la planta creció. De manera general, no se presentan cambios en la Kd entre frecuencias de corte evaluadas de Morera y Tulipán. Sin embargo, es importante destacar la alta digestibilidad que poseen estas especies a tiempos de incubación ruminal cortos, observándose niveles de 40 y 50 % de digestión de MS a las 3 h en Tulipán y Morera, respectivamente, y también existen valores de degradación cercanos a 90% a 72 h de incubación, en ambas especies (Cruz 2005); superando en buena proporción a las gramíneas tropicales, y se aproxima al nivel potencialmente digerible de los concentrados comerciales (Mata *et al.* 2006).

Otros autores confirman valores similares de digestibilidad a los reportados por Cruz (2005) en Morera y Tulipán (Mata *et al.* 2006; Kandylyis *et al.* 2009). En este sentido, Flores *et al.* (1998) señala que un forraje es de excelente calidad si se encuentra en el intervalo de 75 y 90 % de digestibilidad, categoría dentro de la cual se ubica el forraje de Morera y Tulipán.

Es importante destacar el efecto modulador de los taninos condensados en la digestibilidad ruminal de la materia seca (DISMS) en función del crecimiento de la planta (Delgado *et al.* 2007). Con base a lo anterior, el forraje de Morera presenta una correlación negativa (Figura 1), entre la Kd de la MS y el contenido de TCT a los 60 y 120 d de rebrote; esto implica una disminución de la Kd cuando los TCT aumentan; con respecto al tulipán, los datos se excluyen por no presentar correlaciones entre estas variables (Cruz 2005). Este efecto fue documentado por Mupangwa *et al.* (2000) y Priolo *et al.* (2000), quienes mencionaron que los taninos condensados afectan la digestibilidad de la MS y materia orgánica a nivel ruminal; sin embargo, pueden proteger la proteína a su paso por el rumen, liberando aminoácidos en el intestino, haciendo más

eficiente su uso (Vasta y Luciano 2011), fenómeno que ocurre con niveles cercanos a 2% de TCT, como los observados en Morera y Tulipán (Cuadro 2) (Cruz 2005).

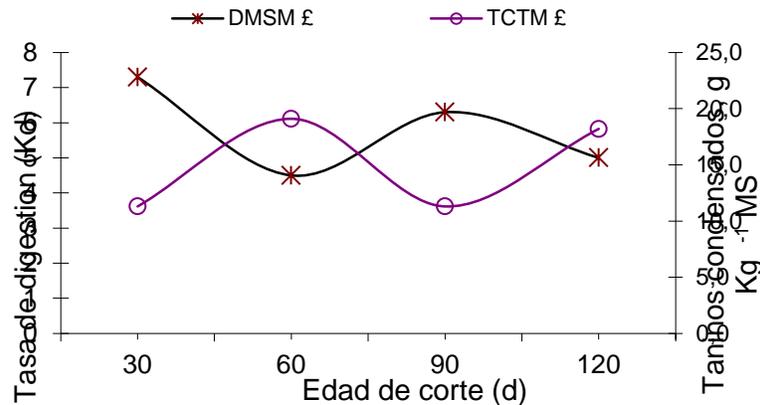


Figura 1. Correlación entre tasa de digestión y taninos condensados en Morera, cosechado a cuatro edades de corte. £ =Indican correlación entre TCTM y DMSM ($r=-0.8345$), DMSM= tasa de digestión de materia seca en Morera, TCTM= taninos condensados totales en Morera (Cruz 2005).

Comportamiento productivo de ovinos en pastoreo utilizando Morera y Tulipán cosechado a diferente edad de corte

La respuesta animal al suplementar con harina de Morera y Tulipán ha demostrado el potencial de estas arbustivas forrajeras como fuente de proteína para ovinos en pastoreo. En un primer acercamiento a estas evaluaciones, Mata *et al.* (2006) utilizaron harina de Cocoíte (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) como suplemento ofrecido al 1.5% PV, para corderos en pastoreo, en sustitución de concentrados comerciales, bajo las condiciones del Estado de Tabasco. Los resultados (Cuadro 3) evidenciaron mayor consumo de suplemento a base de harina de Tulipán durante el segundo y tercer mes de evaluación, propiciando que el consumo diario promedio (CDP) también fuera alto y similar al registrado con concentrado comercial; el CDP de la harina de Morera resultó similar al de Tulipán; por el contrario, la suplementación con Cocoíte presentó el consumo más bajo. Asimismo, los altos consumos de concentrado y Tulipán se relacionaron con los consumo más altos de pasto (Cuadro 3). Los corderos que recibieron harina de Morera y Tulipán presentaron ganancias de peso similares a las obtenidas con concentrado comercial (Cuadro 4), y fue concluyente esta respuesta en la ganancia diaria promedio (GDP); en contraste, la menor respuesta se obtuvo con harina de Cocoíte, registrándose una GDP similar a la observadas en el grupo de corderos que basó su alimentación en el pastoreo.

La alta palatabilidad de los forrajes de Morera y Tulipán, y su efecto en el aumento del consumo voluntario está documentado en rumiantes (Ruiz-Sesma *et al.* 2006; Ipharraguerre y Villalba 2010; Lamela *et al.* 2010) e incluso en no rumiantes (Lara *et al.* 2006; Casamachin *et al.* 2007; Estupiñán *et al.* 2009), incluyéndose en la dieta hasta 27 y 30 % de Tulipán y Morera, respectivamente, sin afectar los parámetros productivos. González *et al.* (2012) mencionan que la inclusión de 30 % de Morera en la dieta, no afecta los parámetros ruminales y lejos de esto, optimiza la fermentación por el alto contenido de compuestos nitrogenados (Velázquez *et al.* 2011).

Cuadro 3. Consumo de suplemento y de pasto estrella (g MS d⁻¹) en corderos pastoreando Estrella africana suplementados con harina de arbustivas forrajeras tropicales (Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar)

	Tratamientos					C.V.
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	
Consumo promedio mensual de suplemento						
Mes						
1	0.0	181.6 \pm 7.6a	105.9 \pm 7.2bc	136.8 \pm 7.6b	156.2 \pm 7.2b	12.19
2	0.0	181.6 \pm 5.7a	80.9 \pm 5.4c	148.2 \pm 5.7b	173.4 \pm 5.4a	10.78
3	0.0	181.6 \pm 12.4a	106.4 \pm 11.9b	164.0 \pm 12.5a	172.0 \pm 11.8a	18.62
CDP	0.0	181.6 \pm 7.1a	97.7 \pm 6.7c	149.7 \pm 7.1b	167.2 \pm 6.7ab	11.08
Consumo de pasto estrella						
	789.1 \pm 31.2b	976.8 \pm 32.6a	796.1 \pm 31.3b	848.6 \pm 32.7b	941.8 \pm 31.3a	18,1

T₁ = Pastoreo en Estrella africana; T₂ = T₁+ Concentrado comercial (18% PC); T₃ = T₁+ Harina de Coccoíte; T₄ = T₁ + Harina de Morera; T₅ = T₁ + Harina de Tulipán.

CDP = Consumo diario promedio durante el periodo experimental.

a, b, c = Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes (P< 0.05).

Mata *et al.* (2006).

El contenido proteínico del forraje de Morera y Tulipán, mejora el comportamiento productivo del animal (Ruiz-Sesma *et al.* 2006; Lamela *et al.* 2010), y permite obtener resultados similares a los observados con concentrados comerciales, como sucedió en la investigación conducida por Mata *et al.* (2006). Resulta de especial atención el comportamiento de los corderos suplementados con harina de Coccoíte donde el consumo (Cuadro 3) y la ganancia de peso (Cuadro 4) fueron bajos y resultaron similares al grupo alimentado exclusivamente con pasto, explicándose por el elevado contenido de taninos condensados que presenta esta especie (Delgado y Cairo 2008), en ciertas etapas fenológicas y que llegan a representar el 12 % de la MS (Akinbode 2010). Con base en los antecedentes obtenidos por Mata *et al.* (2006), donde se aprecia la bondad del forraje de Morera y Tulipán como suplemento para corderos en pastoreo; en un segundo trabajo realizado por Obrador-Olán *et al.* (2007), en condiciones similares al anterior, se planteó determinar la frecuencia de corte óptima del forraje de Morera y Tulipán que permitiera mejorar el comportamiento productivo de corderos en pastoreo, cuando son suplementados con harina de estos forrajes (1.5% PV), cosechados a tres frecuencias de corte (60, 90 y 120 d). En esta etapa se excluye la edad de corte de 30 d, por propiciar baja sobrevivencia de las plantas por efecto de podas frecuentes.

Las evaluaciones del consumo de suplementos a base de harina de Morera y Tulipán cosechado a tres frecuencias de corte se presentan en la Cuadro 5. Al inicio del experimento los corderos del grupo que recibió Tulipán de 60 d y concentrado mostraron los consumos más altos de suplemento y el tratamiento con Morera de 90 d propició el consumo más bajo. Durante el segundo y tercer mes, el consumo fue similar entre tratamientos; solamente el grupo suplementado con Morera de 90 d presentó consumos bajos. De manera general, el mayor consumo de suplementos se estimó con el uso de concentrado, Morera de 60 d, Tulipán de 60 d y Morera de 120 d, lo cual se reflejó en el consumo diario promedio. La mayor contribución del pasto estrella al consumo de materia seca total (CMST) (Cuadro 5) se registró en los corderos que

permanecieron sin suplementación, y el menor CMST se observó en los grupos suplementados con Morera de 90 y 120 d (Obrador-Olán *et al.* 2007).

Cuadro4. Ganancia diaria de peso (g d^{-1}) en corderos pastoreando Estrella africana, suplementados con harina de tres arbustivas forrajeras tropicales (Medias de mínimos cuadrados \pm error estándar).

Mes	Tratamientos					C.V
	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	
1	20.4 \pm 9.0c	77.4 \pm 9.4a	50.0 \pm 9.0b	53.8 \pm 9.5ab	78.4 \pm 9.0a	39.3
2	95.3 \pm 12.3a	129.6 \pm 12.9a	54.9 \pm 12.3b	113.5 \pm 12.9a	94.4 \pm 12.3a	30.9
3	30.6 \pm 10.0ab	47.9 \pm 10.5ab	39.6 \pm 10.0ab	25.7 \pm 10.5b	58.0 \pm 10.0a	38.3
GDP	46.1 \pm 5.9b	81.6 \pm 6.2a	48.1 \pm 5.9b	63.2 \pm 6.2ab	77.1 \pm 5.9a	22.9

T₁ = Pastoreo en Estrella africana; T₂ = T₁+ Concentrado comercial (18% PC); T₃ = T₁+ Harina de Cocoíte; T₄ = T₁ + Harina de Morera; T₅ = T₁ + Harina de Tulipán. GDP = Ganancia Diaria Promedio durante el periodo experimental. a, b, c = Medias en la misma hilera con distinta literal son diferentes (P < 0.05). Mata *et al.* (2006).

Los incrementos de peso al suplementar con Morera y Tulipán de diferente frecuencia de corte (Cuadro 6), se relacionaron con el consumo de suplemento, y los corderos de que recibieron concentrado, Morera de 60 d, Tulipán de 90 d y Tulipán de 120 d manifestaron las ganancias de peso más altas. Sin embargo, en la ganancia diaria promedio (GDP) solamente el grupo que recibió Tulipán de 90 d reflejó potencial productivo frente a los demás suplementos que implicaron forraje de arbustivas. Por el contrario, el aporte de Morera de 90 d causó la ganancia de peso más baja entre los grupos suplementados y resultó similar al grupo que consumió solamente pasto Estrella (Obrador-Olán *et al.* 2007).

En función de los resultados obtenidos de consumo y ganancia de peso, los corderos que presentaron la mejor conversión alimenticia (CA) fueron los suplementados con Morera de 120 d, Tulipán de 60 y 90 d, igualando la eficiencia en CA observada en el grupo que recibió concentrado comercial (Cuadro 6)(Obrador-Olán *et al.* 2007).

Cuadro5. Consumo de materia seca de corderos en pastoreo suplementados con harina de Morera y Tulipán de diferente frecuencia de corte

Tratamientos	Consumo de suplemento por mes			CDP	CMST ¹
	1	2	3		
	g MS d ⁻¹				
P	0.0	0.0	0.0	0.0	1288.2 ^a
P + C	191.6 \pm 11.1 ^a	300.4 \pm 11.9 ^a	300.7 \pm 8.4 ^a	264.3 \pm 7.2 ^a	830.1 ^{bc}
P + M60	133.9 \pm 11.2 ^{bc}	293.2 \pm 12.0 ^{ab}	297.5 \pm 8.5 ^a	241.5 \pm 7.2 ^{bc}	994.0 ^b
P + M90	30.1 \pm 11.3 ^d	91.6 \pm 12.0 ^c	232.6 \pm 8.5 ^b	118.1 \pm 7.3 ^d	712.2 ^c
P + M120	152.9 \pm 11.3 ^b	276.4 \pm 12.0 ^{ab}	286.7 \pm 8.6 ^a	238.7 \pm 7.3 ^{bc}	609.4 ^c
P + T60	164.3 \pm 11.8 ^{ab}	293.2 \pm 12.6 ^{ab}	302.8 \pm 8.9 ^a	253.4 \pm 7.6 ^{ab}	837.0 ^{bc}
P + T90	101.9 \pm 11.5 ^c	261.9 \pm 12.2 ^b	298.0 \pm 8.7 ^a	220.6 \pm 7.4 ^c	800.5 ^{bc}
P + T120	145.4 \pm 11.3 ^b	294.4 \pm 12.0 ^{ab}	286.0 \pm 8.6 ^a	241.9 \pm 7.3 ^{bc}	961.1 ^b
C V	16.9	9.1	5.9	6.3	17.1

^{a, b, c} = medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; p < 0.05).

CDP= consumo diario promedio de suplemento. ¹. CMST= consumo de materia seca total incluye consumo de suplemento más el consumo de pasto. P= sólo pastoreo, P + C = pastoreo más alimento comercial, P + M60 = pastoreo más Morera de 60 d, M90 = pastoreo más Morera de 90 d, P + M120 = pastoreo más Morera de 120 d, P + T60 = pastoreo más Tulipán de 60 d, P + T90 = pastoreo más Tulipán de 90 d, P + T120= pastoreo más Tulipán de 120 d, CV = coeficiente de variación. Obrador-Olán *et al.* (2007).

Al hacer una relación de los resultados, se aprecian situaciones de interés en torno a los forrajes de Morera y Tulipán. En el caso de Morera cosechada a 120 d se observa la mejor respuesta en CA y es a esta edad donde el contenido de taninos condensados es alto (Cuadro 1) (Cruz 2005), propiciando una correlación negativa con la digestibilidad de la MS en rumen (Figura 1). Estos resultados sugieren un efecto de blindaje de la proteína por los taninos, a su paso por el rumen, propiciando un uso más eficiente del nutriente (Vasta y Luciano 2011) para el incremento de peso vivo y mejora de la CA.

Los resultados derivados de los trabajos descritos, permiten concluir que existe variación en la respuesta productiva y metabólica de corderos en crecimiento, al emplear harina de Morera y Tulipán de diferente frecuencia de corte, explicándose por variaciones en el contenido de proteína y por las diferentes concentraciones de taninos condensados que afectan el consumo y el metabolismo ruminal. Con base en lo anterior, el uso del forraje de Morera y Tulipán cosechados a 120 y 60 días, respectivamente, se sugieren como suplemento para corderos en pastoreo, en sustitución de concentrado comercial. Asimismo, es posible incrementar el nivel de suplemento de estos forrajes en la dieta de corderos en pastoreo para mejorar el comportamiento productivo.

Cuadro6. Ganancia diaria de peso (g d⁻¹) y conversión alimenticia de corderos en pastoreo suplementados con harina de Morera y Tulipán de diferente frecuencia de corte.

Tratamiento	Mes			GDP, g d ⁻¹	CA
	1	2	3		
P	21.7±9.9 ^c	89.4±7.2 ^{cd}	118.8±6.0 ^{bc}	76.5±4.3 ^{de}	17.2±1.2 ^a
P + C	109.5±9.9 ^a	144.5±7.2 ^a	141.4±6.0 ^a	131.6±4.3 ^a	6.2±1.2 ^c
P + M60	48.7±10.0 ^{bc}	101.7±7.3 ^{bc}	121.1±6.0 ^{bd}	90.5±4.3 ^c	11.0±1.2 ^b
P + M90	21.3±11.4 ^c	80.3±7.3 ^d	87.3±7.0 ^g	65.6±4.3 ^{ef}	11.2±1.2 ^b
P + M120	45.7±10.1 ^{bc}	109.0±7.3 ^{bc}	113.4±6.0 ^{def}	89.3±4.3 ^c	7.0±1.2 ^c
P + T60	62.7±10.4 ^b	117.0±7.6 ^b	97.1±6.3 ^{fg}	91.9±4.5 ^c	8.8±1.3 ^{bc}
P + T90	72.4±10.2 ^b	118.8±7.4 ^b	133.5±6.1 ^{ab}	107.9±4.4 ^b	7.2±1.2 ^c
P + T120	20.7±10.1 ^c	116.5±7.3 ^b	122.7±6.0 ^{bd}	86.6±4.3 ^{cd}	11.3.0±1.2 ^b
CV	38.7	13.2	10.1	9.3	24.6

a, b, c = medias con letra distinta en una columna son diferentes (Tukey; p < 0.05). P= sólo pastoreo, P + C = pastoreo más alimento comercial, P + M60 = pastoreo más Morera de 60 d, M90 = pastoreo más Morera de 90 d, P + M120 = pastoreo más Morera de 120 d, P + T60 = pastoreo más Tulipán de 60 d, P + T90 = pastoreo más Tulipán de 90 d, P + T120= pastoreo más Tulipán de 120 d, GDP = ganancia diaria promedio, CA = conversión alimenticia, CV = coeficiente de variación. Obrador-Olán *et al.* (2007).

Rentabilidad del uso de harina de Morera y Tulipán como suplemento para ovinos en pastoreo

Un estudio conducido por Hernández (2005) evaluó la rentabilidad del uso de harina de forraje de Morera y Tulipán como sustituto de concentrados comerciales en la suplementación de corderos en pastoreo a un nivel de inclusión de 1.5% de PV. Para el análisis de rentabilidad, se utilizaron datos de producción de biomasa comestible de las edades de corte de 120 y 60 días para Morera y Tulipán, respectivamente, obtenidos por Cruz (2005), ya que fueron las edades de corte que propiciaron la mejor respuesta animal (CA) al suplementar corderos en pastoreo (Obrador-Olán *et al.* 2007).

Los resultados del estudio de rentabilidad que presenta Hernández (2005) permiten determinar amplia diferencia económica entre el costo por kilogramo de los suplementos evaluados (Cuadro 7), de esta manera y bajo las condiciones de este estudio, el precio por kilogramo de harina de Morera y Tulipán representan solamente el 38.8 y 42.8% del costo establecido para el concentrado comercial. En otras palabras, el haber suplementado corderos en pastoreo con concentrado comercial resultó 257.7 y 233.6% más caro que ofrecer harina de Morera o Tulipán, respectivamente, cuando se ofrecen al mismo nivel (1.5% PV) y se obtienen ganancias diarias de peso similares. Asimismo, al analizar la relación beneficio/costo (RBC) (Cuadro7) de los suplementos evaluados, se determina mayor utilidad, con una rentabilidad de 43, 38 y 34 % con Morera, Tulipán y concentrado comercial, respectivamente, lo cual sugiere el empleo de estas arbustivas como suplemento en sustitución de los concentrados comerciales.

Cuadro 7. Costo de producción de suplementos y relación beneficio costo por suplementar a con Morera, Tulipán o concentrado a corderos en pastoreo

Suplemento	Costo, \$ kg ⁻¹	Relación B/C
Morera ¹	0.97	1.43
Tulipán ²	1.07	1.38
Concentrado	2.50	1.34

¹Cosechada a 60 días de rebrote, ²Cosechado a 90 días de rebrote. B/C= Relación beneficio/costo (Hernández 2005).

No se encontró información en la literatura que estime la RBC con el uso de Tulipán; sin embargo, la harina de Morera ha demostrado alta factibilidad económica en la alimentación de aves en crecimiento cuando se incluye al 5% de la dieta (Casamachin *et al.* 2007), y en cerdos cuando representa el 18 y 24% del consumo, relacionándose con una RBC de 1.71 en ambos casos (Estupiñán *et al.* 2009). En ganado lechero se reporta una RBC de 3.6 cuando la vaca tiene libre acceso a una plantación de Morera y Leucaena. Los resultados reportados en la literatura indican que a medida que se incrementa el nivel de forraje de arbustivas en la dieta, la RBC incrementa. No obstante, el uso de harina de Morera y Tulipán en la alimentación de ovinos tiene desempeño productivo y económico favorable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) por el financiamiento otorgado a través del proyecto CONACYT 42275-Z para la realización de este trabajo. También se agradece a la Fundación Produce Tabasco A.C. y a la LPI 11, Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesquera, por el apoyo económico parcial para culminar esta investigación.

REFERENCIAS

- Akinbode OA (2010) Evaluation of antifungal efficacy of some plant extracts on *Curvularia lunata*, the causal organism of maize leaf spot. African J. Environmental Sci. Tech. 4(11): 797-800.
- Benavides J (2001) Utilización de la morera (*Morus alba*) en sistemas de producción animal. In: Conferencia electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en Latinoamérica. <http://www.fao.org/WAICENTFAOINFO/AGRICULT/AGA/AGAP/FRG/AFRIS/espanol/Document/Morera/13doc>.
- Bolio ORE, Lara LPE, Magaña MMA, Sanginés GJR (2006) Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. Tec. Pec. Méx. 44(3):379-388.
- Casamachin FML, Ortiz D, López FJ (2007) Evaluación de tres niveles de inclusión de morera (*Morus alba*) en alimento para pollos de engorde. Cienc. Agropec. 5(2): 64-71.
- Cruz HA (2005) Contenido de taninos y valor nutricional del forraje de Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*), cosechados a cuatro frecuencias de corte. Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Ganadería. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo. Montecillo, Edo. de México. 68 p.
- Cruz HA, Hernández GA, Francisco Enríquez QF, Gómez VA, Ortega JE, Maldonado GM (2011) Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. Rev. Mex. Cienc. Pec. 2(4):429-443.
- Delgado DC, González R, Galindo J, Cairo J, Almeida M (2007) Potencialidad de *Trichantera gigantea* y *Morus alba* para reducir la producción ruminal de metano *in vitro*. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 41(1): 339-341.
- Delgado DC, Cairo J (2008) Degradabilidad ruminal del follaje de *Gliricidia sepium* y *Leucaena leucocephala* en búfalos de río y toros cebú. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 42(4) 375-379.
- Domínguez A, Téllez ER (2001) Comportamiento inicial de dos especies de morera en fase de establecimiento. Pastos y Forrajes. 24: 203 - 209.
- Elizondo-Salazar JA (2007) Producción y calidad de la biomasa de morera (*Morus alba*) fertilizada con diferentes abonos. Agronomía Mesoamericana. 18(2) 255-261
- Elizondo-Salazar JA (2010) Respuesta de la morera (*Morus alba*) a niveles crecientes de nitrógeno orgánico. Pastos y Forrajes, 33(3): 43-51.
- Estupiñán K, Vasco D, Torres E (2009) Evaluación de harina de forraje de morera (*Morus alba*) en un sistema de levante –ceba de procinos en confinamiento. Rev. Tecnol. ESPOL – RTE. 22(1):81-87.
- Flores O, Bolívar D, Botero J, Ibrahim M (1998) Parámetros nutricionales de algunas arbóreas leguminosas y no leguminosas con potencial forrajero para la suplementación de rumiantes en el trópico. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica. 10:1 – 6.
- González N, Galindo J, Aldana AI, Moreira O, Sarduy LR, Abdalla LA, Regina SM (2012) Evaluación de diferentes variedades de morera (*Morus alba*) en el control de la metanogénesis en líquido ruminal de búfalos. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 44 (1):155-157.
- Gurbuz Y (2009) Efectos del contenido de taninos condensados de algunas especies de leguminosas en la emisión de gas metano. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 43: 264 – 272.

- Hernández MGI (2005) Rentabilidad de la producción del forraje de Morera y Tulipán cosechados a cuatro frecuencias de corte. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Agropecuario de Tabasco. Villa Ocuilzapotlán, Centro, Tabasco. 61 p.
- Hoste H, Jackson F, Athanasiadou S, Thamsborg SM, Hoskin SO (2006) The effects of tannin-rich plants on parasitic nematodes in ruminants. *Trends in Parasitology* 22(6):253–261.
- Ipharraguerre I R, Villalba JJ (2010) Diet palatability influences the feeding behavior of sheep. *J. Anim. Sci.* 88 (Suppl. 2):790.
- Kamalak, A., Canbolat, O., Gurbuz, O., Ozay C. O., Ozkan and Sakarya M. 2004. Chemical composition and in vitro gas production characteristics of several tannin containing tree leaves. *Livestock Res. Rural Development.* 16(6):69-72
- Kandylis K, Hadjigeorgiou I, Harizanis P (2009) The nutritive value of mulberry leaves (*Morus alba*) as a feed supplement for sheep. *Trop. Anim. Health. Prod.* 41(1):17-24.
- Lamela L, Soto RB, Sánchez T, Ojeda F, Montejo I (2010) Producción de leche de una asociación de *Leucaena leucocephala*, *Morus alba* y *Pennisetum purpureum* CT-115 bajo condiciones de riego. *Pastos y Forrajes.* 33(3):73-81.
- Lara LPE, Bolio RE, Magaña MM A, Sanginés GJR (2006) Producción forrajera del tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*) según intervalo de corte y densidad de siembra. *Téc. Pec. Méx.* 44 (3):379-388.
- Lara PE, Itzá MF, Sanginés JR, Magaña MA (2012) *Morus alba* o *Hibiscus rosa-sinensis* como sustituto parcial de soya en dietas integrales para conejos. *Avances en Investigación Agropecuaria.* 16: 9-19.
- Larbi A, Anyanwu N, Oji U, Etela I, Gbaraneh LD, Ladipo DO (2005) Fodder yield and nutritive value of browse species in west African Humid tropics: Response to age of coppice regrowth. *Agroforestry Systems.* 65: 197–205.
- Larraín R E, Schaefer D M, Richards MP, Reed, JD (2008) Finishing steers with diets based on corn, high-tannin sorghum or a mix of both: Color and lipid oxidation in beef. *Meat Sci.* 79:656–665.
- López J, Tejada I, Vázquez C, De Dios G, Shimada A (2004) Condensed tannins in Sumid tropical fodder crops and their In vitro biological activity part 1. *J. Sci Food Agric.* 84: 295 – 299.
- López HMA, Rivera LJA, Ortega RL, Escobedo JG, Magaña MMA, Sanginés GJR, Sierra VAC (2008) Contenido nutritivo y factores antinutricionales de plantas nativas forrajeras del norte de Quintana Roo. *Téc. Pecu. Méx;* 46 (2): 205-215.
- Macías CU, Avendaño RL, Álvarez VF, Torrentera ON, Meza H.C, Mellado BM, Correa C (2013) Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 4(1):1-12.
- Maldonado M., Grande D., Aranda E. y Pérez-Gil F. 2000. Evaluación de árboles forrajeros tropicales para la alimentación de rumiantes en Tabasco, México. Memoria. IV Taller internacional silvopastoril “Los Árboles y Arbustos en la Ganadería Tropical”, Tomo I. Estación Experimental de Pasto y Forraje “Indio hatuey”. Matanza, Cuba. pp.135-139
- Martín, G., Hernández I., García J., Sánchez E., Benavides J. 2000. Estudio del efecto de la altura y frecuencia de corte sobre la biomasa en Morera (*Morus alba*). In: Memorias del Primer Taller Internacional de Morera. Estación experimental de pastos y forrajes Indio Hatuey. Matanzas, Cuba. Memorias en CD.
- Martín GJ, Noda Y, Pentón G, García DE, García F, González E, Ojeda F, X Milera M, López O, Ly J, Leiva L, AreceI J (2007) La morera (*Morus alba*, Linn.): una especie de interés para la alimentación animal. *Pastos y Forrajes.* 30(5): 34-41.

- Martínez PJ, Jiménez SL, Herrera HJ, Valtierra PE, Sánchez LE, López RM (2011) Ganadería ovino - caprina en el marco del programa de desarrollo rural en Baja California. *Universidad y Ciencia* 27(3):331-344.
- Mata EMA, Hernández SD, Cobos PMA, Ortega CME, Mendoza MGD, Arcos GJL (2006) Comportamiento productivo y fermentación ruminal de corderos suplementados con harina de Cocoíte (*Gliricidia sepium*), Morera (*Morus alba*) y Tulipán (*Hibiscus rosa-sinensis*). *Revista Científica, FCV-LUZ.* 16(3): 249 – 256.
- Meléndez NF (2001) Densidad de siembra y frecuencia de corte de *Gliricidia sepium* “Cocoíte” sembrado por semilla. Memoria. II Reunión Nacional sobre Sistemas Agro y Silvopastoriles. Villahermosa, Tabasco. Memoria en CD.
- Meléndez NF, Cordero AJC (2001) Producción de forraje de dos variedades de *Morus* spp a diferentes frecuencias de corte en Tabasco. Memorias. II Reunión Nacional de Sistemas Agro y Silvopastoriles. Villahermosa, Tabasco, México. Memoria en CD.
- Mesa AR, Hessein S, García DE (2005) Efecto del Liplant en el rendimiento de materia seca de *Morus alba*. *Pastos y Forrajes.* 28(2): 141-147.
- Mullen BF, Gabunada BF, Shelton HM, Stür WW (2003). Agronomic evaluation of *Leucaena*. Part 2. Productivity of the genus for forage production in subtropical Australia and humid-tropical Philippines. *Agroforestry Systems* 58: 93–107.
- Mupangwa JF, Acamovic T, Topps JH, Ngongoni NT, Hamudikuwanda H (2000) Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 83:139-144.
- Noda Y, Martín G, García D (2005) Efecto de la altura y la frecuencia de defoliación en la producción y la calidad de la biomasa de *Morus alba* (Linn). *Pastos y Forrajes.* 28(2) 133-140.
- Obrador-Olán PV, Hernández-Sánchez D, Aranda-Ibáñez EM, Gómez-Vázquez A, Camacho-Chiu W, Cobos-Peralta M (2007) Evaluación de los forrajes de Morera *Morus alba* y Tulipán *Hibiscus rosa-sinensis* a diferentes edades de corte como suplemento para corderos en pastoreo. *Universidad y Ciencia.* 23 (2):115-125.
- Pinto-Ruiz R, Hernández D, Gómez H, Cobos MA, Quiroga R, Pezo D (2010) Árboles forrajeros de tres regiones ganaderas de Chiapas, México: Usos y características nutricionales. *Universidad y Ciencia.* 26(1): 19-31.
- Priolo A, Waghorn GC, Lanza M, Biondi L, Pennisi P (2000) Polyethylene glycol as a means for reducing the impact of condensed tannins in carob pulp: effects on lamb growth performance and meat quality. *J Anim. Sci.* 78:810-816.
- Ríos RF, Bernal BH, Cerrillo SMA, Estrada AA, Saúl JRA, Francisco OJ, Portillo LJ (2012) Características de la canal, rendimiento en cortes primarios y composición tisular de corderos Katahdin x Pelibuey alimentados con garbanzo de desecho. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 3(3):357-371.
- Ruiz-Sesma DL, Lara PE, Sierra AC, Aguilar E, Magaña MA, Sanginés JR (2006) Evaluación nutritiva y productiva de ovinos alimentados con heno de *Hibiscus rosa-sinensis*. *Zootec. Trop.* 24(4):467-482.
- Sanginés GJ, Lara LP, Rivera LJ, Pinzón LL, Ramos TO (2000) Avances en los programas de investigación en morera (*Morus alba*) en Yucatán. Centro de Investigación y Graduados Agropecuario. Instituto Tecnológico Agropecuario No 2. Conkal, Yucatán, México. pp. 23–40.
- Srivastava S, Kapoor R, Thathola A, Srivastava RP (2006) Nutritional quality of leaves of some genotypes of mulberry (*Morus alba*). *Int. J. Food Sci. Nutr.* 57(5):305-313.

- Vasta V, Luciano G (2011). The effects of dietary consumption of plants secondary compounds on small ruminants' products quality. *Small Ruminant Res.* 101:150-159.
- Velázquez AJ, González M, Perezgrovas R, Bórquez J, Domínguez I (2011) Production, digestibility and cost/benefit of lamb's diets including *Acacia farnesiana* pods. *Arch. Zootec.* 60(231):479-488.

PRODUCCIÓN INTENSIVA DE FORRAJES DE MAÍZ Y SORGO EN MÉXICO

E. Gutierrez Ornelas¹, F. Zavala García¹, J. Rodríguez Absi² y G. Núñez Hernández

¹Facultad de Agronomía, UANL, ²RAESA México, S.A. de C. V. ³Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias.

E-mail: egtzo@hotmail.com erasmo.gutierrezor@uanl.edu.mx

INTRODUCCIÓN

México cuenta con características climáticas y edáficas muy particulares que lo hace ser uno de los países más heterogéneos; esto hace que también sea uno de los países con un mayor rango de biodiversidad. Sus diferentes conformaciones topográficas impactan de manera importante en el desarrollo de actividades sociales y económicas relacionadas con la agricultura, ganadería, recursos forestales y las actividades industriales derivadas de estos sectores. El desarrollo de actividades económicas agropecuarias en México ha sido tradicionalmente acotado a cuatro grandes áreas del sector primario: la agricultura, ganadería, pesca y sector forestal. Si bien esto ha permitido avanzar con cierta profundidad hacia el conocimiento de cada una de estas actividades económicas o sistemas productos relacionados con el aprovechamiento de los recursos naturales; también hay que reconocer que son muy pocas las unidades de producción rural que dependen económicamente de una sola área de sector primario. La ganadería nacional no puede ni debe de estar aislada de las otras actividades del sector primario; además, no puede seguir con los niveles marginales de producción obtenidos por el grueso de su padrón productivo (Gutierrez, 2011) y debe de evitarse usar cada día más el término de ganadería extensiva para referirse a un sistema de producción que se hace “a cielo abierto” y mucho menos que sea aquella ganadería cuyo éxito dependa mayoritariamente por lo que ocurre con el ecosistema. Tewolde *et al.* (2001) llaman la atención al sector pecuario en el sentido que la población requiere de una mayor cantidad y calidad de productos pecuarios y que esto no va a ser posible lograrlo en el mediano plazo si no se intensifica la ganadería extensiva; entendiendo por intensificación la administración eficiente y efectiva de los recursos naturales; donde el suelo, agua, recursos genéticos y otros insumos de la producción deben de ser manejados con una visión holística. Aunque algunos investigadores pudieran considerar que México podría llegar a ser autosuficientes en la producción de maíz en México (Turrent, 2012) se ve muy difícil (por no decir imposible) que tengamos excedentes de maíz, a precios competitivos, como para tener la posibilidad de alimentar con altas cantidades de concentrados al ganado de los diferentes sistemas pecuarios del país. Por lo anterior, debemos de intentar fortalecer los sistemas de producción de carne y leche basados en el uso limitado de concentrados; sin menoscabo de intensificar otros aspectos del sistema productivo. Es importante promover y mantener la viabilidad de los sistemas de producción animal basados en forrajes ya que es donde México posee la mayor cantidad de fortalezas; consecuentemente, se deben de evitar promocionar los sistemas de producción intensivos que incluyan altas cantidades de granos en los cuales otros países como USA son de los competidores más agresivos a nivel mundial. El objetivo del presente escrito es presentar información que ilustra el uso eficiente de los recursos naturales para la producción intensiva de forrajes tomando como ejemplos cultivos anuales como el maíz y el sorgo.

LOS FORRAJES EN MÉXICO

La situación particular de los forrajes en México muestra claramente la desintegración y la poca coherencia que existe entre los diferentes sectores primarios, Si bien los forrajes y agostaderos

son la base económica de la ganadería extensiva y algunos sistemas intensivos, ninguno de ellos es considerado como parte de las cadenas pecuarias (SIAP, 2013). Solo cultivos forrajeros como maíz, alfalfa, sorgo y avena son considerados por el sector oficial, pero éstos son gestionados y promovidos a través de la Subsecretaría de Agricultura y no por la Coordinación General de Ganadería que es la que en su caso requiere y promueve el uso sustentable de dicha cadena productiva. Para el caso de los agostaderos naturales y las praderas inducidas de temporal que se encuentran en el norte del país así como en zonas templadas y tropicales, su gestión sustentable depende no solo de la SAGARPA sino también de otros órganos de gobierno como SEMARNAT, CONAGUA, etc.

Con esta ambigüedad en la que se encuentra gestión y promoción de proyectos de desarrollo forrajero, se ve difícil a corto plazo esperar que los productores puedan avanzar aceleradamente en el cuidado de los agostaderos y la producción intensiva de forrajes, los cuales deben de ser la base de la producción animal en México. Es ocioso continuar pensando que el sector pecuario tendrá en el futuro granos suficientes y sobre todo a precios accesibles; nuestras limitaciones de terreno y agua hacen prácticamente imposible pensar en dicha posibilidad. La opción más lógica para la ganadería mexicana es seguir promoviendo la competitividad de sistemas de producción pecuarios basados en la producción y aprovechamiento de forrajes con un limitado uso estratégico de concentrados y complementos alimenticios.

Los estados donde se produce el 64% del forraje de maíz en México son Jalisco, Estado de México, Durango y Aguascalientes. De las casi 500,000 ha sembradas de maíz forrajero en México, el 27 % es de riego y 73% de temporal, con una producción promedio de 49 y 18 ton/ha; respectivamente. De los estados con mayor superficie sembrada, Querétaro destaca en sus índices productivos en condiciones de riego con 62 ton/ha, mientras el más bajo es Chihuahua con 39 ton/ha. Los niveles productivos para maíz forrajero de temporal descienden drásticamente siendo el Estado de México donde se tienen los mayores índices de producción con 27 ton/ha pero Aguascalientes tuvo solo una producción promedio de 2.5 ton/ha durante el año 2011 (SIAP, 2013). Cuando las producciones de forraje se expresan en base seca, el maíz forrajero bajo riego y temporal tienen en promedio 14.4 y 5.2 ton/ha; respectivamente, considerando que el maíz forrajero al momento de la cosecha tiene un 29.5% de materia seca (Nuñez *et al.*, 2006). Turrent *et al.* (2012) estiman que el déficit de rendimiento en cultivos de maíz para grano es del orden de 43% bajo temporal, mientras que es sólo 10% en las unidades grandes bajo riego. Así mismo, la mayor parte de las unidades de producción de pequeña y mediana escalas opera a menos de 50% de su potencial.

Para el caso del sorgo forrajero, el 82% de la producción se ubica en 7 estados: Coahuila, Durango, Jalisco, Sonora, Sinaloa, Michoacán y Baja California. De las 236,000 ha sembradas, el 36 % es de riego y 64% de temporal, con una producción promedio de 34 y 11 ton/ha; respectivamente. De los estados con mayor superficie sembrada, Durango destaca en sus índices productivos bajo condiciones de riego con 48 ton/ha mientras el más bajo es Sinaloa con 13.6 ton/ha. Los niveles productivos para sorgo forrajero de temporal descienden menos drástico que para el caso del maíz, siendo el Estado de Jalisco donde se tienen los mayores índices de producción con 21.6 ton/ha pero Aguascalientes tuvo solo una producción promedio de 3.9 ton/ha durante el año 2011 (SIAP, 2013). Cuando las producciones de forraje se expresan en base seca, el sorgo forrajero bajo riego y temporal tienen en promedio 10.1 y 3.1 ton/ha.; respectivamente, considerando al sorgo forrajero con el mismo % de materias seca (29.5%) que el maíz forrajero al momento de la cosecha (Nuñez *et al.*, 2006).

PRODUCCIÓN INTENSIVA DE FORRAJES

La diversidad de opciones forrajeras, las condiciones ecológicas, así como las tecnologías disponibles para lograr el aseguramiento en la provisión de forrajes para los diferentes sistemas de producción en México, hacen que sea sumamente difícil para el productor seleccionar el mejor modelo para su unidad de producción. Generalmente, lo más recomendado es identificar los diferentes sitios o usos de suelo con las que cuenta un rancho o unidad de producción y utilizar en consecuencia dicho ecosistema para producir forrajes de manera sustentable. Frecuentemente se observa en los ranchos ganaderos una limitada disponibilidad de terreno o agua como para producir forrajes de manera eficiente; sin embargo, cuando los ganaderos intentan extender sus áreas de producción forrajera al grado que los recursos suelo, agua, maquinaria, mano de obra etc. ya no pueden ser usados de manera efectiva y los costos de producción son aumentados considerablemente, ellos mismos son los responsables de impactar directa y negativamente la rentabilidad de la empresa.

Bajo el modelo de agricultura tradicional, cultivos como el maíz y sorgo requieren de usar altos insumos: requieren del uso del arado, dos pasos de rastra, bordeador, sembradora, riego, fertilizantes, control de plagas etc., por lo que los costos de producción pueden llegar a ser de \$12,000 a \$16,000 por ha. Con producciones tan bajas como 4 ton MS/ha, el costo del forraje producido varía de \$3.0 a \$4.0/kg de MS de forraje; en el mercado una paca de sorgo forrajero que pese 25 kg puede estar entre \$40 y \$50, pudiendo ser entonces aún más económico aquel forraje adquirido con los proveedores. El precio de los ingredientes básicamente está determinado por su contenido de energía y proteína, utilizando el método propuesto por Ely et al. (1991) es posible estimar el valor económico relativo (VER) de los ingredientes con respecto al grano de maíz y harina de soya; para el caso del heno de sorgo y ensilaje de maíz el VER debe de ser disminuido en al menos \$0.5 y \$ 0.8/kg de MS para incluir los costos de procesamiento de dichos forrajes.

Absi et al. (2010) indican que existe la tecnología adecuada que permite obtener las máximas producciones posibles de los diferentes cultivos cuando se consideran sus necesidades de horas calor (tiempo térmico), fertilizantes y agua. Cuando aplicaron la tecnología propuesta, lograron producir hasta 7 ton de grano de maíz en condiciones comerciales en de trópico húmedo de el estado de Tabasco.

Producción intensiva de maíz forrajero

Las zonas con mayor potencial de maíz forrajero se ubican en el occidente y centro del país; sin embargo, en Tamaulipas y Chiapas hay zonas con alto potencial sin explotar (SAGARPA, 2012). En enero del 2013 se reunieron investigadores mexicanos en la Cd de Irapuato, Guanajuato para revisar aspectos fundamentales relacionados con la producción de forraje de maíz y sus características nutricionales enfocadas básicamente a la alimentación de vacas lecheras. Nuñez et al. (2013) presenta excelentes avances de resultados sobre la producción intensiva del maíz forrajero basando su estrategia de producción en el uso maíces híbridos. En su presentación Nuñez et al. (2013) menciona que la producción intensiva de forrajes incluye un largo proceso que inicia con la selección de especies o variedades de maíz que deberán de establecerse adecuadamente considerando factores como la preparación del terreno, fechas, densidad y método de siembra así como decisiones importantes en su manejo (fertilización, riego, control de plagas etc.); todo esto deberá de permitir llegar hasta la cosecha de forraje de buena calidad que pueda ser ofrecido directamente al ganado o conservado como ensilaje.

Las características más importantes a tomar en cuenta al momento de sembrar el maíz forrajero es su alta producción por hectárea, alta calidad nutricional y resistente al acame y enfermedades. Al

comparar híbridos en dos localidades Nuñez, et al. (2013) encontraron que la producción promedio en materia seca por ha fue de 17 ton en la Laguna contra 23 ton en Aguascalientes, con valores de digestibilidad in vitro de 70 y 74 %; respectivamente. Estas diferencias importantes deben de estar relacionadas con la temperatura media existente durante la duración del cultivo, ya que a mayor temperatura se disminuye la producción de materia seca; planear las fechas de siembra para que la temperatura media no sobrepase los 23 – 24 °C es donde se puede tener el máximo rendimiento de materia seca. La densidad de siembra es importante para la producción de forraje; aunque puede depender del genotipo (Nuñez et al., 2006) la densidad óptima se encuentra entre 11.5 y 15 plantas/m². Faz et al. (2006) mencionan que la fertilización del maíz es fundamental, por cada ton de MS producido se requieren de 14 kg de N y 5.6 kg de P así como otros minerales que son extraídos del suelo en cada ciclo de producción. Absi et al. (2010) recomiendan hacer una programación de la asignación del fertilizante y riego a lo largo del ciclo de producción programando aplicaciones y riegos de acuerdo a las necesidades del cultivo que están dadas por cada etapa de desarrollo.

Nuñez *et al.* (2007) evaluaron la producción y calidad nutricional de 21 híbridos de maíz para forraje en primavera y verano en la región de La Laguna, Coahuila; obteniendo con los mejores híbridos más de 25 ton/ha de materia seca con más de 72 por ciento de digestibilidad en un ciclo de 93 a 110; mientras que en el verano se obtuvo más de 18 ton/ha de materia seca con más de 75 por ciento de digestibilidad en un ciclo de 95 a 104 días. Los promedios generales para primavera y verano fueron de 22.4 y 20.4 ton/ha y 71.9 y 74.6% de digestibilidad in vitro; respectivamente.

Los costos de producción de cultivos intensivos son altos, para el caso del maíz, el FIRA (2007) lo estimó en \$14,200.007/ha. Estos costos deben de ser incrementados considerablemente por concepto de la cosecha y elaboración de ensilaje el cual es similar al costo de la producción forrajera; a costos actuales, la inversión para producir y ensilar 60 ton de maíz forrajero/ha es de aproximadamente \$30,000 a \$35,000, lo que equivale a tener un costo de producción de \$500 a \$600/ton. Nuñez et al. (2013) estiman que el precio de la tonelada de ensilaje es de \$900; por lo que existe un margen considerable de ganancia para aquellas unidades producción que se dedican a la venta de ensilaje de maíz, margen que incluso puede considerar gastos de traslado del silo a lugares donde no es factible su producción.

Producción intensiva de sorgo forrajero

El Sorgo es un cultivo que posee una amplia distribución y adaptación a las condiciones edafoclimáticas de diferentes regiones, debido principalmente a su plasticidad ecológica, ya que no requiere suelos fértiles, requiere pocas prácticas de laboreo, cultivo y limpieza por sus características alelopáticas, posee amplia resistencia a la sequía y es poco susceptible al ataque de plagas y enfermedades (Moreno y Cárdenas, 2010). En el Atlas Agropecuario de México (SAGARPA, 2012) se estima que las zonas con mayor rendimiento se encuentran distribuidas en regiones con mayor potencial para la producción de sorgo; no obstante, existen zonas aptas, como el norte de Sinaloa y Tamaulipas, donde el potencial es alto pero la producción no es significativa.

Los trabajos de sorgo en México han sido realizados con el enfoque de producción de grano y hasta fechas relativamente recientes se han iniciado los trabajos buscando la mejor productividad y rentabilidad de los sorgos forrajeros; esto atendiendo la demanda de altas cantidades de forraje por las engordas intensivas de ganado y los ganaderos extensivos que han estado expuestos mayor frecuencia a las condiciones de sequía.

Los trabajos de investigación en sorgo por la Facultad de Agronomía de la UANL (FAUANL) inicia en 1975, focalizado para obtener variabilidad genética, siendo principalmente al obtener nuevas combinaciones genéticas a partir de híbridos comerciales y haciendo introducciones de germoplasma, principalmente de la Universidad de Texas A & M, Colegio de Posgraduados y posteriormente del INTSOMIL e ICRISAT. Independientemente del origen de la variabilidad genética, el trabajo inicial de selección fue hacer pruebas de adaptación y rendimiento de los híbridos comerciales utilizados, los cuales se seleccionaron para formar las poblaciones F₂, la cual se utilizaron como el punto de partida. El material original, fue dirigido a la selección de sorgo para grano, principalmente plantas de porte bajo (menos de 1.8 m) y con alto rendimiento de grano. Se realizó una selección en paralelo para la formación de líneas A, B y R para formar híbridos experimentales de sorgo para grano. Los mejores híbridos experimentales se evaluaron bajo condiciones de Riego-Sequía, Niveles de Fertilización, Densidades de Siembra, así como estudios especiales enfocados al análisis fisiológico, análisis de crecimiento y relaciones fuente-demanda en la planta de sorgo.

Considerando la importancia pecuaria en la región noreste de México, y el avance logrado en el mejoramiento genético del sorgo para grano, se creyó conveniente incorporar al programa de mejoramiento genético, el trabajo asociado al mejoramiento genético del sorgo para forraje, aprovechando algunas introducciones logradas con material relacionado con el Zacate Sudán.

El trabajo de mejoramiento genético del sorgo forrajero, se desarrollo en la FAUANL siguiendo principalmente tres enfoques: 1) Híbridos de Sorgo X Sudán, 2) Utilización de la sensibilidad a la duración del día y 3) Híbridos o variedades de sorgo dulce.

Híbridos de Sorgo × Sudán (Doble Propósito)

Los trabajos relacionados con este enfoque siguieron principalmente dos vertientes: a) Híbridos de cruce simple y b) Híbridos de tres líneas. La primera vertiente se desarrolló aprovechando la formación de híbridos de sorgo para grano donde se formaron líneas androesteriles (líneas hembra o líneas A), las cuales al cruzarlas con el zacate Sudán como progenitor androfértil (línea macho o línea R) dio como resultado los primeros híbridos experimentales forrajeros de cruce simple. El principal criterio de evaluación de estos híbridos fue el rendimiento de forraje verde. La segunda vertiente incluyó un proceso de innovación que consideró la facilidad en la producción de la semilla híbrida.

En el caso de la primera vertiente (híbridos de cruce simple), el potencial de la producción de semilla híbrida, depende del potencial de rendimiento del progenitor hembra, ya que la semilla híbrida se levanta de la panta hembra, ya que el progenitor macho, solo contribuye con el polen para que se lleve a cabo la fecundación. Pero para el caso de la segunda vertiente (híbrido de tres líneas), el potencial de la producción depende de un híbrido, el cual funciona como planta androesteril o planta hembra. En este caso, este híbrido androesteril se produce al cruzar una línea androesteril “normal” pero que al cruzarse con una línea androfertil, que funciona como línea macho, la progenie F₁ continua siendo androesteril. Esto se lleva a cabo, debido a que la línea macho funciona como línea mantenedora de la androesterilidad (línea B). Por tal motivo, para la producción de la semilla para siembra comercial, es necesaria la cruce de este híbrido androesteril con otra línea androfertil, que puede ser el zacate Sudán, pero con la característica que restaure la fertilidad en la generación siguiente, producto del cruzamiento. Este híbrido ha mostrado tener importantes ventajas, aunque el tiempo para la formación, pueda ser más tardado debido a la cruce extra que se tiene que realizar para su formación.

Sensibilidad a la duración del día. Bajo condiciones normales, el sorgo es una planta de día corto, lo que significa que la floración y la producción de semilla, solamente se consigue cuando la duración del día es menor a las 12.5 hr; sin embargo, cuando la duración del día es mayor, la planta de sorgo continua en estado vegetativo, produciendo mas hojas y elongando el tallo, lo que se traduce en una mayor producción de materia verde. Estas condiciones de crecimiento normalmente se pueden lograr con las siembras de semillas en latitudes arriba de los trópicos, donde el inicio de la época de crecimiento de sorgo coincide con los incrementos en la longitud del día, haciendo que la planta continúe creciendo vegetativamente, aumentando el rendimiento de forraje verde. Después de algún tiempo, a medida que la longitud del día se acorta, eventualmente la planta del sorgo es estimulada para el inicio de la floración, alcanzando la producción de semilla, ya muy avanzado el ciclo agrícola. Esta respuesta del sorgo a la duración del día, se ha estado utilizando últimamente como una forma de incrementar la producción de biomasa, no solo para su utilización como forraje, sino también para su uso en la producción de biocombustibles. Un área de oportunidad para futura investigación en este tipo de sistemas de producción de forraje lo ofrece el hecho de que la calidad del forraje producido depende mucho de los genotipos, pudiendo ser en ciertas ocasiones la calidad demasiado baja debido a una baja la relación hoja:tallo.

No todos los genotipos responden en la misma forma, ya que son cuatro pares de genes los que están involucrados en este tipo de respuesta. La contribución de cada uno de los genes en la respuesta de los genotipos no es la misma, por lo que depende de la condición de cada uno de los genes para una respuesta determinada. La sensibilidad a la duración del día puede eliminarse a través del mejoramiento genético siguiendo ciertas metodologías de selección, principalmente asociadas con las retrocruzas, donde al final del trabajo, se obtienen materiales foto-insensibles pero con las mismas características genéticas originales.

Híbridos y variedades de sorgo dulce

Una de las características de este tipo de materiales genéticos es la alta concentración de azúcares en el jugo del tallo del sorgo. En un inicio, estos materiales genéticos se utilizaron principalmente para la producción de “syrup”, un material líquido que se utilizaba principalmente para endulzar los alimentos. El material genético lo constituían principalmente variedades de polinización abierta; sin embargo, en años recientes, este tipo de materiales comenzó a ganar importancia por la alta cantidad de azúcares, considerando su uso potencial para la elaboración de biocombustibles y la producción de azúcar granulada, dependiendo del balance en el tipo de azúcares presentes. Otra ventaja de este tipo de materiales fue de la alta producción de biomasa y jugosidad de los tallos, por lo que se ha considerado simultáneamente como un buen ejemplo para la producción de forraje de alta calidad.

Debido a la limitante en la producción de semilla de las variedades existentes que tienen una gran altura y en el proceso de cosecha de la semilla impráctico, la explotación de este tipo de materiales fue casi siempre a nivel artesanal. Recientemente, debido a la importancia de estos genotipos para otros usos, se ha iniciado un proceso de selección enfocado a la producción de híbridos comerciales que faciliten el proceso de producción de semilla, y que a la vez exploten los efectos de heterosis, los cuales han demostrado su importancia para diferentes características en la planta del sorgo.

En la Facultad de Agronomía de la UANL, se han iniciado los trabajos tendientes a la identificación de líneas androesteriles con alta concentración de azúcares y de una altura que permita la cosecha mecánica de la semilla; sin embargo, este proceso también involucra progenitores andofértiles que permitan una buena combinación con la hembras existentes y/o en

proceso de formación, que permitan la obtención de híbridos con características superiores, tanto en la producción de biomasa como en la producción de jugo y azúcares. Actualmente se han identificado materiales genéticos experimentales que están en proceso de evaluación, con las características mencionadas. Incorporando además otras características que permitan contar con un forraje de mejor calidad. Tal es el caso de genotipos con el “bmr” que permite una menor concentración de lignina en los tejidos de los tallos, permitiendo una mayor eficiencia en la conservación de forraje a peso en los animales de engorda o lechero que utilice este tipo de material vegetativo.

Valdez (2013, datos sin publicar) ha estado trabajando en la selección y producción de semilla de sorgo de doble propósito y ha logrado seleccionar variedades que superan ampliamente a los testigos comerciales (Cuadro 1).

Nuñez *et al.* (2007) evaluaron la producción y calidad nutricional de 18 híbridos de sorgo forrajero sembrados durante la primavera en la región de la Laguna, Coahuila y a los cuales se les realizó un primer corte entre los 93 y 114 días y un segundo corte realizado entre los 62 y 94 días dependiendo de la precocidad del híbrido. Los mejores híbridos produjeron en el primer corte más de 18.4 ton/ha de materia seca pero con menos de 65 % de digestibilidad in vitro. En el segundo corte, la producción forrajera promedio fue de 14.8 ton/ha, y la digestibilidad fue menor al 60%. En el experimento se observaron grandes diferencias, ya que en el primer corte existió una diferencia hasta del 58% entre híbridos para la producción de materia seca y de 19% para la digestibilidad in vitro de la materia seca. Las diferencias en la producción de forraje se magnifican cuando se obtiene la producción total en los dos cortes, ya que los de mayor producción tuvieron hasta 44.6 ton MS/ha contra los de menor producción con solo 26.1 ton MS/ha (-71%).

Cuadro 1. Comportamiento agronómico de variedades de sorgo de doble propósito de la FAUANL, respecto a uno de los híbridos comerciales más sembrados en el área de San Isidro, Los Ramones N. L. (2002).

Variedad	Grano (kg/ha)	Forraje verde (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Altura de corte a cosecha (cm)
LES 124R	7,398 ^a	32,905 ^a	85 ^c	53 ^b
LES90538	5,312 ^a	37,342 ^a	141 ^a	87 ^a
LES10475	5,296 ^a	30,561 ^a	148 ^a	86 ^a
522 DR*	3,695 ^b	17,125 ^b	103 ^b	57 ^b

* Testigo ciclo intermedio

^{a,b,c} Medias en la misma columna con distinta letra difieren (DMS =0.05). os vs. Testigo.

Lus (2009) menciona que los maíces forrajeros en general presentan entre sí menos diferencias que los sorgos. Es decir, entre los sorgos forrajeros existen características más heterogéneas. Por este motivo, es indispensable definir el tipo de cultivar de sorgo a utilizar, ya que la elección entre diferentes cultivares de sorgos es mucho más determinante que entre distintos cultivares de maíces. Ante una decisión apresurada, es más frecuente equivocarse en la elección de un sorgo que en la elección de un maíz.

Con respecto a los costos de producción, en el sorgo generalmente se invierte un 20% menos que en el maíz; además, considerando que el sorgo bajo ciertas circunstancias es posible dar un segundo corte, el costo de producción de forraje de sorgo puede ser considerablemente menor que

el del maíz, con la desventaja que el maíz cuenta con una mejor calidad, sobre todo en su contenido de energía.

En un futuro muy próximo será importante aprovechar las oportunidades que ofrece la tecnología de labranza mínima en el cultivo de forrajes como el maíz y el sorgo; existen ya ejemplos muy interesantes donde los costos son sustancialmente reducidos y la fertilidad de las áreas de cultivo no solo se conservan sino se mejoran considerablemente a través de los años.

CONCLUSIONES

Sembrar cultivos forrajeros de manera intensiva como maíz y sorgo requiere contar con amplia información y aplicación de tecnología pertinente a la zona, sobre todo cuando se pretende conservar el forraje en forma de ensilaje o henificado. La inversión son altas y solo pueden ser compensadas cuando se garantizan altas producciones de materia seca con adecuadas calidades en términos de sus valores energéticos. La dificultad de los procesos y nivel de conocimientos requeridos ofrece grandes oportunidades a nivel nacional para implementar cultivos forrajeros intensivos de manera competitiva.

REFERENCIAS

- Ely L.O, Froetschel M.A., Mertens D.R. y Nianogo A.J. 1991. Economic Replacement Value—A Computer Program to Teach the Economic Value of Feedstuffs. *J. of Dairy Sci.* Vol. 74 :2774–2777.
- Faz C. R., Figueroa V. U., Jasso I. R. y Maciel P.L.H.. 2006. Fertilización y Riego. *In.* Maíz de Alto Rendimiento y Calidad Nutricional. INIFAP. Libro Científico No. 3.
- FIRA. 2007. Análisis de Costos de Producción de Maíz Blanco. Dirección de Consultoría en Agronegocios. Dirección Regional de Occidente. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura.
- Gutiérrez A.C.G. y Pedernera R.M. 2011. Evaluación Nacional de la Eficiencia Reproductiva del ganado productor de carne y doble propósito en pastoreo. SAGARPA-UNAM. 8° Encuentro Ganadero de la CNOG, México D.F.
- Lus J. 2009. Sorgos para silo y grano. Sileros clásicos, graníferos y doble propósito. GAPPNEWS. No 5. <http://www.gapp.com.ar/biblioteca/pdf/GAPPnews-Septiembre-2009.pdf>
- Moreno L.S. y Cárdenas A.M.L. 2010. Importancia socioeconómica y producción del sorgo. In. El Sorgo: Contribuciones al Conocimiento de su Fisiología. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Núñez H. G., A. Peña R., F. González C. y R. Faz C. 2006. Características de Híbridos de Maíz de Alto Rendimiento y Calidad Nutricional de Forraje. *In.* Maíz de Alto Rendimiento y Calidad Nutricional. INIFAP. Libro Científico No. 3.
- Núñez H. G. Faz C. R. y Martínez R. J.R. 2007. Sistemas de Producción de Triple Cosecha Anual de Forraje para la Región Lagunera. AGROFAZ. Vol. 7 Num. 3. Universidad Juárez del Estado de Durango.
- Rodríguez A. J., Gutierrez O.E. y Rodríguez F.H. 2010. Dinámica de sistemas de pastoreo. Ed. Trillas, México.
- SAGARPA. 2012. Atlas Agropecuario y Pesquero. Información del Sector Agroalimentario.
- SIAP. 2013. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. SAGARPA. <http://www.siap.gob.mx/>

Tewolde A. M. y Gutierrez O. E. 2001. Intensificación de Producción Bovina de Doble Propósito. XVII Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. 20-23 Noviembre, Habana, Cuba.

Turrent F.A., W T. A. y Garvey E. 2012. Factibilidad de alcanzar el potencial productivo de maíz de México. Mexican Rural Development Report. Reporte 24.

SISTEMAS SILVOPASTORILES PARA LA PRODUCCIÓN DE LA GANADERÍA TROPICAL EN MÉXICO

F.J. Solorio-Sánchez*, F. Casanova-Lugo, E. Briceño-Poot, C. Aguilar Pérez, A. Ayala-Burgos, L. Sarabia-Salgado, L. Ramírez-Avilés y J. Ku-Vera

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA), Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). Fundación Produce Michoacán, A.C.

**E-mail: ssolorio@uady.mx*

RESUMEN

Los cambios observados en el clima a nivel mundial como consecuencia, en gran parte, de las actividades del hombre, entre ellas las prácticas agrícolas y pecuarias, ha incentivado la implementación de una agricultura “ecológicamente amigable”. Entre éstas prácticas se encuentra el establecimiento de sistemas silvopastoriles que constituye un modelo ecológico que crea una relación positiva entre cultivo de árboles, pastos y animales durante todo el año, reflejándose positivamente en la producción pecuaria y en la menor degradación de los recursos. Además de los efectos positivos sobre la producción pecuaria, los sistemas silvopastoriles contribuyen a la conservación de la biodiversidad, captura de carbono, mejora en la fertilidad del suelo, conservación del agua y biodiversidad. A pesar de los importantes avances que se han logrado en las investigaciones de los SSPi, existen aspectos que requieren estudios más profundos para tener una visión real e integral de sus limitaciones y potencialidades. En documento descrito a continuación se ofrece una visión global sobre el uso, ventajas y potencialidades así como los aspectos que requieren una mayor investigación en los SSPi.

Palabras clave: sistemas silvopastoriles intensivos, cambio climático, producción pecuaria, biodiversidad

INTRODUCCIÓN

La agricultura en Latinoamérica pasa por una crisis sin precedentes, caracterizada por altos niveles de pobreza rural, inseguridad alimentaria, migración, degradación ambiental intensificada por el cambio climático y las crisis energética y financiera (Altieri y Toledo, 2011).

El modelo agrícola industrial exportador y la expansión de monocultivos transgénicos y de biocombustibles, así como el uso intensivo de agroquímicos están directamente relacionados a esta crisis. Es urgente buscar estrategias para impulsar un nuevo paradigma agrícola que permita asegurar suficientes alimentos inocuos y accesibles para la creciente población mundial, aunque el nuevo modelo agrícola tendrá que hacerse sobre la misma base de tierra cultivable, con menos insumos y recursos, y dentro de un escenario de cambio climático, e incertidumbre económica y social (Altieri y Toledo, 2011).

El desafío inmediato es transformar la agricultura industrial e iniciar una transición hacia sistemas alimentarios sostenibles; que sean menos dependientes del petróleo, que sean biodiversos y resilientes al cambio climático y que a la vez fortalezcan la producción rural (Murgueitio et al., 2011).

En lo que respecta a la ganadería, durante siglos se ha dependido de pastos en monocultivo, lo cual ha favorecido a la degradación ambiental y el cambio climático porque va en contra de la dinámica natural de los ecosistemas tropicales. Se da la paradoja de que en América Latina la producción ganadera extensiva, que si bien es en la actualidad la principal forma de uso de la

tierra y se desarrolla en una superficie de más de 550 millones de hectáreas, en la cual existe una densidad de pastoreo y una productividad promedio bajas (0.59 animales por hectárea y 19.9kg de carne vacuno u 89.7 litros de leche por hectárea al año, respectivamente; FAO, 2008; Calle et al., 2012)

En este contexto se encuentran los sistemas silvopastoriles (SSP) que constituye un modelo ecológico prometedor ya que promueve la biodiversidad, prospera sin agroquímicos y con poca energía fósil, además, sostiene producciones de cultivos, árboles y animales todo el año (Harvey et al., 2007).

En América Latina se han encontrado diversos SSP, los cuales permiten una producción estable, sin ser dependientes de insumos externos, con bajos costos de producción y, a la vez, conservan los recursos naturales locales, como el suelo, agua y biodiversidad. Por lo que el uso de dichas estrategias tendría un impacto positivo y directo al reducir creciente presión y degradación de los recursos naturales locales.

RECONVERSIÓN DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN PECUARIA

En los últimos años, las políticas de desarrollo han dado un fuerte impulso a las alternativas de producción compatibles con el ambiente. Las estrategias verdes como la agroforestería, se han convertido en una opción viable para mitigar los procesos de degradación de los recursos naturales, debido a que ofrecen una amplia gama de servicios ambientales (Altieri y Toledo, 2011). Sin embargo, sólo en las últimas décadas, los científicos han centrado su atención en el estudio de estos sistemas y han podido evidenciar algunos de sus beneficios y su potencial para reducir la creciente presión sobre los recursos naturales (Shibú, 2009).

Según Murgueitio et al. (2011), los sistemas silvopastoriles son una modalidad de agroforestería pecuaria de producción de alta calidad y amigable con el medio ambiente que se caracterizan por tener arbustos forrajeros, pastos y animales en la misma superficie. Los árboles pueden ser producto de la vegetación natural, o plantados con fines maderables o industriales, como frutales o como árboles multipropósito en apoyo específico para la producción animal, entre otras funciones.

A pesar de los diversos beneficios que ofrecen dichos sistemas, la implementación de SSP en México había sido limitada. No obstante, recientemente gracias al apoyo de la Secretaría de Agricultura, la COFUPRO y la Fundación Produce Michoacán, y sobre todo, a la urgente necesidad de los productores, la superficie ocupada por dichos sistemas se ha incrementado en diferentes estados de la república (Cuadro 1 y 2).

Los SSP establecidos en los diversos Estados de México se caracterizan por la diversidad de especies arbóreas asociadas con gramíneas con la finalidad de contribuir a la competitividad de la producción animal (leche y carne). La implementación de estos sistemas permite mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo; ello en razón a que los arreglos bajo el esquema de estratos permiten disponer de diferentes niveles que favorecen la cobertura vegetal: el primer nivel formado por pasturas nativas o introducidas, generalmente *Cynodon nlemfuensis*, *Panicum maximum*, u otras, estas especies protegen al suelo de la erosión y evaporación de agua principalmente. El segundo y tercer nivel está constituido por árboles, principalmente leguminosas las cuales incorporan nitrógeno atmosférico al suelo, aumentando su fertilidad y protección solar, (Solorio-Sánchez et al., 2011).

Cuadro 1. Número de municipios en el año 2009 con superficie y número de productores implementando sistemas silvopastoriles para la producción de carne y leche en el trópico de México.

Estado	Número de Municipios	Superficie Total	Superficie Temporal	Superficie Riego	Número Productores
Campeche	3	350	312.5	37.5	40
Chiapas	11	250	189.5	60.5	46
Guerrero	4	50	50	-	6
Jalisco	3	300	158	142	12
Michoacán	7	500	200	300	26
Querétaro	3	100	100	-	15
San Luis Potosí	9	500	329	171	36
Tamaulipas	5	700	508	192	44
Veracruz	6	200	200	-	23
Yucatán	19	250	69	181	45
TOTAL	70	3200	2116.5	1083.5	293

Cuadro 2. Superficie para el año 2012 establecidas con sistemas silvopastoriles para la producción de carne y leche en el trópico de México.

Estado	Superficie Establecida	Modalidad				Productores Beneficiados
		Riego		Temporal		
		Ha	%	Ha	%	
Trópico						
Aguascalientes	100	51	51	49	49	8
Campeche	400	0	0	400	100	34
Chiapas	267	5	2	262	98	61
Colima	100	13	13	87	87	20
Guerrero	100	60	60	40	40	12
Michoacán	445	364	81	81	19	47
Nayarit	259	66.5	25	192.5	75	30
Quintana Roo	150	0	0	150	100	31
Yucatán	112	64	57	48	43	19
Oaxaca	41	0	0	41	100	7
Jalisco	5	5	100	0	0	1
Tabasco	33	0	0	33	100	1
Subtotal	2012	628.5	31	1383.5	69	271
Huasteca						
San Luis Potosí	400	25	6	375	94	20
Tamaulipas	388	140	36	248	64	22
Veracruz	400	0	0	400	100	68
Subtotal	1188	165	14	1023	75	110
TOTAL	3200	793.5	25	2406.5	75	381

INCREMENTO EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

Producción y calidad de forraje

Diversos estudios coinciden que los SSP no sólo mejoran la calidad del forraje principalmente los niveles de N, sino que también incrementan la cantidad de forraje producido por unidad de superficie al aprovechar diferentes estratos vegetales (Ku-Vera et al., 1999). Estudios recientes demuestran que los SSP intensivos conformados por pastos tropicales y *L. leucocephala* con densidades que oscilan de 35,000 a 50,000 plantas/ha y con una edad de establecimiento de 3 años se puede obtener hasta 25,000 kg MS/ha/año de forraje (SAGARPA-FPM, 2011). Por otra parte Barros et al., (2012) encontró que la producción se incrementa con una mayor densidad de plantas de leucaena por hectárea y que la composición química de *L. leucocephala* es superior en comparación con las gramíneas (Cuadro 3), lo cual concuerda con lo encontrado en otras pasturas tropicales empleadas en sistemas de doble propósito en el Noroeste de México (Merlo Maydana, 2008; Juaréz et al., 2009).

Cuadro 3. Composición química (g/kg MS) y producción de biomasa comestible (Kg MS/Ha/pastoreo) de los componentes forrajeros asociados en los Sistemas Silvopastoriles en el Estado de Michoacán.

	<i>L. leucocephala</i>	<i>P. maximum</i>	<i>C. nlemfluensis</i>
Materia Seca(g/kg)	270	310	300
Proteína cruda	291	114	95
Fibra detergente Neutro	372	627	692
Praderas	Producción de forraje Kg MS/Ha/pastoreo		
	<i>L. leucocephala</i>	Gramíneas	Total
35,000 plantas Leucaena/Ha	984±47	3737±34	4721±82
55,000 plantas Leucaena/Ha	2037±42	3050±34	5086±77

Por otra parte el rendimiento de biomasa en sistemas silvopastoriles y de monocultivo (*Brachiaria decumbens*), está influenciado por el tipo de sistema y la estación del año. Campos et al., (2011) reportaron que la producción de los sistemas silvopastoriles vs monocultivo en Brasil es de 1958 y 2104 kg MS/ha/ciclo de pastoreo durante la lluvia, respectivamente y entre 1122 y 1081 kg MS/ha/ciclo de pastoreo durante la época seca. En México la disponibilidad forrajera comestible de los sistemas silvopastoriles intensivos es superior a los sistemas tradicionales en las diferentes épocas del año (Figura 1).

Cabe mencionar que el follaje de los árboles forrajeros posee una calidad nutricional superior, en comparación con los pastos, y que ésta no es afectada por los cambios estacionales a diferencia de los monocultivos de pastos que reducen dramáticamente su producción de biomasa en condiciones de sequía (Sosa et al., 2004). Como evidencia de lo anterior Casanova-Lugo et al., (En preparación) evaluaron dos árboles forrajeros en SSP en densidades de 10,000 y 20,000 árboles/ha en la modalidad de bancos de forraje mixtos y puros, conformados por *L. leucocephala* y *Guazuma ulmifolia*. Los resultados indican que los bancos de forraje mixtos incrementan la producción de biomasa comestible durante todo el año (10.2 t MS/ha/año) en comparación con los bancos de forraje puros de las mismas especies (7.9 t MS/ha/año en promedio). Además, observaron que la época del año no tuvo influencia sobre la producción de biomasa comestible y el contenido de proteína (superior al 18.4% en promedio).

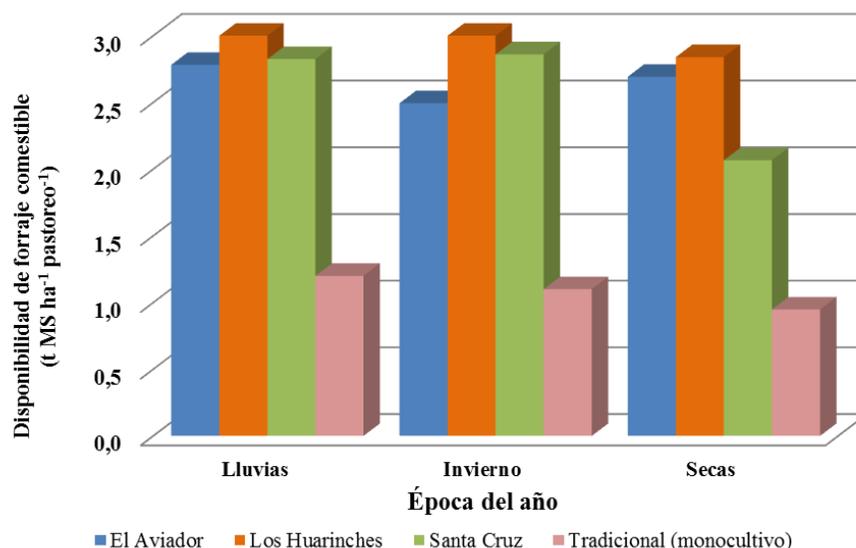


Figura 1. Disponibilidad de forraje comestible en diferentes épocas del año en Sistemas Silvopastoriles Intensivos y en un Sistema tradicional en el Estado de Michoacán.

Mejoras en la producción animal

En Michoacán, México, la implementación de sistemas silvopastoriles conformados por *L. leucocephala* cv. Cunningham en asociación con *P. maximum* cv. Tanzania, tuvo un impacto positivo en el consumo de forraje, se redujo la utilización de la alimentación basado en concentrados y por ende, mantuvieron la producción de leche.

Algunos estudios reportan incrementos en la producción de leche varían de 4 a 37% en relación a dietas tradicionales (Casanovas et al., 2004). La suplementación con forraje de leñosas arbóreas ha tenido mayor impacto en la época seca en sistemas de doble propósito. Al respecto, Ibrahim et al. (2001) señalan que en vacas doble propósito utilizando caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) con *Cratylia argentea* (leguminosa arbustiva) incrementan la producción de leche de 3 a 6 kg/animal/día, en comparación a la dieta tradicional conformada por pastoreo de *Hyparrhenia rufa*. La producción de carne tuvo incrementos que varían entre 27 a 157% en comparación a las dietas tradicionales basadas solamente en pastos tropicales (Burle et al. 2003). En Cuba, un estudio realizado en SSP conformados por *L. leucocephala* asociada con pastos tropicales, se han alcanzado producciones de leche entre 8 y 10 kg/animal/día (Hernández et al., 2001). En Colombia, Mahecha et al. (2002) evaluaron un SSP compuesto por *Cynodon plectostachyus*, *L. leucocephala* y *Prosopis juliflora*, encontrando que en sistemas comerciales de producción de leche, con una suplementación de 1.65 kg de salvado de arroz y 1.2 kg de gallinaza/animal/día, es posible obtener producciones de 10.3 kg/animal/día en promedio. De hecho, esta producción puede incrementarse hasta 1.3 kg/animal/día, si se incluye melaza en la suplementación (1.5 kg/animal/día), obteniendo mayor estabilidad en la producción entre períodos secos y lluviosos.

Con respecto a la producción de carne, Ibrahim et al. (2000) encontraron que con dos horas de ramoneo diario en parcelas de poró (*Erythrina berteroana*) y banano verde de rechazo, la ganancia de peso vivo en toretes de engorde se incrementó de 21 a 26% comparado con animales que sólo se alimentaban con pasto. Asimismo, en Cuba se han logrado ganancias de peso vivo de 500 a 600 g/animal/día, equivalente a 700-800 kg/ha/año (Hernández et al., 2001).

En Australia, Noble et al. (2000) reporta que los SSP conformados por *L. leucocephala* en asociación con pasto Buffel (*Cenchrus ciliaris*), han resultado altamente productivos y rentables, ya que son una excelente estrategia para la suplementación animal en épocas de sequía. De hecho, la asociación presenta un rendimiento seis veces superior a las pasturas nativas y del doble en comparación con el pasto Buffel en monocultivo y en buenas condiciones.

Estudios recientes realizados en el Valle de Apatzingan con SSPi se obtuvieron ganancias de peso de 770 g/d en novillos en pastoreo con asociación de *P. maximum* y *L. leucocephala* a una densidad de 30,000 plantas/ha (Figura 2). Estos resultados son inferiores a los reportados por Shelton and Danzell (2007); sin embargo, la ganancia de peso antes mencionada es ligeramente superior a los 665 gramos/animal/día reportados por Campos et al., (2011) en novillas pastoreando una asociación de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk grass y leguminosas como *Acacia mangium*, *Acacia angustissima*, *Mimosa artemisiana*, así como *Eucalyptus grandis* durante la estación lluviosa. Los sistemas silvopastoriles basados en la asociación de leguminosas como *L. leucocephala* representan alternativas de alimentación productiva, rentable y sostenible para la producción de carne en las regiones tropicales (Shelton and Dalzell, 2007) a diferencia de los sistemas extensivos basados en el pastoreo de gramíneas en monocultivo, en donde el comportamiento productivo se ve limitado (Campos et al., 2011; Mijares et al., 2012). Los estudios tanto en leche como en carne, reflejan el impacto del forraje de leñosas en la producción animal.

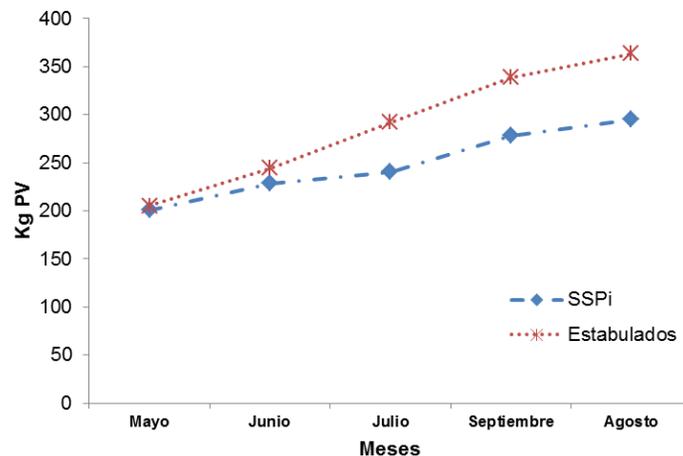


Figura 2. Cambios de peso vivo de bovinos en pastoreo de Sistemas Silvopastoriles Intensivos y Estabulados.

Confort animal

Los sistemas silvopastoriles intensivos tienen la capacidad de modificar positivamente las condiciones microclimáticas. El cuadro 5 presenta resultados sobre temperaturas bajo el dosel de los árboles y arbustivas conformados por los SSPi durante un periodo de tres meses. Se puede observar como durante el periodo evaluado las temperaturas máximas fuera de los sistemas (control) fueron siempre mayores al menos 3°C más que las temperaturas máximas en los SSPi. Lo anterior en términos de la productividad y eficiencia ganadera son de reconocida ventaja, ya que reducir las temperaturas en los trópicos en las temporadas de sequías y temperaturas altas, los animales en pastoreo pueden obtener mayores rendimientos y mayor eficiencia en el consumo de los forrajes.

Utrilla García (comunicación personal) indica una mayor tasa de consumo en SSPi con respecto a los animales en estabulación (4:02 vs 3:10, respectivamente), el tiempo destinado a la rumia también es mayor en SSPi (1:25) y el tiempo de consumo en 24 horas fue de 6:57 (h:min). Por otra parte, los indicadores de confort animal (frecuencia respiratoria, temperatura corporal externa y jadeo) sugieren mejoras modestas en los parámetros de los SSPi con respecto a los animales en estabulación. La frecuencia respiratoria y jadeo en SSPi es inferior (51 resp/min, 2; respectivamente) a lo obtenido en estabulación (73 resp/min, 2.5; respectivamente). En los animales estabulados se observó un jadeo intenso con respecto a los SSPi en el turno vespertino.

SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES

Conservación de biodiversidad

Los ecosistemas y especies importantes en el sustento de la vida humana y en la salud del planeta están desapareciendo de una forma alarmante. En consecuencia, la necesidad inmediata de diseñar estrategias efectivas para la conservación de la biodiversidad ha captado una considerable atención en todo el mundo. Científicos y políticos son cada vez más conscientes del papel que juega la agroforestería en la conservación de la diversidad biológica tanto en regiones tropicales como templadas de todo el mundo. Los mecanismos por los cuales los sistemas agroforestales contribuyen con la biodiversidad han sido examinados por Harvey *et al.* 2006.

Cuadro 4. Comportamiento animal en diferentes ranchos establecidos con SSPi y sistema tradicional en Michoacán, México

Parámetro	Lluvia			Invierno			Seca		
	L	T	Total	L	T	Total	L	T	Total
Rancho El Aviador (Leucaena + Tanzania + Mango)									
Consumo de forraje (kg MS/animal/día)	3,056	4,231	7,287	1,644	5,160	6,804	6,845	4,971	11,816
Consumo de concentrado (kg/animal/día)			1.5			1.5			1.5
Producción de leche (kg/animal/día)			8.7			8.2			8.8
Rancho Los Huarinches (Leucaena + Tanzania)									
Consumo de forraje (kg MS/animal/día)	2,136	4,598	6,734	1,972	6,839	8,811	4,925	2,094	7,019
Consumo de concentrado (kg/animal/día)			1.5			1.5			1.5
Producción de leche (kg/animal/día)			8.0			7.7			7.9
Rancho Santa Cruz (Leucaena + Tanzania)									
Consumo de forraje (kg MS/animal/día)	1,441	5,317	6,758	1,269	3,161	4,430	2,760	2,942	5,702
Consumo de concentrado (kg/animal/día)			1.5			1.5			1.5
Producción de leche (kg/animal/día)			7.2			6.5			7.1
Rancho Convencional (Monocultivo de pasto estrella)									
Consumo de forraje (kg MS/animal/día)			3,940			2,923			3,631
Consumo de concentrado (kg/animal/día)			8.0			8.0			8.0
Producción de leche (kg/animal/día)			10.3			9.4			10.4

L= Leucaena; T= Tanzania

Cuadro 5. Contraste de temperaturas y precipitación pluvial dentro y fuera del Sistema Silvopastoril Intensivo en el Estado de Michoacán.

Variables	Julio	Agosto	Septiembre
Precipitación (mm)	196.2	126.4	80.4
Temp Max Fuera (°C)	37.0	37.6	36.8
Temp Max Dentro (°C)	33.9	34.4	33.3
Temp Min Fuera (°C)	22.0	21.8	22.1
Temp Min Dentro (°C)	21.7	21.7	21.7

En su reciente estudio Shibu (2009) sustenta que la agroforestería juega 5 papeles fundamentales para la conservación de la biodiversidad:

1. La agroforestería provee un hábitat a especies que pueden tolerar cierto grado de perturbación;
2. Contribuye en la preservación de germoplasma en el caso de especies sensibles;
3. La agroforestería ayuda a reducir las tasas de conservación de hábitats naturales, proveyendo alternativas más productivas y sustentables que los sistemas agrícolas tradicionales que pueden abarcar hábitats naturales
4. La agroforestería proporciona conectividad mediante la creación de corredores entre hábitats remanentes los cuales pueden contribuir dando integridad a dichos hábitats y en la conservación de áreas sensibles de especies de flora y fauna; y
5. Ayuda en la conservación de la diversidad biológica proveyendo otros servicios como es el control de la erosión y la recarga de acuíferos, con lo cual se prevé la degradación y pérdida del hábitat.

Las diversas combinaciones de cultivos y arreglos espaciales han demostrado tener cierta influencia sobre la densidad de poblaciones de insectos y diversidad de especies en sistemas agroforestales. Por ejemplo, Bugg *et al.*, (1991) observó que los SSP sustentan coleópteros (*Coccinellidae*) y otro tipo de artrópodos. Por su parte, Brandle *et al.*, (2004) reporta que existe una alta densidad y diversidad de poblaciones de insectos en sistemas con barreras rompevientos, lo cual es atribuido a la heterogeneidad de los bordes lo cual provee una variedad de micro hábitats para las diferentes actividades del ciclo de vida y a la variedad de recursos: hospederos, presas, polen y néctar.

En América Latina, la transformación de los bosques naturales a áreas para la ganadería con manejo convencional ha originado cambios en el tamaño y la distribución de los remanentes de bosque (Harvey *et al.*, 2005), y que en dichos paisajes prevalece un mosaico de fragmentos de bosques dispersos sobre áreas de pastos o cultivos (Ibrahim *et al.*, 2006). Por lo tanto, desde el punto de vista de la conservación de la biodiversidad, los SSP pueden servir como hábitat, sitios de alimentación, percha y corredores biológicos para especies de plantas y animales (Ibrahim *et al.*, 2005).

En este sentido, en México se han tenido algunos avances en esta materia, por ejemplo Lopez-Cobá *et al.*, mencionan que los sistemas silvopastoriles registraron 167 especies pertenecientes a ocho clases taxonómicas (i.e. anfibios, arácnidos, aves, insectos, mamíferos, moluscos, peces y reptiles). De éstos, el grupo de los insectos fue el más diverso con 104 spp y 640 individuos, seguido del de aves, principalmente. Además, este mismo estudio indica que se registraron tres especies con estatus de “amenazada” y “bajo Protección Especial”, incluidas en la norma oficial mexicana.

Captura de carbono

El secuestro de carbono consiste en la extracción y almacenamiento de carbono atmosférico en sumideros de carbono (eg., los océanos, la vegetación, o los suelos) a través de procesos físicos o biológicos (Brown, 2004).

En los SSP la incorporación de árboles y arbustos puede incrementar considerablemente el secuestro de este elemento, comparado con las pasturas en monocultivo. Además de la importante cantidad de carbono almacenado en la biomasa aérea, los SSP también pueden almacenar mayor carbono en la biomasa subterránea (Casanova-Lugo et al., 2010).

En el contexto del ciclo global del carbono, Pandey (2002) reporta que la agroforestería es importante por dos razones:

1. El componente arbóreo fija el carbono de la atmósfera mediante la fotosíntesis y lo almacena en el suelo, concretamente, los árboles empleados en los SAF actúan como sumideros de carbono.
2. La agroforestería contribuye a la reducción de la deforestación de bosques y selvas por actividades relacionadas con el sector agropecuario.

Actualmente, un gran número de estudios en SSP reportan el potencial de secuestro de C en todo el mundo. La variabilidad inherente a las estimaciones y la falta de metodologías uniformes han hecho difícil la comparación, por ejemplo; en una revisión reciente demuestra que el secuestro de C de la biomasa aérea y subterránea varió de 0.29 Mg/ha/año en un banco de forraje en África occidental a 15.2 Mg/ha/año en parcelas mixtas en Puerto Rico, y que en la costa atlántica de Costa Rica se han encontrado valores de almacenamiento de hasta 173 Mg C/ha en SSP (Nair et al., 2009). Otro estudio muestra que los SSP en la modalidad de bancos de forraje de especies leñosas pueden almacenar cantidades considerables en la biomasa arbórea (Cuadro 6).

Cuadro 6. Carbono almacenado en la biomasa arbórea de sistemas silvopastoriles en la modalidad de bancos de forraje en Yucatán, México.

Sistema	Follaje	Tallos	Raíces	Hojarasca*	Total
<i>G. ulmifolia</i>	5.5	14.7	11.3	1.0	32.5
<i>L. leucocephala</i>	4.0	15.0	13.0	1.0	33.0
Banco Mixto	6.3	15.0	12.2	1.6	35.1
Promedio	5.3	14.9	12.2	1.2	33.5

Fuente: *Casanova et al., (2010); Casanova et al. (*en prensa*)

Mejoras en la fertilidad del suelo

Es indiscutible que la disminución de la cubierta arbórea ha traído como consecuencia un descenso en el reciclaje de nutrientes y por ende, la pérdida en la fertilidad de los suelos (Iriando et al., 1998). Para mitigar el impacto negativo del manejo tradicional de la ganadería sobre el medio ambiente, los SSP se presentan como una alternativa que responde de alguna manera a los problemas ocasionados por la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de los sistemas pecuarios (Nair, 2004). Lo anterior es debido a que los SSP promueven la transferencia o retorno de los nutrimentos dentro del sistema de un componente a otro, y tienen la posibilidad del mejorar el manejo del sistema o de sus componentes para facilitar el aumento de las tasas de retorno, sin afectar la productividad total del mismo (Nair, 2004).

En la Figura 3, se puede observar cómo la integración de *L. leucocephala* incrementa la disponibilidad de N en el sistema, que algunos casos alcanzan cantidades superiores a los 500 kg N/ha/año en comparación con los monocultivos de pastos tropicales.

La incorporación de árboles capaces de fijar nitrógeno biológicamente es bastante común en los SSP tropicales, sin embargo; los árboles no-fijadores también pueden mejorar las características físicas, químicas y biológicas del suelo mediante la adición de materia orgánica y la liberación y el reciclaje de nutrientes (Pezo e Ibrahim, 1998).

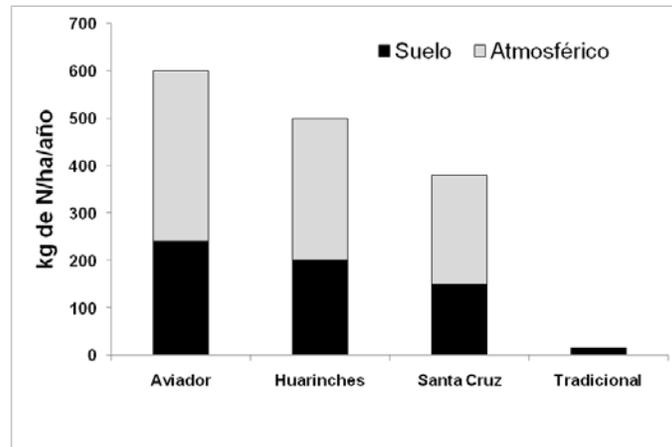


Figura 3. Fijación de nitrógeno atmosférico en los sistemas silvopastoriles en el trópico seco

Además, los árboles poseen un sistema radical profundo que sirve como una especie de red subterránea, por la cual; el exceso de nutrientes infiltrados a las capas más profundas del suelo puede ser absorbido por ellas. Estos nutrientes son reincorporados al sistema mediante el reciclaje del material muerto (i.e. hojarasca y raíces muertas), incrementando la eficiencia en el ciclo de nutrientes del sistema (Casanova-Lugo et al., 2010; Segura-Rosel et al., 2012). También, los árboles poseen un ciclo de crecimiento prolongado que la mayoría de los cultivos agrícolas, lo cual incrementa el uso eficiente de éstos en un sistema agroforestal mediante la captura de nutrientes antes y después de ciclo de cultivo. Por ejemplo; Razz y Clavero (2006) observaron que un banco forrajero de *L. leucocephala* mejoró las condiciones químicas de los suelos, comparado con un monocultivo de *Bracharia brizantha*, constituyendo una alternativa en suelos tropicales deficientes en nutrientes. En resumen, las prácticas de manejo silvopastoril también juegan un papel muy importante sobre las propiedades del suelos.

Conservación de agua

Una de las consecuencias más importante de los SSP es el impacto de los árboles sobre el balance hídrico del sistema (Wilson y Ludlow, 1991), ya que cuando leñosas y las pasturas comparten el mismo espacio, la menor temperatura en el estrato herbáceo bajo la copa de los árboles provoca una disminución en la tasa de transpiración a través de los estomas y menor evaporación (Wilson y Ludlow, 1991). Esto puede retrasar o evitar estrés hídrico, característico del período seco. Además, Young (1997) menciona que las leñosas perennes afectan la dinámica del agua debido a que: i) actúan como barreras que reducen la escorrentía; ii) reducen el impacto de las gotas de agua (cobertura); y iii) mejoran el suelo al incrementar la infiltración y la retención de agua. Por ejemplo, en Costa Rica evaluaron algunos SSP sobre el recurso hídrico en zonas de recarga de la sub-cuenca del río Jabonal. Se evaluaron algunas pasturas nativas con árboles (PNA), pasturas mejoradas con árboles (PMA) y un bosque secundario intervenido (BSI) y una pastura nativa sobre-pastoreadas (PD). Los resultados sugieren que la PD presentó la mayor escorrentía (28%), mientras que la PMA y el BSI presentaron los valores más bajos (15 y 7%,

respectivamente). El BSI presentó la mayor infiltración (3,54 cm/h); mientras que las pasturas con árboles (PMA y PNA) permitieron infiltrar más (0.23 y 0.19 cm/h) que las PD (0.07 cm/h). Asimismo, observaron que la cobertura arbórea se correlacionó negativamente con la escorrentía y positivamente con la infiltración. Los autores concluyen que los SSP muestran mayores beneficios hidrológicos en la zona de recarga, ya que disminuyeron la escorrentía superficial e incrementaron la infiltración, favoreciendo una mayor conservación de agua en el suelo (Rios et al., 2008). Sin embargo, Young (1997) menciona que dichas bondades dependen de las características intrínsecas de los árboles; como la altura y la cobertura de la copa, principalmente. En general, diversos estudios sostienen que los sistemas silvopastoriles pueden favorecer a la recuperación de diversos servicios, en comparación con otros usos de la tierra. Por ejemplo, en el cuadro 7, se describen algunos indicadores ambientales evaluados en sistemas silvopastoriles de *L. leucocephala* cv. Cunningham y *P. maximum* cv. Tanzania, en comparación con los sistemas ganaderos convencionales, basados en pasturas en monocultivo, en Michoacán, México. Los resultados sugieren que los sistemas silvopastoriles incrementan las reservas de carbono, reducen la temperatura ambiental, mejoran el reciclaje de N y el uso de agua, además; aportan mayores cantidades de materia orgánica al suelo.

Cuadro 7. Indicadores ambientales de los sistemas convencionales y silvopastoriles en Michoacán, México.

Indicadores	Sistema Convencional	SSPi
Captura de C (Mg/ha)	160	220
Temperatura (° C)	34-38	30-34
Reciclaje de nutrientes (kg/ha de N, P, K)	Menos de 15, 6, 17	Más de 22, 4, 2
Eficiencia del uso de agua (%)	30	80-90
Materia orgánica (kg/ha)	320	1005

OPORTUNIDADES Y RESTRICCIONES

Se ha demostrado que las interacciones positivas entre los pastos, los animales y los árboles pueden sobre-compensar interacciones negativas en ciertas condiciones (Casanova-Lugo et al., 2010). Por ejemplo, se ha demostrado que bajo condiciones climáticas extremas y suelos pobres, los árboles adaptados a estos ambientes pueden contribuir a la mejora del microclima, aumento de la fertilidad del suelo, erosión del suelo, un mayor crecimiento de pastos, y el aumento de la viabilidad económica de los animales. Sin embargo, hay grandes diferencias entre las especies de árboles y su respuesta a los diferentes ambientes que determinará los resultados de las interacciones entre los pastos y los árboles. Por lo tanto, el resultado de las interacciones es específico de cada sitio. No obstante, en los entornos similares parece posible la transferencia de tecnologías prometedoras.

Adicionalmente, como se ha mencionado los SSP promueven beneficios ecológicos y económicos dado que algunos sistemas pueden proporcionar importantes bienes intangibles que a menudo no son evidentes. Por ejemplo, algunos SSP, como los árboles dispersos en potreros pueden albergar especies de plantas que puedan ser económicamente atractivas, pueden ayudar a la estética del paisaje y además son culturalmente interesantes.

A pesar de las diversas bondades de los SSP, también existen limitaciones derivadas de las características biofísicas, socioeconómicas y políticas. Por ejemplo, en América Central un

problema importante es la falta de adopción de tecnologías silvopastoriles. Otra limitante es el tiempo que transcurre hasta que las bondades de las prácticas silvopastoriles se hacen evidentes.

NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN

La pérdida de recursos naturales relacionada con las actividades agropecuarias y su repercusión en el clima, requieren estrategias pertinentes para el uso sostenible de la tierra. Actualmente, los SSP, no sólo generan el interés de los académicos, sino también el interés de los productores, agricultores y público en general. Es evidente que se requiere una mayor investigación para evaluar con precisión el potencial que tienen los SSP en las zonas tropicales. Como por ejemplo; conocer el papel de los árboles para el enriquecimiento biológico en los sistemas ganaderos basados en grandes extensiones de pasturas en monocultivo. También, es importante reconocer que en los SSP la información relacionada con las cuestiones económicas es escasa, por lo que se hace necesario realizar nuevos estudios que evalúen a corto, mediano y largo plazo la viabilidad de dichos sistemas para que sean económicamente sostenibles.

Para superar estas y otras limitaciones, se requiere mucha más investigación básica que ayude a dilucidar los procesos elementales que impulsan o limitan el uso de los SSP. En particular, es necesario investigar las interacciones entre los diversos componentes (i.e. árbol-pasto-animal). Este tipo de investigación será fundamental para tener una mayor comprensión de las relaciones funcionales en el sistema que constituyen la base para el diseño, manejo y aprovechamiento de los SSP.

CONSIDERACIONES FINALES

La implementación de SSP requiere del conocimiento elemental de los componentes y sus interacciones, por ejemplo para seleccionar especies para el estrato herbáceo que sean tolerantes a la sombra. Asimismo, la selección de las especies leñosas deberá considerar que el dosel permita una radiación solar aceptable para afectar al mínimo el rendimiento de las especies herbáceas. En este sentido, el éxito que se ha tenido con *L. leucocephala* varias partes del mundo obedece a que permite que niveles aceptables de radicación permitiendo la producción de los pastos, en adición a su contribución en la producción de forraje de elevada calidad. En la integración del componente leñoso el manejo debe jugar un papel fundamental para evitar interacciones negativas entre las especies del sistema, con el fin de maximizar aquellas interacciones positivas que incrementen la producción y calidad de las pasturas y por ende la producción animal.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) a través del FORDECYT por el financiamiento del proyecto “Desarrollo de un modelo sustentable de producción para la ganadería bovina del Valle de Tepalcatepec”, con clave 117072, a la SAGARPA por el financiamiento del Proyecto estratégico de prioridad nacional “Establecimiento de sistemas silvopastoriles para la producción de carne y leche en el trópico de México”, 2011-2012, a la COFUPRO, y Fundación Produce Michoacán por su valioso apoyo económico para la realización de los proyectos “Evaluación de la producción forrajera y de servicios ambientales en el manejo de sistemas silvopastoriles intensivos en el valle de Tepalcatepec, Michoacán en dos etapas, agradecimiento especial a todos los productores cooperantes de los diferentes ranchos establecidos con SSPi, técnicos y estudiantes colaboradores.

REFERENCIAS

- Altieri, M., Toledo, V.M. 2011. The agroecological revolution of Latin America: rescuing nature, securing food sovereignty and empowering peasants. *Journal of Peasant Studies*, 38:3, 587-612.
- Barros, R.M.; Solorio, S.J.; Ku, V.J.; Ayala, B.A.; Sandoval, C.C. Solís, P.G. 2012. Productive performance and urinary excretion of mimosine metabolites by hair sheep grazing in a silvopastoral system with high densities of *Leucaena leucocephala*. *Trop. Anim. Health Prod.* 44:1873–1878
- Brandle, J.R., Hodges, L., Zhou, X. 2004. Windbreaks in sustainable agriculture. *Agrofor Syst* 61: 65-78.
- Brown, S. 2002. Measuring, monitoring and verification of carbon benefits for forest based Projects. *Philosophical Transactions, Royal Society of London: 363 Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, 360(1797): 1669-1683. Bugg *et al.* (1991
- Burle, S.T.M., Shelton, H.M., Dalzell, S.A. 2003. Nitrogen cycling in degraded *Leucaena leucocephala*- *Brachiaria decumbens* pastures on an acid infertile soil in southeast Queensland, Australia. *Tropical Grasslands* 37: 119-128.
- Calle Z., Murgueitio E., Chará J. (2012) Integración de las actividades forestales con la ganadería extensiva sostenible y la restauración del paisaje. *Revista internacional de silvicultura e industrias forestales*. FAO. *Unasylva* 239. Vol. 63.
- Campos, P.D.; Tavares, C.C.; Miranda, G.C.; Martins, M.R.; Ávila, P.M.; Dias, M.M.; Ferreira, X.D. 2011. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. *Lives. Sci.* 141: 166-172.
- Casanova-Lugo, F., Caamal-Maldonado, J., Petit-Aldana, J., Solorio-Sánchez, F., Castillo-Caamal, J. 2010. Acumulación de carbono en la biomasa de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* asociadas y en monocultivo. *Revista Forestal Venezolana*, 54(1): 45-50.
- Casanova-Lugo, F., Petit-Aldana J, Solorio-Sánchez F, Caamal- Maldonado A, Ramírez-Avilés L (en prensa) Carbon content and storage in tree biomass and soil in fodder banks of woody species in Yucatan, Mexico. *Agroforestry Systems*.
- Casanovas, E., Carranza, A., Caballero, C., Novoa, R., Valera, R. 2004. Efecto de la inclusión de morera (*Morus alba*) en la producción de leche. *Pastos y Forrajes* 27(2):147-163.
- Dias-Filho, M.B. 2002. Tolerance to flooding in five *Brachiaria brizantha* accessions. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 439-447
- FAO. (2008) Informe pecuario 2006. Roma. (Disponible también en: www.fao.org/docrep/010/a0255s/a0255s00.htm).
- Harvey, C.A., Alpízar, F., Chacón, M., Madrigal, R. 2005. Assessing linkages between agriculture and biodiversity in Central America: Historical overview and future perspectives. Mesoamerican and Caribbean Region, Conservation Science Program. The Nature Conservancy (TNC). San José, Costa Rica. 140 p.
- Harvey, C.A., González, J.G., Somarriba, E. 2006. Dung beetle and terrestrial mammal diversity in forest, indigenous agroforestry systems and plantain monocultures in Talamanca, Costa Rica. *Biodivers Conserv* 15: 555-585.
- Harvey, C.A., González-Villalobos, J.A. 2007. Agroforestry systems conserve species-rich but modified assemblages of tropical birds and bats. *Biodivers Conserv* 16: 2257-2292.
- Hernández, I., Simon, L., Duquesne, P. 2001. Evaluación de las arbóreas *Albizia lebbek*, *Bauhinia purpurea* y *Leucaena leucocephala* en asociación con pasto bajo condiciones de pastoreo. *Pastos y Forrajes* 24: 241-264.

- Ibrahim, M., Franco, M., Pezo, D., Camero, A., Araya, J.L. 2001. Promoting intake of *Cratylia argentea* as a dry season supplement for cattle grazing *Hyparrhenia ruffa* in the subhumid tropics of Costa Rica. *Agroforestry Systems* 51: 167-175.
- Ibrahim, M., Holmann, F., Hernández, M., Camero, A. 2000. Contribution of Erythrina protein banks and rejected bananas for improving cattle production in the humid tropics. *Agroforestry Systems* 49: 245-254.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., Rojas, J. 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes* 29(4): 383-40.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Mora, J. 2005. Traditional and Improved Silvopastoral Systems and their Importance in Sustainability of Livestock Farms. In: *Silvopastoralism and sustainable land management*. Mosquera-Losada MR, McAdam J. Rigueiro-Rodriguez A (eds.). CABI publishing.
- Iriondo, E., Álvarez, E., China, A., Barroto, D. 1998. Experiencias campesinas sobre la utilización de árboles y arbustos en huertos caseros. III Taller Internacional Silvopastoril "Los Árboles y Arbustos en la Ganadería". EEPF "Indio Huatuey", Matanzas, Cuba.
- Juárez, R.A.; Cerrillo, S.M.; Gutiérrez, O.E.; Romero, T.M.; Colín, N.J.; Bernal, B.H. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de gas *in vitro*. *Téc. Pec. Méx.* 47:55-67.
- Kú-Vera, J.C., Ramírez-Avilés, L., Jiménez-Ferrer, G., Alayón-Gamboa, J.A., Ramírez-Cancino, L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico. *En: Sánchez, M.D. y Rosales, M.M. (eds). Agroforestería para la producción animal en América Latina*. Roma Italia. Pp. 231-258.
- López-Cobá, E., Solorio-Sánchez, F.J., Chay-Canul, A., González-Moreno, A., Ku-Vera, J., Ramírez-Avilés, L. 2011 Indicadores ambientales y biodiversidad de fauna en sistemas silvopastoriles intensivos en el Valle de Tepalcatepec, Michoacán. . *En: Memorias del III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la ganadería sostenible del Siglo XXI*. Morelia, Michoacán.
- Mahecha, L., Rosales, M., Duran, C.V., Molina, C.H., Molina, E.J., Uribe, F. 2002. Evaluación del Forraje y los Animales a Través del Año, en un Silvopastoril Conformado por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*, en el Valle del Cauca, Colombia.
- Maldonado, M.N., Grande, D.J., Fuentes, E.E., Hernández, S., Pérez-Gil, F., Gómez, A. 2008. Los sistemas silvopastoriles de la región tropical húmeda de México: El caso de Tabasco. *Zootecnia Trop.*, 26(3): 305-308.
- Merlo Maydana, FE. (2008). Rendimiento y valor nutritivo de *Brachiaria brizantha* (A. Rich) Staff a diferentes edades y épocas del año en Yucatán, México. Tesis de Maestría en Producción Animal Tropical. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán.
- Mijares LH, Hernández MO, Mendoza MG, Vargas VL, Aranda IE (2012) Cambio de peso de toretes en pastoreo en el trópico: respuesta a suplementación con bloque multinutricional. *Universidad y Ciencia*. 28:39-49.
- Murgueitio, E., Calle, Z., Uribe, F., Calle, A., Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *For. Ecol. Manage.* 261: 1654-1663.
- Nair, P.K.R., Kumar, B.M., Nair, V.D. 2009. Agroforestry as a strategy for carbon sequestration. *J Plant Nutr Soil Sci* 172: 10-23.

- Nair, V.D., Graetz, D.A. 2004. Agroforestry as an approach to minimizing nutrient loss from heavily fertilized soils: the Florida experience. *Agrofor Syst* 61: 269-279.
- Noble, A.D., Orr, D.M., Middleton, C.H., Rogers, L.G. 2000. Legumes in native pasture-asset or liability? A case history with stylo-A.D. *Tropical Grasslands*. 34 (3-4):99
- Obispo, N.E., Espinoza, Y., Gil, J.L., Ovalles, F., Rodríguez, M.F. 2008. Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril, *Zootecnia Trop.*, 26(3): 285-288.
- Pandey, D.K. 2002. Carbon sequestration in agroforestry systems. *Clim Pol* 2(4): 367-377.
- Pezo, D., Ibrahim, M. 1998. Sistemas Silvopastoriles. Módulo de Enseñanza Agroforestal No. 2. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. Turrialba, Costa Rica.
- Razz, R., Clavero, T. 2006. Cambios en las características químicas de suelos en un banco de *Leucaena leucocephala* y en un monocultivo de *Brachiaria brizantha*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 23: 326-331.
- Ríos, J., Ibrahim, M., Jiménez, F., Andrade, H., Sancho, F. 2008. Estimación de la escorrentía superficial e infiltración en sistemas de ganadería convencional y en sistemas silvopastoriles en la zona de recarga hídrica de la Subcuenca del Río Jabonal, Barranca, Costa Rica. *In: IV Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Pecuaria Sostenible y III Simposio sobre Sistemas Silvopastoriles para la Producción Ganadera Sostenible (Cuba)*.
- Segura-Rosel A., Casanova-Lugo F., Solorio-Sánchez, F.J., Chay-Canul, A.J. 2012. Asociación de especies leñosas en bancos de forraje: influencia sobre el aporte de hojarasca, descomposición y liberación de nitrógeno. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15: 61-69.
- Shelton M, Dalzell S. (2007) Production, economic and environmental benefits of leucaena pastures. *Tropical grasslands*. 41: 174-190.
- Shibu, J. 2009. Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: an overview. *Agrofor Syst* 76: 1-10.
- Solorio Sánchez, FJ; Bacab Pérez, HM; Ramírez-Avilés, L. (2011) Los sistemas silvopastoriles intensivos: Avances de investigación en el valle de Tepalcatepec, Michoacán. En: *Memorias del III Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos para la ganadería sostenible del Siglo XXI*. Morelia, Michoacán.
- Solorio-Sánchez, F.J. 2012. Reporte de proyecto FORDECYT “Desarrollo de un modelo sustentable de producción para la ganadería bovina del Valle de Tepalcatepec”.
- Sosa, R.E., Pérez, R.D., Ortega, R., Zapata, B.G. 2004. Evaluación del potencial forrajero de árboles y arbustos tropicales para la alimentación de ovinos. *Técnica Pecuaria en México*. 42: 129-144.
- Wilson, J., Ludlow, M. 1991. The environment and potential growth of herbage under plantations. *En Shelton H.M. y W.W. Stür (Eds.) Forages for Plantations Crops*. ACIAR Proceedings No. 32. Canberra, Australia. pp. 10-24.
- Young, A. 1997. *Agroforestry Systems for Soil Management*. 2da ed. CAB Int., New York, USA.

EMPLEO DE *Pennisetum purpureum* vc. CUBA CT-115 COMO BANCO DE BIOMASA PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE Y USO DE DIFERENTES VARIEDADES EN YUCATÁN, MÉXICO.

Rafael S. Herrera García* y Benjamín Ortiz de la Rosa**

**Instituto de Ciencia Animal, Apdo. 24 San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba*

** *Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatan*

E-mail: rherrera@ica.co.cu

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo es describir los resultados alcanzados durante más de 10 años de investigación en relación con la implantación de un sistema de producción de leche basado en el empleo del banco de biomasa de *Pennisetum purpureum* vc. Cuba CT-115. Los resultados indicaron que en la medida que se fue implantando la tecnología, los indicadores productivos se incrementaron paulatinamente mientras que el costo de producción del litro de leche disminuyó. Se discuten los resultados alcanzados y se sugiere la utilización de la referida tecnología. Se incluye en el escrito los trabajos desarrollados en Cuba y en Yucatán, donde los investigadores han trabajado de manera conjunta para aplicar mejor las tecnologías generadas y hacer las adecuaciones correspondientes.

Palabras clave: *Pennisetum*, tecnología leche

INTRODUCCIÓN

En las áreas tropicales de América Latina, se desarrolla el 60 % de los bovinos de la región en unos 1500 millones de hectáreas y en el trópico las lluvias se concentran en períodos de 5 a 6 meses del año aunque se manifiestan épocas de sequía de 4 a 7 meses de duración de forma ininterrumpida, lo que constituyen etapas de penuria para la ganadería. En estos periodos secos, el rendimiento de los pastos tropicales disminuye drásticamente y en Cuba, durante el periodo seco el pasto solo produce el 30% del rendimiento anual. Por esta razón, en los animales ocurren pérdidas de peso, muertes y una apreciable disminución de la continuidad del proceso productivo. La poca leche que se logra producir en estas condiciones, y sobre todo la carne, no reúnen las exigencias del mercado actual, por lo que las empresas son poco competitivas y productivas. Al tener en cuenta estos antecedentes, el objetivo del presente artículo es informar los resultados de una alternativa para el pastoreo racional en el trópico, mediante la utilización de una nueva variedad de *Pennisetum purpureum* (CUBA CT-115) utilizada como banco de biomasa.

DESARROLLO Y RESULTADOS DE LA TECNOLOGÍA

Las especies de los géneros *Cynodon*, *Brachiaria* y *Panicum*, comúnmente utilizadas en pastoreo, presentan en sus curvas de producción el punto de inflexión de acumulación de biomasa aproximadamente a los 60 días en la época lluviosa, de manera que solo podrán acumular biomasa durante periodos cortos de tiempo. Con estas especies no se pueden solucionar diferencias estacionales mayores de 3 meses, pues se requieren altas reservas de biomasa. Por ello, para almacenar biomasa desde julio hasta noviembre es preciso disponer de especies con ciclos de crecimiento largos, de más de 120 días.

Unido a la caña de azúcar, la hierba elefante es una de las especies con mayor producción de

biomasa entre todas las plantas herbáceas y existen evidencias que si la hierba elefante se corta cada 180 días, según su ciclo de crecimiento, puede producir más biomasa que la caña de azúcar. Por sus rendimientos y ciclo de crecimiento la especie *Pennisetum purpureum* resultó la principal candidata para lograr almacenar el alimento necesario desde la lluvia para la seca. No obstante, la mayoría de las variedades conocidas de *P. purpureum* eran utilizadas para corte y en Cuba, en la década de 1980, al utilizar el cultivo de tejidos *in vitro* se obtuvieron clones diferentes del donante (king grass). Uno de estos clones, el CUBA CT-115, presentó características que permitieron su utilización como banco de biomasa en pastoreo.

La capacidad de carga (CC) de los sistemas de pastoreo, que dependen del clima en el trópico, no es mayor de una unidad animal/ha (UA = 450 kg) como promedio anual y el principal factor limitante es la disponibilidad de alimentos en la época seca. Cualquier incremento de alimentos en ese período repercute en la carga anual del sistema. Con frecuencia en los sistemas productivos de América Latina no se invierten recursos en producir alimentos externos y utilizan cargas bajas, por lo que son poco productivos y competitivos. Para mejorar la sostenibilidad es necesario, gradualmente, hacer más intensivos los sistemas.

El objetivo principal en el cambio tecnológico hacia los bancos de biomasa fue lograr el equilibrio anual en la disponibilidad de pastos con 2.2 UA/ha como carga global. Por ello y durante 6 años, se evaluó la tecnología de bancos de biomasa con CUBA CT-115, destinada a solucionar el déficit de alimentos en el periodo seco (Cuadro 1).

La principal variable utilizada en el cambio tecnológico fue el incremento paulatino del área sembrada con CUBA CT-115 hasta alcanzar 20 ha, que representó el 30% del área total de la vaquería. El resto de la superficie (40 ha) estaba sembrada de pasto estrella, mezclado con pastos naturales (*Paspalum* y *Andropogon* sp.).

El sistema se organizó en un solo plan de rotación, con 80 cuarterones, 40 en las 20 ha de CUBA CT-115 y 40 en las 40 ha de pasto estrella. Al comenzar el periodo seco (15 de noviembre) se inició la rotación en la biomasa en pie almacenada de CUBA CT-115, continuó en secuencia con el pasto estrella y nuevamente en CUBA CT-115, hasta completar 3 rotaciones en el periodo seco en CUBA CT-115 y 2 rotaciones en el pasto estrella. Como promedio en el CUBA CT-115 los periodos de pastoreo fueron de 60, 40 y 20 días en las tres rotaciones, respectivamente, mientras que en pasto estrella fueron de 40 y 30 en las dos rotaciones. De esta forma se cubrió la alimentación de las vacas durante 180 días sin utilizar alimentos forrajes externos. En el periodo lluvioso se realizó una rotación en el área de CUBA CT-115 en el mes de julio, para dejarlo en reposo nuevamente hasta el mes de noviembre cuando se inicia el nuevo ciclo. Mientras tanto, el resto del área produce suficiente cantidad de pasto durante la época lluviosa para mantener rotaciones entre 21 y 30 días hasta el inicio de la seca. Los resultados de los ocho primeros años de investigación, que comprende desde la siembra inicial del pasto, señalaron que el punto de equilibrio entre la biomasa almacenada en lluvias y las necesidades de alimento de la seca se logró con el 30 % del área sembrada de CUBA CT-115, lo que constituyó la respuesta a la variable principal en estudio en el cambio tecnológico.

Con la introducción del banco de biomasa, la producción total de leche ascendió rápidamente del primer al octavo año desde 79000 L hasta 183000 L. Similares resultados se obtuvieron en el número de partos (62 y 103, respectivamente), con los indicadores de productividad individual (3.3 y 7.3 L/vaca en ordeño/día y desde 1.8 hasta 4.5 L/vaca total/día, respectivamente). Por otra parte, se incrementó la natalidad de 52 hasta 95% para similar período y se eliminaron las muertes de vacas, las que ocurrían al inicio por mala alimentación en el período seco. El costo del litro de leche producida se redujo de 0.71 pesos cubanos a 0.32 pesos. Después de 10 años de investigación esta tecnología se introdujo en unidades comerciales destinada a la producción de

leche y se alcanzaron resultados similares.

Cuadro 1. Estrategia para el desarrollo de la tecnología de banco de biomasa

Indicadores	Años					
	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Área CT-115, ha	7.3	12	16	18	20	20
% del total	12.1	20	26	30	33	33
Área estrella, ha	40	37	35	35	34.7	34.7
Solución déficit, %	33.8	56	77	85	95	95
UGM/ha	2.1	2.2	2.3	2.4	2.2	2.2

CONSIDERACIONES GENERALES

Con el 30 % del área de una unidad pecuaria sembrada de CUBA CT-115, la biomasa producida es suficiente para mantener un equilibrio anual en las necesidades de pasto con 2.2 UA de carga global/ha. La producción de leche y la natalidad se incrementaron a través del tiempo y los costos de alimentación se redujeron notablemente en la tecnología de bancos de biomasa en relación con otros sistemas. El costo esperado para el litro de leche con esta tecnología fue de 0.30-0.32 pesos cubanos/litro.

Para la aplicación de la tecnología de los bancos de biomasa es imprescindible contar con un pastoreo racional con un mínimo de 40 divisiones (20 en cada área de trabajo) y ofrecer los tiempos de reposo y ocupación adecuados a las necesidades del pasto en el período seco.

En la vaquería estudiada, el CUBA CT-115 mantuvo 98 % de pureza en su población, después de los primeros 10 años de explotación y no se recomienda cortar el rechazo durante el periodo seco.

USO DE VARIEDADES DE PASTO *Pennisetum* EN YUCATÁN

La ganadería en Yucatán tienen un déficit severo en cuanto a la alimentación de sus animales debido a la falta de pastos, ya que los que existen, son de ciclo corto lo que ocasiona que se presenten este tipo problemas cuando viene la sequía; afortunadamente se cuenta con algunas propuestas y alternativas de solución, con los materiales cubanos, CT-115, CT-169, OM-22 y el Pasto Morado (*Pennisetum purpureum*).

El primero que se introdujo a Yucatán, fue el material obtenido a través del cultivo de tejidos, el CT-115; material que se intercambio gracias a un convenio firmado en el año 2002 con el Instituto de Ciencia Animal de la Habana, Cuba. Donde se ha participado en una forma conjunta en intercambio de maestros y alumnos para realizar estancias académicas y de investigación.

A partir de esa fecha, se trajo las primeras 10 varetas del clon Cuba CT-115; luego siguió el OM-22 y CT-169 (2006) y el pasto Morado (11 yemas) (2008).

Por su parte, el ITC, el hecho de contar con el respaldo de sus laboratorios y la experiencia amplia en investigación, desarrolló importantes líneas de investigación para evaluar el comportamiento de los forrajes ante diferentes tipos de suelo; se hicieron pruebas bromatológicas; evaluación de la producción de biomasa; ganancia de peso y digestibilidad. Los datos generados fueron compartidos con los científicos cubanos, y se encontró que los mejores resultados se obtuvieron en Yucatán, porque ahí se dan 2 pastoreos y 4 cortes o pastoreo cada 35 días, transformándolo a doble propósito.

No obstante el CT-115, tiene poco más de 15 años que fue generado en Cuba por Omar Martínez para su uso en pastoreo, en estos últimos 5 años, es cuando ha demostrado su amplia adaptación

al tipo de suelos que existen en la Península de Yucatán. Es una variedad que resiste la sequía, al relación de hoja y tallo es de 50% respectivamente y un 14% de proteína.

Además que tiene alta producción de biomasa y se le puede hacer de 3 a 4 cortes al año, y produce por corte entre 80 a 90 toneladas por ha, es de porte bajo y resistente al pastoreo, eso significa que lo pueden pisotear y mordisquear por los animales, también ha demostrado ser resistente a la cosecha con maquinaria agrícola, teniendo en cuenta que su tiempo de vida es de un 60% y es una alternativa viable para la época de seca, requiere poca cantidad de agua, se aplica abono y puede ser usado para fines de doble propósito.

El CT-169 es un pasto intermedio, con un 11% proteína; se caracteriza por tener una mayor altura y rápido crecimiento, resistente a la sequía y de doble propósito, pero no supera en calidad al CT-115 y el Pasto Morado, su importancia radica en tener una mayor producción de 100 a 110 toneladas por año.

El OM-22, híbrido al que el Doctor Omar Martínez, le puso el nombre de su hijo que falleció a la edad de los 22 años cuando recién se liberaba este pasto. Es un forraje de corte, resistente a la sequía, con 8% de proteína; es más bajo que los anteriores, lo que lo hace atractivo, es que no tiene pelos urticantes; llega a una altura de 3 metros y este material, tiene una mayor producción de biomasa y rinde entre 120 a 140 t por corte, y puede ser usado para el ensilaje.

El pasto Morado se desarrolló en Tifton, Georgia, E.E.U.U., por selección de una progenie autopolinizada del pasto Merkeron, el cual es un híbrido alto seleccionado de un cruce de pasto enano elefante x pasto elefante alto, actualmente se encuentra establecido en diferentes municipios del estado de Yucatán, en cuanto a su composición química cuenta con un 15% de proteína, desde su establecimiento hasta su tercer corte se homogeniza la producción de 90 t en base verde.

Entre sus características se encuentra el acortamiento de los entrenudos después de los 45 días de rebrote. Las hojas pueden alcanzar una longitud de un metro, variando su ancho entre tres y cinco centímetros; sus tallos contienen hasta 20 entrenudos de hasta tres centímetros de diámetro. Alcanza su madurez a los 5 meses y llega a una altura promedio de 1.8 a dos metros y florece por causas del fotoperiodo, siendo fértil su semilla. Con la edad se incrementa la concentración de carbohidratos solubles en el tallo hasta un 18% a los 120 días, lo que constituye una ventaja para el rebrote en pastoreo y para el ensilado.

Este tipo de forraje, tiene alta resistencia a la sequía y la experiencia que hay en Yucatán en cuanto en la reducción de los costos de producción de cerdos, se ha encontrado que usado el alimento concentrado por las mañanas y darles el pasto por las tardes, tiene la ventaja de no producir grasa en la carne.

La información generada de estos forrajes como el CT-115, OM-22, CT-169 y el pasto Morado “ Indican que son materiales que se complementan entre sí, por consiguiente, a quienes desean adentrarse hacia su uso, es recomendable que los cultiven por separado, para darle el manejo adecuado que requieren.

Recientemente se realizaron estudios con el zacate morado para conocer el rendimiento que tienen como forraje en la zona henequenera, se encontró casi estable y lo mismo sucedió en el caso de las proteínas; solo que a los 90 días se bajó la concentración en un 9%, situación que permite recomendar que el corte se realice a los 75 a 90 días para los bovinos y de 30 a 35 días para los ovinos. El riego se sugiere que no se proporcione por más de 45 minutos y realizó 2 veces a la semana en época poco lluviosa.

El material vegetativo puede ser cultivado durante todo el año. La semilla utilizada son sus propios tallos (varetas) y estas a su vez, alcanzan su madurez vegetativa entre los 5 y 6 meses de edad. La propagación puede ser de 2 formas: el de semilla o material vegetativo y el de

ahijamiento. El último se recomienda propagarlo en macetas y desahijar a los 25 días de crecimiento, y producirá de 11 a 12 plantas, mismos que deben ser trasplantados inmediatamente. Para cultivar una hectárea, se necesitan 2 toneladas y la preparación del suelo es convencional (arado, grada y surcado) en suelos arables. En la zona Centro-norte la distancia entre surcos es de 1 m y 0.50 m entre plantas, con unos 10 cm de profundidad.

Se cuenta con la autorización por parte de las autoridades del Instituto de Ciencia Animal de la Habana, Cuba para difundir y promover en México el cultivo de estos Forrajes”.

TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

Con la obtención de resultados en campo y laboratorio se realizó el primer día demostrativo en el (CeSyRo) en el mes de junio de 2006, entregándose material vegetativo del clon CT-115 a centros de Investigación como IT de Tizimin, CBTA 14 de Tizimin, CBTA, Izamal, Brigadas de DGETA.

Después al saber de las bondades de estos pastos resistentes a la sequia la Fundación Produce Yucatán, A.C., aprueba el primer proyecto con un costo de 110,000.00 y es promovido con la intención de asegurar la alimentación de los animales y además que una acción ésta, al sociedad y los tres niveles del gobierno tengan que involucrarse para hacer de la ganadería una empresa rentable.

Otro de los días demostrativos que se realizan en las instalaciones del ITC. Fue el 30 de octubre de 2008. En este evento se entregaron 230 toneladas de material vegetativo a 123 productores provenientes de diversas partes del estado.

Al resumir las acciones emprendidas durante el año 2009, destacó que se articularon los Bancos de Biomasa que están establecidos en regiones estratégicas del estado y se generaron varetas para ser utilizadas como “semilla”, tal como las que se encuentran cultivadas en el rancho “ La Curva”, de Buctzotz-Centro Demostrativo y de Transferencia de Tecnología donde se estableció CT-115, OM-22, CT-169 y pasto Morado, Rancho el Chaparral en Sucila, Yucatán.

En la pasada Feria Xmatkuil 2009, la Fundación Produce Yucatán con el fin de promover este tipo de forrajes en el estado, realizó en su Granja Interactiva, el Primer Maratón de la Capacitación a Productores. El Curso-taller que más llamó la atención a los productores, fue el de forrajes resistentes a la sequia y en estos eventos, se entregó más de cinco toneladas de semillas de estos pastos.

El material fue ampliamente demandado por los productores que concurren en los diversos eventos de capacitación (en 55 municipios) que se realizó durante el año 2010 y 2011, destacando los municipios de Panabá, Sucilá, Chicxulub, Mococho, Baca, Tixcocob, Tixpeual, Umán, Samahil, Abalá, Hunucma, Acanceh, Cuzama, Seye, Tahmek, Tekit, Dzilam Bravo, Tzucacab, Muxupip, Tekal de Venegas, Tizimin, Sinanché, Buctzotz, Tunkas, Izamal, Yaxcaba, Xanabá, Cansahcab, Espita, Cacalchen, Chemax, Mérida, Motul, Sudzal, Temozon, Halacho, Can Cun (Qroo), Valladolid, Rio Lagartos, Dzemul, Yobain, Conkal, Dzan, Kinchil, Cenotillo, Dzidzantun, Ixil, Tekax, Peto, Tahdziu, Cantamayec, Tixmehuac y Chacsinkin.

Podemos hacer mención que se ha apoyado a centros de Investigación y productores de INIFAP-de Chetumal Quintana Roo, productores de las Champoton y Escarcega, Campeche, Chiapas, Veracruz, Cintalapa Chiapas, Oaxaca, Emiliano Zapata, Tabasco.

El programa de promoción a la transferencia tecnológica a los productores, el cual se desarrolla conjuntamente con la Fundación Produce Yucatán, es con la finalidad de generar opciones para la ganadería en estos tiempos difíciles y que constituyan fuentes de empleo.

REFERENCIAS

- Del Pozo, P.P. 1998. Contribución al estudio del crecimiento del pasto estrella *C. nlenfuensis* bajo diferentes condiciones de manejo. Tesis Dr. Cs. ICA, La Habana, Cuba.
- Herrera, R.S., Martínez, R.O., Tuero, R., García, M. y Cruz, A.M. 2002. Movimiento de sustancia durante el pastoreo y rebrote del clon CUBA CT-115 (*Pennisetum purpureum*). Rev. Cubana Cienc. Agríc. 36:417.
- Martínez, R.O., Herrera, R.S., Cruz, R y Torres V. 1996. Cultivo de tejidos y fitotecnia de las mutaciones. *Pennisetum purpureum*: otro ejemplo para la obtención de nuevos clones Rev. Cubana Cienc. Agríc. 30, 1-11.
- Martínez, R.O., Herrera, R.S., Cruz, R., Tuero, R. y García, M. 1994. Producción de biomasa con hierba elefante (*Pennisetum purpureum*) y caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) para la producción animal en el trópico. I. Rendimientos. Rev. Cubana Cienc. Agríc. 28. 221.

MESA: NUTRICIÓN Y FORRAJES

EFFECTO DE UN EXTRACTO ENZIMÁTICO DE *Cellulomonas flavigena* EN LA DEGRADABILIDAD RUMINAL *in vitro* DE UNA DIETA PARA CORDEROS

N. Torres Salado, R. Bárcena Gama*, G. Mendoza, S. González, O. Loera, M. Crosby, A. Lara

**Colegio de Posgraduados, Campus Montecillo, Estado de México, 56230, México*
Programa de Ganadería. C.P. 56230. Montecillo, Estado de México, México.
E-mail: rbarcena@colpos.mx

RESUMEN

Un extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena* fue evaluado (0, 2.5, 7.5, 12.5 mL kg⁻¹ MS de alimento) en la degradabilidad *in vitro* de la materia seca (DMS), fibra detergente neutra (DFDN) y ácida (DFDA) de una dieta con 60% de forraje. La degradabilidad se determinó con la primera fase de la técnica de Tilley y Terry a las 6, 12, 24, 48 y 72 h de incubación. El incremento en la dosis enzimática tuvo un efecto lineal en la DIVMS a las 6 h. La DIVFDN no se afectó por el extracto desde las 6 a las 24 h, pero presentó una disminución cuadrática (P=0.06) a la dosis enzimática a las 48 h. La DIVFDA mostró una respuesta lineal de 6 a 72 h. En este estudio, el extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena* incrementó la degradabilidad *in vitro* de la celulosa del rastrojo de maíz y heno de alfalfa, utilizados en la dieta para corderos.

Palabras clave: Enzimas fibrolíticas exógenas, fermentación ruminal, ovinos

INTRODUCCIÓN

Las enzimas fibrolíticas exógenas (EFE) han sido relacionadas con una mayor degradabilidad de la pared celular de los forrajes y con algunos cambios en la fermentación ruminal y con incrementos en la respuesta productiva en rumiantes (Gado et al., 2009). Sin embargo los efectos de las enzimas comerciales en rumiantes no siempre son constantes. Por ello, algunos investigadores han evaluado nuevas alternativas potenciales a partir de microorganismos como *Cellulomonas flavigena* (Hernández et al., 2011); debido a que su extracto enzimático contiene una gran variedad de xilanasas y celulasas (Abt et al., 2010); las cuales al adicionarlas al forraje pueden liberar monosacáridos que pueden ser utilizados en la nutrición de rumiantes (Pérez-Avalos et al., 2008). Se ha propuesto el uso *Cellulomonas flavigena* como una alternativa biotecnológica para la producción de biocombustibles, pero también para ser usado en alimentación de rumiantes (Hernández et al., 2011). El objetivo de este estudio fue evaluar dosis crecientes de extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena* en la degradabilidad ruminal *in vitro* de una dieta con 60% de forraje.

MATERIALES Y MÉTODOS

El extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena* fue obtenido a través de fermentación líquida y se determinó su actividad xilanolítica y carboximetil celulolítica (19.19 y 2.66 UI mL⁻¹, respectivamente; Loera y Córdova, 2003). Con esta información, las dosis enzimáticas se determinaron (mL de extracto kg⁻¹ MS de alimento) con base en la actividad xilanolítica correspondiente. Las dosis (tratamientos) evaluadas fueron 0.0, 2.5, 7.5, 12.5 mL de extracto kg⁻¹ MS de alimento. diluidas en 240, 237.5, 232.5 y 227.5 mL de agua destilada, respectivamente. Antes de asperjar el extracto en el forraje se molieron cada uno de los elementos de la dieta en un molino Willey (Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, PA, USA) con malla de 1 mm. Después de agregar la enzima a los forrajes estos se mezclaron con el concentrado elaborando

una dieta integral; la cual contenía 60% de forraje (30% de rastrojo de maíz y 30% de heno de alfalfa) y 40% de concentrado (15% de maíz, 10% de sorgo, 6% de pasta soya, 7% melaza, 1% de urea y 1% de minerales). La composición de la dieta en materia seca fue de 918.8 g kg⁻¹ (ID 934.01), y PC 156.4 g kg⁻¹ (AOAC, 2005; ID 954.01); con 420.4 g kg⁻¹ de FDN (analizada con amilasa termoestable sin sulfito de sodio, incluye cenizas residuales) y 274.4 g kg⁻¹ de FDA, incluyendo cenizas residuales (Van Soest *et al.*, 1991). Después de 16 h de aplicación del extracto, se pesaron 0.5 g de dieta dentro de bolsas ANKOM® F57 (ANKOM Technologies, Macedon, NY, USA). El fluido ruminal fue obtenido de 3 borregos suffolk (45 kg PV) con cánula ruminal, alimentados con 60% de forraje (35% heno de avena y 25% de ensilado de maíz) y 40% de concentrado con 16% PC y agua a libre acceso. La degradabilidad *in vitro* de la MS (DIVMS) de la dieta fue determinada utilizando la primera fase de la técnica de Tilley y Terry (1963). Los períodos evaluados fueron a las 6, 12, 24, 48 y 72 h en una incubadora Daisy ANKOM® modelo D200 (ANKOM Technologies). La degradabilidad *in vitro* de FDN (DIVFDN) y ácida (DIVFDA) se determinaron de forma secuencial a través del análisis de los residuos obtenidos en la DIVMS (Van Soest *et al.*, 1991) en un analizador de fibra ANKOM® modelo 200 (ANKOM Technologies) utilizando dos tubos (repeticiones) para cada tiempo de incubación; la prueba de degradabilidad fue repetida tres veces. Los resultados de DIVMS, DIVFDN y DIVFDA se analizaron de acuerdo con un diseño de bloques generalizados completamente al azar utilizando el programa GLM del SAS 9.0 (2002). Se utilizaron contrastes polinomiales para probar el incremento en la dosis de enzima entre los tratamientos evaluados. Los coeficientes de los contrastes no ortogonales fueron determinados utilizando el programa IML del SAS 9.0 (2002). La comparación de medias se realizó a través de Tukey (Steel y Torrie, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La DIVMS presentó una respuesta lineal ($P < 0.05$) con el incremento en la dosis del extracto enzimático (Cuadro 1); presentándose una mayor degradabilidad a las 6 h de incubación. La DIVFDN por efecto del extracto no se modificó ($P > 0.05$) desde las 6 a las 24 h de incubación del alimento (Cuadro 2). A las 48 h el incremento en la dosis de enzima provocó una disminución cuadrática ($P = 0.06$) en la DIVFDN. El incremento en la dosis del extracto afectó linealmente ($P > 0.05$) la DIVFDA (Cuadro 3) desde las 6 a las 72 h de incubación de la dieta. Aunque algunas EFE no han mejorado la DIVMS la respuesta lineal en la DIVMS obtenida a las 6 h de incubación, coincide con lo reportado por Moreno *et al.* (2007) cuando incubaron heno alfalfa y una dieta con 40% del mismo forraje adicionada con 2 g/kg MS de xilanasas de *Aspergillus niger* y *Trichoderma viride*. Los resultados de este experimento confirman que las enzimas estimulan la fase inicial de degradación del sustrato. Sin embargo, la DIVFDN de 6 a las 24 h de incubación de la dieta (Cuadro 2) contrasta con la mayor degradabilidad reportada por Eunet *et al.* (2007) cuando adicionaron endoglucanasas y xilanasas comerciales en heno de alfalfa y una dieta con 50% del mismo forraje durante las primeras 24 h de incubación. La disminución cuadrática ($P = 0.06$) en la DIVFDN que se presentó a las 48 h de incubación se pudo deber a un descenso en el pH, generado por una mayor disponibilidad de carbohidratos no estructurales (González-García *et al.*, 2010). El efecto observado en la DIVMS y en DIVFDN confirman que la respuesta por efecto de enzimas fibrolíticas exógenas en la degradabilidad ruminal puede ser variable dependiendo del tipo y cantidad de enzimas, así como de la interacción enzima-sustrato y de la proporción forraje:concentrado. La respuesta lineal en la DIVFDA (Cuadro 3) que se presentó desde las 6 a las 72 h de incubación de la dieta, se puede explicar por la acción de las celulasas del extracto (Abt *et al.*, 2010) en la hidrólisis de la pared celular; las cuales pudieron haber

liberado carbohidratos solubles (Pérez-Avalos *et al.*, 2008) del forraje de la dieta incubada que pudo afectar negativamente la DIVFDN a las 48 h de incubación.

Cuadro 1. Coeficiente de degradabilidad ruminal *in vitro* de la MS de una dieta con 60% de forraje adicionada con extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena*.

Incubación, h	Dosis, mL kg ⁻¹ MS de alimento				EE ^a	P ^b	
	0	2.5	7.5	12.5		Lineal	Cuadrático
6	0.289 ^d	0.297 ^{cd}	0.287 ^d	0.302 ^c	0.002	0.03	0.08
12	0.449	0.448	0.450	0.450	0.011	0.91	0.99
24	0.565	0.552	0.561	0.555	0.009	0.67	0.88
48	0.711	0.683	0.683	0.685	0.013	0.28	0.29
72	0.746	0.736	0.742	0.745	0.008	0.88	0.58

^aError estándar de la media

^bProbabilidad de un efecto significativo a la dosis de enzima (efecto lineal y cuadrático)

^{cd}Media con letra distinta entre líneas son diferentes (P<0.05)

Cuadro 2. Coeficiente de degradabilidad ruminal *in vitro* de la FDN de una dieta con 60% de forraje adicionada con extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena*.

Incubación, h	Dosis, mL kg ⁻¹ MS de alimento				EE ^a	P ^b	
	0	2.5	7.5	12.5		Lineal	Cuadrático
6	0.272	0.283	0.263	0.258	0.016	0.43	0.84
12	0.494	0.480	0.483	0.468	0.019	0.46	0.97
24	0.519	0.515	0.538	0.503	0.010	0.58	0.13
48	0.807	0.787	0.778	0.801	0.009	0.72	0.06
72	0.762	0.717	0.766	0.773	0.013	0.12	0.30

^aError estándar de la media

^bProbabilidad de un efecto significativo a la dosis de enzima (efecto lineal y cuadrático)

^{cd}Media con letra distinta entre líneas son diferentes (P<0.05)

Cuadro 3. Coeficiente de degradabilidad ruminal *in vitro* de la FDA de una dieta con 60% de forraje adicionada con extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena*

Incubación, h	Dosis, mL kg ⁻¹ MS de alimento				EE ^a	P ^b	
	0	2.5	7.5	12.5		Lineal	Cuadrático
6	0.293	0.321	0.370	0.403	0.022	0.0094	0.69
12	0.347 ^e	0.374 ^{cd}	0.420 ^{cd}	0.473 ^c	0.013	0.0004	0.89
24	0.490 ^d	0.506 ^d	0.566 ^c	0.592 ^c	0.009	0.0001	0.37
48	0.640	0.627	0.673	0.686	0.017	0.0314	0.91
72	0.689 ^d	0.739 ^c	0.730 ^c	0.732 ^c	0.007	0.0213	0.03

^aError estándar de la media

^bProbabilidad de un efecto significativo a la dosis de enzima (efecto lineal y cuadrático)

^{cd}Media con letra distinta entre líneas son diferentes (P<0.05)

CONCLUSIÓN

En este estudio, el extracto enzimático de *Cellulomonas flavigena* incrementó la degradabilidad *in vitro* de la celulosa del rastrojo de maíz y heno de alfalfa, utilizados en la dieta para corderos.

REFERENCIAS

- Abt, B., Foster, B., Lapidus, A., Clum, A. 2010. Complete genome sequence of *Cellulomonas flavigena* type strain (134T). *Stan. Genomic Sci.* 3, 15-25.
- AOAC. 2005. Official Methods of Analytical (18th Ed.) Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC.
- Eun, J.S., Beauchemin, K.A., Schulze, H., 2007. Use of Exogenous fibrolytic enzymes to enhance *in vitro* fermentation of alfalfa hay and corn silage. *J. Dairy Sci.* 90, 1440-1451.
- Gado, M.H., Salem, A.Z.M., Robinson, P.H., M. Hassan., 2009. Influence of exogenous enzymes on nutrient digestibility, extent of ruminal fermentation as well as milk production and composition in dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154, 36-46.
- González-García, E., Albanell, E., Caja, G., Casals, R., 2010. *In vitro* fermentative characteristics of ruminant diets supplemented with fibrolytic enzymes and ranges of optimal endo- β -1,4-glucanase activity. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 94, 250-263.
- Hernández, P.A., Bárcena, J.R., Mendoza, G.D., Montes, C.S., González, S.S., Rojo, R., 2011. Xylanase activity from *Celluomonas flavigena* extracts as affected by temperature and its degradation under *in vitro* ruminal conditions. *Afr. J. Microb. Res.* 5, 961-964.
- Loera O., Córdova J., 2003. Improvement of xylanase production by a parasexual Cross between *Aspergillus niger* strains. *Braz. Arch. Biol. Technol.* 46, 177-181.
- Moreno, R., Pinos-Rodríguez, J.M., González, S., Álvarez, G., García, J.C. Mendoza, G., Bárcena, R., 2007. Effect of exogenous fibrolytic enzymes on *in vitro* ruminal degradation of diets for dairy cows. *Interciencia.* 32, 850-853.
- Pérez-Avalos, O., Sánchez-Herrera., L.M., Salgado, L.M., Ponce-Noyola, T., 2008. A bifunctional endoglucanase/endoxylanase from *Cellulomonas flavigena* with potential use in industrial processes at different pH. *Curr. Microbiol.* 57, 39-44.
- SAS, 2002. Statistical Analysis Systems user's guide Version 9.0.0.380. SAS Institute Inc., Raleigh, North Carolina, USA.
- Tilley, M.A., Terry, R.A., 1963. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassld. Soc.* 18, 104-109.
- Steel, G.R., Torrie, J.H., 1986. *Bioestadística: Principios y Procedimientos.* 2nd Ed. McGraw-Hill. México. pp. 167-171.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy. Sci.* 74, 3583-3592.

EFFECTO DEL TIPO RACIAL EN LA COMPOSICIÓN TISULAR DE LA CANAL Y CALIDAD DE LA CARNE DE CORDEROS DE PELO EN FINALIZACIÓN INTENSIVA

F. Ríos^{1*}, B. Zazueta², I. Castro¹, A. Estrada-Angulo¹, L. Contreras³, F. Núñez²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa; ²Facultad de Zootecnia, Universidad Autónoma de Chihuahua; ³Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A.C. Unidad Culiacán

*E-mail: fgrios@uas.edu.mx

RESUMEN

Se determinó la composición tisular de la canal y calidad de la carne de corderos de pelo de diferente grupo racial en finalización intensiva. En la prueba se utilizaron 45 corderos enteros: 22 Dorper x Pelibuey (DRxPB), 11 Pelibuey x Katahdin (PBxKT) y 12 Pelibuey (PB), que recibieron durante 42 días una dieta integral (17 % PC; 3.5 Mcal ED/kg). Al finalizar, 11 DRxPB, 5 PBxKT y 6 PB, fueron sacrificados. El resto de los corderos (11 DRxPB, 6 PBxKT y 6 PB), continuaron en el experimento durante 42 días más, con una dieta integral (15 % PC; 3.6 Mcal ED). Después del sacrificio, las canales se almacenaron (4°C; 24 h). En el músculo *Longissimus dorsi*, se determinaron los valores de color (L*a*b*, chroma), pH₂₄, capacidad de retención de agua (CRA), pérdida por goteo (PPG), esfuerzo de corte (EC); la composición tisular se realizó mediante la disección de la espaldilla. Las variables de color, pH, CRA, PPG, EC y composición tisular se analizaron con un diseño completo al azar. A los 84 días de finalización, se observó que la proporción de hueso fue mayor (P<0.05) en corderos PBxKT (23.49 %), con relación a DRxPB (22.56 %) y PB (21.43 %). La cantidad de grasa disecable de la canal de corderos DRxPB fue mayor (P<0.05) a los 84 días (14.33 vs. 10.75 %); misma situación se observó en corderos PB (14.09 vs. 13.26 %). La luminosidad de la carne en corderos híbridos fue superior (P<0.05) al PB (38.95 vs 35.75). La pérdida de peso por goteo, fue similar (P>0.05) entre los grupos raciales. Sin embargo, el valor de CRA fueron inferior (P<0.01) en el grupo racial DRxPB; esto indica que esta carne es menos hábil para retener agua, lo cual puede estar asociado a ser menos jugosa durante la cocción.

Palabras clave: Cruzamientos, Ovinos, Engorda, Tejidos corporales.

INTRODUCCIÓN

Las principales características de calidad de la canal están determinadas por su composición donde las proporciones de músculo, grasa y hueso, son las de mayor importancia debido a que determinan el valor de la canal. Tal como ocurre con el crecimiento animal, en el rendimiento y composición de la canal, influyen factores genéticos y ambientales (Okeudo y Moss, 2005; Teixeira *et al.*, 2005). Diversos estudios se han desarrollado en ovinos para conocer el efecto del cruzamiento de corderos de pelo con corderos lanares en el rendimiento, características y composición de la canal (Gutiérrez *et al.* 2005; Partida *et al.*, 2009; Vázquez *et al.*, 2011); así como para evaluar el comportamiento, el comportamiento productivo y las características de la canal de corderos Pelibuey y sus cruces F₁ con Dorper y Katahdin (Macías-Cruz *et al.*, 2010; Ríos *et al.*, 2011), y para evaluar las características fisicoquímicas y sensoriales de corderos de pelo comparados con corderos lanares (Hernández-Cruz *et al.*, 2009). La elección del grupo racial y los días de engorda de corderos, pueden impactar en la composición de la canal y calidad de la carne y favorecer así la optimización del rendimiento económico. Por lo anterior, el

objetivo del presente estudio fue determinar el efecto de tipo racial y de los días de engorda en la composición tisular y la calidad de la carne de corderos de pelo en finalización intensiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la Unidad Experimental de Engorda para Ovinos de la FMVZ-Universidad Autónoma de Sinaloa, y en la Laboratorio de Calidad de la Carne de la FZE-Universidad Autónoma de Chihuahua. En la prueba se utilizaron 45 corderos enteros: 22 Dorper x Pelibuey (DRxPB), 11 Pelibuey x Katahdin (PBxKT) y 12 Pelibuey (PB), que recibieron durante 42 días una dieta a base de grano de maíz, pasta de soya, heno de Sudán, melaza de caña y pre-mezcla mineral (17 % PC; 3.5 Mcal ED/kg). Al concluir esta fase, 11 DRxPB, 5 PBxKT y 6 PB, fueron sacrificados. El resto de los corderos (11 DRxPB, 6 PBxKT y 6 PB), continuaron en el experimento y recibieron durante un periodo de 42 días más, una dieta a base de grano de maíz, pasta de soya, heno de sudán, melaza de caña y pre-mezcla mineral (15 % PC; 3.6 Mcal ED). En ambos casos, dieciséis horas antes del sacrificio los animales fueron privados de alimento y solo se les proporcionó agua *ad libitum*. Después del sacrificio, las canales se almacenaron (4°C; 24 h). Cada canal se cortó por la línea media, se registró el peso de la media canal izquierda y se realizaron los cortes primarios (comerciales): cuello, hombro, costillar alto, pecho, lomo, espaldilla, costillar bajo, falda y pierna. La espaldilla de cada canal fue diseccionada en hueso, grasa y músculo. En el músculo *Longissimus dorsi*, se realizaron las mediciones de color, pH, capacidad de retención de agua, pérdida por goteo y esfuerzo de corte mediante el procedimiento Warner-Bratzler. Las variables se analizaron con el procedimiento PROC MIXED de SAS (versión 9.0) para un diseño completo al azar utilizando al peso inicial como covariable, fijando un $\alpha \leq 0.05$ para aceptar diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición tisular. En los corderos sacrificados a los 42 días de finalización intensiva, la composición tisular fue similar ($P > 0.05$) entre grupos raciales (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición tisular de la canal de corderos de pelo de diferente grupo racial en finalización intensiva.

Variable	Periodo	Grupo racial			EEM	P<
		DRxPB	KTxPB	PB		
Músculo, %	42	65.37	60.90	62.93	1.63	0.16
	84	62.28	63.23	63.68	0.79	0.20
Hueso, %	42	23.49	21.88	22.80	0.77	0.39
	84	22.56 ^b	23.49 ^a	21.43 ^c	0.24	0.02
Grasa, %	42	10.75	15.81	13.26	1.38	0.24
	84	14.33	12.44	14.09	0.73	0.72

^{abc} Medias con literal diferente entre columnas indica diferencia estadística ($P < 0.05$)

Sin embargo, a los 84 días de finalización intensiva, se observó que la proporción de hueso fue mayor ($P < 0.05$) en corderos PBxKT (23.49 %), con relación a DRxPB (22.56 %) y PB (21.43 %). Gutiérrez *et al.* (2005) y Partida *et al.* (2009), observaron que la proporción de hueso se mantuvo constante en cruzamientos de ovejas PB con machos lanares. La cantidad de grasa disecable de la canal de corderos DRxPB fue mayor ($P < 0.05$) a los 84 días de engorda intensiva (14.33 vs. 10.75 %); misma situación se observó en corderos PB (14.09 vs. 13.26 %). Partida *et al.*

(2009), registraron que los corderos producto de cruzamiento depositan más grasa recortable que los animales de raza pura.

Calidad de la carne. En el color de la carne, a los 42 días de finalización intensiva, los valores de a^* (8.59), b^* (9.01) y chroma (12.48), fueron similares ($P>0.05$) entre grupos raciales; mismo comportamiento fue observado a los 84 días para a^* (9.12), b^* (7.55) y chroma (11.90). Estos valores fueron similares ($P>0.05$) entre días de finalización dentro de cada grupo racial. A los 84 días, los valores de L^* no fueron diferentes entre DRxPB y KTxPB pero superiores ($P<0.05$) al observado en PB (38.95 vs. 35.75).

Cuadro 2. Características de calidad de la carne de corderos de pelo de diferente grupo racial en finalización intensiva

Variable	Periodo	Grupo racial			EEM	P<
		DRxPB	KTxPB	PB		
L^*	42	36.22	38.61	36.34	1.34	0.58
	84	38.69 ^a	39.32 ^a	35.75 ^b	0.74	0.02
a^*	42	8.92	8.81	8.05	0.44	0.52
	84	9.57	8.97	8.82	0.43	0.24
b^*	42	8.22	10.27	8.55	1.18	0.57
	84	8.00	7.28	7.36	0.59	0.38
Chroma	42	12.16	13.49	11.81	1.07	0.78
	84	12.56	11.63	11.53	0.48	0.14
pH ₂₄	42	5.86	5.79	5.91	0.042	0.86
	84	5.83	5.88	5.91	0.091	0.53
CRA, %	42	58.98 ^b	65.15 ^a	64.19 ^a	0.79	0.01
	84	61.63	59.28	62.02	1.41	0.58
PPG, %	42	3.92	3.96	3.89	1.27	0.16
	84	3.51	3.52	3.24	0.49	0.83
EFWB, kg	42	1.48	1.75	1.82	0.16	0.30
	84	1.96 ^b	1.83 ^b	2.36 ^a	0.11	0.02

L^* = luminosidad; a^* = intensidad de color rojo; b^* = intensidad de color amarillo; pH₂₄= valor de pH a las 24 h *postmortem*; CRA= capacidad de retención de agua; PPG= pérdida de peso por goteo; EFWB= esfuerzo de corte Warner Blatzler.

^{abc} Medias con literal diferente entre columnas indica diferencia estadística ($P<0.05$).

Otros autores han observado diferencias para las variables de color en la carne de corderos. Martínez-Cerezo *et al.* (2005) y Partida *et al.* (2012) afirman que en L^* , a^* y b^* influye el tipo racial; Burke *et al.* (2003), refieren diferencias en a^* y b^* . En relación a los valores de pH a las 24 horas *postmortem*, en ambos periodos de engorda, se encuentran dentro del rango normal para corderos (5.83 a 5.91). La pérdida de peso por goteo, fue similar ($P>0.05$) entre los grupos raciales. Sin embargo, el valor de CRA fueron inferior ($P<0.01$) en el grupo racial DRxPB; esto indica que esta carne es menos propensa a retener agua, lo cual puede estar asociado a ser menos jugosa durante la cocción. Al respecto, Hernández-Cruz *et al.* (2009) refieren un valor de CRA de 42.4 % en corderos de pelo, menor al registrado en el presente trabajo. El valor de EFWB fue mayor ($P<0.02$) en los corderos PB. Al respecto, Partida *et al.* (2012), afirman que el tipo racial no tiene influencia en esta variable.

CONCLUSIÓN

Se concluye que los corderos producto de cruzamiento con PB a los 42 días de finalización intensiva, mostraron el mejor rendimiento tisular así como las características de la calidad de carne. Por lo tanto un ajuste en los días de engorda y el grupo racial favorecen así la optimización del aspecto económico.

REFERENCIAS

- Burke, J.M., Apple, J.K., Roberts, W.J. Boger, C.B., and Kegley, E.B. 2003. Effects of breed-type on performance and carcass traits on intensively managed hair sheep. *Meat Sci.* 63:309-315.
- Gutiérrez, J., Rubio, M.S., Méndez, and R.D. 2005. Effect of crossbreeding Mexican Pelibuey sheep with Rambouillet and Suffolk on carcass traits. *Meat Sci.* 70:1-5.
- Hernández, C.L., Ramírez, B.J.E, Guerrero, L.M.I., Hernández, M.O., Crosby, G.M.M., and Hernández, C.L.M. 2009. Effect of crossbreeding on carcass and meat quality of Mexican lambs. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 62:475-483.
- Macías-Cruz, U., Álvarez, V.F.D., Rodríguez, G.J., Correa, C.A., Torrentera, O.N.G., Molina, R.L. y Avendaño R.L. 2010. Crecimiento y características de la canal de corderos Pelibuey puros y cruzados F₁ con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Arch. Med. Vet.* 42:147-154.
- Martínez-Cerezo, Sañudo, C., Panea, B. Medel, I., Delfa, R., Sierra, I., Beltrán, J.A., Cepero, R, and Olleta, J.L. 2005. Breed, slaughter weight and ageing time effects on physicochemical characteristics of lambs meat. *Meat Sci.* 69:325-333.
- Okeudo, N.J. y Moss, B.W. 2005. Interrelationships amongst carcass and meat quality characteristics of sheep. *Meat Sci.* 69:1-8.
- Partida, P.J.A., Braña, D., Martínez, L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal de ovinos Pelibuey y sus cruza con Suffolk o Dorset. *Rev. Tec. Pec. Mex.* 47:313-322.
- Partida, P.J.A., Vazquez, E. Rubio, M.S and Mendez, D. 2012. Effect of breed of sire on carcass traits and meat quality of Katahdin lambs. *J.Food Res.* 1:141-149.
- Ríos, F.G., Gómez, V.A., Pinos, R.J.M., García, L.J.C., Estrada, A.A., Hernández, B.J., and Portillo, J.J. 2011. Effect of breed on performance and carcass characteristics of Mexican hair sheep. *South African J. Anim. Sci.* 41:275-279.
- Teixeira, A., Batista, S., Delfa, R. y Cadavez, V. 2005. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. *Meat Sci.* 71:530-536.
- Vázquez, S.E.T., Partida, P.J.A., Rubio, L.M.S., y Méndez, M.D. 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de las cruza Katahdin con machos de cuatro razas cárnica especializadas. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 2:247-258.

PREDICCIÓN DEL PESO VIVO EN BORREGAS PELIBUEY ADULTAS USANDO UN MODELO BASADO EN LA CONDICIÓN CORPORAL

D. Macías-Vega¹, A.J Chay-Canul^{1*}, C. Luna-Palomera¹, J. Peralta-Torres¹, N. Ojeda-Robertos¹, J. Ku-Vera², A. Ayala-Burgos², A. Berumen-Alatorre¹

¹*Cuerpo Académico de Producción de Rumiantes, División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.* ²*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5, CP 97100 Mérida, Yucatán, México*

**E-mail: ajchc19@yahoo.com.mx*

RESUMEN

Se evaluó un modelo para predecir el peso vivo (PV) de borregas Pelibuey adultas, usando la condición corporal (CC). El modelo evaluado fue desarrollado utilizando la relación entre PV y CC de borregas obtenidos de diez artículos publicados en la literatura científica en las cuales se estudió esta relación en 12 razas (siete razas lecheras y cinco razas de carne o lana). En general, los valores predichos presentaron una ligera sobrestimación del PV, presentado en promedio una sobrestimación de 0.05 kg que correspondió al 0.15% del PV observado en todas las CC, aun así el modelo presentó una buena precisión para el PV. Al analizar los valores observados y predichos por medio de un análisis de regresión, se pudo construir un modelo que podría ser utilizado para mejorar la predicción del PV de borregas Pelibuey adultas: $PV (kg) = 22.09 (\pm 0.478) + 6.01 (\pm 0.161) CC$; (CME= 0.913; DER= 0.956; R²= 0.99; P= <0.0001). Se concluye que los modelos evaluados pueden ser usados para predecir en forma confiable el PV a cualquier CC y en borregas Pelibuey adultas, no gestantes y no lactantes.

Palabras clave: reservas energéticas, balance energético, ovinos de pelo.

INTRODUCCIÓN

La condición corporal (CC) ha sido utilizada como un indicador de las reservas energéticas corporales disponibles, y especialmente como un indicador del estatus nutricional de las ovejas (Caldeira *et al.*, 2007). Adicionalmente, se ha demostrado su efecto sobre el desempeño reproductivo, afectando la presentación y duración del estro, así como la actividad ovárica y la tasa ovulatoria en ovinos de pelo (De la Isla *et al.*, 2010).

Cannas y Boe (2003), reportaron que durante los ciclos productivos de las ovejas es necesario el monitoreo del balance energético y cuantificar los cambios en las reservas corporales de energía de los animales. Existen diferentes métodos para la evaluación de las reservas corporales, pero algunos de estos solo pueden ser usados en condiciones de laboratorio, sin embargo en condiciones de campo, el peso vivo (PV) y la CC parecen ser los únicos disponibles (Mendizabal *et al.*, 2011). De estos, el PV resulta fácil de medir, sin embargo no siempre refleja la masa corporal real del animal (Mendizabal *et al.*, 2011). La CC resulta un método de fácil aplicación que no requiere de equipo para su determinación (Mendizabal *et al.*, 2011), pero, este parámetro presenta el inconveniente de ser subjetivo.

La capacidad de predicción de las reservas corporales, usando el PV y la CC, se ha basado en el estudio de la relación de estas variables con el contenido de lípidos corporales y de la disección de estos depósitos en animales sacrificados; diversos reportes ponen en evidencia la superioridad

de la CC, como predictor más eficiente de estos parámetros (Mendizábal *et al.*, 2011). No obstante, en la borrega Pelibuey adulta, el PV parece ser un mejor indicador (Chay-Canul *et al.*, 2011b). Cannas y Boe (2003) y Chay-Canul *et al.* (2011a), reportaron que para la utilización de la CC como herramienta para el monitoreo del balance energético y las reservas corporales de los borregas, es necesario conocer la relación entre la CC y el PV, así mismo, reportan que esta relación ha sido estudiada solo en algunas razas de borregas, por lo que se han reportado diferentes cambios de peso por unidad de CC (PV/CC), lo que a su vez está asociado el PV maduro de cada raza, diferencias en el tamaño corporal, así como al llenado gastrointestinal (Caldeira y Portugal, 2007). El objetivo del presente estudio fue evaluar un modelo para predecir el PV de borregas Pelibuey adultas, usando el modelo propuesto por Cannas y Boe (2003).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluó el modelo propuesto por Cannas y Boe (2003), para predecir el PV de borregas Pelibuey. Este modelo, fue desarrollado utilizando la relación entre PV y CC de borregas obtenidos de diez artículos publicados en la literatura científica en las cuales se estudió esta relación en 12 razas (siete razas lecheras y cinco razas de carne o lana). En este modelo, el intercepto de la ecuación se consideró como el PV a la CC 0 y la pendiente como la variación del PV por cada cambio en la CC (Cannas y Boe, 2003; Cannas *et al.*, 2004). De igual forma, de acuerdo a lo propuesto por Cannas y Boe (2003), se consideró a la CC 2.5 como el punto medio debido a la simetría entre 0-5 y además por ser considerado como la CC más común en los sistemas de producción ovina. La evaluación se realizó con la ecuación propuesta por Chay-Canul *et al.* (2011a), para estimar la relación PV/CC en la escala de 0-5 propuesta por Russell *et al.* (1969).

La ecuación evaluada fue la siguiente: Cannas y Boe (2003), $PV = (0.594 + 0.163 \times CC) \times PV@CC\ 2.5$ (Ecuación 1).

Dónde: PV: peso vivo, CC: Condición corporal; PV@CC 2.5, PV a una CC de 2.5 (en la escala de 0-5, Russell *et al.*, 1969).

La ecuación propuesta por Chay-Canul *et al.* (2011a), para borregas Pelibuey adultas, no gestantes y no lactantes, fue: $PV\ (kg) = 21.67 (\pm 3.09) + 5.84 (\pm 1.21) * CC$ (CME= 14.59; DER = 3.82; $R^2 = 0.31$; $P = <0.0001$; $n = 54$) (Ecuación 2). Adicionalmente, se evaluó una segunda ecuación propuesta por Cannas y Boe (2003), para predecir el PV de borregas adultas a una CC de 2.5: $PV@CC\ 2.5 = PV / (0.594 + 0.163 \times CC)$ (Ecuación 3). Posteriormente, entre los valores observados y predichos, se realizó un análisis de regresión con el PROC REG del SAS (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La predicción del modelo (Ecuación 1) fue usada para predecir el PV de las borregas Pelibuey adultas basándose en la modalidad de la Ecuación 2, propuesta por Chay-Canul *et al.* (2011a), la cual indica que por cada cambio en la CC en borregas Pelibuey adultas, no gestantes y no lactantes, corresponde a un cambio de 5.84 kg y que este cambio correspondió al 13% del PV maduro (45 kg) para borregas Pelibuey (Duarte-Vera *et al.*, 2012). Se pudo observar que las predicciones realizadas con la Ecuación 1, presentaron buena precisión para el PV en cualquiera de las CC de las borregas Pelibuey. El PV predicho para la CC2 fue el más confiable (0.02 kg y 0.06% PV observado), siendo el menos preciso a la CC0 (-0.13 y -0.58% PV observado), Sin embargo, en forma general, los valores predichos presentaron una ligera sobrestimación del PV en su mayoría a excepción de CC 0 y 1, que presentaron una subestimación reflejando, así que lo predicho es menor a lo observado; presentado en promedio una sobreestimación de 0.053 kg que correspondió al 0.07% del PV, observado en todas las CC (Cuadro 1), aun así el modelo presentó

una buena precisión para el PV. Basadas en evaluaciones preliminares, Tedeschi et al. (2010), reportan que esta ecuación podría ser usada también para predecir el PV en cualquier CC en cabras.

Al evaluar la Ecuación 3, para la predicción del CC a una CC de 2.5, se obtuvo que el PV promedio de las borregas Pelibuey adultas fue de 36.15 kg. De acuerdo a los datos de Chay-Canul et al. (2011), el PV de las borregas con CC 2.5 fue de 36.20 kg la diferencia entre la estimación fue de 0.05 kg, lo que representó el 0.15% del PV observado a CC2.5, por lo que el modelo, predice el PV a CC2.5 con buena precisión.

Cuadro 1. Relación entre el PV y CC (escala 0-5) en borregas Pelibuey adultas, no gestantes y no lactantes.

CC	Observado (kg) ^a	Predicho (kg) ^b	Diferencia	
			(kg) ^c	% ^c
0	21.67	21.54	-0.13	-0.58
1	27.51	27.46	-0.05	-0.19
2	33.35	33.37	0.02	0.06
2.5	36.27	36.32	0.05	0.15
3	39.19	39.28	0.09	0.23
4	45.03	45.19	0.16	0.36
5	50.87	51.10	0.23	0.46

^a Utilizando el modelo propuesto por Chay-Canul et al. (2011) (Eq. 1)

^b Utilizando el modelo propuesto por Cannas y Boe (2003) (Eq. 2)

^c Diferencia entre predicho – observado (kg y %)

CONCLUSIÓN

Se concluye que ambos modelos evaluados pueden ser usados para predecir en forma confiable el PV a cualquier CC, así como el PV a la CC 2.5 de borregas Pelibuey adultas, no gestantes y no lactantes.

REFERENCIAS

- Caldeira, R. M., A. T., Belo, C. C., Santos, M. I., Vazques, and A. V., Portugal. 2007. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small Rumin. Res.* 68: 233-241.
- Caldeira, R. M., and A. V., Portugal. 2007. Relationships of body composition and fat partition with body condition score in Serra da Estrela ewes. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 20: 1108-1114.
- Cannas A., and F. Boe. 2003. Prediction of the relationship between body weight and body condition score in sheep. *Ital. J. Anim. Sci.* 2: 527-529.
- Cannas, A., L. O., Tedeschi, D. G., Fox, A. N., Pell, P. J., Van Soest. 2004. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. *J. Anim. Sci.* 82: 149-169.
- Chay-Canul, A. J., A. J., Ayala-Burgos, J. C., Kú-Vera, J. G., Magaña-Monforte, and C. L., Ferrell. 2011a. Metabolizable energy intake and changes in body weight and body condition of Pelibuey ewes fed three levels of roughage diets under tropical conditions. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 14: 777-786.

- Chay-Canul, A. J., A. J., Ayala-Burgos, J. C., Kú-Vera, J. G., Magaña-Monforte, and L. O., Tedeschi. 2011b. The effects of metabolizable energy intake on body fat depots of adult Pelibuey ewes fed roughage diets under tropical conditions. *Trop. Anim. Health Prod.* 43: 929-936.
- De la Isla H. G., J. R. Aké-López, A. Ayala-Burgos, and A. González-Bulnes. 2010. Effect of body condition and season of the year on estrous cycle, estrous, follicular development and ovulation rate in Pelibuey ewes under tropical conditions. *Vet. Méx.* 41:167-175
- Duarte-Vera, F., C. A., Sandoval-Castro, L. A., Sarmiento-Franco, L. O., Tedeschi and R., Santos-Ricalde. 2012. Energy and protein requirements of growing Pelibuey sheep under tropical conditions estimated from a literature database analyses. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 15: 97-103.
- Mendizabal, J. A., R. Delfa, A., Arana, and A., Purroy.. 2011. Body condition score and fat mobilization as management tools for goats on native pastures. *Small Rumin. Res.* doi:10.1016/j.smallrumres.2011.03.029.
- Russell, A.J.F., J. M Doney, and R. G., Gunn, R.G. 1969. Subjective assessment of body fat in live sheep. *J. Agric. Sci. (Cambridge)*. 72: 451-454.
- SAS., 2004. Statistical Analysis System, Users. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Tedeschi, L. O., Cannas, A. & Fox, D. G., 2010. A nutrition mathematical model to account for dietary supply and requirements of energy and nutrients for domesticated small ruminants: The development and evaluation of the Small Ruminant Nutrition System. *Small Rum. Res.*, 89, 174–184.

RENDIMIENTO Y COMPOSICIÓN DE LA CANAL Y PARTES NO COMESTIBLES DE OVINOS DE PELO ALIMENTADOS CON FRUTOS DE LEGUMINOSAS TROPICALES

E. Briceño-Poot^{1*}, A. Soto-Aguilar¹, A. Ruiz-González¹, J.C. Ku-Vera¹, A. Ayala-Burgos¹, J. Canul-Solis¹, A. Chay-Canul², A. Piñeiro-Vázquez, J. Espinoza-Hernández¹ y C. Aguilar-Pérez¹

¹ *Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5, Apdo. Postal 4-116 Itzimmá, C.P. 97100, Mérida, Yucatán, México* ² *División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Teapa km 25, Ranchería la Huasteca 2ª sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México.*

*E-mail: e.bric.poot@gmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el rendimiento, componentes de la canal y las partes no comestibles de ovinos de pelo alimentados con frutos de leguminosas tropicales. Se utilizaron 18 ovinos machos con un peso promedio de 33.3 ± 2.5 kg (Media \pm Desviación Estándar). La fase de alimentación tuvo una duración de 81 días. Los tratamientos experimentales fueron: Control, *Acacia pennatula* (55:45; Control:A. *pennatula*) y *Enterolobium cyclocarpum* (55:45 Control:E. *cyclocarpum*). Al finalizar la fase de alimentación los animales fueron sacrificados y se registraron los componentes de la canal y las partes no comestibles. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 3 tratamientos y 6 ovinos como repeticiones. No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos, para el peso vivo vacío (31.2kg), el peso de la canal caliente (17.6kg), el peso de la canal fría (17.4kg), el total de desechos no comestibles (7.1 kg) y la grasa visceral total (2.1kg). Se encontró diferencia ($P < 0.05$) en el rendimiento comercial entre el tratamiento con inclusión de la harina de *A. pennatula* (53.8%) y *E. cyclocarpum* (51.3%); sin embargo, estos no presentaron diferencias ($P > 0.05$) con respecto al tratamiento control (53.1%). Se concluye que es posible incorporar hasta un 45% de la MS de la harina de frutos molidos de *A. pennatula* y *E. cyclocarpum* en las raciones, sin afectar el rendimiento y componentes de la canal y partes no comestibles de ovinos de pelo.

Palabras clave: rendimiento, canal, frutos, ovinos

INTRODUCCIÓN

La producción de carne ovina en México se ha incrementado en los últimos años, como resultado de una mayor demanda de carne de ovino, resultado de la tendencia creciente en la población (Piñeiro-Vázquez et al., 2013). La base de la alimentación en las granjas de ovinos son los granos, los cuales son importados en grandes volúmenes de países desarrollados, a un costo elevado, lo que reduce la rentabilidad de los sistemas de producción (Mendoza et al., 2007; Piñeiro-Vázquez et al., 2013). Es por ello que se buscan alternativas de alimentación que contribuyan con la sostenibilidad de los sistemas de producción; en este sentido en las regiones tropicales existen forrajes y frutos de árboles y arbustos que presentan un alto valor nutritivo con potencial en la alimentación de rumiantes como sustitutos parciales de granos en las raciones integrales. Durante la estación seca, los frutos de especies arbóreas como *Acacia pennatula* y *Enterolobium cyclocarpum* se encuentran disponibles para la alimentación de rumiantes. Piñeiro-Vázquez et al. (2013) con 50% de inclusión de la MS de las vainas completas de *E. cyclocarpum*

en la ración, reportaron un consumo de 91 g MS/kg^{0.75}/d y 71% de digestibilidad de la MS en ovinos Pelibuey. Briceño-Poot et al. (2012) con 45% de inclusión de *A. pennatula* reportaron un consumo 86 g MS/kg^{0.75}/d y 67% de digestibilidad de la MS. Moscoso et al., (1995) incorporaron 36% de *E. cyclocarpum* en la ración de ovinos de pelo, teniendo como resultado una ganancia de peso de 223 g/d y 49.8% de rendimiento de la canal con respecto al peso vivo vacío. A pesar que se conocen algunos indicadores del efecto de los frutos tropicales sobre los parámetros productivos de los ovinos, resulta importante disponer de una caracterización más detallada sobre las partes comestibles y no comestibles de las canales de ovinos alimentados con recursos tropicales. El objetivo de este trabajo fue evaluar los componentes de la canal y las partes no comestibles de ovinos de pelo en crecimiento alimentados con los frutos molidos de dos leguminosas tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en la FMVZ de la Universidad Autónoma de Yucatán (21° 06' N y 89° 27' O). Se emplearon 18 ovinos de pelo con un peso promedio al sacrificio de 33.3 ± 2.5kg (Media ± Desviación Estándar) en un diseño completamente al azar con tres grupos (n=6). La fase de alimentación tuvo una duración de 81 días. El tratamiento Control consistió en una ración a base de sorgo (50%), pasta de soya (29%), heno de *Brachiaria brizantha* (5%), cascarilla de soya (5%), melaza (8%), aceite vegetal (1%) y sales minerales (2%). Para el tratamiento *A. pennatula* se incluyó el 45% de la MS de los frutos molidos, sorgo (21.5%), pasta de soya (22%), melaza (8%), aceite vegetal (1.5%) y sales minerales (2%). En el tratamiento *E. cyclocarpum* se incorporó el 45% de la MS del fruto molido, sorgo (26.6%), pasta de soya (17.4%), melaza (8%), aceite vegetal (1%) y sales minerales (2%). Las raciones fueron formuladas de acuerdo al AFRC (1993) para tener un contenido de proteína cruda de 17.5% y energía metabolizable de 11.4 MJ/kg MS. Posterior a la fase de alimentación, los animales fueron sacrificados, de acuerdo a lo establecido en las Normas Oficiales Mexicanas (NOM-08-ZOO-1994, NOM-09-ZOO-1994 y NOM-033-ZOO-1995). Los borregos fueron ayunados por 16 h y pesados previo al sacrificio. Se recolectó la sangre; las patas, cabeza y piel se seccionaron y pesaron por separado. Después las canales se evisceraron, se separaron y pesaron todos los órganos de la cavidad abdominal y torácica; así como la grasa omental, mesentérica, pericárdica y pélvica. El tracto gastrointestinal se pesó lleno y vacío. Las canales fueron pesadas en caliente (PCC) y en frío (PCF, después de 24 h en refrigeración a 4°C). Las variables se estimaron utilizando las siguientes fórmulas (Mekonnen et al., 2009):

Rendimiento Comercial (%) [RC]: PCC entre peso vivo (PV) al sacrificio por 100. Rendimiento Verdadero (%) [RV]: PCC entre el peso vivo vacío (PVV) por 100.

Contenido Gastrointestinal (kg) [CGI]: Peso total del intestino – Peso del intestino vacío.

Desechos Comestibles Totales (kg) [DCT]: Suma del peso del pulmón, tráquea, corazón, hígado, riñones, bazo, rumen, retículo, omaso, abomaso, intestinos (delgado y grueso).

Total del Producto Aprovechable (kg) [TPU]: PCC +DCT.

Total de desechos no comestibles (kg) [TDNC]: Suma de la cabeza, piel, patas, testículos, sangre, vesícula biliar y contenido intestinal.

Grasa visceral total (kg) [GVT]: Suma de la grasa omental, mesentérica, pericardica y pélvica.

Los resultados fueron analizados mediante GLM (SAS, 2006). Las medias de los tratamientos se sometieron a una prueba de Tukey con el fin de determinar diferencias estadísticas entre tratamientos (P<0.05).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias ($P < 0.05$) para el PV, PVV, RV, PCC y PCF entre el tratamiento control y los tratamientos con inclusión de 45% de frutos molidos de *A. pennatula* y *E. cyclocarpum* (Cuadro 1). Sin embargo los resultados encontrados en los tratamientos con inclusión de frutos de leguminosas tropicales son inferiores a lo reportado por Aguilar et al. (2011) para ovinos Pelibuey sacrificados a los 84 días en engorda intensiva. Para el RC se encontraron diferencias ($P < 0.05$) entre el tratamiento con inclusión de *A. pennatula* y *E. cyclocarpum*; sin embargo estos no presentaron diferencias ($P > 0.05$) con respecto al tratamiento control. El promedio del rendimiento de la canal de los ovinos en las dietas experimentales es ligeramente superior al valor reportado (50.6%) por Partida et al. (2009) en borregos Pelibuey y sus cruza con las razas Suffolk y Dorset. Es posible que periodos prolongados de ayuno antes del sacrificio resulten en mayores pérdidas de peso, de orina y heces, lo que afecta directamente el RC. Aunque el tratamiento control fue el que presentó el mayor contenido de GVT, este no presentó diferencias ($P > 0.05$) en comparación con los tratamientos con inclusión de frutos de leguminosas tropicales. Por su parte, Partida et al. (2009) mencionan que los mayores depósitos de grasa ocurre en las vísceras y que la deposición de las grasa en borregos de pelo está dada en función de la ingesta diaria de EM. Para los componentes de la canal no comestibles, CGI, TPU y TDNC no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) entre tratamientos. Para DCT el tratamiento control y *E. cyclocarpum* no presentaron diferencias ($P > 0.05$); sin embargo *A. pennatula* fue diferente ($P < 0.05$) para este variable. Por otra parte, el CGI fue menor al porcentaje reportado por Aguilar et al., (2011), esto puede estar asociado a un menor peso al sacrificio en los ovinos del presente estudio.

Cuadro 1. Componentes de la canal y no canal en ovinos de pelo alimentados con frutos de leguminosas tropicales

Variables	Control	<i>A. Pennatula</i>	<i>E. cyclocarpum</i>	EEM	Valor P
Peso Vivo (kg)	35.2	31.8	32.8	2.24	0.065
Peso Vivo Vacío (kg)	33.1	29.9	30.5	2.31	0.066
Canal Caliente (kg)	18.7	17.1	16.9	1.39	0.078
Canal Fría (kg)	18.5	16.9	16.7	1.36	0.069
Contenido Intestinal (kg)	2.1	1.9	2.3	0.44	0.613
Desecho Comestible Total (kg)	3.2 ^a	2.8 ^b	3.3 ^a	0.20	0.049
Total Producto Utilizable (kg)	21.8	19.9	20.2	1.52	0.315
Total Desecho No Comestible (kg)	7.6	6.8	6.9	0.57	0.062
Grasa Visceral Total (kg)	2.4	1.9	2.0	0.63	0.390
Rendimiento Comercial (%)	53.1 ^{ab}	53.8 ^a	51.3 ^b	1.50	0.032
Rendimiento Verdadero (%)	56.5	57.2	55.3	1.68	0.153

^{a,b,c,d} Hileras con distintas literal son estadísticamente diferente entre ellas.

CONCLUSIÓN

Se concluye que es posible incorporar los frutos molidos de *Acacia pennatula* y *Enterolobium cyclocarpum* hasta en un 45% de la MS de la ración, sin afectar el rendimiento, la composición de la canal y las partes no comestibles de ovinos de pelo.

REFERENCIAS

- AFRC. 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB international, Wallingford, U.K.
- Aguilar, H.J., Estrada, A.A., Pérez, F.A., Portillo, L.J., Ríos, R.F. y Robles, E.J. 2011. Rendimiento de canal y de componentes no cárnicos de corderos de distinto grupo racial en engorda intensiva durante 42 y 84 días. XXXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C., Chapingo, México
- Briceño- Poot, E.G, Ruiz, González, A., Chay-Canul, A., Ayala Burgos, A., Aguilar Pérez, C., Solorio-Sánchez, F.J., Ku-Vera, J.C. 2012. Voluntary intake, apparent digestibility and prediction of methane production by rumen stoichiometry in sheep fed pods of tropical legumes. Anim. Feed Sci. Technol. 176: 117-122.
- Mekonnen, H., Endale, M., Salvador, F., Tegegne, A. 2009. Effects of diets based on 2 different maize varieties (QPM and Common) on growth and slaughter performance of Ethiopian highland ram-lambs. *Revue Méd. Vét.*; 160, 6, 293-299
- Mendoza, M.G.; Plata, P.F.; Ramírez, M.M.; Mejía, D.M.; Lee, R.H. and Barcena G.R. 2007. Evaluación de alimentos integrales para el engorde intensivo de ovinos. *Revista Científica FCV-LUZ*. 17: 66-72.
- Moscoso, C., Veles, M., Flores, A. and Angudelo, N. 1995. Effects of Guanacaste tree *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq. Griseb).Fruit as replacement for sorghum grain and cotton-seed meal in lambs diets. *Small Ruminant Research*. 18: 121-124.
- Partida, de la P. J. A., Braña, V. D., Martínez, R. L. 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Téc Pecu Méx*; 47:313-322.
- Piñeiro-Vázquez, A. T., Ayala-Burgos, A. J., Chay-Canul, A. J., Ku-Vera, J. C. 2013. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs.*Trop Anim Health Prod*. 45: 577-583
- SAS. 2006. Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 9.00, Cary, NC27512-8000. USA.

ESCARIFICACIÓN DE SEMILLAS DE LEGUMINOSAS CON POTENCIAL FORRAJERO NATIVAS DE LA PENÍNSULA DE YUCATÁN

J. Hernández, M. Rodríguez Hernández, G. Azcorra Perera, B. Ortiz de la Rosa, H. Magaña Sevilla

*Instituto Tecnológico de Conkal. Km. 16.3 Antigua carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán.
E-mail: hectorms@homail.com*

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de siete tratamientos pregerminativos en semillas de *Ipomea purpurea*, *Chamaecrista nictitans* y *Rhynchosia minima*, especies nativas de la península de Yucatán que son aprovechadas por los animales en pastoreo. Las vainas con semillas se colectaron en el municipio de Chicxulub Pueblo, estado de Yucatán, México, posteriormente, se hizo la extracción, selección, agrupación de las semillas en perfectas condiciones y sometidas en ácido sulfúrico al 98% y ácido giberélico al 8.20% para propiciar su germinación en 7 tratamientos con 4 réplicas (n=100): (T1) Testigo, (T2) 10 minutos en H₂SO₄, (T3) 20 minutos en H₂SO₄, (T4) 30 minutos en H₂SO₄, (T5) 40 minutos en H₂SO₄, (T6) 60 minutos en H₂SO₄ y (T7) ácido giberélico al 8.20%. Las semillas de *I. purpurea* y *C. nictitans* consiguen los mayores porcentajes de germinación cuando fueron tratados en H₂SO₄ durante 20 minutos (65 y 59%, respectivamente); mientras que para *Rhynchosia minima* se obtuvo el 99% en el tratamiento con H₂SO₄ durante 10 minutos a los 6 días. Las semillas de estas leguminosas tropicales presentan dormancia y pueden esarificarse eficientemente con la exposición de 10 a 20 minutos al ácido sulfurico. El ácido giberélico no es recomendable como tratamiento pregerminativo en estas especies.

Palabras clave: Escarificación, semillas, *Ipomea purpurea*, *Chamaecrista nictitans* y *Rhynchosia minima*.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de los rumiantes en el trópico depende de los forrajes disponibles y la calidad de estos. Las especies forrajeras nativas de la península de Yucatán son un recurso que ha sido aprovechado de manera empírica, (Flores y Bautista, 2012) por lo que es necesario realizar estudios agronómicos y nutricionales para determinar su mejor uso, y para realizarlos, se requiere establecer parcelas. Sin embargo, las semillas de leguminosas presentan dormancia (bloqueo de la germinación de la semilla) según Finch y Leubner (2006). La mayor parte de las plantas presentan dormancia de tipo fisiológica, aunque la dormancia por causas físicas y fisiológicas también responde a métodos de escarificación (Baskin y Baskin, 2004) que disminuyen la efectividad de las barreras que impiden el paso de agua al interior para iniciar el proceso de germinación. Dichos métodos pueden ser químicos con ácidos y bases, mecánicos como frotar las semillas con lija o someter a lijado con arena fina en una revolvedora o en una licuadora, imbibición en agua, agua caliente, tratamientos con temperaturas y otros (Susko *et al.*, 2001). El objetivo del presente trabajo fue evaluar diferentes tratamientos de escarificación de semillas de *Ipomea purpurea*, *Chamaecrista nictitans* y *Rhynchosia minima* para el proceso germinativo acelerarutilizando ácido sulfúrico al 98% y ácido giberélico al 8.20%.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las semillas de *Ipomea purpurea*, *Chamaecrista nictitans* y *Rhynchosia minima* fueron colectadas de plantas en su estado natural, que alcanzaron la producción de semilla, en el municipio de Chicxulub Pueblo, Yucatán (21°08'23"N, 89°30'68"O). La vegetación corresponde a selva baja caducifolia, con clima AW0. La prueba de escarificación se realizó en el laboratorio de usos múltiples del Instituto Tecnológico de Conkal. Las semillas fueron colectadas de plantas identificadas, que crecieron en su ciclo natural, y cosechadas cuando alcanzaron el grado de madurez de inicio de abertura de las vainas, transportadas en bolsas de papel y al día siguiente de la cosecha, cada una de las tres especies fueron sometidas a 7 tratamientos, en un diseño experimental completamente al azar: Testigo (sin escarificar); ácido sulfúrico al 98% durante 10, 20, 30, 40 y 60 minutos; y con ácido giberélico al 8.20%. Cada tratamiento se realizó por cuatuplicado (N=100). Posteriormente, se lavaron con agua, se colocaron en cajas de petri de 150 x 20 mm con papel humedecido y se realizaron conteos de las semillas germinadas durante 6 días, registrándose como el total de las semillas germinadas. Se realizó un análisis de varianza a los datos obtenidos y una prueba de medias DMS, utilizando el programa Gnumeric 1.10.16. Se compararon los ajustes a diferentes modelos polinomiales (lineal, cuadrático y cúbico) para la respuesta al tiempo de exposición al ácido sulfúrico, y se determinó el mejor ajuste con una prueba F de suma extra de cuadrados, utilizando el programa estadístico Prism 5.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la especie *I. purpurea*, el porcentaje de germinación se obtuvo en el tratamiento con H₂SO₄ durante 20 minutos con 65% (Cuadro 1). Después de este nivel, el porcentaje de semillas germinadas se dispersa, y tiende a la baja.

Cuadro 1. Valores medios de germinación final (Media \pm Desviación estándar) en semillas de leguminosas según el tratamiento de escarificación a los 6 días después del tratamiento.

Tratamiento	<i>Ipomea purpurea</i>		<i>Chamaecrista nictitans</i>		<i>Rhynchosia minima</i>	
	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.	MEDIA	D.E.
Testigo	4.67 ^a	0.58	23.33 ^a	1.53	2.67 ^a	1.53
10 min H ₂ SO ₄	58.67 ^b	4.93	41.00 ^{ab}	13.45	99.00 ^{bcde}	0.00
20 min H ₂ SO ₄	65.00 ^{bc}	5.20	59.64 ^b	16.70	92.67 ^{bc}	4.93
30 min H ₂ SO ₄	33.00 ^b	19.00	45.00 ^{ab}	31.19	98.67 ^{bcde}	1.53
40 min H ₂ SO ₄	38.00 ^b	29.10	0.00	0.00	83.00 ^b	5.29
60 min H ₂ SO ₄	38.00 ^b	17.78	0.00	0.00	89.67 ^{bc}	3.06
Ác. Giberélico 8.2%	0.67 ^a	0.58	18.33 ^a	2.52	0.67 ^a	0.58

Distintas literales en la misma columna indican diferencias estadísticas (P<0.05).

La tendencia que presenta, según el tiempo de exposición al ácido sulfúrico es lineal, con una disminución conforme aumenta el tiempo (Fig. 1). En la especie *C. nictitans*, el mayor porcentaje de germinación se obtuvo en el tratamiento con H₂SO₄ durante 20 minutos con 59.64%, demostrando una clara tendencia cuadrática (Fig. 1) en la que el tiempo de exposición cae con exposiciones menores o mayores a 20 minutos (Fig. 1). *Rhynchosia minima* responde mejor a los intervalos cortos, empero, presenta tendencia lineal, reduciendo el número de semillas germinadas conforme aumenta el tiempo de exposición. Presenta asimismo, el 99% a los 10 minutos de exposición. El ácido giberélico no fue diferente al tratamiento testigo, sin embargo, la escarificación de la semilla con ácido sulfúrico aumentó el porcentaje de germinación en forma

significativa, con respecto al testigo. En otros estudios realizados para diferentes especies de Ipomea por Azania *et al.* (2003) reportan datos sobre el porcentaje de germinación en semillas tratadas en ácido sulfúrico durante 5, 10, 15 y 20 minutos para *I. grandifolia* (58, 37, 22 y 34%), *I. hederifolia* (76, 49, 82 y 55%), *I. quamoclit* (43, 33, 66 y 35%), *I. nil* (69, 79, 72 y 62%), respectivamente. Sobrero *et al.* (2003) reportaron los porcentajes de germinación de semillas de *I. nil* (57.30, 82, 92.70 y 11%) tratadas con ácido sulfúrico durante 20, 40, 60 y testigo, respectivamente.

La respuesta al tiempo de exposición al ácido sulfúrico en las semillas fue diferente según la especie. Se presentó una tendencia lineal para *Ipomea purpurea* (R^2 0.21) y *Rhynchosia minima* (R^2 0.30), mientras que el mejor ajuste de los datos para *Chamaecrista nictitans*, se presentó con el modelo cúbico (R^2 0.53)

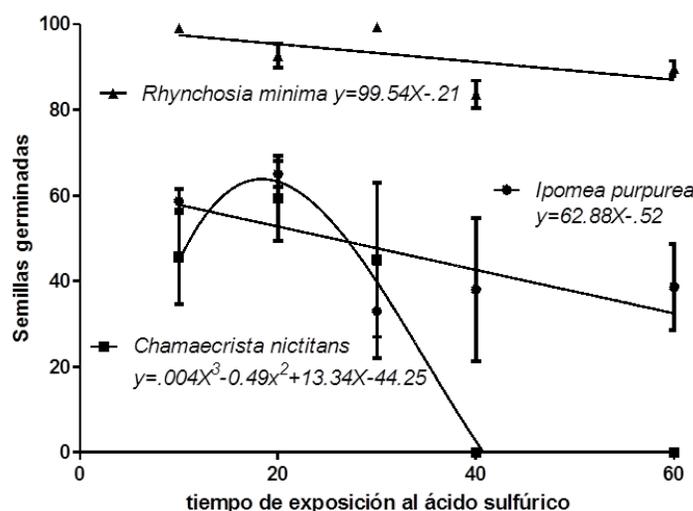


Figura 1. Semillas germinadas a los seis días, según el tiempo de exposición al ácido sulfúrico.

CONCLUSIONES

Las semillas de las especies estudiadas presentan dormancia, y ácido sulfúrico es una útil herramienta para escarificar las semillas e iniciar el proceso de germinación. El tiempo óptimo para cada especie, fue determinado y el uso de ácido Giberelico fue descartado.

Los mayores porcentajes de germinación a los seis días para las especies *I. Purpurea* y *C. Nictitans* se consigue en los tratamientos con ácido sulfúrico de 10 a 20 minutos y para *Rhynchosia minima* durante 10 minutos.

Las semillas tratadas con ácido giberélico no presentan respuesta a la germinación. Se recomienda realizar estudios de viabilidad de las semillas germinadas, anomalías en el tejido embrionario, comportamiento radicular y plántula, así como su resistencia al transplante.

REFERENCIAS

- Azania, A. A. P. M., C. A. M. Azania, M. C. M. D. Pavani, M. C. S. Cunha. 2003. Dormancy Breaking Methods in *Ipomoea* and *Merremia* Seeds. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.21, n.2, p.203-209.
- Baskin, J. M. and C. C. Baskin. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Science Research* 14:1-16.

- Finch, S. W. E. and Leubner, M. G. 2006. Seed dormancy and the control of germination. *New Phytologist* 171(3):501-523.
- Flores, J.S. Y F. Bautista. 2012. El conocimiento de los mayas yucatecos en el manejo del bosque tropical estacional: las plantas forrajeras. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 83: 503-518.
- Susko, D. J, J. P. Mueller, J. F. Spears. 2001. An evaluation of methods for breaking seed dormancy in kudzu (*Pueraria lobata*). *Can. J. Bot.* 79(2): 197–203.
- Sobrero, M. T., M. N. Fioretti, S. Chaila. 2003. Factores que influyen sobre la germinación de *Ipomoea nil* (L.) Roth. *Agro sur, dic.*, vol.31, no.2, p.60-68.

CALIDAD DE SUPLEMENTOS PECUARIOS ELABORADOS CON SUBPRODUCTOS DEL CAFÉ (*Coffea arabica* L.)

I. Arellano Vicente*, R. Pinto-Ruiz¹, A. Medina-Meléndez², H. Gómez-Castro¹, F. Guevara-Hernández¹, J. M. Cena-Velázquez, J. Carmona-de la Torre³, M. A. López-Anaya³ y M. G. Pérez-Escobar³

**Tesis de la Licenciatura de Ing. Agrónomo. ¹ Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria, ² Cuerpo Académico de Sistemas Integrales de Producción. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. ³ El Colegio de la Frontera Sur.
E-mail: arch_og_07@hotmail.com*

RESUMEN

Se realizó un estudio del aprovechamiento de los residuos derivados de la producción de café (pulpa mucílago), para ello se elaboraron bloques nutricionales evaluando cuatro niveles de inclusión de mucílago de café (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) sustituyendo a la melaza, además de ingredientes base. Se realizaron también microsilos utilizando cinco niveles diferentes de inclusión de pulpa de café (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) en combinación con el pasto (*Pennisetum* spp). Para ambos casos las variables de calidad se analizaron estadísticamente a través de un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. En la composición química de los bloques nutricionales el contenido de proteína cruda (PC) no presentaron diferencias ($p>0.05$). En proteína soluble (PS) y proteína insoluble (PI) se observó el mismo comportamiento. Se concluye que la incorporación de mucílago de café hasta en un 75% en bloques nutricionales no altera la composición química de estos. Para el caso de los microsilos la incorporación de pulpa de café en un 50% mejora la calidad en términos de PC y reduce la presencia de factores antinutricionales (TC), existiendo diferencias significativas para ambos ($p>0.05$).

Palabras claves: Microsilos, Bloques nutricionales, Pulpa de café, Mucílago

INTRODUCCIÓN

Actualmente Chiapas cuenta con más de 245 mil hectáreas cultivadas de café, con más de 175 mil familias involucradas, generando de 1.5 a 1.6 millones de sacos de café anualmente. Por cada kilogramo de café cereza que se cosecha, el 39.4% es pulpa, el 21.6% es mucílago y el 10.4% es cascarilla, es decir, aproximadamente el 71.4% son derivados que pueden ser tóxicos y contaminantes para el ambiente. Por tanto, si se considera que en Chiapas se produjeron 543,251 ton de café cereza (SAGARPA 2011), alrededor de 388 mil ton equivaldrían a los residuos derivados de la producción del café. La contaminación provocada por los residuos del café, principalmente en las corrientes de agua adyacentes a los centros de transformación es altamente peligrosa. Además dichas aguas podrían no ser adecuadas para ningún tipo de práctica agrícola. Se ha demostrado que los residuos excretados diariamente por 3 a 5 personas adultas equivalen a la contaminación generada por 1 kg de pulpa fresca y sus derivados (Arcila, 1980). Ante esta situación se hace necesario ver de manera interesada el manejo de estos subproductos.

Algunos trabajos realizados han explorado la posibilidad de utilizar estos residuos en la alimentación animal (rumiantes, cerdos, peces). La cascarilla ha sido empleada en dietas integrales para rumiantes, mientras que para el caso del mucílago, éste no ha sido aún reportado y el uso de pulpa es aún escaso.

Con estos antecedentes, surge el interés en el estudio de la integración de los residuos del café en la alimentación animal con la finalidad de reducir el impacto negativo sobre el medio ambiente, darle un valor agregado al subproducto así como proporcionar al productor pecuario una alternativa de alimentación a menor costo. Por ello, la finalidad del presente trabajo fue evaluar el efecto de incorporar subproductos de café sobre la calidad de suplementos alimenticios para rumiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para lograr el objetivo se fabricaron bloques nutricionales con distintos niveles de inclusión del mucílago de café (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) en sustitución de la melaza, además de la utilización de otros ingredientes base tales como, maíz (35.5%), cemento (18%), urea (8%), minerales (10%) y azufre (0.5%). Para la elaboración de los bloques se consideró la secuencia propuesta por Pinto y Ayala (2004). Una vez fraguado los bloques nutricionales se obtuvieron muestras con ayuda de un barreno manual, las cuales se realizaron en diversas partes de cada bloque para obtener la muestra compuesta por bloque. A estas se les determinó Proteína Cruda (PC), Proteína soluble (PS), Proteína Insoluble (PI) mediante la técnica Micro Kjeldahl (Bateman, 1970). Fracciones de Fibras (FDN y FDA) con la técnica Van Soest y Robertson (1991). Para Energía Bruta (EB) se utilizó la técnica descrita en AMOB (1987).

En el caso de los microsilos, se utilizaron cinco niveles de inclusión de pulpa de café (0%, 25%, 50%, 75% y 100%) en combinación con el pasto (*Pennisetum* spp). La metodología para elaborar los microsilos fue la propuesta por Medina (2012). Los microsilos fueron abiertos 60 días posteriores a su preparación, determinándoseles su contenido de Proteína cruda (PC), Fracciones de Fibras (FDN Y FDA), Taninos condensables (TC) con la técnica descrita en Tannin Handbook. Hagerman Laboratory Methods 1998-2002 y para Glucósidos cianogénicos (GC) y Saponinas (SA) con la técnica descrita por Martínez (sin año).

Todo lo anterior se llevó a cabo en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas, Campus V de la Universidad Autónoma de Chiapas y en los Laboratorios de El Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR). Las variables de calidad para ambos experimentos se analizaron estadísticamente utilizando un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por tratamiento. Las medias de tratamientos se compararon a través de la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Todo lo anterior fue analizado mediante el procedimiento PROC GLM de SAS (SAS, 2004).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Composición química de los bloques nutricionales

Los datos de composición química de bloques nutricionales formulados con diferentes porcentajes de inclusión de mucílago de café se detallan en el Cuadro 1. Es de notar que el tratamiento con 100% de mucílago no se presenta debido a que los bloques nutricionales no fraguaron. Se observa que el contenido de proteína cruda (PC) de los diferentes tratamientos no presentaron cambios ($p > 0.05$) siendo un promedio de 25.49% de PC. Cuando se evaluó proteína soluble (PS) y proteína insoluble (PI) se observó el mismo comportamiento; teniendo un promedio de 22.91 y 2.55% respectivamente.

Se conoce que el alto contenido de proteína cruda y sus fracciones (PI y PS) encontrado en los bloques nutricionales depende directamente del nivel de urea utilizado en su formulación y del grado de solubilidad que esta tiene a través de su vehículo, en este caso la melaza. Por tanto, la falta de diferencias en la composición de los bloques fabricados con mucílago de café indica que este subproducto también es un excelente vehículo de la urea, al igual que la melaza. Pinto y

Ayala (2004) mencionan que las características nutricionales de la melaza que le confieren alta solubilidad en el rumen, coinciden de forma favorable con la alta solubilidad de la urea, por lo que se le confiere un vehículo apropiado para esta. Lo valores de PS y PI indican probablemente un mismo comportamiento a nivel ruminal del mucílago de café.

Cuadro 1. Composición química (base seca) de bloques nutricionales formulados con diferentes porcentajes de inclusión de mucílago de café (*Coffea arabica* L.)

	TRATAMIENTOS Relación Mucílago/melaza	PC	PS	PI	EB
Sin/F	0 / 100	25.59	23.08	2.51	2.29 ab
	25 / 75	25.68	23.24	2.43	2.32 ab
	50 / 50	25.28	22.60	2.67	2.25 b
	75 / 25	25.96	24.24	1.71	2.23 b
Con/F	25 / 75	25.22	22.01	3.22	2.47 a
	50 / 50	25.03	22.24	2.79	2.31 ab
	75 / 25	25.68	23.39	2.28	2.24 b

Sin/F: Mucílago sin fermentación (uso inmediato); Con/F: Mucílago fermentado (9 días de fermentación); a,b. Medidas dentro de la variable con distinta letra difieren ($p < 0.05$)

Composición química de microsilos

En el Cuadro 2 se observan los resultados del análisis químico practicado a los diferentes microsilos elaborados con diferentes inclusiones de pulpa de café. Cabe resaltar, que respecto al porcentaje de PC indica la factibilidad de ensilar hasta con un 100% de pulpa, pues los valores de este nutriente aumentan ($P < 0.05\%$), González (1990) clasificó a los forrajes y otros alimentos para animales como de regular calidad cuando contiene valores entre 7 y 9% de proteína y de buena calidad con valores comprendidos entre 9 y 11%, lo que significa que a partir del 50% de inclusión de pulpa de café los microsilos presentan un contenido de proteína cruda que se torna como un alimento de particular valor nutricional.

Cuadro 2. Composición química de microsilos formulados con diferentes porcentajes de inclusión de pulpa de café (*Coffea arabica* L.)

TRATAMIENTOS Relación % Pasto/pulpa	PC	FDN	FDA	TC	GC	SA
100 / 0	4.17 c	12.20 a	7.39 ab	0.00 c	Neg	Neg
75 / 25	7.26 b	11.60 b	7.30 abc	0.00 c	Neg	Neg
50 / 50	10.19 ab	10.53 c	6.85 bcd	0.00 c	Neg	Neg
25 / 75	11.16 a	9.55 d	6.45 d	0.00 c	Neg	Neg
0 / 100	13.00 a	8.90 e	6.75 cd	1.68 b	Neg	Neg
P S/E	12.99 a	9.81 d	7.61 a	2.12 a	Neg	Neg

PS/E: Pulpa sin ensilar; Neg: Negativo; a,b,c. Medidas dentro de la variable con distinta letra difieren ($p < 0.05$).

Los valores de FDN y FDA tienden a disminuir significativamente ($P<0.05$) conforme el porcentaje de inclusión de pulpa de café aumenta. Por otra parte para TC, la inclusión de 75% de pulpa reduce la presencia de TC ($P<0.05$). Cabe destacar que en este experimento se descarta la presencia de factores antinutricionales tal es el caso de saponinas y Glucósidos cianogénicos.

CONCLUSIÓN

La incorporación de mucilago de café hasta en un 75% en bloques nutricionales no altera la composición química de estos. Por su lado, la incorporación de pulpa de café en un 50% en los microsilos mejora la calidad en términos de PC de éstos y reduce la presencia de factores antinutricionales (TC).

REFERENCIAS

- Analytical Methods for Oxygen Bombs. 1987. No. 207. M Parr ASTM, Method E 144-64.
- Arcila, O. 1980. Manejo de la pulpa de café. Avances técnicos. CENICAFE, Colombia. n° 97.
- Bateman, J.V. (1970). Nutrición Animal: manual de métodos analíticos. Edit. Herrero México, D.F. p. 488.
- González N. 1990. Alimentación Animal. América C.A. Ciudad de México, México.
- Martínez S.S., CEDEPA, Universidad de Camagüey, Cuba.
- Noriega-Salazar, Adrianyela; Silva-Acuña, Ramón y García de Salcedo, Moraima. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. *Zootecnia Tropical*. 27(2):135-141.
- Pinto, R.R. y Ayala B.A. 2004. Los bloques nutricionales en la ganadería tropical. Programa educativo de producción animal Cuerpo académico "Agroforestería Pecuaria". Chiapas, México. 95 pp.
- SAGARPA, 2011. Producción de café cereza en Chiapas. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. México
- Statistical Analysis System (SAS). 2004. SAS Users Guide: Statistics, V 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC.
- Tannin Handbook. Hagerman Laboratory Methods 1998-2002, pp 85-88.
- Van Soest, P. J., Robertson, J.B. (1991). Analysis of Forages and Fibrous foods. Cornell University. E.U. laboratory manual for Animal Science. No 613.p.165.

EFFECTO DE LA ÉPOCA SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL FORRAJE DE *Leucaena leucocephala* Y *Guazuma ulmifolia* EN YUCATÁN

F. Casanova-Lugo*, F.J. Solorio-Sánchez, L. Ramírez-Avilés, J.C. Ku-Vera

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México.
Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5, C.P. 97100, Mérida, Yucatán, México.*

**E-mail: fkzanov@gmail.com*

RESUMEN

La baja disponibilidad y calidad de los pastos tropicales durante la estación seca es un problema generalizado en la ganadería tropical. Por ello, las especies leñosas forrajeras surgen como alternativa a este problema. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la época sobre el rendimiento y la calidad de forraje de *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* en condiciones de trópico subhúmedo. Se utilizaron parcelas de 50 m² con una densidad de plantación de 10,000 plantas/ha, en un diseño de bloques completos al azar. Asimismo, durante la estación seca, se utilizó un riego por goteo 2 veces por semana durante 3 horas. Cada tres meses, las plantas fueron defoliadas y se cuantificó el rendimiento de forraje y su composición química en las épocas de secas y lluvias. Los resultados indican que el rendimiento de *L. leucocephala* que no varía entre épocas (3.5 t MS/ha), mientras que *G. ulmifolia* presentó un rendimiento superior en la época lluviosa (5.3 t MS/ha). Las especies evaluadas, mostraron buenas características nutricionales, dado que el contenido de PC y la DMS no fueron afectados por la época, con valores promedio de 22.8% y 66.7%, respectivamente para *L. leucocephala* y de 14.5 y 65.9% para *G. ulmifolia*. Sin embargo, el contenido de FDN y FDA varía ligeramente entre épocas. Se concluye que *L. leucocephala* y *G. ulmifolia* son una opción viable para mejorar la productividad y calidad del forraje durante todo el año en el trópico.

Palabras clave: árboles forrajeros, recursos locales, trópico seco, valor nutritivo.

INTRODUCCIÓN

La baja disponibilidad y calidad de los pastos durante la época seca es un problema común de la ganadería tropical. Sin embargo, diversos estudios indican que el uso de especies arbóreas y arbustivas es una buena alternativa para superar la problemática de los pastos (Ku-Vera *et al.*, 1999). De hecho, el valor nutricional del follaje y frutos de dichas especies es superior a las gramíneas forrajeras. Además, su uso podría contribuir a la reforestación y restauración de áreas degradadas por las actividades ganaderas y agrícolas (Tamayo *et al.*, 2012).

Recientemente, se han generado diversos reportes sobre la incorporación de *Leucaena leucocephala* en sistemas silvopastoriles intensivos (Murgueitio *et al.*, 2012), aunque existe poca información sobre otras especies de alto potencial forrajero de gran uso en las zonas tropicales del sureste de México como *Guazuma ulmifolia*. Además, se sabe poco del efecto de la época sobre la calidad del forraje de dichas especies sometidas a un régimen de manejo. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el rendimiento y calidad forrajera de *L. leucocephala* y *G. ulmifolia* en condiciones de trópico subhúmedo durante las épocas de secas y lluvias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, durante enero a diciembre de 2009. La zona presenta un

clima Aw₀, con una precipitación promedio anual de 953 mm. La temperatura media anual es de 26°C, con poca variación (García, 1988). Los suelos predominantes son las rendzinas, de moderada fertilidad (Bautista *et al.*, 2005).

Las parcelas se establecieron en el año 2004, las cuales estuvieron conformadas por *L. leucocephala*, y *G. ulmifolia*. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada unidad experimental fue de 5 x 10 m. El arreglo de plantación fue 2.0 m entre hileras y 0.5 m entre plantas, con una densidad de 10,000 plantas/ha. Previo al inicio del experimento, utilizando la plantación antes descrita, se aplicó una poda de uniformización. Cabe señalar que durante la estación seca se aplicó de manera regular riego por goteo 2 veces por semana durante 3 horas. Posteriormente, se seleccionaron 30 plantas por especie, para cuantificar las variables de interés, con una frecuencia de aprovechamiento de 3 meses, obteniendo 4 cosechas al año. Después de cada cosecha, se tomaron tres muestras de biomasa fresca de manera aleatoria de aproximadamente 1.0 kg cada una, las cuales fueron separadas en tres componentes; hojas, tallos tiernos (tallos <0.5 cm de diámetro) y tallos leñosos (tallos >0.5 cm). Dichas muestras fueron secadas a una temperatura de 60 °C en una estufa de circulación de aire forzado hasta obtener peso constante.

Para cuantificar el rendimiento de forraje se consideró solamente la biomasa comestible, es decir; la producción de hojas y tallos tiernos cosechada en cada poda. Después, los datos fueron extrapolados a unidades de superficie en peso seco (t MS/ha). Posteriormente, las muestras de forraje fueron procesadas con un molino eléctrico Thomas-Wiley® a un tamaño de partícula de 0.5 mm, y fueron analizadas. El contenido de proteína cruda (PC) se determinó con ayuda del analizador elemental Leco CN 2000®. Mientras que el contenido de fibra detergente neutra (FDN) y la fibra detergente ácida (FDA) se cuantificó por analizador de fibras ANKOM A200 (Macedon, NY). La digestibilidad de la materia seca (DMS) fue estimada en base al contenido de FDA, según Ayala-Burgos *et al.* (2006).

Los datos obtenidos de rendimiento de forraje fueron analizados mediante análisis de varianza (ANOVA), utilizando PROC MIXED. En el caso de la composición química del forraje se utilizó un análisis multivariado de varianza (MANOVA), utilizando PROC GLM (SAS Institute, 2001). Cuando se presentaron diferencias significativas se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey al 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje, el contenido de PC y la DMS de *L. leucocephala* no manifestaron cambios significativos en las dos épocas evaluadas con valores promedio de 3.45 t MS/ha, 22.8% y 66.7%, respectivamente. Sin embargo, se observaron cambios relacionados con el contenido de FDN y FDA, los cuales fueron mayores durante la época lluviosa (Cuadro 1). Con respecto a *G. ulmifolia*, el rendimiento de forraje tuvo una marcada diferencia entre épocas, siendo 40% mayor en lluvias, que en la época de secas. El contenido de PC de *G. ulmifolia* (14.5% en promedio) y la DMS (65.9% en promedio), no estuvieron influenciados por la época del año. Sin embargo, la FDN fue mayor en la época lluviosa, mientras que la FDA disminuyó en este mismo periodo (Cuadro 1).

Algunos estudios sugieren que, las especies leñosas poseen diversos mecanismos de adaptación a la sequía, ya que en muchos casos pueden ser tolerantes cuando manifiestan una buena producción de biomasa a pesar de las limitaciones de agua, como en el caso de *L. leucocephala*, y poco tolerantes cuando manifiestan un déficit en su producción, como lo sugiere Tamayo *et al.* (2012). Adicionalmente, al final de la época de lluvias, se presenta una reducción del fotoperiodo y la temperatura del aire que resulta en una reducción en el rendimiento a pesar de haber

humedad disponible en el suelo. Esto fue particularmente más notorio en el caso de *G. ulmifolia*. También, se observa que en la época seca se tienen lluvias, que aunque erráticas y de baja duración, son suficientes para promover el crecimiento vegetal, ya que en este periodo las condiciones de temperatura y fotoperiodo son apropiadas para una mejor respuesta a la disponibilidad de agua (Petit-Aldana, 2011). Estas dos situaciones podrían explicar el hecho de que *L. leucocephala* haya tenido un rendimiento similar en ambas épocas. Por otra parte, se demuestra que las especies evaluadas no mostraron efectos negativos de la época del año sobre algunos parámetros nutricionales importantes (i.e PC y DMS) debido posiblemente a su alta capacidad de mantener sus reservas de C en sus tejidos (Lizarraga *et al.*, 2001). La mayor proporción de fibras en la estación lluviosa de *L. leucocephala* podría ser explicada por su alta capacidad de rebrote a diferencia de *G. ulmifolia* que incrementa la elongación de los tejidos remanentes después de una poda (Petit-Aldana, 2011).

Cuadro 1. Rendimiento y calidad del forraje de *L. leucocephala* y *G. ulmifolia* en Yucatán, México.

Época	Rendimiento (t MS/ha)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	DMS (%)
<i>L. leucocephala</i>					
Seca	3.5	22.2	41.3 b	23.8 b	70.2
Lluvia	3.4	23.4	49.0 a	32.8 a	63.2
EEM	0.55	5.65	3.75	8.50	7.23
<i>G. ulmifolia</i>					
Seca	3.7 b	15.0	44.0 b	33.6 a	62.4
Lluvia	5.3 a	14.0	47.2 a	24.8 b	69.4
EEM	0.65	3.2	3.23	5.42	4.30

Medias con literales distintas difieren estadísticamente de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$).

CONCLUSIÓN

Se concluye que *L. leucocephala* es capaz de mantener una buena producción de forraje durante todo el año, mientras que *G. ulmifolia* reduce su rendimiento en la época seca. En ambas especies, el contenido de fibra varía ligeramente con la época. Sin embargo, el contenido de proteína y la digestibilidad del forraje no cambian entre épocas, lo que las convierte en una buena opción para la producción de forraje de alta calidad en el trópico.

REFERENCIAS

- Ayala-Burgos A.; Cetina-Góngora R.; Captillo-Leal C.; Zapata-Ramos C.; Sandoval-Castro C. 2006. Composición química – Nutricional de árboles forrajeros. Mérida, Yucatán, México.
- Ku-Vera J.C.; Ramírez-Avilés L.; Jiménez-Ferrer G.; Alayón-Gamboa J.A.; Ramírez-Cancino L. 1999. Árboles y arbustos para la producción animal en el trópico. *In*: Sánchez, M.D. y Rosales, M.M. (eds). Agroforestería para la producción animal en América Latina. Roma Italia. Pp. 231-258.
- Lizarraga S.H.; Solorio S.F.J.; Sandoval C.C.A. 2001. Evaluación agronómica de especies arbóreas para la producción de forraje en la Península de Yucatán. *Livestock Research for Rural Development*, 13 (6): 1-10.

- Murgueitio E., Calle Z., Uribe F., Calle A., Solorio B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management*, 261: 1654-1663.
- Petit-Aldana J.C. 2011 Fodder tree species in association to improve productivity and nutrients cycling. PhD Thesis, Campus of Biological and Agricultural Sciences, University of Yucatan, Merida, Yucatan, Mexico, 137 p.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT User's Guide. Release 8.1. SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Tamayo-Chim M.; Reyes-García C.; Orellana R. 2012. A combination of forage species with different responses to drought can increase year-round productivity in seasonally dry silvopastoral systems. *Agroforestry Systems*, 84(2): 287-297.
- García, E. 1998. CONABIO. Climas clasificación de Köopen. México, DF.
- Bautista, F.; Palacio, G. 2005. Caracterización y Manejo de los suelos de la península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma De Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, pp. 282.

FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO (FES) DEL BAGAZO DE MANZANA CON INCLUSIÓN DE CARBONATO DE CALCIO

Y. Castillo¹, O. Ruiz², C. Arzola², H. González³, A. Elías⁴

¹*Campus Nuevo Casas Grandes de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México. Ave: Universidad # 3003, Sección Hidalgo. C. P 31803, N.C.G, Chihuahua.*

²*Facultad de Zootecnia de la Universidad Autónoma de Chihuahua, México.*

³*Instituto de Ciencias Biofisiológicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México.*

⁴*Instituto de Ciencia Animal. La Habana. Cuba.*

E-mail: ycastillo75@yahoo.com

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes niveles de carbonato de calcio (CaCO_3) (0 y 0.9 %) en la fermentación del bagazo de manzana se realizó un experimento a escala de laboratorio usando un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x4. Se utilizó la fermentación en estado sólido (FES) con la adición de urea 1.5 %, sulfato de amonio 0.2 % y sales minerales ricas en macro y micro elementos 0.4 %. La fermentación se llevó a cabo en frascos estériles a una temperatura de 32°C y a diferentes tiempos de incubación (0, 24, 48 y 72 horas). El ácido láctico (ug/mL) aumentó a medida que transcurrió el tiempo de fermentación en ambos tratamientos ($P \leq 0.05$), alcanzando los valores más altos a las 72 horas (23.75 y 24.33 en los tratamientos 0 y 0.9 % de CaCO_3 , respectivamente). El pH mostró un comportamiento inverso al ácido láctico. En los conteos de bacterias totales ufc /mL (Log 10) los resultados más bajos se obtuvieron en el tratamiento 0 % a las 48 y 72 horas (4.73 y 4.5, respectivamente). Respecto a los conteos de ufc/ mL de levaduras los mejores valores se encontraron a las 72 horas en el tratamiento 0.9 % de CaCO_3 , un comportamiento similar se obtuvo con la proteína verdadera (PV). Basado en los resultados se puede concluir que la adición de CaCO_3 a la fermentación en estado sólido de bagazo de manzana favoreció los conteos de levaduras y el contenido de PV.

Palabras claves: Proteína verdadera, conteos de levaduras.

INTRODUCCIÓN

La producción de manzana está estrechamente ligada al desarrollo agrícola del estado de Chihuahua registrándose en el año 2011 una producción promedio de 462,180 toneladas, representando alrededor de un 80 % de la producción nacional (SAGARPA, 2011), destinándose a la extracción de jugo alrededor del 20 % de la producción. De estas actividades frutícolas se derivan dos subproductos ricos en azúcares: La manzana de desecho y el BM. El bagazo de manzana fresco es probablemente uno de los subproductos más abundantes del procesamiento industrial y representa entre el 15 y 20 % de la fruta procesada, el cual en su composición incluye, entre otros compuestos azúcares solubles (fructuosa), pectina (Vicente, 2005) y levaduras (Martorell, 2006). Sin embargo, su utilización en los procesos de fermentación en estado sólido se ha visto afectada debido a su alta humedad y a una consistencia pastosa, características que limitan el ingreso de aire al sistema, propiciando así condiciones óptimas para la proliferación de bacterias ácido lácticas, situación que trae consigo una mayor concentración de ácido láctico en el sustrato y un pH bajo (Anrique y Dossow, 2003). Un pH muy ácido en los sistemas de FES puede ser letal para otros microorganismos presentes en los sustratos como lo es

el caso de las levaduras (Elías y Lezcano, 1994). De ahí, que se haga necesario la búsqueda de alternativas que eleven el pH en los procesos de FES del bagazo de manzana. Por lo que el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de la inclusión de dos niveles de inclusión de carbonato de calcio en indicadores fermentativos y contenido de PV de la FES de bagazo de manzana a través de diferentes tiempos de fermentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tratamientos y diseño

Se realizó un experimento a escala de laboratorio usando un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 2x4 y cuatro repeticiones por cada horario de muestreo. Se analizó el efecto de los niveles de inclusión de CaCO₃ (0 y 0.9 %) como factor A y el tiempo en la fermentación (0, 24, 48 y 72 horas), como factor B.

Procedimiento Experimental

Se utilizó bagazo de manzana procedente de la extracción industrial del jugo de manzanas de desecho de la fábrica CONFRUTA S.A. El bagazo de manzana se mezcló con CaCO₃ según tratamiento (0 y 0.9 %), urea 1.5 %, sulfato de amonio 0.2 % y sales minerales ricas en macro y micro elementos 0.4 %. Para la fermentación se utilizaron 340 g de las diferentes mezclas, los cuales se depositaron en Erlenmeyer (32) estériles de 500 ml, los que se taponaron con algodón y se incubaron a una temperatura de 32°C. Cada Erlenmeyer constituyó una unidad experimental. Después de la incubación, el contenido de los Erlenmeyer se recolectó en su totalidad y se homogenizó individualmente para el estudio de los diferentes indicadores.

Extracción Acuosa de las Muestras Sólidas

Se pesaron 5 g de muestra, las cuales se colocaron en Erlenmeyer de 100 ml y se le adicionó 45 ml de agua destilada estéril y se agitaron durante 30 minutos con un equipo Shaker. Posteriormente, se procedió a filtrar las muestras a través de gasas estériles. Al sobrenadante se le determinó los indicadores fermentativos: pH, ácido láctico y conteos de bacterias totales y levaduras.

Variables Evaluadas

pH: Al filtrado de las muestras que se obtuvo como se describió anteriormente se les midió inmediatamente el pH con un potenciómetro de mesa (HANNA).

Ácido láctico: Para la cuantificación del ácido láctico se tomaron 0.25 ml del filtrado de la muestra y se diluyeron en 9.75 ml de agua destilada. De esta solución se tomó 0.5 ml y posteriormente se hizo la determinación del ácido láctico de acuerdo al método colorimétrico descrito por Madrid *et al.* (1999).

Conteos de bacterias totales aeróbicas y levaduras: Se tomó una alícuota de 1 ml del filtrado y se realizaron diluciones hasta 10⁻¹¹ en agua peptonada al 0.01%. Las siembras se llevaron a cabo en placas Petri. Todas las placas se incubaron a 37 C° por 24 horas. Se escogieron las diluciones que tenían entre 30 y 300 colonias. La siembra de bacterias totales aeróbicas se realizó en el medio de cultivo PCA y las levaduras en agar extracto de malta.

Análisis bromatológicos: Al resto del producto fermentado se le determinó proteína verdadera (PV) por el método de Berstein (1970) citado por Meir (1986).

Análisis Estadístico

El análisis estadístico de los datos de las variables medidas se realizó por el método del PROC GLM del paquete computacional SAS (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados del pH, ácido láctico, conteos de bacterias totales, levaduras y proteína verdadera. Como se puede observar todos estos indicadores presentaron efecto de la interacción niveles de inclusión de CaCO₃ y tiempo de fermentación (P<0.05). Los valores de pH del tratamiento de 0.9 % de CaCO₃ fueron mayores a los valores de pH del tratamiento con 0 % de CaCO₃ en todos los tiempos de fermentación (P<0.05). Se puede observar además como a medida que transcurre el tiempo de fermentación el pH disminuye en ambos tratamientos. La disminución del pH puede estar asociada con el aumento en la producción de ácido láctico y a la posible formación de ácidos grasos volátiles como el ácido acético, los cuales reducen el pH del medio (Elías y Lezcano, 1994). Los valores de pH cuando se utiliza 0.9 % de CaCO₃ se encuentran en un rango de 6.11 a 5.16, los cuales son inferiores a los reportados por Rodríguez (2005) cuando incluyó 0.9 % de CaCO₃ en la FES de la yuca (*Manihot esculenta*).

El ácido láctico (ug/mL) aumentó a medida que transcurrió el tiempo de fermentación en ambos tratamientos (P<0.05), alcanzando los valores más altos a las 72 horas (23.75 y 24.33 en los tratamientos 0 y 0.9 % de CaCO₃, respectivamente).

Con respecto a los conteos de bacterias totales ufc /mL (Log 10) los resultados más bajos (P<0.05) se obtuvieron en el tratamiento 0 % a las 48 y 72 horas (4.73 y 4.5, respectivamente). Este efecto depresivo en la población de bacterias totales pudiera estar relacionado a la alta concentración de ácido láctico, que influye en el descenso del pH, causando un efecto bactericida (Hyden, 2001).

En los conteos de ufc/ ml (Log 10) de levaduras se puede observar como a medida que se incrementó el nivel de CaCO₃ (0.9%) aumentaron (P<0.0001) los conteos de estos microorganismos en los tiempos 24, 48 y 72 horas de fermentación. Estos resultados positivos en los conteos de levaduras encontrados en este tratamiento a estas horas de fermentación pueden estar relacionados a mejores valores de pH para el crecimiento de estos microorganismos.

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm EE) del pH, ácido láctico, conteos de bacterias totales, levaduras y PV en la FES del bagazo de manzana con inclusión de diferentes niveles de CaCO₃ a través de los diferentes tiempos de fermentación.

	Nivel (%)	Tiempo de fermentación (Horas)				EE
		0	24	48	72	
pH	0	4.13 ^b	3.85 ^a	3.86 ^a	3.81 ^a	0.05
	0.9	6.11 ^f	5.71 ^e	5.45 ^d	5.16 ^c	
Ácido Láctico (ug/mL)	0	22.24 ^b	22.50 ^{bc}	22.87 ^{cd}	23.75 ^{ef}	0.2
	0.9	21.33 ^a	22.11 ^b	23.45 ^{de}	24.33 ^f	
Bacterias Totales (ufc/mL) (Log 10)	0	7.14 ^e	5.96 ^c	4.73 ^b	4.54 ^a	0.05
	0.9	7.16 ^e	7.18 ^e	7.26 ^e	6.62 ^d	
Levaduras (ufc/mL) (Log 10)	0	7.07 ^{cd}	7.05 ^c	6.00 ^b	4.85 ^a	0.05
	0.9	7.02 ^c	7.19 ^{de}	7.78 ^f	7.26 ^e	
PV (%)	0	16.89 ^{ab}	21.15 ^{de}	19.5 ^{cd}	18.12 ^{bc}	0.7
	0.9	15.85 ^a	21.13 ^{de}	22.64 ^{ef}	23.93 ^f	

a, b, c, d, e, f, g, h Literales diferentes entre filas y columnas son diferentes para (P<0.05).

El contenido de PV igual que los conteos de levaduras aumentó a medida que se incrementó el porcentaje de CaCO₃ en los tiempos de fermentación 48 y 72 horas de fermentación. El

comportamiento seguido por la PV en este trabajo puede estar estrechamente relacionado al desarrollo de la microflora, ya que Pandey *et al.* (2001) refieren que la PV puede ser una vía indirecta de medir el crecimiento microbiano en las FES.

Basado en los resultados se puede concluir que la adición de Carbonato de calcio a la fermentación en estado sólido de bagazo de manzana favoreció los conteos de levaduras y el contenido de PV.

REFERENCIAS

- Anrique, R. y Dassow, C. 2003. Efectos de la pulpa de manzana ensilada en la ración de vacas lecheras sobre el consumo, la tasa de sustitución y la producción de leche. Arch. Med. Vet. XXXV (1): 13-22.
- Elías, A. y Lezcano, O. 1994. Efecto de los niveles de inclusión de harina de maíz en la fermentación de caña de azúcar. Revista cubana Ciencia Agrícola. 27: 269
- Hyden, 2001 Hyden, J. M. 2001. Control de *Salmonellas* y *E.coli* en avicultura: Alternativas terapéuticas. Rev. Tecnología Avipecuaria en Latinoamérica, 14: 44.
- Madrid, J., Martínez-Teruel, A. Fuensanta -Hernández and Megías, M. 1999. A comparative study on the determination of lactic acid in silage juice by colorimetric, high-performance liquid chromatography and enzymatic methods. J. Sci Food Agric 79: 1722-1726.
- Martorrel, P. 2006. Desarrollo y aplicación de sistemas rápidos para la detección, identificación y caracterización de levaduras alterantes de alimentos. Tesis doctoral. Universidad de Valencia. Departamento de Biotecnología. Pag 221.
- Meir, H. 1986. Laborpraktikure tierernahrung und futtermittlrkunde fur tierproduzeten. Verlag, Germany.
- Pandey, A., Soccol, C.R., Rodríguez-Leon, J.A. y Nigam, P. 2001. Chapter 3 Factors that influence solid state fermentation. In Solid State Fermentation in Biotechnology: Fundamentals and Applications.
- Rodríguez, B.Y. 2005. Obtención de un alimento energético proteico a través de la FES de la caña de azúcar y el tubérculo de yuca. Tesis de Master en Ciencias Veterinarias. Universidad Agraria de la Habana. Instituto de Ciencia Animal. Habana, Cuba.
- SAGARPA. Secretaria de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación. 2011. Sistema integral de informaron agroalimentaria y pesca del estado de Chihuahua. www.sagarpa.gob.mx/gs
- SAS. Institute. 2002. SAS. User'Guide. SAS Institute Inc. Cary, NC.
- Vicente, F., M. A. Cueto, B. De la Rosa y A. Argamentería. 2005. Caracterización de subproductos de la manzana para su uso en nutrición animal. http://www.aida_itea.org/jornada37/3nutricion/GRVNII/runii_vicentef2005.pdf

ENGORDA INTENSIVA DE CORDEROS CON GRANO DE *Canavalia ensiformes*

A. Mamani Arias*, J. Aguilar Cabrales, J. De La Cruz Hernández, A. Berumen Alatorre y C. Luna Palomera.

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias.
E-mail: arthurvma250884@gmail.com*

RESUMEN

Se evaluó el uso del grano de canavalia en harina y peletizada como fuente de proteína sobre el peso vivo final (PVF), ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA) en corderos Pelibuey en crecimiento y finalización. Se utilizaron 16 corderos Pelibuey con peso inicial de 15.84 ± 1.04 kg, los cuales fueron asignados aleatoriamente una dieta base (control, n=4) y cuatro dietas experimentales conteniendo harina de canavalia en una proporción de los requerimientos proteicos de 25% (CH25, n=3) y 50% (CH50, n=3) y harina de canavalia peletizada en una proporción de los requerimientos proteicos de 25% (CP25, n=3) y 50% (CP50, n=3). En el periodo de crecimiento las variables evaluadas fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos salvo la GDP que fue mayor entre la control CH25 y CP25. En el periodo de finalización, el PVF, GDP, CA y EA fueron similares ($P > 0.05$) entre tratamientos. La dieta control y CH50 presentaron diferencias ($P < 0.05$) con los demás tratamientos en el CDA. Se concluye que la inclusión de *C. ensiformis* en dietas peletizadas y harina para la engorda de ovinos es una alternativa viable para condiciones tropicales obteniendo ganancias moderadas.

INTRODUCCIÓN

La ovinocultura es una actividad que ha tomado relevancia en México y el sureste debido a la demanda de carne de cordero utilizada principalmente para barbacoa (Acero, 2005). Sin embargo, en las regiones tropicales la calidad y disponibilidad del pasto a través del año limita la productividad ovina (Enríquez, 2005). En Tabasco existen las condiciones ambientales y tecnológicas para el cultivo e incorporación de leguminosas en la alimentación animal y disminuir costos de producción derivado de la inclusión de granos y fuentes proteínicas (Udedibie, 2001). La *Canavalia ensiformis* es una planta de crecimiento rápido, la producción de semilla alcanza los 4600 kg/ha y un contenido de proteína cruda de hasta 32%, con potencial de sustituir parcialmente la soya y los cereales en raciones para no rumiantes y rumiantes (Estupiñán, 2007). Sin embargo, los factores anti-nutricionales limitan su utilización en forma cruda, por lo que el tratamiento calórico, en el procesamiento de los granos de *Canavalia* reportan un mejor aprovechamiento (Kessler *et al.*, 1990). En bovinos Sandoval (2001) reporta adaptación de la flora ruminal a la *Canavalia ensiformis* con inclusiones de 27% en BS, mientras que Mora (1983) en borregos con inclusiones de 0, 22 y 32% reportó ganancias diarias de peso vivo de 136, 127 y 98 gr/d en sustitución de harina de maíz y soya. Por tanto, el uso de canavalia en forma de harina o peletizado pudiera ser una alternativa productiva viable en sistemas intensivos de engorda ovina. El objetivo fue evaluar el peso vivo final (PVF), la ganancia diaria de peso (GDP), consumo diario de alimento (CDA), conversión alimenticia (CA) y eficiencia alimenticia (EA) de corderos en engorda intensiva alimentados con *Canavalia ensiformis* en harina o pellet en diferentes niveles de sustitución de la proteína total de la dieta.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ubicada en el km 25 de la carretera Villahermosa-Teapa, municipio de Centro, Tabasco (INEGI, 2011). Se usaron 16 corderos Pelibuey con peso promedio inicial de 15.84 ± 1.04 kg, y edad de 2.5 meses, fueron adaptados 15 días en las jaulas elevadas, consumiendo heno de humidícola (*Brachiaria humidicola*) los 3 primeros días, el cual se sustituyó gradualmente por la dieta experimental; el pesado se realizó cada 14 días. El diseño experimental usado fue un completamente al azar, tomando como unidad experimental al cordero. La dieta control y experimentales se formularon tomando en cuenta los estándares de NRC (1985). Los datos fueron evaluados por análisis de varianza para cada una de las etapas de engorda tomando el peso inicial como covariable, considerando el tratamiento como efecto fijo dentro del modelo, el procedimiento usado fue PROC GLM de SAS (SAS, 1999 v8). Las variables evaluadas fueron el peso vivo inicial y final, ganancia diaria de peso, consumo diario de alimento, conversión y eficiencia alimenticia. Las diferencias entre tratamientos se determinaron mediante contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El comportamiento de los corderos en crecimiento para la variable PVF no presentó diferencia significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos. La GDP no fue significativa ($P > 0.055$) sin diferencias entre los grupos evaluados. Por otro lado los resultados observados con canavalia (Cuadro 1); superan a los obtenidos por Mora *et al.* (1986) en raciones enteras con *Canavalia ensiformis* para ovinos, en tres niveles: 0, 22 y 32% de la ración total, con ganancias de 98 a 136 g d^{-1} .

Cuadro 1. Media \pm EE del comportamiento productivo de ovinos Pelibuey en crecimiento alimentados con diferentes niveles de *Canavalia ensiformis*.

Variable	Tratamientos (Proporciones de sustitución)					P
	Control	*CH25	CH50	**CP25	CP50	
PVI (kg)	15.33 \pm 0.88	15.83 \pm 0.38	16.57 \pm 0.30	15.50 \pm 0.51	16.17 \pm 0.38	0.61
PVF (kg)	23.94 \pm 0.52	22.13 \pm 0.68	23.90 \pm 0.35	21.83 \pm 0.87	22.94 \pm 1.32	0.25
GDP (g d ⁻¹)	260 \pm 0.01	190 \pm 0.01	220 \pm 0.00	190 \pm 0.02	210 \pm 0.03	0.05
CDA (g d ⁻¹)	860 \pm 0.05	780 \pm 0.03	920 \pm 0.02	790 \pm 0.05	850 \pm 0.07	0.31
CA (kg)	3.35 \pm 0.29	4.10 \pm 0.22	4.15 \pm 0.12	4.14 \pm 0.21	4.26 \pm 0.33	0.11
EA (%)	31.0 \pm 0.03	25.0 \pm 0.01	24.0 \pm 0.01	24.0 \pm 0.01	24.0 \pm 0.02	0.14

EE= Error estándar HC y PC, *CH= Canavalia Harina, **CP= Canavalia peletizada, PVI= Peso vivo inicial, PVF= Peso vivo final, GDP= Ganancia diaria de peso, CDA = Consumo de alimento en base húmeda, CA= Conversión Alimenticia, EA= Eficiencia alimenticia.

No se detectaron diferencias significativas ($P > 0.05$) para CDA, CA y EA entre tratamientos; sin embargo, se observó en los tratamientos con canavalia (Cuadro 1) resultados que superan ligeramente a los reportados por Blardony (2010) con consumos de $768.5 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$, Mora *et al.* (1986) con conversiones de 7.9, 8.9 y 10.8 kg y Alvares *et al.*, (2003) con 13.7% de EA en engorda de borregos. Lo que lo hace competitivo a la canavalia con la dieta control.

El PVF y la GDP de los corderos en finalización fueron similares ($P > 0.05$); sin embargo los valores (Cuadro 2) fueron superiores a lo reportado por Cabrera (2008) y Blardony (2010) en

ovinos estabulados con dietas de sachasorgo, por lo que demuestran ser competitivas al control y otras dietas reportadas.

La CA fue diferente ($P < 0.05$), destacando los grupos control y CH50 con $1240 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$, $1210 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$, respectivamente sobre los demás tratamientos (Cuadro 2). Este comportamiento pudiera atribuirse a la forma de presentación y al nivel de inclusión de la dieta que beneficio el consumo. Por otro, lado estos resultados obtenidos con canavalia fueron superiores a los reportados por Antrillao (2009) con consumos de $916 \text{ g animal}^{-1} \text{ d}^{-1}$ en corderos finalizados utilizando leguminosas arbustivas. De esta manera, nos indica que la canavalia en sustitución proteica no afecta el consumo y puede ser usada en dietas para borregos.

En la CA y EA no hubo diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos. Por otro lado se observó los tratamientos con canavalia (Cuadro 2) resultados ligeramente similares a lo reportado por Aguirre *et al.* (2010), Bárcena *et al.* (2002) con CA de 5.8, 6.5 y 6.4 kg logrados en tratamientos con caña integral en corderos, y EA de 21 % en corderos en confinamiento alimentados con grano de sorgo y amilasa respectivamente. En este sentido se demuestra que el grano de canavalia en comparación con otras dietas convencionales puede incluirse en dietas de ovinos en forma de harina y presentar buenos resultados.

Cuadro 2. Comportamiento productivo de ovinos Pelibuey en finalización, alimentados con diferentes niveles de *Canavalia ensiformis*.

Variable	Tratamientos (Proporciones de sustitución)					P
	Control	*CH25	CH50	**CP25	CP50	
PVI (kg)	24.25±1.39	23.27±0.49	24.57±0.35	23.47±0.35	25.07±0.83	0.72
PVF (kg)	28.63±1.64	27.37±0.92	27.80±0.26	26.77±1.53	28.37±0.99	0.83
GDP (g d ⁻¹)	130±0.01	120±0.02	100±0.00	100±0.00	100±0.00	0.22
CDA (g d ⁻¹)	1240±0.04 ^a	1040±0.06 ^c	1210±0.05 ^{ab}	1060±0.06 ^{bc}	1150±0.03 ^{abc}	0.04
CA (kg)	5.80±0.61	5.05±0.85	7.16±0.52	6.18±0.40	6.67±0.53	0.22
EA (%)	18.0±0.02	21.0±0.03	14.0±0.01	16.0±0.01	15.0±0.01	0.18

EE= Error estándar HC y PC, *CH= Canavalia Harina, **CP= Canavalia peletizada, PVI= Peso vivo inicial, PVF= Peso vivo final, GDP= Ganancia diaria de peso, CDA = Consumo de alimento en base húmeda, CA= Conversión Alimenticia, EA= Eficiencia alimenticia, Literales diferentes dentro de hilera indican diferencias estadísticas ($P < 0.05$).

CONCLUSIÓN

Los niveles de inclusión de *Canavalia ensiformes* fueron aceptados satisfactoriamente. Los corderos mostraron un desempeño productivo similar, sin presentar efectos tóxicos aparentes. La canavalia puede ser considerada como un ingrediente en la engorda intensiva de corderos incluyéndose hasta un 50% en sustitución proteica de la dieta en forma de harina o pellet, considerando periodos de engorda con duración de 52 días.

REFERENCIAS

Acero Chacón, M. 2005. Papel de México y América Latina en el Comercio Mundial de la Carne Ovina. En Memorias de la XXXIII Reunión de la asociación mexicana de producción animal A.C. Tampico, Tamps.

- Aguirre J., Magaña R., Martínez S., Gómez A., Ramírez C. J., Barajas R., Plascencia A., Barcena R., García D. E. 2010. Caracterización nutricional y uso de la caña de azúcar y residuos transformados en dietas para ovinos. *Zootecnia Trop.* 28(4): 489-497.
- Álvarez MG., Melgarejo VL., Castañeda NY. 2003. Weight gain, feed conversion and efficiency in sheep fed with parota tree (*Enterolobium cyclocarpum*) fruit (seed and pod) and poultry manure. *Vet. Méx.* 34 (1).
- Antrillao, U. I. S. 2009. Utilización de *Brassica rapa* como suplemento de otoño para la engorda de corderos, en la zona intermedia de Aisén. Tesis Maestría. Universidad Austral de Chile. Valdivia Chile. pp.
- Bárcena GR., Mendoza MGD., Gonzales MSS., Herrera HJE., Mora JG. 2002. Respuesta productiva y fermentación ruminal en borregos alimentados con grano de sorgo tratado con amilasas. *Agrociencia.* 36:31-39.
- Belmar R, Ellis N. El efecto de diferentes tratamientos sobre el valor nutritivo de las semillas de *Canavalia ensiformis*. En: Alternativas y valor nutritivo de algunos recursos alimenticios destinados a producción. Informe Provisional No. 16. Fundación Internacional para la Ciencia; 1985. p. 139-46
- Blardony, R.K. 2010. Utilización del Vitafer en corderos de pelo durante la lactancia y su efecto en el posdestete. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. Pp. 8.
- Cabrera, V.C.A. 2008. Evaluación de Tres Sistemas de Alimentación (Balanceado y Pastos), con Ovinos Tropicales Cruzados (Dorper x Pelibuey) para la Fase de crecimiento y Acabado en el Cantón Balzar. Tesis de Maestría. Escuela Superior Politécnica Del Litoral. Guayaquil – Ecuador. pp.
- Enríquez, Q., J. F., A.R. Quero C. y a. Hernández G. 2005. Gramíneas y leguminosas forrajeras. Diplomado de forrajes tropicales. Universidad Popular de la Chontalpa. Cárdenas, Tabasco, México Pp. 1-14
- Estupiñán, K; Vasco, D; Duchi, N. 2007 Digestibilidad y valoración energética del forraje de *Canavalia ensiformis* (L) DC. *Prod. Anim.* Vol. 15
- Mora, M., Parra R., Escobar A, “*Canavalia Ensiformis* su utilización en la alimentación de rumiantes, resultados preliminares”, *Rev. Fac. Agron.* pp. 179-192.
- Sandoval AC., Herrera F., Gómez 2001. Cambios en la población de Protozoarios ruminales por efecto de la inclusión de *Canavalia Ensiformis* a la dieta de bovinos. *Rev. Biomed;* 12:166-171.
- Udedibie, A. B.I., B. O.2001. Semillas de *Canavalia Ensiformis* en dietas avícolas, Departamento de Ciencia Animal y Tecnología. *Rev. Ciencias Avícolas.* 25:89-99.

FERMENTACIÓN *In Vitro* DE ALFALFA Y UNA DIETA CON CONCENTRACIONES ALTAS DE SELENIO

O. Del Razo-Rodríguez¹, A. Martínez-Jiménez¹, J. Hernández-González¹, I. De la Rosa-Rodríguez¹, J. Ramírez-Bribiesca²

¹ *Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.* ² *Posgrado en Ganadería, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.*
E-mail: oscare@uaeh.edu.mx

RESUMEN

Se realizó un experimento *in vitro* para evaluar el efecto de complementar con 5, 20, 40 y 60 mg Se kg⁻¹ MS en alfalfa y una dieta a base de grano, sobre la producción de gas, el pH de los medios y la degradación de la MS. Se observó efecto de tratamiento, sustrato y tiempo sobre la producción de gas ($P \leq 0.01$). Con la alfalfa no hubo cambios importantes en la producción de gas por efecto de la concentración de Se, pero con la dieta se observó una disminución lineal a partir de las 10 h de incubación a medida que incrementó la concentración de Se ($P \leq 0.01$). No se observó efecto de tratamientos sobre el pH y la degradación de la MS ($P > 0.05$). Se concluye que concentraciones superiores a 40 mg Se kg⁻¹ MS pueden disminuir la actividad fermentadora de las bacterias ruminales. Esto puede reducir *in vivo* la utilización de nutrientes y afectar la condición corporal de los animales.

Palabras clave: toxicidad, producción de gas, pH, degradación de la materia seca.

INTRODUCCIÓN

El nivel máximo tolerable de selenio (Se) para la dieta de rumiantes es de 5 mg kg⁻¹ MS (NRC, 2007), pero no se han observado signos de toxicidad en ovinos consumiendo hasta 20 mg Se kg⁻¹ MS, por lo que el nivel máximo tolerable puede ser superior (Davis *et al.*, 2006). Sin embargo, se ha observado una disminución del peso vivo en ovinos machos de dos años de edad con concentraciones superiores a 30 mg Se kg⁻¹ MS (Davis *et al.*, 2008). Este efecto puede estar asociado a cambios en la población microbiana ya que las bacterias también pueden intoxicarse con altas concentraciones de Se, afectando la degradación y utilización de nutrientes. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de altas concentraciones de Se en alfalfa y dieta para corderos, mediante la medición *in vitro* de la producción de gas, pH y degradación de la MS, para determinar el nivel máximo tolerable en bacterias ruminales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento de digestibilidad *in vitro* por producción de gas utilizando como sustrato alfalfa y una dieta para corderos en engorda a base de grano. Se pesó aproximadamente 0.5 g de sustrato y se depositó en frascos de vidrio de 120 mL con boca de 20 mm de diámetro. Se agregaron 40 mL de un inóculo preparado previamente con una solución amortiguadora, una solución macro mineral, una solución micro mineral, rezasurina, una solución reductora y líquido ruminal. El líquido ruminal se obtuvo con bomba de vacío a partir de tres cabras con cánula ruminal alimentadas con 600 g d⁻¹ de un concentrado y heno de alfalfa a libre acceso. Se prepararon diferentes soluciones de selenito de sodio a partir de una solución base según los tratamientos a utilizar y se agregaron 0.5 mL de estas soluciones en cada frasco de tal forma que

se obtuviera una concentración calculada de Se complementario en los sustratos de 0, 5, 20, 40 y 60 mg kg⁻¹ MS. A los frascos se les agregó CO₂, se taparon herméticamente y se incubaron por 72 horas a 39°C.

El diseño experimental fue en bloques completamente al azar, en el que el sustrato fue el criterio de bloqueo. La unidad experimental fue cada frasco, asignando aleatoriamente los tratamientos a las unidades experimentales. Hubo un total de ocho repeticiones por tratamiento, además de 12 blancos sin sustrato. Se registró la producción de gas a las 5, 10, 24, 48 y 72 h mediante un sistema de desplazamiento de agua. A las 72 h se registró el pH de los medios y se recuperó la materia residual por centrifugación en tubos Falcon de 50 mL a 10 mil rpm, eliminando el sobrenadante por decantación y la humedad en estufa a 60°C por 72 h. La producción de gas se presenta en mL g⁻¹ MS incubada. Los datos se analizaron con el procedimiento Mixed de SAS considerando como efectos fijos al tiempo, sustrato y tratamiento, y sus interacciones; y como efecto aleatorio al número de frasco. Las medias de mínimos cuadrados se obtuvieron con el enunciado LSMEANS y se usaron contrastes ortogonales para obtener la probabilidad de la tendencia lineal y cuadrática de las medias, y la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción acumulada de gas por gramo de MS fue diferente por efecto del sustrato y el tiempo ($P \leq 0.01$; Cuadro 1). Con la alfalfa, no hubo cambios significativos en la producción de gas por efecto de los tratamientos, excepto a las 72 horas donde se observó menor producción de gas con 60 mg que con 5 mg Se kg⁻¹ MS ($P \leq 0.05$; Cuadro 1). Mientras, con la dieta, la producción de gas cambió por efecto de los tratamientos a partir de las 10 horas de incubación ($P \leq 0.01$), observándose una disminución lineal a medida que incrementó la concentración de Se, de tal manera que el volumen de gas producido fue menor con 60 mg que con 5 mg Se kg⁻¹ MS ($P \leq 0.01$).

Con 60 mg de Se la actividad fermentadora de las bacterias ruminales disminuyó, reflejándose en la producción de gas. Estos resultados pueden relacionarse con la pérdida de peso observada por Davis *et al.* (2008) en ovinos consumiendo 30 y 40 mg Se kg⁻¹ MS.

No hubo efecto de los tratamientos sobre el pH y la degradación de la MS ($P > 0.05$). Tampoco se observó interacción tratamiento*sustrato ($P > 0.05$). En promedio, el pH fue de 6.67 para la alfalfa y de 6.38 para la dieta; mientras que la degradación de la MS fue de 62.62 % para la alfalfa y 78.73 % para la dieta.

No se encontraron resultados en la literatura sobre producción de gas y digestibilidad de nutrientes con altas concentraciones de Se como las utilizadas en este estudio. Sin embargo, en un estudio *in vitro* se observó mayor producción de ácidos grasos volátiles (47% respecto al control) al adicionar 2 mg Se kg⁻¹ MS a partir de selenometionina en los medios de cultivo (Kim *et al.*, 1997). En estudios *in vivo*, Shi *et al.* (2011), administrando 0.3, 3 y 6 mg de Se kg⁻¹ MS en forma de nano partículas de selenio en ovinos, encontraron un incremento cuadrático de la digestibilidad de la materia seca ($P \leq 0.01$), alcanzando los valores más altos con 0.3 y 3 mg de Se kg⁻¹ MS (66.9 y 67.7%) respecto al control y 6 mg Se kg⁻¹ MS (63.0 y 63.4%). El mismo comportamiento observaron para la digestibilidad de materia orgánica, proteína cruda, extracto etéreo, fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido. Así mismo, en un estudio con corderos fistulados y consumiendo 0.2, 0.5 y 0.8 mg de selenio a partir de selenito de sodio, se observó que con 69% de grano en la dieta incrementaba la digestibilidad ruminal de la FDN con la administración de 0.2 mg de selenio complementario (62% respecto al testigo); mientras, con 50% de grano se mejoró la digestibilidad ruminal de la FDN (16 unidades porcentuales) y la

utilización ruminal del nitrógeno (10 unidades porcentuales) con 0.8 mg de selenio en la dieta (Del Razo-Rodríguez *et al.*, 2013).

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados (\pm error estándar, EE) y comportamiento (lineal, L; cuadrático, C) de la producción acumulada de gas (mL g⁻¹ MS) de alfalfa y una dieta con altas concentraciones de selenio.

Sustrato ¹ / Tiempo (h) ²	mg Se kg ⁻¹ MS					EE ^a	P > t	
	0	5	20	40	60		L	C
Alfalfa								
5	55.97	55.21	54.05	61.93	54.11	4.68	0.8673	0.8877
10	120.97	120.23	116.52	126.01	112.31	4.68	0.5242	0.9866
24	174.78	173.47	166.16	179.20	160.47	4.68	0.2135	0.8339
48	204.64	202.31	195.92	210.90	188.15	4.68	0.1865	0.9450
72 ^{c,d}	217.08	214.54	208.66	223.92	196.45	4.68	0.0894	0.7862
Dieta								
5	24.96	26.36	25.98	27.84	23.75	4.68	0.9353	0.7205
10 ^{c,d}	90.86	88.76	84.33	81.66	61.58	4.68	<.0001	0.0828
24 ^{c,d}	195.54	190.19	190.98	190.01	175.50	4.68	0.0018	0.2361
48 ^{c,d}	254.18	248.87	245.68	246.32	233.96	4.68	0.0009	0.7242
72 ^{c,d}	277.11	272.26	270.45	272.14	257.84	4.68	0.0025	0.5149

^aEfecto de *sustrato* (P ≤ 0.01); ^bEfecto de *tiempo* (P ≤ 0.01); ^cEfecto de *tratamiento* (P ≤ 0.05 en alfalfa y P ≤ 0.01 en dieta); ^dContraste 5 vs. 60 mg kg⁻¹ MS (P ≤ 0.05 en alfalfa y P ≤ 0.01 en dieta).

El efecto del selenio sobre la actividad fermentadora de las bacterias ruminales es fundamentado por el hecho de que las bacterias anaerobias utilizan selenio inorgánico como aceptor final de electrones durante su respiración, además de que las bacterias ruminales son capaces de incorporar selenio inorgánico principalmente en forma de selenometionina y pueden reducir el selenio inorgánico a compuestos de menor biodisponibilidad para el animal (Koenig *et al.*, 1997; Siddique *et al.*, 2007).

La respuesta observada en producción de gas por efecto de los tratamientos fue dependiente del tipo de sustrato. Esto es congruente ya que la utilización de selenio por parte de las bacterias ruminales es diferente según la dieta consumida por el animal. Koenig *et al.* (1997), encontraron que la incorporación de selenio en bacterias es menor en dietas a base de forraje y mayor en dietas a base de granos, lo cual puede deberse a la capacidad de las diferentes especies bacterianas predominantes en cada caso para incorporar selenio.

CONCLUSIÓN

Bajo las condiciones de este estudio, se concluye que la concentración máxima tolerable de selenio es de al menos 40 mg Se kg⁻¹ MS. Es posible que concentraciones superiores a esta sean tóxicas para las bacterias ruminales, reduciendo su actividad fermentadora y la utilización de nutrientes del alimento.

Investigación financiada por PROMEP-SEP 2011.

REFERENCIAS

- Davis, P.A., L.R. McDowell, N.S. Wilkinson, C.D. Buergelt, R. Van Alstyne, R.N. Weldon and T.T. Marshall. 2006. Tolerance of inorganic selenium by range-type ewes during gestation and lactation. *J. Anim. Sci.* 84: 660-668.
- Davis, P.A., L.R. McDowell, N.S. Wilkinson, C.D. Buergelt, R. Van Alstyne, R.N. Weldon, T.T. Marshall, and E.Y. Matsuda-Fugisaki. 2008. Comparative effects of various dietary levels of Se as sodium selenite or Se yeast on blood, wool, and tissue Se concentrations of wether sheep. *Small Rum. Res.* 74: 149-158
- Del Razo-Rodríguez, O.E., J.E. Ramírez-Bribiesca, R. López-Arellano, A.L. Revilla-Vázquez, S.S. González-Muñoz, M.A. Cobos-Peralta, L.M. Hernández-Calva, McDowell L.R. 2013. Effects of dietary level of selenium and grain on digestive metabolism in lambs. *Czech Journal of Animal Science*. En prensa. Aceptado el 7 de diciembre de 2012.
- Kim, J., P.J. Van Soest, and G.F. Combs, Jr. 1997. Studies on the effects of selenium on rumen microbial fermentation *In vitro*. *Biol. Trace Elem. Res.* 56: 203-213.
- Koenig, K.M., L.M. Rode, R.D.H. Cohen, and W.T. Buckley. 1997. Effects of diet and chemical form of selenium metabolism in sheep. *J. Anim. Sci.* 75: 817-827.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy Press. Washington, DC. 381 p.
- Shi L., W. Xun, W. Yue, C. Zhang, Y. Ren, Q. Liu, Q. Wang, L. Shi. 2011. Effect of elemental nano-selenium on feed digestibility, rumen fermentation, and purine derivatives in sheep. *Animal Feed Science and Technology* 163: 136-142.
- Siddique, T., J.M. Arocena, R.W. Thring, and Y. Zhang. 2007. Bacterial reduction of selenium in coal mine tailings pond sediment. *J. Environ. Qual.* 36: 621-627.

CRECIMIENTO Y CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CORDEROS CALLIPYGE ALIMENTADOS CON DIETAS A BASE DE ALFALFA Y MAÍZ

J. Canton¹, H. Zerby², S. Moeller², F. Fluharty², P. Kuber²

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.*

²*Department of Animal Sciences. The Ohio State University*

E-mail: gcanton.javier@inifap.gob.mx

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento y las características de la canal de corderos Callipyge, provenientes de la cruce de ovejas Hampshire x Dorset con machos Dorset portadores del gen Callipyge (CLPG). Quince corderos fueron distribuidos mediante un diseño completamente al azar a dos tratamientos; Dieta a base de Alfalfa (DA) y dieta a base de Maíz (DM). Cada tratamiento tuvo siete y ocho repeticiones, respectivamente y cada una de estas consistió en un animal. Los corderos se alimentaron en forma ad libitum y se sacrificaron cuando alcanzaron un peso vivo promedio de 54 kg, aproximadamente. No se encontró un efecto de la dieta sobre el crecimiento y las características de la canal ($P > 0.05$). Los corderos de ambos tratamientos tuvieron valores similares de pH y temperatura en el músculo *Longissimus Dorsi* (MLD) ($P > 0.05$). Los valores de L^* 42 encontrados en LMD indican que la carne tiene un color ligeramente oscuro. Los corderos CLPG alimentados con la dieta a base de Alfalfa tuvieron un crecimiento y características de la canal similares a los que recibieron la dieta con Maíz, lo que indica que es posible producir carne con estándares adecuados de animales genéticamente superiores, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.

Palabras clave: Corderos, Callipyge, crecimiento, canal.

INTRODUCCIÓN

Las demandas actuales de los consumidores de carne de cordero requieren que los productores provean animales de mayor musculatura y poca grasa. Una de las estrategias utilizadas por los criadores, es el uso de genes seleccionados o aumentar la calidad de la dieta para mejorar las características de calidad de la carne.

El mayor interés ha sido en animales genéticamente superiores que pueden producir carne más magra. En este sentido, se ha reportado que en los ovinos existe una condición hereditaria de hipertrofia muscular, conocida como genotipo Callipyge (CLPG), el cual ha demostrado producir canales con mayor peso de músculo en la región pélvica y torso, así como una mayor área del músculo *Longissimus Dorsi* y pierna (Freking et al., 2002). En comparación con otros corderos, los genotipos CLPG son superiores en algunas características consideradas económicamente importantes, como una mejor eficiencia alimenticia (10%), mayores rendimientos en canal (7.5%), pierna (11.8%), lomo (4.7%), costillas (2.5%) y hombro (2.3%) (Busboom et al., 1999).

Por otra parte, se sabe que el nivel de alimentación afecta la mayoría de las características de la canal, debido a que una alta concentración de energía en la dieta se refleja en una mayor deposición de tejido muscular y adiposo, así como en un mayor crecimiento de los diferentes órganos. Esto implica la existencia de un límite biológico en el animal para depositar proteína y almacenar el resto de la energía consumida en forma de grasa.

El objetivo del presente fue evaluar el crecimiento y las características de la canal de corderos CLPG, alimentados con dietas a base de Alfalfa y Maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 15 corderos CLPG machos destetados con un peso vivo promedio (PV) \pm desviación estándar (DE) de 38.3 ± 4.7 kg, provenientes de la cruce de ovejas Hampshire x Dorset con machos Dorset portadores del gen Callipyge. Los corderos se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar a dos tratamientos; dieta a base de Alfalfa (DA) y dieta a base de Maíz (DM) (Cuadro 1). Cada tratamiento tuvo siete y ocho repeticiones, respectivamente y cada una de estas consistió en un animal. Los corderos se alimentaron en forma ad libitum y se pesaron al inicio, cada 7 días y al final del experimento, el cual tuvo una duración de 56 días. Se registró la ganancia diaria de peso (GDP) y se estimó el consumo de alimento por corral cada dos días, pesando diariamente la cantidad ofrecida y rechazada. Al final del experimento los corderos se pesaron y sacrificaron, después de haberlos sometido a un ayuno de 16 h. Se les cortó la cabeza a la altura de la articulación occisito-atloidea y se retiró la piel, las patas, partes de la cavidad torácica y contenido de la cavidad abdominal y pélvica, para dejar libre a la canal. Las canales se pesaron y refrigeraron durante 24 h a 0°. C, posteriormente, se determinó el rendimiento y se evaluó visualmente la conformación y el grado de marmoleo de la canal, así como la puntuación de la pierna y el lomo, de acuerdo a los estándares establecidos por el Departamento de Agricultura de EE.UU (USDA, 1992). Las canales se abrieron, mediante un corte longitudinal entre la 12ª y 13ª costillas, se midió el área del MLD, utilizando una rejilla de plástico (en cm² cuadrados) y el espesor de la grasa y pared (subcutánea) dorsal, mediante una regla milimétrica de metal. Asimismo, se registró la temperatura y pH del MLD, usando un pH metro portátil (H198140, Hanna Instruments, Palermo, Italia). Se tomó una muestra del lomo y se determinó su color a los 20 minutos, empleando un colorímetro Minolta (CR-310, diámetro del orificio de 50-mm, 10 °, D65 fuente de luz; Minolta), utilizando el sistema de escalas L*, a*, b*, recomendado por la CIE (1986). Los resultados de la GDP se analizaron mediante un modelo de medidas repetidas, mientras que las otras variables se analizaron usando un modelo lineal (GLM) de efectos fijos, que incluyeron el efecto de la dieta, a través de los procedimientos del SAS (SAS, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 2 presenta los resultados del crecimiento y las características de la canal de los corderos, en donde no se observaron diferencias significativas para ninguna de las variables evaluadas ($P > 0,05$). Los valores promedio de GDP \pm Error Estándar de la Media (EEM) encontrados fueron de 454 ± 27 g/animal. Norouzian et al. (2011) reportan resultados similares a los obtenidos en éste trabajo, en corderos alimentados con heno de alfalfa o alimento concentrado. Aunque la DA tuvo menos energía para el mantenimiento y la ganancia de peso, ésta se consumió en mayores cantidades (50%). Lo anterior originó que los animales tuvieran un consumo de energía similar a la DM, lo que explica las pequeñas diferencias en la GDP observadas. Otros autores, reportan un aumento en el consumo de alimento, al adicionar a la ración forrajes altamente digestibles como la alfalfa (Owens et al, 2012), lo cual confirma lo observado en este estudio.

Aunque no se detectó un efecto de la dieta sobre características de la canal ($P > 0,05$), los corderos que recibieron la DM tendieron a depositar más grasa subcutánea, así como un mayor grado de marmoleo, debido al mayor contenido de energía de la dieta. Se ha reportado, que los componentes de canal están directamente relacionados con el grado de madurez y el peso al sacrificio, en donde los animales más pesados registran una mayor conformación y calidad de la

canal (Salgueiro et al, 2009; Jacques et al, 2011.). Es importante mencionar que en el presente experimento los corderos tenían una edad y peso similares.

Cuadro 1. Composición de la dieta (% BS).

Ingredientes	Alfalfa	Maíz
Pellets de Alfalfa	54.701	4.749
Cascarilla de soya	36.207	9.603
Pasta de soya	5.300	7.573
Maíz molido	---	66.789
Harina de gluten de Maíz	---	6.873
Urea	0.366	0.699
A-V fat	2.000	2.000
Carbonato de Calcio	---	0.786
Minerales traza	0.457	0.437
Vitaminas ADE	0.066	0.064
Vitavet selenio	0.082	0.079
Composición química		
Materia Seca (%)	93.65	89.58
ENm (Mcal/kg DM) ^a	1.459	2.101
ENg (Mcal/kg DM) ^a	0.877	1.435
Proteína Cruda (%)	19.01	18.713

^a Estimado con base al NRC (1985).

Cuadro 2. Efecto de la dieta sobre el crecimiento y características de la canal.

Variables	Dieta		Valor P	EEM
	Alfalfa	Maíz		
Ganancia de peso (g/d)	477	424	0.26	26.0
Consumo de alimento (kg MS/anim/d) ^a	2.29	1.51	-	-
Peso vivo al sacrificio (kg)	53.45	50.29	0.320	1.53
Rendimiento en canal (%)	61.09	61.50	0.713	0.53
Grasa dorsal (cm)	0.16	0.25	0.451	0.05
Espesor de pared dorsal (cm)	0.73	0.76	0.640	0.03
Conformación de la canal	15.0	14.9	0.369	0.07
Puntuación de la pierna	14.86	15.00	0.302	0.07
Puntuación del lomo	13.28	12.75	0.117	0.16
Grado de marmoleo	7.29	7.75	0.861	1.30
Area del <i>Longissimus D</i> (cm ²)	3.87	3.94	0.808	0.13
Valor L* <i>Longissimus D</i>	41.96	41.98	0.792	0.52
Valor a* <i>Longissimus D</i>	21.06	21.24	0.471	0.15
Valor b* <i>Longissimus D</i>	5.13	5.32	0.583	0.17

^a Datos no analizados. Estimado con base al consumo/corral/día

Los corderos de ambos tratamientos registraron similares valores de pH y temperatura en el MLD. Los rangos fueron de 5.7 a 6,0 de pH y de 36.4 a 37.0 para la temperatura. Los valores L*= 42 encontrados en el MLD, indica que la carne tiene un color ligeramente más oscuro, debido a que los otros parámetros presentaron valores de a* = 21(rojo) y b*= 5 (amarillo). Se ha

reportado que los valores de pH de 5.8 están relacionados con el color de la carne, principalmente con luminosidad (Priolo et al., 2001). Evidencias preliminares muestran que el nivel de forraje de la dieta tiene efectos mínimos sobre características de la canal de corderos (Bonanno et al., 2012).

CONCLUSIÓN

Los corderos Callipyge alimentados con la dieta a base de Alfalfa tienen un crecimiento y características de la canal similares a los de la dieta con Maíz, lo que indica que es posible producir carne con estándares adecuados de animales genéticamente superiores, utilizando dietas con forrajes de buena calidad.

REFERENCIAS

- Bonanno, A., Tornambè, G., Di Grigoli, A., Genna, V., Bellina, V., Di Miceli, G., Giambalvo, D. 2012. Effect of legume grains as a source of dietary protein on the quality of organic lamb meat. *J. Sci. Food Agric.* doi: 10.1002/jsfa.5616.
- Busboom, J.R., Wahl, T.I., Snowden, G.D. 1999 Economics of callipyge lamb production. *J. Anim. Sci.* 77: 243-248.
- CIE. 1986. Commission Internationale de l'Éclairage. Colorimetry publication. 2nd ed. CIE Publ. No. 15.2. Bureau Central de la CIE. Vienna, Austria.
- Freking, B.A., Murphy, S.K., Wylie, A.A., Rhodes, S.J., Keele, J.W., Leymaster, K.A., Jirtle, R.L., Smith, T.P. 2002. Identification of the single base change causing the *callipyge* muscle *hypertrophic* phenotype, the only known example of polar vertebrate dominance in mammals. *Genome Res.* 12:1496–1506
- Norouzian, M.A., Valizadeh, R., Ahmani, P. 2011. Ruminal development and growth of Balouchi lambs offered alfalfa hay pre- and post-weaning. *Trop. Anim. Health Prod.* 43:1169–1174.
- Owens, J., Provenza, F.D., Wiedmeier, R.D., Villalba, J.J. 2012. Supplementing endophyte-infected tall fescue or reed canarygrass with alfalfa or birdsfoot trefoil increases forage intake and digestibility by sheep. *J. Sci. Food Agric.* 15; 92 (4):987-92.
- Priolo, A., Micol, D., Agabriel, J. 2001. Effects of grass feeding systems on ruminant meat color and flavor. A review. *Anim. Res.* 50:185-200.
- Salgueiro, Z., Díaz, M.D., Carballo, S.J. 2009. Efecto del acabado sobre la calidad de la canal de terneros y terneras alimentados con ensilados. *Arch. Zoot.* 58, 11-22.
- USDA. 1992. United States Department of Agriculture. Standards for Grades of Lamb, Yearling Mutton, and Mutton Carcasses. Agri. Marketing Serv., USDA, Washington, DC. Whipple.

PRODUCCION Y CALIDAD DE LA BIOMASA DEL GERMINADO DE MAÍZ (*Zea mays* Lim) Y SORGO (*Sorghum vulgare* Lim) EN VILLAFLORES CHIAPAS

A. Hernández¹, R. Pinto¹, H. Gómez¹, F.J. Medina¹, A. Ruiz¹, F.H. Albores¹, D. Hernández² y F. Guevara¹

¹Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de Ciencias Agronómicas, Carretera Ocozocoautla-Villaflores Km. 84.5, Villaflores, Chiapas. México. ²Colegio de Posgraduados, Km 36.5 Carretera México Texcoco Montecillo, Texcoco, México.
E-mail: adalberto27@yahoo.com.mx

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en el rancho “La Primavera” propiedad de un productor cooperante. El objetivo fue conocer la producción y calidad del germinado de maíz blanco, amarillo y sorgo en Villaflores, Chiapas. Se evaluaron tres tratamientos: T1 (maíz blanco híbrido 30F96), T2 (maíz amarillo híbrido P4083) y T3 (sorgo híbrido 81G67), los cuales fueron distribuidos en tres camas con las siguientes medidas 1 m de ancho, 3 m de largo y 5 cm de profundidad, ambas camas estuvieron a una altura de 1 m del suelo y fueron distribuidas en un diseño experimental de bloques al azar los híbridos empleados son de la empresa Pioneer. Las variables evaluadas fueron: producción de biomasa forrajera a los 10, 15 y 20 días de edad del cultivo y evaluación química (humedad, cenizas, proteína cruda, carbohidratos solubles, fósforo y calcio). El diseño experimental empleado fue bloques al azar. Los resultados encontrados para biomasa forrajera a los 15 días fueron de T1 (346.33 g/área de 314.15 cm²), T2 (290.33 g/área de 314.15 cm²) y T3 (176.00 g/área de 314.15 cm²) no existiendo diferencias ($P>0.05$) entre las dos variedades de maíz, sin embargo estas si existen ($P<0.05$) cuando se comparan con el sorgo. En la evaluación química del forraje a los 15 días de edad del cultivo, no se encontraron diferencias ($P>0.05$) en las variables medidas. Se concluye que en la evaluación agronómica, el mejor resultado se obtuvo en los tratamientos T1 y T2. En la evaluación química, no se encontraron diferencias estadísticas en ninguno de los tratamientos evaluados.

Palabras clave: Forraje hidropónico, composición química, maíz, sorgo.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una gran necesidad de producción de forraje y la búsqueda de alternativas es una constante tanto en la investigación como en el desarrollo de los sistemas agropecuarios. En ese sentido, el germinado de semillas como alimento humano y animal es una técnica que tiene sus orígenes en el siglo XVII y a través de los años, esta técnica se ha perfeccionado e intensificado en su uso, principalmente en la producción de alimento animal. La técnica del germinado o forraje verde hidropónico (FVH) ha sido adoptado y utilizado como una técnica que constituye una forma de producción de biomasa vegetal con un alto valor nutritivo, que permite una serie de ventajas tales como: la producción a costos bajos, utilización de espacios pequeños, poca inversión, producción de forraje en épocas difíciles del año, el ahorro de agua así como el nulo uso de maquinaria agrícola (Romero *et al.*, 2009 y FAO, 2001)

El estado de Chiapas cuenta con una amplia variedad de climas lo que hace que existan zonas con diferentes rangos de producción forrajera, ante ello, el germinado como técnica, reviste importancia porque se puede realizar en climas fríos o cálidos, en cualquier época del año, principalmente durante la sequía, época en que se presentan serios problemas por la falta de

forraje. Por tal motivo el presente trabajo tiene como objetivo conocer la producción y calidad del germinado de maíz blanco, amarillo y sorgo en Villaflores, Chiapas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se llevó a cabo en el rancho “La Primavera”, propiedad de un ganadero cooperante, el cual se ubica en la 1ª Oriente entre 5ª y 6ª sur de la Ciudad de Villaflores, Chiapas. Sus coordenadas son 16° 35' y los 16°10' de Latitud Norte y 93° 03' y 93° 46' de Longitud Oeste, con una altitud de 610 msnm (García, 1987).

Los tratamientos evaluados fueron: T1 (maíz blanco híbrido 30F96), T2 (maíz amarillo híbrido P4083) y T3 (sorgo híbrido 81G67), cada tratamiento estuvo constituido por tres repeticiones, los cuales fueron distribuidos en tres camas con las siguientes medidas 1 m de ancho, 3 m de largo y 5 cm de profundidad, ambas camas estuvieron a una altura de 1 m del suelo y fueron distribuidas en un diseño experimental de bloques al azar. Las semillas empleadas en el experimento, fueron híbridos de la empresa Pioneer, y antes de ser utilizadas se retiraron las impurezas a través del remojo con agua por una hora, y todo el material que flotaba fue desechado, quedando de esta manera semillas puras; mismas que fueron utilizadas a razón de 1 kg por metro cuadrado y distribuidas en camas de germinación (compuestas de tablas recubiertas con plástico negro) en las cuales se distribuyó una capa homogénea de sustrato compuesto de paja molida a razón de 1.5 kg/m², esto de acuerdo a lo indicado por Carballo (2000). Una vez sembradas las semillas se aplicaron dos riegos por día (mañana y tarde) durante todo el que duro el experimento.

Las variables medidas fueron: producción de biomasa forrajera y composición química (humedad, cenizas, proteína cruda, carbohidratos solubles, fosforo y calcio). La biomasa forrajera se midió a los 10, 15 y 20 días de edad del cultivo, la muestra se obtuvo con la ayuda de un círculo de una área de 314.15 cm². Para el análisis químico se tomaron submuestras de la muestra tomada de biomasa forrajera y estas fueron procesadas en el laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Autónoma de Chiapas, donde se realizó el análisis de humedad, cenizas de acuerdo a la A.O.A.C. (1990) y las demás determinaciones se realizaron en el laboratorio de bromatología del Colegio de la Frontera Sur (ECOSUR) en la ciudad de San Cristóbal de las Casas Chiapas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se aprecian los valores medios de la producción de biomasa verde de cada muestra para los tres tratamientos evaluados. Al realizar el análisis de varianza y prueba de media de Tukey, se observó que para el primer muestreo (10 días) y el tercer muestreo (20 días) no existen diferencias estadísticas significativas ($P>0.05$), sin embargo, para el segundo muestreo (15 días), sí se presentaron diferencias significativas ($P<0.05$) entre tratamientos.

Cuadro 1. Producción de biomasa verde (g) del germinado maíz blanco, maíz amarillo y sorgo en Villaflores, Chiapas.

Edad de la planta en la evaluación (días)	T1	T2	T3	E.E.M	SIG.
10	174.73	278.00	254.33	29.91	NS
15	346.33 b	290.33 b	176.00 a	18.76	**
20	240.33	274.00	191.33	26.13	NS

Medias con diferentes literales en hilera son estadísticamente diferentes ($P<0.05$). E.E.M.= Error estándar de las medias. T1= Maíz blanco. T2= Maíz amarillo. T3= Sorgo.

De acuerdo a los resultados encontrados las variaciones del peso o de producción de biomasa verde de los tratamientos, se debió a la edad del cultivo por su parte Resh, (2001) mencionó que es importante tener en cuenta el pico máximo de producción de biomasa forrajera, para hacer la cosecha y obtener mejores beneficios; para el caso de este trabajo los resultados fueron a los quince días para el T1 y T2.

En el Cuadro 2 se aprecian los valores medios (%) del análisis químico proximal de la biomasa forrajera a los 15 días de edad del cultivo. Al realizar el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey, se observa que los valores de humedad, cenizas, proteína cruda, fibra cruda y carbohidratos solubles no presentaron diferencias estadísticas ($P>0.05$) entre los tratamientos evaluados.

Cuadro 2. Composición Química en base seca (%) del germinado de maíz blanco, maíz amarillo y sorgo a los 15 días de edad en Villaflores, Chiapas.

Análisis	T1	T2	T3	E.E.M	SIG.
Humedad.	8.93	10.07	10.25	0.52	NS
Cenizas.	9.29	8.42	9.88	0.47	NS
Proteína Cruda.	15.20	15.07	15.32	1.12	NS
Fibra Cruda.	35.28	33.25	38.46	1.52	NS
Carbohidratos Solubles.	26.41	27.81	21.12	1.87	NS

E.E.M.= Error estándar de las medias. T1= Maíz blanco. T2= Maíz amarillo. T3= Sorgo.

Relacionando los resultados encontrados en este trabajo con los reportados por Fernández (2001) señala que los contenidos de proteína de forraje hidropónico de maíz fue de 16.31 %, similar a lo encontrado en la presente investigación.

En el Cuadro 3 se observan los valores medios de fósforo y calcio para los tratamientos evaluados. Al realizar el análisis de varianza y la prueba de medias de Tukey, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) entre tratamientos.

Cuadro3. Contenido mineral (g /100g) de muestras del germinado maíz blanco maíz amarillo y sorgo a los 15 días de establecido en Villaflores, Chiapas.

Análisis	T1	T2	T3	E.E.M	SIG.
g de Fósforo.	0.49	0.50	0.46	0.03	NS
g de Calcio.	0.51	0.44	0.42	0.01	NS

E.E.M.= Error estándar de las medias. T1= Maíz blanco. T2= Maíz amarillo. T3= Sorgo.

Para el caso de este trabajo se encontraron valores de fósforo y calcio de 0.49, 0.50, 0.46 g y 0.51, 0.44 y 0.42 g para T1, T2 y T3 respectivamente, contrario a lo reportado por Carballo (2000) quien señala que la calidad nutritiva de los forrajes hidropónicos cambian de acuerdo a diferentes factores entre los que señala: época de cosecha, edad del cultivo, variedad, clima, manejo del cultivo y semilla utilizada, estos investigadores reportan valores de 0.48 y 0.104 de fosforo y calcio respectivamente.

CONCLUSIÓN

El mejor tratamiento para producción de biomasa forrajera fue el T1 (maíz blanco), seguido del T2 (maíz amarillo) y T3 (sorgo). Para el caso de la evaluación química, no se encontraron diferencias estadísticas en los tratamientos evaluados.

REFERENCIAS

- A.O.A.C. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemist. 15 th. Ed. Association of official analytical chemist. Washington, U.S.A. pp.17-90.
- Carballo, M. C. R. 2000. Manual de proyectos para germinar granos para Alimentación animal. Hidroponía. ZOE Tecno Campo, Culiacán Sinaloa. México. (En línea). <http://www.zoetecnocampo.com/Documentos/germinados.htm>
- Fernández, 2001. Fundamentos de la Energía Piramidal. Lima, Perú (En línea). <http://www.piramide.com>.
- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Kopeen. 4ª ed. Edit. SIGSA. México D.F. p.96
- Resh, H. M .2001. Cultivos hidropónicos. 5ª ed. Edit. Mundi-Prensa Madrid España. pp.31-34.
- Romero, V. M. E.; Córdova, D. G.; Hernández, G., E. 2009. Producción de Forraje Verde Hidropónico y su Aceptación en Ganado Lechero. Acta Universitaria, 19(2): 11-19.
- FAO. 2001. Manual Técnico. Forraje Verde Hidropónico. Organización de las Naciones para la agricultura y la alimentación. Oficina Regional de la FAO, para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y RENDIMIENTO EN CANAL DE CERDOS CRIOLLOS ALIMENTADOS CON TRES NIVELES DE ENERGÍA

L. Rodríguez-González¹, W. Trejo-Lizama¹, R. Santos-Ricalde^{1*}

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.*

E-mail: rsantos@uady.mx

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento productivo y rendimiento en canal de cerdos criollos alimentados con tres niveles de energía: alto (NA), medio (NM) y bajo (NB). Los niveles de energía correspondieron a cuatro, tres y dos veces el requerimiento de EM para mantenimiento. La ganancia diaria de peso se redujo significativamente ($P<0.05$) conforme se redujo el consumo de energía (0.501, 0.438 y 0.300 kg/día para el tratamiento NA, NM y NB, respectivamente). Los días para alcanzar el peso al sacrificio (70 kg) fueron mayores ($P<0.05$) en los tratamientos medio y bajo (110, 124 y 180 días para el tratamiento NA, NM y NB, respectivamente). Disminuyó la grasa dorsal ($P<0.05$) en la décima y última costilla en el tratamiento NB (2.83 y 2.64 cm, respectivamente) con respecto al tratamiento NM (3.64 y 3.90 cm, respectivamente) y NA (3.73 y 3.80 cm, respectivamente). Los resultados obtenidos indican, que la reducción del nivel de energía en la dieta de los cerdos criollos disminuye considerablemente la cantidad de grasa en la canal, aunque se incrementan los días para alcanzar el peso final.

Palabras clave: cerdos criollos, grasa dorsal, rendimiento de canal.

INTRODUCCIÓN

En el Estado de Yucatán el cerdo pelón mexicano (CPM) es una raza en peligro de extinción que se explota en el sistema tradicional de traspatio o autoabastecimiento y cuyo germoplasma representa un capital genético para México (Pattison *et al.*, 2007). Sin embargo, uno de los principales problemas de CPM es su valor comercial, ya que se considera una raza de engrasamiento precoz con un alto porcentaje de grasa producida (Becerril *et al.*, 2005) además de su baja retención de nitrógeno (Trejo-Lizama, 2005). Considerando el alto potencial de acumulación de grasa corporal de los CPM, se justifica la utilización de programas de restricción alimenticia con el fin de disminuir la grasa en la canal, aunque esto implica un mayor número de días para alcanzar el peso de venta. Sin embargo, la restricción de alimento induce a stress por hambre. En este caso se justifica el uso de forrajes para reducir la tensión causada por la restricción de alimento (Santos-Ricalde y Lean, 2006). El objetivo de este trabajo fue evaluar el comportamiento productivo y el rendimiento a la canal de cerdos criollos alimentados con tres niveles de alimentación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 24 cerdos criollos (machos castrados) con un peso promedio inicial de 16 ± 1.12 kg. Doce cerdos (4 de cada tratamiento) fueron estabulados en corrales individuales, y se les proporcionaba diariamente alimento (ver Anexo) y pasto estrella (PE) picado (*Cynodon nlemfuensis*). Otros doce cerdos se mantuvieron en potreros establecidos con PE. Los cerdos se sacrificaron a los 70 kg de peso vivo. Se alimentaron con un régimen alimenticio alto (NA), medio (NM) y bajo (NB) de energía, correspondiente a cuatro, tres y dos veces el requerimiento de EM para mantenimiento, respectivamente. Se utilizó como criterio para asignar el nivel de

alimentación el requerimiento de energía metabolizable para mantenimiento (EM_m) de la NRC (1998) para cerdos en crecimiento ($106 \text{ kcal de EM/kg de PV}^{0.75}$), utilizando un alimento con $3265 \text{ kcal de EM/kg}$ y 19% de PC. Los animales fueron pesados semanalmente para asignarles la cantidad de alimento correspondiente. Se registró la ganancia diaria de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia y consumo de pasto en los animales estabulados. El peso de la canal se obtuvo inmediatamente después del sacrificio (peso de canal caliente), incluyendo la cabeza y patas. A la canal, se le midió el espesor de la grasa dorsal con una regla a la altura de la primera, décima y última costilla. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar, los bloques correspondieron al sistema de engorda utilizado (estabulación o pastoreo). Los resultados obtenidos, se analizaron mediante un análisis de varianza propio de un diseño de bloques al azar y las medias se compararon con una prueba de rango múltiple de Tukey. El consumo de forraje, se analizó con un análisis de varianza de una vía.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos en este trabajo. Se encontró que con una restricción de alimento del 14 y 41% en los tratamientos NM y NB respectivamente redujo la tasa de crecimiento en un 13 y 40 %, respectivamente ($P < 0.05$). La conversión alimenticia del concentrado obtenida en este trabajo (3.5) fue mejor a la reportada por Lemus *et al.* (2005) (4.4) y por Trejo-Lizama (2005) (4.5) para cerdos criollos.

Cuadro 1. Comportamiento productivo y rendimiento de canal de cerdos criollos con diferentes niveles de alimentación.

Variables	Nivel de energía			EEM
	Alto	Medio	Bajo	
Consumo total de alimento (kg)	195 ^a	189 ^a	186 ^a	5.68
Ganancia diaria de peso (kg/día)	0.501 ^a	0.438 ^b	0.300 ^c	0.01
Conversión alimenticia	3.6 ^a	3.5 ^a	3.5 ^a	0.09
Consumo de pasto (kg/día)	0.092 ^b	0.121 ^b	0.307 ^a	0.01
Peso canal caliente (kg)	57.1 ^a	57.1 ^a	56.2 ^a	0.47
Rendimiento de la canal (%)	80.6 ^a	81.0 ^a	80.4 ^a	0.59
Grasa dorsal 10 ^a costilla (cm)	4.5 ^b	4.2 ^{ab}	3.6 ^a	0.19
Grasa dorsal última costilla (cm)	3.7 ^b	3.6 ^b	2.8 ^a	0.16

^{abc} Medias que no tienen literales iguales en la misma fila son estadísticamente diferentes ($P < 0.05$).

El incremento en el consumo de pasto registrados en este trabajo como resultado de la restricción de alimento ($P < 0.05$), concuerda con lo encontrado por Santos-Ricalde y Lean (2006) en cerdas gestantes alimentadas con un nivel bajo de energía, esto debido probablemente a un intento por llenar sus requerimientos de energía. Se observó una reducción significativa ($P < 0.05$) en el espesor de grasa dorsal en comparación con el tratamiento NA. El mismo efecto se ha observado en cerdos ibéricos y comerciales alimentados restringidamente (Serrano *et al.*, 2009; Lebret *et al.*, 2007).

CONCLUSIÓN

De acuerdo con los resultados obtenidos es posible manipular la cantidad de grasa en la canal de los cerdos criollos con un sistema restringido de alimentación. Aunque la restricción alimenticia

causo un aumento en los días para alcanzar el peso final probablemente esto no implique un costo adicional si los cerdos se mantienen en sistemas extensivos, donde las instalaciones son económicas y la mano de obra requerida es mínima.

REFERENCIAS

- Becerril, H.M., Lemus, F.C., Rodríguez, C.J., 2005. Características de la canal y carne de cerdo criollo. En: El cerdo pelón mexicano y otros cerdos criollos. Editores: Lemus, F.C. y Alonso, S.M.L. Universidad Autónoma de Nayarit. pp. 152-176 .
- Lebret, B., Heyer, A., Gondret, F., Louveau, I., 2007. The response of various muscle types to a restriction-re-alimentation feeding strategy in growing pigs. *Animal*. 1:849–857.
- Lemus-Flores, C., Alonso-Morales, R., Herrera-Haro, J.G., Alonso-Spilsbury, M., Ramírez-Necoechea, R., Mota-Rojas, D., 2005. Growth, morphometry and reproductive performance of creole cuino pigs in Mexico. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 4(10): 855-858.
- Pattison, J., Drucker, A.G., Anderson, S., 2007. The cost of conserving livestock diversity? Incentive measures and conservation options for maintaining indigenous pelon pigs in Yucatan, Mexico. *Tropical Animal Health and Production*. 39:339-353.
- Santos, R.R.H., Lean, I.J., 2006. Digestibility of dried star grass (*Cynodon nlemfuensis*) and consumption of fresh star grass in primiparous pregnant sows. *Animal Feed Science and Technology*. 129: 12-22.
- Serrano, M. P., Valencia, D. G., Fuentetaja, A., Lázaro, R., Mateos, G. G., 2009. Influence of feed restriction and sex on growth performance and carcass and meat quality of Iberian pigs reared indoors. *Journal Animal Science*. 87:1676-1685.
- Trejo-Lizama, W., 2005. Strategies to improve the use of limited nutrient resources in pig production in the tropics. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*. Beiheft 85. 108 p.

Anexo. Componentes y caracterización química de la dieta experimental

Ingrediente	Contenido (%)	Composición química estimada de la dieta (g kg⁻¹ MS)	
Sorgo grano	70.94	EM. (Mcal kg ⁻¹)	3.265
Soya	26.00	Proteína cruda *	191.0
Carbonato de calcio 38%	0.94	Cenizas*	42.3
Aceite de soya	0.80	FDN*	136.0
Ortofosfato	0.70	Calcio	6.03
Sal	0.40	Met + Cis	5.74
Vitaminas cerdos GA-2	0.10	Fosforo Total	5.01
Lisina	0.07	Lisina	9.47
Minerales	0.05		

DETERMINACIÓN DE SELENIO EN TEJIDOS (MUSCULAR, RENAL, HEPÁTICO, CARDÍACO Y SANGUÍNEO) DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON SELENITO DE SODIO Y SELENOMETIONINA

R. Cruz-Monterrosa¹, E. Ramírez-Bribiesca², G. Miranda-delaLama¹, R. Jiménez-Badillo³, A. Revilla-Vazquez⁴

¹Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Lerma, Edo. de México. ²Colegio de Postgraduados, enlace ganadería. Montecillo-Texcoco, Edo. de México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Amecameca, UAEM. ⁴Facultad de Estudios Superiores-Cuautitlán, UNAM

E-mail: cruzmonterrosa@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar las concentraciones de selenio (*Se*) en tejido muscular, hígado, riñón, corazón y sangre de corderos. Se utilizaron veinte corderos en este experimento, y todos ellos fueron incluidos en el tratamiento general: sin complemento de *Se* 0.1 ppm de *Se*, 15 días después los corderos se dividieron en dos grupos para administrar: T1) Con complementación de Na₂SeO₃: dieta con 0.3 ppm de *Se* y T2) Con complementación de selenometionina, dieta con 0.3 ppm de *Se*. Antes de iniciar el experimento, los 20 corderos con un peso de 30 kg y una edad de 6 meses fueron canulados en el rumen y duodeno. Los tratamientos fueron administrados directamente a través de la cánula ruminal, distribuidos con una adaptación de 10 días y 5 días de muestreo por periodo, Las muestras de sangre fueron extraídas de la vena yugular para la determinación de selenio. Al término de la administración de los tratamientos, los corderos fueron sacrificados y se obtuvieron las muestras de cada tejido (músculo esquelético, cardíaco, hepático y renal) mantenidas en congelación a -20°C hasta su análisis. Se hizo un análisis de varianza de los datos usando el procedimiento SAS 2000, y las medias de los tratamientos se compararon usando la prueba de Diferencia mínima significativa ($P \leq 0.10$). Con respecto a las diferencias entre las concentraciones de selenio en órganos se realizó con una prueba de T-Student, con una significancia de $P < 0.05$. Los resultados de las pruebas mostraron efecto del *Se* de la dieta sobre las dos fuentes de *Se* en las concentraciones sanguíneas, a los 5 días de administrar las fuentes de *Se*, éste se incrementó el doble ($P < 0.01$) en tejido sanguíneo, pero esta respuesta fue totalmente diferente a los 14 días después de aplicar las fuentes de *Se*. En este estudio no hubo diferencias significativa ($P > 0.05$) en la concentración de selenio en tejidos de hígado, riñón, corazón y músculo. En conclusión el selenito de sodio presentó la misma disponibilidad en los tejidos que el selenio orgánico (selenometionina). Ambas son fuentes adecuadas para mejorar el contenido de *Se* en la carne y vísceras destinadas al consumo humano.

Palabras clave: deficiencia de selenio, ovinos en crecimiento, tejidos musculares

INTRODUCCIÓN

En los últimos años el interés por el estudio de los microelementos y en particular por el selenio (*Se*) ha ido en aumento, debido a su gran importancia en la nutrición animal. En la producción ovina la deficiencia de este mineral causa problemas graves especialmente en el desarrollo de los corderos y en la etapa de gestación de las ovejas (Abd El Ghany-hefnawy *et al.*, 2007). Entre las formas mediante las cuales se puede suplementar selenio para corregir la deficiencia están la

incorporación de sales minerales en el alimento, aplicación de inyecciones subcutáneas, dosificación oral de selenio sódico y aplicación de bolos o comprimidos ruminales. La fuente de Se comúnmente usada en la alimentación de rumiantes es el selenito sódico (Na_2SeO_3), pero su uso está limitado por el riesgo de toxicidad durante su manipulación. Otras fuentes de Se son las de tipo orgánico (metionato de Se y levaduras enriquecidas con Se) (Flores *et al.*, 2007). El Se es uno de los minerales más tóxicos para todos los animales, tiene un rango de tolerancia muy reducido entre su requerimiento y toxicidad. Generalmente en la dieta el requerimiento mínimo y nivel máximo tolerable fluctúa entre 0.05 y 5 ppm (NRC, 2007). Por tal motivo es importante contar con suplementos de selenio que proporcionen un alto grado de seguridad, proporcionando dosis adecuadas de Se, evitando su deficiencia, pero sin descuidar el riesgo de inducir toxicidad. Las formas de selenio que se utilizan para suplementar son: Se orgánico, que predominantemente se encuentra en forma de selenometionina en los alimentos, y el selenito de sodio (forma inorgánica) más usado como suplemento. Investigaciones han demostrado una alta disponibilidad y absorción a nivel del tracto digestivo del selenito de sodio en corderos (Cruz, 2005). Por tales razones esta investigación pretende comparar la forma orgánica e inorgánica de suplementos de selenio sobre su concentración en tejidos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El sacrificio de los ovinos se realizó en el rastro de San Martín Texmelucan, Puebla. La fase de laboratorio se realizó en la sección de Química Analítica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán en la Universidad Nacional Autónoma de México, Estado de México, y en los Laboratorios de Nutrición Animal y Microbiología Ganadería del Instituto de Recursos Genéticos y Productividad del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

En el experimento se evaluaron dos fuentes de selenio: la forma orgánica (Seleno - L - Metionina, Sigma® referencia S3132, fórmula: $\text{C}_5\text{H}_{11}\text{NO}_2\text{Se}$) y la forma inorgánica (Selenito de sodio, fórmula molecular Na_2SeO_3 , con un contenido de 45% Se). La fase experimental se dividió en 2 etapas, organizando los veinte corderos en una etapa de testigo y la segunda en etapa de administración del microelemento.

En la primera etapa los veinte corderos consumieron la dieta basal. Fueron 10 días de adaptación y 5 días de muestreo. En la segunda etapa los 20 animales se dividieron en dos grupos de corderos cada uno de 10 respectivamente, el primero fue el tratamiento 1 (T1) que corresponde: dieta basal + selenito de sodio y el segundo fue el tratamiento 2 (T2): dieta basal + selenometionina. La etapa fue 15 días de administración de los tratamientos para cada grupo asignado y en los últimos 5 días se realizaron los muestreos correspondientes. La aplicación de las fuentes de selenio se realizaron por la vía intrarruminal suministrando los microelementos diluidos con una válvula conectada a la cánula ruminal.

Terminado la administración de los tratamientos, posteriormente se enviaron al rastro los ovinos, estos fueron primero insensibilizados con una pistola de émbolo en la parte frontal de la cabeza, después los animales se colgaron para desangrarlos, posterior a su sacrificio se obtuvieron las muestras de cada tejido (músculo esquelético, tejido cardíaco, tejido hepático y tejido renal), estos fueron introducidos en bolsas de tamaño de 18 cm de largo x 10 cm de ancho debidamente identificadas. La determinación de la concentración de selenio se realizó con la técnica descrita por Baeza *et al* (2005), mediante la utilización de un espectrofotómetro de absorción atómica (SpectrAA 800 Varian AUSTRALIA), empleando generador de hidruros (VG 77 Varian AUSTRALIA) como sistema de atomización.

El experimento se desarrolló de acuerdo a un diseño completamente al azar. Se evaluaron tres tratamientos, T1 testigo antes del suplemento, T2 y T3 después del suplemento, involucra la fuente inorgánica y orgánica: Selenito de sodio y selenometionina. Se hizo un análisis de varianza de los datos usando el procedimiento SAS 2000, y las medias de los tratamientos se compararon usando la prueba de Diferencia mínima significativa ($P \leq 0.10$). Con respecto a las diferencias entre las concentraciones de selenio en órganos se realizó con una prueba de T-Student, con una significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta los resultados de la concentración de selenio en sangre, a los 5 días de administrar las fuentes de selenito y selenometionina, el selenio se incrementó al doble en el tejido sanguíneo, esta respuesta fue totalmente diferente a los 14 días después de iniciar los suplementos. La diferencia de respuestas puede tener una explicación biológica, inicialmente cuando se administraron las fuentes, el organismo animal refleja este incremento en sangre y posteriormente puede normalizarse y buscar otras vías de depósito como tejido muscular e hígado.

Cuadro 1. Concentraciones de selenio (ppm) en sangre de corderos antes y después de suplementar dos fuentes de selenio

	Sin suplemento de selenio	Selenito de sodio	Selenometionina	EEM
Sangre 5d	0.122 ^a	0.242 ^b	0.205 ^b	0.03
Sangre 14d	0.120 ^a	0.124 ^a	0.124 ^a	0.01

^{ab} Letras diferentes en mismo renglón muestran diferencia significativa ($P < 0.01$).

Hudson *et al.* (1988) observaron un incremento de Se sanguíneo después de la primera semana de la administración oral de comprimidos con Se. Sin embargo, en este trabajo, aunque solo hubo diferencias en el primer muestreo, las concentraciones de selenio en ambos tratamientos resultaron adecuadas como concentración idónea que no refleja la deficiencia de selenio (Gerloff, 1992). Shiobara *et al.* (1998) proporcionaron dietas con dosis excesivas de selenito de sodio y selenometionina (2 ppm) por un periodo de 12 semanas y las concentraciones de selenio sanguíneo de ratas suplementadas con selenometionina fueron significativamente mayores ($P < 0.05$) que las ratas suplementadas con selenito de sodio, pero esta respuesta no se observó en plasma.

Controversialmente al trabajo, se menciona un incremento de Se en sangre más lentamente con la suplementación y declina de igual manera sin suplemento (Gerloff, 1992). Otras investigaciones sugieren que las concentraciones en suero e hígado son las idóneas para la medición del estatus de selenio (Miller *et al.*, 1974). En el caso de biopsias y necropsias se ha determinado que la mayor concentración del mineral se encuentra en músculo esquelético y posteriormente en hígado y riñón, por otro lado otros autores mencionan una distribución del micro-elemento en el organismo de los ovinos: los riñones (6.5%), hígado (4.4%), páncreas (.46%), bazo (.48%), tracto digestivo (10.08%), pulmón (2.63%), músculo cardíaco (.99%), músculo esquelético (33.51%), cerebro (.46%), sangre (8.57%), hueso (7.3%), piel (7.16%), lana (17.41%) (Grace y Clark, 1991). En este estudio no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en la concentración de selenio en los tejidos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Concentraciones de selenio (ppm) en tejidos de corderos después de suplementar dos fuentes de selenio

Tejidos	Selenito de sodio	Selenometionina	EEM
Riñón	0.73 ^a	0.66 ^a	0.075
Músculo	0.31 ^a	0.34 ^a	0.07
Hígado	0.53 ^a	0.36 ^a	0.08
Corazón	0.32 ^a	0.30 ^a	0.04

^aLetras similares no muestran diferencias significativas ($P > 0.05$).

CONCLUSIÓN

El selenio se acumuló en tejidos en concentraciones similares con las dos fuentes de selenio. Se recomienda utilizar el selenito de sodio como fuente disponible de selenio, ya que presenta las mismas ventajas que el selenio orgánico (selenometionina) y mejor disponibilidad por su costo económico.

REFERENCIAS

- Abd El Ghany-hefnawy, R. López-Arellano, A. Revilla-Vázquez, J.E. Ramírez-Bribiesca, J. Tórtora. 2007. The relationship between fetal and maternal selenium concentrations in sheep and goat. *Small Rumin Res.*73: 174-180
- Cruz M.R., Hernández C.L.M., Guerrero L.M.I y Pérez C.M.L.,Ramírez B.E. 2005. Fisiología Digestiva en coderos alimentados con dietas altas en energía y dos concentraciones de selenio y magnesio. XXIX Congreso Nacional de Buiatria Pag 277.
- Flores, C., Caja,G., Salama, A.D.J., Saldo, J. Blandon, J.C, Fandiño, I, Bertin,G. 2007. Comparación de efectos de la suplementación con selenio orgánico (Sel-plex) e inorgánico en cabras. *Ciencia Animal.*
- Grace N. D. y Clark, R.G. 1991. Trace element requirements, diagnosis and prevention of deficiencies in sheep and cattle. En *Physiological Aspects of Digestion and Metabolism in Ruminants* ed. Tsuda, T. Sasaki y Kawashima, eds. Academic Press., Londres.
- Gerloff, B.J.1992. Effect of selenium supplementation on dairy cattle. *J. Anim. Sci.*, 70:3934-3940.
- Miller, W.J. 1974. New concepts and developments in metabolism and homeostasis of inorganic elements in dairy cattle. A review. *Journal of Dairy Science*, 50:1549-1560.
- NRC Nutrient requirements of small ruminants 2007, National research council, Pág. 134-137
- Shiobara,Y.; Yoshida,T.and Suzuki,K.Z.1998.Effects of dietary selenium species on Se concentrations in hair,blood and urine. *Toxicology and Applied Pharmacology*,52:309-314
- Surai, P.F. Selenium in Poultry Nutrition. Antioxidant Properties, Deficiency and Toxicity. *World's Poultry Science Journal*, Vol. 58, September 2002.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDERAS DE REEMPLAZO ALIMENTADAS CON DISTINTOS NIVELES DE CONTENIDO RUMINAL BOVINO

J. Hernández-Bautista^{1*}, P.O. Fernández-villa¹, V.H. García-Merlin¹, A. Palacios-Ortiz¹, J.A. Hernández-Rivera¹

¹*Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.*

**E-mail: jorgeherba@hotmail.com*

RESUMEN

El contenido ruminal bovino (CRB) es un subproducto obtenido en el rastro y que genera contaminación ambiental cuando es vertido a cielo abierto; no obstante, posee características nutrimentales importantes (12-15 % PC y 21-30 % FC) que lo colocan como una alternativa en la alimentación animal. El objetivo de estudio fue determinar el comportamiento productivo de corderas de reemplazo alimentadas con diferente nivel de CRB, para ello se estableció un experimento en el municipio de La Trinidad Zaachila, Oaxaca. Se utilizaron 24 corderas, raza Katahdin, de 90 días de edad con un peso promedio de 17.5 kg, las cuales fueron desparasitadas, vitaminadas, vacunadas y distribuidas en un diseño completamente al azar, con tres tratamientos y cuatro repeticiones cada uno; el tratamiento uno (T1) fue el grupo testigo (corderas alimentadas con una ración elaborada sin contenido ruminal); las corderas de los tratamientos dos (T2) y tres (T3) se alimentaron con raciones elaboradas con 20 y 40 % de CRB, durante 107 días. Las variables dependientes fueron consumo de alimento diario (CAD), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza, tomando como covariable el peso vivo inicial. No se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre tratamientos para las variables CAD, GDP y CA, los promedios generales fueron 0.179 kg para GDP, 1.037 kg de CAD y 5.89 de CA. En conclusión, se puede considerar el uso de CRB hasta en un 40 % de las raciones para corderas destinadas al reemplazo.

Palabras clave: Ganancia de peso, conversión alimenticia, raza Katahdin

INTRODUCCIÓN

La recuperación y transformación de los residuos pecuarios para su reutilización en insumos útiles, es una opción que surge a partir de la problemática ambiental que generan los residuos en los rastros diariamente. La reutilización del contenido ruminal bovino (CRB) en la alimentación de los animales es una alternativa para reducir los efectos negativos en el medio ambiente. El CRB puede ser parte activa de una dieta integral que ayude a mejorar las ganancias de peso, pero sobre todo a disminuir costos de producción en la engorda del ganado. El CRB, también conocido como ruminaza, es un subproducto obtenido en la matanza de los bovinos, se encuentra en el rumen y contiene todo el material que no alcanzó a ser digerido, posee una gran cantidad de microorganismos y productos de la fermentación ruminal (Domínguez y Barajas, 1993; Rodríguez, 2005; Falla-Cabrera, 1995). La materia seca del contenido ruminal se considera en un rango de 13 al 30 %, dependiendo de si se usa la totalidad del líquido o el drenado del mismo; la fibra va de 21 a 34 %; posee de 10 al 15 % de proteína cruda, y de 37 a 43 % de extracto libre de nitrógeno; esto va a depender de la calidad de nutrientes, agua y forraje; así como, del tiempo de ayuno del animal al momento de la matanza (Flores *et al.*, 1996; Falla-Cabrera, 1995 y Barajas *et al.*, 1997). Hernández *et al.* (2012) ofrecieron, a corderos destetados, raciones integrales elaboradas con 0, 5, 10, 15 y 20 % de CRB, obteniendo GDP de 0.184, 0.192, 0.189, 0.209,

0.189, respectivamente, no reportando diferencia estadística ($P>0.05$) entre promedios. Por su parte Ortiz *et al.* (2011) estudiaron el comportamiento de corderas de reemplazo Katahdin, alimentadas con raciones elaboradas con 0, 5, 10 y 15 % de contenido ruminal, y reportaron promedios similares ($P>0.05$) para GDP (137 g), CA (7.675) y el CDA (1.022 kg). A pesar de que, en ambos experimentos, no se detectó diferencia estadística ($P>0.05$), los autores observaron una tendencia a disminuir el promedio de ganancia de peso en la medida que el porcentaje de CRB en la dieta aumentó. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar el comportamiento productivo de corderas de reemplazo alimentadas con raciones formuladas con 0, 20 y 40 % de contenido ruminal de bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo, de Febrero a Mayo del 2012, en el rancho SANDI ubicado en el municipio de La Trinidad, Zaachila, en el estado de Oaxaca; la localidad se encuentra ubicada a 16 km de la ciudad de Oaxaca y se localiza entre las coordenadas $16^{\circ} 55'$ latitud Norte y $96^{\circ} 48'$ longitud Oeste y a una altura de 1490 msnm. Se estableció un diseño completamente al azar utilizando 24 corderas de 3 meses de edad, de la raza Katahdin con un peso promedio inicial de 17.5 kg. El tratamiento uno (T1) fue el grupo testigo, las corderas fueron alimentadas con una ración integral sin contenido ruminal; en los tratamientos dos (T2) y tres (T3) las corderas se alimentaron con raciones elaboradas con contenido ruminal a niveles de 20 y 40 %, respectivamente. Cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones y cada repetición constó de dos animales alojados en una corraleta. Al inicio del estudio las corderas se pesaron y desparasitaron (ivermectina al 1 %, a dosis de 0.2 mg/kg de peso vivo); también se les aplicó vitamina A (500 000 UI), D (75 000 UI) y E (50 mg) y fueron inmunizadas con la vacuna bobact-8 vías (*Clostridiumchavoei*, *C. septicum*, *C. novji*, *C. perfringrns*, *Mannheimiahaemolytica* – A1) por vía intramuscular. El contenido ruminal se obtuvo de bovinos sacrificados en un rastro registrado ubicado en los Valles Centrales de Oaxaca, fue deshidratado al sol durante 72 h y se molió para reducir el tamaño de partícula a 0.5 cm. Diariamente y durante 107 días, se ofrecieron, *ad libitum*, dietas isoproteicas e isoenergéticas (20.22 PC y 2.76 Mcal de EM/Kg) elaboradas con maíz en grano, urea, harina de alfalfa, DDG, pasta de soya, CRB deshidratado, sal común y sal mineral (Cuadro 1). El CRB deshidratado se incluyó en niveles de 0, 20 y 40 % (cuadro 1). Las variables medidas fueron consumo diario de alimento (CDA), ganancia diaria de peso (GDP) y conversión alimenticia (CA). A los datos obtenidos se le aplicó un análisis de varianza bajo un modelo completamente al azar, el efecto fijo fue el nivel de inclusión de contenido ruminal en la ración, se consideró como covariable, el peso inicial. La comparación entre medias se realizó con la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los promedios de GDP (0.179 g), CDA (1.037 kg) y CA (5.89 g) fueron similares ($P>0.05$) entre tratamientos (Cuadro 2); no obstante, se observó que en la medida que se incrementó el nivel de adición de contenido ruminal, en la ración, aumentó el CDA y la CA, y disminuyó la GDP. Esa misma tendencia numérica fue descrita por Ortiz *et al.* (2011), quienes obtuvieron promedios de GDP, CDA y CA de 0.137 kg, 1.022 kg y 7.675 kg, respectivamente, al alimentar corderas Katahdin de dos meses de edad con 0, 5, 10 y 15 % CRB. Por su parte Hernández *et al.* (2012), alimentaron 44 corderos, cruce comercial de seis meses de edad y 18 kg de PV, con distinto nivel de CRB (0, 5, 10, 15 y 20 %); los promedios de GDP (0.192 g), CDA (1.25 g) y CA (6.61 g) fueron similares entre tratamientos. Domínguez y Barajas (1993), refieren promedios de GDP de 210, 209 y 208 g en corderos alimentados con dietas a niveles de 0, 20 y 40 % de CRB. Los

resultados obtenidos en el estudio indican que el contenido ruminal deshidratado de bovino puede ser incluido hasta en 40 % en las dietas integrales para corderas de desarrollo, sin modificaciones en la respuesta productiva; de hecho los parámetros obtenidos se encuentran dentro del rango de los promedios encontrados en corderos alimentadas con raciones convencionales.

Cuadro 1. Composición de las raciones utilizadas en la alimentación de corderas Katahdin.

Ingredientes (%)	Nivel de contenido ruminal deshidratado (%)		
	0 %	20 %	40 %
Maíz en grano	35	34	33.5
Urea	1	1	1
Harina de alfalfa	29.5	8	0
DDG	19.5	21	0
Pasta de soya	12	13	22.5
Contenido ruminal	0	20	40
Sal común	1	1	1
Sal mineral	2	2	2
Composición nutrimental			
Proteína cruda, %	20.22	20.21	20.25
EM, Mcal/kg	2.82	2.79	2.72
Fibra cruda, %	8.59	8.5	8.32
Costo/kg, \$	3.92	3.66	3.41

Cuadro 2. Respuesta productiva de corderas finalizadas en corral alimentadas con contenido ruminal deshidratado de bovino.

Variables	Nivel de contenido ruminal deshidratado				
	0%	20%	40%	EEM	Prob.
Peso vivo inicial (kg)	17.35	17.35	167.5	1.220	NS
Peso vivo final (kg)	37.48	35.76	36.37	1.850	NS
Ganancia diaria de peso(kg)	0.188	0.172	0.177	0.017	NS
Consumo (kg/día, MS)	0.971	1.084	1.056	0.069	NS
Conversión alimenticia (alimento/ganancia)	5.236	6.428	6.019	0.367	NS

CONCLUSIÓN

Es posible utilizar hasta un 40 % de contenido ruminal de bovino, deshidratado, en dietas integrales para corderas finalizados en corral, sin disminuir la respuesta productiva; con ello se ayuda a reducir la contaminación ambiental y los costos por alimentación.

REFERENCIAS

- Barajas, C. R., Domínguez C. J. E., Flores A. L. R., Vásquez G. E. (1997). Efecto del nivel de sustitución de heno del sudan por contenido ruminal seco sobre la digestibilidad de dietas integrales para borregos pelibuey. Universidad Autónoma de Sinaloa. Memorias XXI Congreso Nacional de Buiatria, p. 160-162.
- Domínguez, C. E., Barajas C. R. (1993). Utilización de contenido ruminal en dietas integrales para borregos de engorda. Memorias del XVIII Congreso Nacional de Buiatria. Reunión de

- la asociación mexicana de producción animal. Facultad de Zootecnia. Universidad Autónoma de Chihuahua. Chihuahua, México.
- Falla-Cabrera, L. H. (1995). Desechos de Matadero como Alimento Animal en Colombia. Frigorífico Guadalupe S. A. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Flores A. L. Domínguez C. J. E. Obregón J. F. Barajas C. R. y Vázquez G. (1996). Evaluación nutricional de contenido ruminal y excremento de cerdos secados al sol para la aumentación de rumiantes. Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Sinaloa. Publicado en "Ambiente y Ecología en Sinaloa: diagnóstico y perspectiva". pp. 20-26.
- Hernández B. J., Rodríguez M. G. P., Luna A. N., Palacios O. A., Hernández R. J. A. (2012). Respuesta productiva de corderos a la inclusión de contenido ruminal en la dieta. Memorias de la Segunda Reunión Internacional Conjunta de manejo de pastizales y producción animal. Zacatecas, México. P.p. 89-92.
- Ortiz M. O., Hernández B. J., Ríos R. F. G. (2011). Respuesta productiva de corderas Katahdin a la inclusión de contenido ruminal en la dieta. XXXIX Reunión Anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A. C. P.p. 380-383.
- Rodríguez, G. A. B. (2005). Alternativas a los sistemas actuales de alimentación en el cebo intensivos de corderos. Estación Agrícola Experimental, Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Universidad de León. México.

EFFECTO DE LA VITAMINA E EN LA COMPOSICIÓN DE LECHE DE VACAS EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON ÁCIDO LINOLEICO CONJUGADO MICROENCAPSULADO

M. Ramírez-Mella¹, O. Hernández-Mendo², J. Ramírez-Bribiesca², R. Améndola-Massiotti³, M. Crosby-Galván², J. Burgueño-Ferreira⁴

¹Licenciatura en Medicina Veterinaria y Zootecnia del Centro Universitario UAEM-Amecameca, Carretera Amecameca-Ayapango km. 2.5 C.P. 56900, Amecameca, México. ²Programa de Ganadería-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco, Km. 36.5 C.P.56230. Montecillo, Mpio. de Texcoco, México. ³Postgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo, Km 38.5, Carretera México-Texcoco C.P 56230, Mpio. de Texcoco, México. ⁴Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo. Km 45, Carretera México-Veracruz C.P. 56130, El Batán, Mpio. de Texcoco, México.
E-mail: monicara@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con vitamina E en la concentración de grasa, perfil de ácidos grasos y ácido linoleico conjugado de leche de vacas en pastoreo suplementadas con ácido linoleico conjugado microencapsulado. Se utilizaron 8 vacas Holstein neozelandesas, en pastoreo rotacional, en un Diseño Crossover asignadas aleatoriamente a cuatro tratamientos: testigo (dieta base con ácido linoleico conjugado microencapsulado y tres niveles de vitamina E (4000, 8000 y 12000 UI/vaca por día). Todas las vacas recibieron un suplemento que aportó 5 g de *cis*-9, *trans*-11 y 5 g de *trans*-10,*cis*-12 de ácido linoleico conjugado; además, recibieron diariamente 4 kg de MS de concentrado y 3.2 kg de MS de ensilado de maíz cada una. No hubo diferencias en el consumo de materia seca, en la producción de leche ni en su composición (grasa, proteína y lactosa) por efecto de la vitamina E. El perfil de ácidos grasos de la leche tampoco se modificó, pero el contenido de ácido linoleico conjugado sí aumento con la dosis de 12000 UI de vitamina E. Por lo tanto, bajo las condiciones en que se desarrolló este experimento, se concluye que la vitamina E en la dieta de vacas en pastoreo no evita la caída en el porcentaje de grasa en la leche asociada al suplemento de ácido linoleico conjugado. Tampoco tiene efecto en el perfil de lípidos de la leche pero incrementa el contenido de ácido linoleico conjugado.

Palabras clave: tocoferol, pastoreo, composición de la leche

INTRODUCCIÓN

La grasa de la leche de vaca está formada por 95% de triglicéridos, de los cuales 65% corresponden a ácidos grasos saturados, 28% a monoinsaturados y 7% a poliinsaturados. Ante esto, existe el interés de reducir el contenido de grasa, así como el grado de saturación (Jenkins y McGuire, 2006). Al respecto, se ha reportado que los suplementos de ácido linoleico conjugado (CLA) en la dieta reducen la cantidad de grasa en leche de vaca, oveja y cabra, cuando se incluye el isómero *trans*-10, *cis*-12 (de Veth *et al.*, 2005; Lock *et al.*, 2006; 2008). El CLA es un ácido graso presente en la grasa de rumiantes y su importancia radica en la capacidad que posee para inhibir el desarrollo tumoral (Ip *et al.*, 1991; Yang *et al.*, 2003). Lo anterior hace del CLA un factor a considerar en la alimentación de rumiantes; sin embargo, dado su potencial para disminuir la grasa en leche, es necesario buscar alternativas que minimicen tal efecto, ya que la

Norma Mexicana 700 (NMX-F-700-COFOCALEC-2004) establece que el contenido de grasa en la leche de vaca debe ser, como mínimo, de 30 g/L. Todos los estudios con CLA indican una disminución de la grasa en leche, pero ninguno sugiere la forma de evitarla. Algunos reportes indican que dosis mayores de 9000 UI de vitamina E al día, en dietas que incluyen aceites vegetales poliinsaturados, pueden incrementar el contenido de grasa en la leche de vaca (Focant *et al.*, 1998; Pottier *et al.*, 2006); no obstante, no se ha utilizado para prevenir la disminución de la grasa en la leche por efecto del CLA en la dieta de las vacas. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la suplementación con vitamina E en la concentración de grasa, el perfil de ácido grasos y CLA de leche de vacas en pastoreo suplementadas con CLA.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 2 de junio al 11 de septiembre de 2010 en el Módulo de Producción de Leche en Pastoreo de la Universidad Autónoma Chapingo, México. Se utilizaron 8 vacas Holstein neozelandés en lactancia (117 ± 97.6 días en lactancia y 2.7 ± 1.9 partos; media \pm DE) que se asignaron aleatoriamente a uno de los siguientes cuatro tratamientos: 1) testigo (dieta base con CLA microencapsulado); 2) 4000 (testigo con 4000 UI de vitamina E); 3) 8000 (testigo con 8000 UI de vitamina E); y 4) 12000 (testigo con 12000 UI de vitamina E). Las vacas estuvieron en pastoreo rotacional, en una pradera mixta de alfalfa (*Medicago sativa*) con pasto ovinillo (*Dactylis glomerata*). Diariamente se les ofrecieron 4 kg de MS de concentrado y 3.6 kg de MS de ensilado de maíz a cada vaca. Además, cada una recibió 50 g de una mezcla de ácidos grasos microencapsulados, que aportaron 5 g de *cis*-9, *trans*-11 y 5 g de *trans*-10,*cis*-12 CLA (Lutrell Pure®, BASF, Alemania), y 4000, 8000, o 12000 UI de vitamina E (Microvit E Promix 50, ADISSEO, Estados Unidos de América). El consumo de forraje se determinó usando óxido de cromo (Cr_2O_3 , 10 g vaca/día) como marcador externo y cenizas insolubles en ácido (CIA) como marcador interno (Geerken *et al.*, 1987). La determinación de grasa, proteína y lactosa de la leche se realizó con espectrometría infrarroja (Milko-Scan 133B, Foss Electric, Dinamarca). Los análisis de las muestras de alimento fueron: MS, proteína cruda, cenizas (AOAC, 2000), FDN, FDA (Van Soest *et al.*, 1991), y cenizas insolubles en ácido (Van Keulen y Young, 1977). A las muestras de heces se les determinó la concentración de cromo (Williams *et al.*, 1962). La extracción de grasa de la leche se realizó por el método de Folch *et al.* (1956). Los metil ésteres de ácidos grasos y CLA de la leche se determinaron por cromatografía de gases. Se utilizó un Diseño Crossover (Conchran *et al.*, 1941), y los resultados se analizaron utilizando el procedimiento MIXED de SAS (SAS Institute, 1999). Se realizó una comparación de medias con la prueba de Tukey (Steel y Torrie, 1992) usando una $P \leq 0.05$ como diferencia estadística.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio propone una solución a la disminución de la grasa en leche por efecto del *trans*-10, *cis*-12 CLA; sin embargo, el porcentaje de grasa en la leche no se alteró por efecto de la vitamina E. Varios reportes indican el potencial del isómero *trans*-10, *cis*-12 CLA para disminuir la grasa en leche (de Veth *et al.*, 2005; Lock *et al.*, 2006; 2008), sin que existan estudios que mencionen alguna alternativa que minimice tal efecto. Contrario a nuestros resultados, Focant *et al.* (1998) y Pottier *et al.* (2006), encontraron incrementos significativos en la grasa de la leche de vaca utilizando cantidades similares de vitamina E a las usadas en esta investigación (9954 y 12,364 UI/d de α -tocoferol, respectivamente), con dietas que incluyeron alrededor de 1 kg de aceites poli-insaturados.

Cuadro 1. Efecto de la vitamina E en el consumo de materia seca, producción y composición de leche de vacas en pastoreo suplementadas con ácido linoleico conjugado microencapsulado.

Variable	Vitamina E, UI/vaca/día				P
	Testigo	4000	8000	12000	
Consumo de MS, kg/d	13.1 ± 0.66	12.9 ± 0.66	13.0 ± 0.66	13.2 ± 0.63	0.99
Producción de leche, kg/d	18.0 ± 1.83	18.3 ± 1.83	18.1 ± 1.83	18.7 ± 1.82	0.52
Composición, %					
Proteína	3.36 ± 0.13	3.26 ± 0.13	3.23 ± 0.13	3.31 ± 0.13	0.32
Grasa	2.66 ± 0.20	2.47 ± 0.20	2.56 ± 0.20	2.65 ± 0.20	0.24
Lactosa	5.00 ± 0.10	4.88 ± 0.10	4.83 ± 0.10	4.90 ± 0.10	0.30
CLA	0.42 ± 0.08 ^a	0.50 ± 0.08 ^a	0.46 ± 0.11 ^a	0.97 ± 0.17 ^b	0.05

Medias de mínimos cuadrados ± error estándar.

^{a,b} Medias con diferentes superíndices son estadísticamente diferentes.

En este estudio no hubo diferencias estadísticas en el consumo de MS, producción de leche y porcentaje de lactosa y proteína por el efecto del suplemento de vitamina E; los metil ésteres de ácidos grasos de la leche tampoco se modificaron por efecto de la vitamina E, similar a lo reportado en otros estudios (Focant *et al.*, 1998; Pottier *et al.*, 2006). En referencia a la concentración de CLA en la leche, la dosis más alta de vitamina E la incrementa significativamente; sin embargo, cabe señalar que, si bien hubo incremento significativo en la concentración de CLA por efecto de la vitamina E (0.97% vs. 0.42% con 12000 UI y sin vitamina E, respectivamente), ésta es considerablemente menor a la obtenida con otros suplementos, como el aceite de cártamo (3.36%) (Bell *et al.*, 2006).

CONCLUSIONES

La vitamina E en la dieta de vacas en pastoreo no evita la caída en el porcentaje de grasa en la leche por efecto del suplemento de CLA, así como tampoco afecta el perfil de ácidos grasos de la leche, pero sí afecta la concentración de CLA; sin embargo, tal incremento no es tan elevado como aquel obtenido con el uso de otros suplementos. Es conveniente realizar más análisis que permitan conocer el contenido de otros ácidos grasos, como los *trans* C18:1 así como más investigación con otros suplementos que permitan utilizar el CLA en la dieta de las vacas sin afectar la cantidad de grasa en la leche.

REFERENCIAS

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis. 5^a ed. Association of Official Analytical Chemists. Washington, DC, EE.UU
- Bell J.A., J.M. Griinari, and J.J. Kenelly. 2006. Effect of safflower oil flaxseed, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. *Journal of Dairy Science*, 89:733-748.
- Conchran W.G., K.M. Autrey and C.Y. Cannon. 1941. A double change over designs for Dairy Cattle feeding experiments. *Journal of Dairy Science*, 24:937-42.
- De Veth M.J., S.K. Gulati, N.D. Lichini, and D.E. Bauman. 2005. Comparison of calcium salts and formaldehyde-protected conjugated linoleic acid in inducing milk fat depression. *Journal of Dairy Science*, 88:1685-1693.

- Focant M., E. Mignolet, M. Marique, F. Clabots, T. Breyne, D. Dalemans, and Y. Larondelle. 1998. The effect of vitamin E supplementation of cow diets containing rapessed and linseed on the prevention of milk fat oxidation. *Journal of Dairy Science*, 81:1095-1101.
- Folch J., M. Lees, and G.H. Sloane Stanley. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *Journal of Biological Chemistry*, 226:497-509.
- Geerken C.M., D. Calzadilla, y R. González. 1987. Aplicación de la técnica de dos marcadores para medir el consumo de pasto y la digestibilidad de la ración de vacas en pastoreo suplementadas con concentrado. *Pastos y forrajes*, 10: 266-273.
- Ip C., S.F. Chin, J.A. Scimeca, and M.W. Pariza. 1991. Mammary cancer preventive by conjugated dienoic derivative of linoleic acid. *Cancer Research*, 51:6118-6124.
- Jenkins T.C., and M.A. McGuire. 2006. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, 89:1302-1320.
- Lock A.L., B.M. Teles, J.W. Perfield, D.E. Bauman, and L.A. Sinclair. 2006. A conjugated linoleic acid supplement containing *trans*-10, *cis*-12 reduces milk fat synthesis in lactating sheep. *Journal of Dairy Science*, 89:1525-1532.
- Lock A.L., Rovai M., Gipson T.A, de Veth M.J., and Bauman D.E. 2008. A conjugated linoleic acid supplement containing *trans*-10, *cis*-12 conjugated linoleic acid reduces milk fat synthesis in lactating dairy goats. *Journal of Dairy Science*, 91:3291-3299.
- NMX-F-700-COFOCALEC-2004 “Sistema producto leche – Alimento – Lácteo – Leche cruda de vaca – Especificaciones fisicoquímicas, sanitarias y métodos de prueba”.
- Pottier J., M. Focant, C.Debier, G. De Buysser, C. Goffe, E. Mignolet, E. Friodmont, and Y. Larondelle. 2006. Effect of dietary vitamin E on rumen biohydrogenation pathways and milk fat depression in dairy cows fed high-fat diets. *Journal of Dairy Science*, 89:685-692.
- SAS Institute. 1999. SAS User’s Guide: Statistics. 8th ed. Sas Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Steel, y Torrie. 1992. Bioestadística. Principios y Procedimientos. Editorial Graf América.
- Van Keulen J., and B.A. Young. 1977. Evaluation of acid-insoluble ash as a natural marker in ruminant digestibility studies. *Journal of Animal Science*, 44:282-287.
- Van Soest P.J., J.B. Robertson, and B.A Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*, 74:3583-3597.
- Williams C.H., D.J. David, and O. Lisma. 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic spectrophotometry. *Journal of Agricultural Science (Camb.)*, 59: 381-382.
- Yang H., J. Holcroft, B.W. Glickman, and J.G. de Boer. 2003. Conjugated linoleic acid inhibits mutagenesis by 2-amino-1-methyl-6-phenylimidazol[4,5-b] pyridine in the prostate of Big Blue ® rats. *Mutagenesis*, 18:195-200.

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE DE VACAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO EN PASTOREO SUPLEMENTADAS CON DISTINTOS NIVELES DE CONCENTRADO

H. Castro Hernández, I. Domínguez Vara, R. Vieyra Alberto, E. Morales Almaráz

*Departamento de Nutrición Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
Universidad Autónoma del Estado de México.
E-mail: maernesto@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto del nivel de concentrado asociado con el tiempo de pastoreo sobre la producción y composición de la leche. Se utilizaron 15 vacas multíparas, diez Holstein (H) y cinco Pardo Suizo (PS), agrupadas en tres grupos de cinco vacas en un arreglo cross-over 3x3 con tres periodos experimentales. El nivel de concentrado, complementario al pastoreo, fue: i) ocho kg de concentrado (8c); ii) cinco kg de concentrado (5c); iii) tres kg de concentrado (3c). En la estabulación se ofertó ensilado de maíz a libre acceso. El modelo estadístico fue un arreglo factorial 3x2, teniendo como factores el nivel de concentrado y el genotipo animal. El consumo de ensilado de maíz mostró diferencias ($P<0.05$) por el efecto de la interacción del nivel de concentrado y el genotipo. PS 5c y H 8c mostraron mayor consumo de ensilado de maíz. El consumo de pasto (10.92 ± 1.87 kg/d) y el consumo de materia seca total (23.54 ± 1.45 kg/d) no fueron afectados ($P>0.05$) por la interacción ni por los efectos principales, al igual que el contenido de proteína (31.3 ± 4.7 g/kg), grasa (37.4 ± 9.1 g/kg) y lactosa (44.0 ± 3.9 g/kg) en leche. La producción de leche aumentó ($P<0.05$) al incrementar el nivel de suplementación de concentrado (18.21, 16.75 y 15.23 kg/d, para 8c, 5c y 3c, respectivamente). En conclusión, disminuir el nivel de concentrado de 8.0 a 3.0 kg asociado al aumento de 8 a 12h de pastoreo provocó el decremento de 3.0 kg de leche/d pero supone el ahorro de 5.0 kg de concentrado, sin afectar el contenido de proteína, grasa y lactosa en leche.

Palabras clave: Bovinos leche, pastoreo, genotipo.

INTRODUCCIÓN

A pesar de que se aprecia que la producción lechera crece a tasas más elevadas que el consumo (SAGARPA, 2010), actualmente se importan grandes cantidades de leche y productos lácteos para satisfacer la demanda interna. La mayoría de las unidades de producción de vacuno lechero llevan un sistema de alimentación basado en forrajes conservados y concentrados; sin embargo, las vacas alimentadas solo con pasto representan el sistema con menor costo debido a que el forraje pastoreado es la fuente más barata de nutrientes (Peyraud y Delaby, 2001). Con la suplementación en el ganado lechero en pastoreo se busca incrementar la producción de leche por vaca, mantener o mejorar la condición corporal (Kellaway y Porta, 1993), así como el consumo total de MS respecto a lo aportado por el forraje (Stockdale, 2000). Pocas investigaciones han evaluado el efecto de la estrategia de alimentación basada en pastoreo asociada al genotipo animal sobre las características productivas y la composición de la leche. Nuestro objetivo fue evaluar la respuesta productiva y composición de la leche de vacas Holstein y Pardo Suizo en pastoreo, complementado con distintos niveles de concentrado en el valle de Toluca, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Animales, dieta y tratamientos

Quince vacas multíparas, diez Holstein (**H**, producción de leche de 22.6 ± 4.0 kg/d y 99.0 ± 42.8 días en lactación) y cinco Pardo Suizo (**PS**, producción de leche de 20.3 ± 4.7 kg/d y 108.2 ± 52.3 días en lactación) fueron agrupadas en un diseño cross-over en tres lotes homogéneos durante tres periodos experimentales. La alimentación estuvo basada en un sistema de producción mixto, con pastoreo en praderas de *Lolium perenne* y *Trifolium repens*, y suministro de concentrado y ensilado de maíz a libre acceso en el establo. El nivel de concentrado ofertado asociado al tiempo de pastoreo, fue el siguiente: 1) **8c**, oferta de 8.0 kg de concentrado por vaca por día y ocho horas de pastoreo; 2) **5c**, oferta de 5.0 kg de concentrado y doce horas de pastoreo, 3) **3c**, oferta de 3.0 kg de concentrado y doce horas de pastoreo.

Desarrollo experimental

El estudio comprendió tres periodos experimentales de 19 días cada uno (14 días de adaptación y cinco días de medición). Se realizaron dos ordeños al día (06:00 y 15:00h). Finalizado el ordeño matutino, los tres grupos de vacas fueron llevados a las praderas en donde permanecieron hasta el comienzo del ordeño vespertino, al término de este, las vacas del tratamiento **8c** fueron alojadas en el establo donde se les suministró el concentrado y el ensilado de maíz; mientras que las vacas de los tratamientos **5c** y **3c**, se trasladaron nuevamente a la pradera, a las 20:00h fueron llevadas de la pradera al establo donde se les suministró el concentrado y el ensilado de maíz. En los cinco días de control, diariamente se midió el consumo de alimento en el establo y la producción de leche en la ordeña. El consumo de forraje en pastoreo se estimó mediante el método descrito por Macoon et al. (2003).

Análisis de Laboratorio

En los alimentos se determinó el contenido de materia seca, proteína total (AOAC, 1990), fibra detergente neutro y detergente ácido, y lignina detergente ácido (Van Soest *et al.*, 1991). La composición química de la leche se determinó con un equipo analizador de leche (Lactoscan S-L 60).

Análisis estadístico

Se realizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×2 incluyendo el nivel de concentrado y genotipo animal como efectos fijos, aplicando el procedimiento mixed (SAS, 1999). Se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición química de los alimentos consumido por las vacas se muestra en el cuadro 1.

Se observaron diferencias ($P < 0.05$) en el consumo de ensilado de maíz por efecto de la interacción genotipo*nivel de concentrado (Cuadro 2). El tratamiento **H 8c** mostró la mayor ingestión de MS de ensilado de maíz, pero fue estadísticamente igual al consumo de ensilado observado en **PS 5c**. En el ganado Holstein, la diferencia ($P < 0.05$) en el consumo de MS de ensilado entre los tratamientos **3c** y **8c** fue de 600g (7.75 y 8.34 kg/d, respectivamente), mientras que en el ganado Suizo la diferencia fue menor, 300g (7.42 y 7.67 kg/d, respectivamente).

La producción de leche (16.73 ± 3.01 kg/d), así como el contenido de grasa (37.35 ± 9.09 g/kg), proteína (31.28 ± 4.69 g/kg) y lactosa (43.97 ± 3.86 g/kg) en leche no fueron alterados ($P > 0.05$) por la interacción de genotipo con nivel de concentrado. Otras investigaciones tampoco han reportado diferencias en la composición de la leche cuando el pastoreo ha sido complementado con suplementos (Velik et al., 2007; Bargo et al., 2002). El efecto de genotipo influyó en una mayor ($P < 0.05$) producción láctea en las vacas Holstein, siendo 7.6% mayor que las Pardo Suizo, en

estas vacas se observó una tendencia ($P=0.11$) en el aumento del contenido de grasa en leche. El aumento del nivel de concentrado incrementó ($P<0.05$) la producción de leche. Con **8c** se obtuvo 19.5 % más producción de leche que con la estrategia **3c** (18.21 vs 15.23 kg leche/d). En conclusión, disminuir el nivel de concentrado en interacción con el genotipo de ganado lechero afectó el consumo de ensilado de maíz sin afectar la producción y composición química de la leche. Reducir el suministro de concentrado de 8.0 a 3.0 kg/vaca/día provoca el decremento de 3.0 kg de leche/d, sin embargo, se disminuye el suministro de 5.0 kg de concentrado, sin afectar a la composición de la leche, esto podría promover la presencia de componentes funcionales al aumentar el tiempo de pastoreo y con ello el aporte de ácidos grasos poliinsaturados como precursores de aquellos.

Cuadro 1. Composición química (g/kg MS) del concentrado, ensilado de maíz y pasto.

	Concentrado	Ensilado de maíz	Pasto
MS ¹	925.00	326.84	243.67
MO ²	951.10	944.43	879.50
PC ³	182.20	70.11	147.97
FDN ⁴	155.60	608.11	559.34
FDA ⁵	64.00	328.64	281.80
LDA ⁶	23.10	45.42	36.43
ENL ⁷	2.00	1.41	1.52

¹Materia seca. ²Materia orgánica ³Proteína cruda ⁴Fibra detergente neutro. ⁵Fibra detergente ácido. ⁶Lignina detergente ácido. ⁷Energía neta de lactación en Mcal/kg MS, calculada por la ecuación= (9.07-0.0097*FAD)/4.184 propuesto por Menke y Steingass (1988).

Cuadro 2. Consumo (kg MS/d), producción y composición de la leche (g/kg) de vacas Holstein y Pardo Suizo en pastoreo alimentadas con distintos niveles de concentrado en el Valle de Toluca.

Genotipo (g)	Holstein			Pardo suizo			EEM¹	Significancia		
	3c	5c	8c	3c	5c	8c		G	C	G*c
Concentrado										
CE, kg/MS	7.7 ^{bc}	7.3 ^c	8.3 ^a	7.4 ^{bc}	7.9 ^{ab}	7.7 ^{bc}	0.208	0.5271	0.0708	0.0135
CC, kg/MS	2.7 ^c	4.5 ^b	7.2 ^a	2.7 ^c	4.5 ^b	7.2 ^a	0.000	-	<.0001	-
CP, kg/MS	10.3	12.4	8.4	13.7	10.7	9.9	1.990	0.5343	0.3735	0.4823
CT, kg/MS	20.8	24.2	23.9	23.9	23.2	25.0	1.863	0.5189	0.5526	0.5865
PL, kg/d	15.5	17.1	19.0	14.8	16.2	16.8	0.476	0.0028	<.0001	0.2204
Proteína, g/kg	31.9	30.7	31.0	30.6	31.5	31.8	0.742	0.9210	0.9102	0.2807
Grasa, g/kg	37.4	35.9	36.6	36.9	38.0	40.7	1.437	0.1134	0.4372	0.3004
Lactosa, g/kg	43.7	44.1	43.7	43.3	44.3	44.9	0.610	0.4725	0.3849	0.4494
Rendimiento (kg/día)										
Proteína	0.49	0.52	0.59	0.45	0.51	0.54	0.018	0.0219	<.0001	0.5691
Grasa	0.58	0.61	0.69	0.54	0.62	0.68	0.032	0.5511	0.0005	0.7985
Lactosa	0.67	0.75	0.83	0.64	0.72	0.76	0.025	0.0201	<.0001	0.6896

CE, consumo de ensilado; CC, consumo de concentrado; CP, consumo de pasto; CT, consumo total; PL, producción de leche.

^{abcde} Valores con distinta literal en la misma hilera son diferentes ($P<0.05$).

¹ EEM = Error estándar de la media.

REFERENCIAS

- Association of official Analytical Chemists (1990). Official Methods of Analysis. 15th ed. AOAC. Arlington. VA.
- Bargo F. Muller LD. Delahoy JE. Cassidy TW (2002). Milk response to concentrate supplementation of high producing dairy cows at two pasture allowances. *J. Dairy Sci.* 85: 1777- 1792.
- Kellaway R. Porta S. (1993). Feeding concentrates supplements for dairy cows, Dairy Research and Development Corporation, Melbourne, Australia.
- Macon B. Sollenberger LE. Moore JE. Staples CR. Fike JH. Portier KM. (2003). Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. *J. Anim Sci.*81:2357-2366.
- Menke, H. Steingass H. (1988). Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.*, 28: 488-55.
- Peyraud JL. Delaby L (2001). Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. In: *Recent Advances in Animal Nutrition*. Garnsworthy PC. Wiseman J. (Eds). Nottingham University Press, UK. pp. 203.
- SAS (1999). SAS/STAT User's Guide. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, North Caroline, USA.
- SAGARPA (2010). Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Coordinación General de Ganadería. "Claridades Agropecuarias" Situación actual y perspectiva de la producción de leche de bovino en México 2010. Noviembre, No. 207.
- Stockdale CR (2000). Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 40: 913–921.
- Van Soest PJ. Robertson JB. Lewis BA (1991). Methods of dietary, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74: 3583-3597
- Velik M. Baumung R. Zollitsch W. Knaus WF (2007). Effects of partial substitution of concentrates with maize silage in organic dairy cow rations on performance and feed efficiency. *J. Sci. Food Agric.* 87: 2657-2664.

ESTADO MINERAL Y SUPLEMENTACIÓN CON ALAMBRE DE ÓXIDO DE COBRE EN CABRAS DE SAN JOSÉ TEACALCO, TLAXCALA

J. Muñoz González¹, M. Huerta Bravo¹, R. Ramírez Valverde¹, M. González Alcorta¹

¹*Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.*

E-mail: maxbravo@correo.chapingo.mx

RESUMEN

Para determinar el estado mineral y el efecto de la suplementación con alambre de óxido de cobre (AOCu) en suero sanguíneo de cabras en San José Teacalco, Tlaxcala, se tomaron muestras de agua, suelo, forraje, alimento concentrado, ensilado de maíz y sangre de 37 cabras. Trece cabras se suplementaron con 5 g de AOCu vía oral. El P en agua estuvo arriba de los máximos tolerables para cabras. El Cu y Ca en suelo son menores al requisito mínimo para el crecimiento de las plantas. Los alimentos (forraje, alimento concentrado, ensilado de maíz) fueron deficientes en Cu, Zn y Mg en relación con los requisitos de las cabras. La suplementación con AOCu incrementó ($P=0.04$) el Cu sérico en 11.7%, y aumentó ($P=0.01$) el Mg; K ($P=0.005$) y P ($P=0.01$) en 6.5, 11.7 y 17.6%, respectivamente, y disminuyó ($P=0.08$) el Fe sérico en 18.6% en relación con las cabras no suplementadas. El Cu sérico fue mayor ($P=0.0001$) en el muestreo del día 60 en 11.1%, asimismo disminuyó ($P=0.0001$) el Zn, Ca ($P=0.015$), Na ($P=0.0001$), K ($P=0.0036$) y P ($P=0.0001$) sérico 22, 5.5, 4.4, 10.5 y 31.1%, respectivamente, en relación con día 30.

Palabras clave: Cabras, alambre de óxido de cobre, minerales, Tlaxcala.

INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la suplementación mineral representa una alternativa para incrementar la rentabilidad, ya que por su cantidad, nivel de consumo por el animal y costo no representa egresos considerables para la unidad de producción. El suministro de cápsulas de papel rellenas de alambre de óxido de cobre es una de esas alternativas. Esta técnica ha demostrado ser una de las formas de suplementación cúprica más efectivas (Deland *et al.*, 1986). No obstante, la respuesta a la suplementación ha sido poco estudiada en México, a pesar de que el incremento en la producción cuando se corrigen las deficiencias minerales es alta (Huerta, 1993). El Cu está involucrado en una amplia variedad de sistemas enzimáticos, y los disturbios en este mineral pueden afectar completa y ampliamente muchas funciones; algunas son generales para la provisión de energía, mientras que otras son más específicas mediante efectos en el tejido conectivo y el sistema nervioso (Shorrocks y Alloway, 1988). Los objetivos principales de este experimento fueron: a) determinar el estado mineral de los componentes agua, suelo, forraje, ensilado de maíz, alimento concentrado y suero sanguíneo de cabras; b) determinar el efecto de la suplementación con alambre de óxido de cobre en la concentración mineral en suero sanguíneo de cabras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con 37 cabras de la raza Alpina en una explotación dedicada a la producción de leche en San José Teacalco, Tlaxcala, México. Se dividieron en dos grupos: 13 cabras suplementadas con 5 g de alambre de óxido de cobre (AOCu) y 24 cabras no suplementadas, ambos grupos en pastoreo extensivo con rastrojo de maíz como forraje y un concentrado de paja

de avena, alfalfa achicalada y maíz molido. Se tomaron muestras de agua, suelo, alimentos y sangre de las cabras. Las muestras de sangre se tomaron a los días 1, 30 y 60 después de la suplementación. En agua se determinaron los minerales Ca, Mg, Na, K y P. En suelo y alimentos Cu, Fe, Zn, Mn, Ca, Mg, Na, K y P. En suero sanguíneo se determinaron los minerales Cu, Fe, Zn, Ca, Mg, Na, K y P, todos fueron analizados por espectrofotometría de absorción atómica (Fick *et al.*, 1979) excepto el P que fue por colorimetría (Harris y Popat, 1954). El análisis estadístico se hizo con el procedimiento GLM de SAS. Las variables evaluadas fueron el contenido mineral en suero sanguíneo con el modelo: $Y_{ij} = \mu + T_i + D_j + (T*D)_{ij} + \beta CuS1 + \epsilon_{ij}$. Donde, Y_{ij} = valor de la variable respuesta correspondiente al i -ésimo tratamiento en el j -ésimo día de muestreo, μ = media general, T_i = efecto del i -ésimo tratamiento (i = suplementadas, no suplementadas), D_j = efecto del j -ésimo día de muestreo ($j = 30, 60$), $(T*D)_{ij}$ = efecto del ij -ésima interacción tratamiento y el j -ésimo día de muestreo, $\beta CuS1$ = covariable concentración inicial de cobre en suero sanguíneo y ϵ_{ij} = error aleatorio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Agua. Se encontraron concentraciones bajas de Ca y concentraciones elevadas de Na y P en relación con las concentraciones típicas en agua comparadas con Shirley y Montesinos (1978).

Suelo. Hubo bajas concentraciones de Cu y Ca pero elevadas concentraciones de Fe, Zn, Mn, K y P con base en los requisitos mínimos para el crecimiento de las plantas mencionados por Bowen (1966).

Alimentos. Todos fueron deficientes en Cu, Zn y Mg, en relación con los requisitos de las cabras mencionados por el NRC (2007).

Suero sanguíneo del muestreo inicial. Se encontraron niveles adecuados de Cu pero hubo signos visuales de deficiencia de Cu como son despigmentación del pelo y caída de pelo alrededor del ojo. Hubo niveles elevados de Fe, K y P. También niveles bajos de Na, en relación con los requisitos de las cabras.

Efecto de la suplementación con AOCu en suero sanguíneo. Las concentraciones de los minerales estudiados en suero de cabras no fueron afectadas ($P > 0.05$) por la interacción tratamiento x día por lo que se discutirán solamente los efectos principales de tratamiento y día después de la suplementación. La administración oral de AOCu incrementó ($P = 0.04$) la concentración de Cu en suero en 11.7%, también aumentó ($P = 0.01$) el Mg; K ($P = 0.005$) y P ($P = 0.01$) en 6.5, 11.7 y 17.6%, respectivamente, y disminuyó ($P = 0.08$) la concentración de Fe en 18.6% en relación con las cabras no suplementadas (Cuadro 1). En ambos grupos las concentraciones de Cu estuvieron por debajo de las cantidades adecuadas de Cu en suero de cabras. El Fe sérico estuvo por arriba de los niveles adecuados en ambos grupos. Una de las atribuciones a estos niveles elevados de Fe es que al existir una deficiencia de Cu origina estrés por oxidación en los eritrocitos, por una baja actividad de la enzima superóxido dismutasa, ocasionando hemólisis y que se libere Fe al torrente sanguíneo (Gallagher, 1979).

El aumento en los niveles de P en el suero sanguíneo de las cabras probablemente fue por hemólisis ocasionada por una deficiencia de Cu, provocando una liberación de P al torrente sanguíneo o al efecto antiparasitario del AOCu (Chartier *et al.*, 2000) que puede afectar a los protozoarios del rumen disminuyendo su población e incrementando el flujo de proteína bacteriana a nivel abomasal mejorando los niveles de P en sangre.

Efecto del día de muestreo en la concentración mineral en suero sanguíneo. La concentración de Cu fue mayor ($P = 0.0001$) en el muestreo del día 60 en 11.1%, y disminuyó ($P = 0.0001$) la concentración de Zn; Ca ($P = 0.015$); Na ($P = 0.0001$); K ($P = 0.0036$) y P ($P = 0.0001$) en 22, 5.5, 4.4, 10.5 y 31.1%, respectivamente, en relación con muestreo del día 30 (Cuadro 1). El aumento de Cu sérico en el muestreo del día 60 en relación con el día 30 posiblemente se debió a una disminución en las demandas de Cu por la leche conforme avanza la lactancia, mejorando el nivel

del Cu sérico en las cabras. Este incremento de Cu sérico, pudo ayudar a que el estrés por oxidación causado por la deficiencia de Cu se disminuyera con la consecuente disminución de la destrucción de eritrocitos por hemólisis provocando también con ello una disminución en las concentraciones de Zn, Ca, Na, K y P en suero en el muestreo del día 60 en relación con el día 30. El elevado Fe sérico al día 30 y 60 pueden atribuirse a la deficiencia de Cu y a las cantidades de Fe en la dieta. La disminución del Ca sérico a través del tiempo pudo deberse a la relación entre el avance de la lactancia y la menor movilización de Ca del hueso (Ahmed *et al.*, 2000). El Na y K séricos disminuyeron en el muestreo del día 60, en relación con día 30, esto puede ser para mantener una constante relación Na:K en el fluido extracelular (Church y Pond, 1988).

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados en las concentraciones séricas de minerales (mg L⁻¹) de las cabras suplementadas y no suplementadas y del día de muestreo en las cabras de San José Teacalco, Tlaxcala, México.

Mineral	Grupos		P	Día de muestreo		P	Normal***
	NSup*	Sup**		30	60		
Cu	0.6	0.7	0.040	0.5	0.6	0.0001	0.80-1.20
Fe	3.4	2.8	0.080	2.9	3.4	0.4700	1.00-2.50
Zn	0.7	0.7	0.670	0.9	0.7	0.0001	1.1-2.50
Ca	102	107	0.090	108	102	0.0150	80-110
Mg	24.4	25.9	0.010	25.7	24.4	0.0800	18-35
Na	3277	3311	0.440	3427	3277	0.0001	3200-3500
K	324	363	0.005	363	324	0.0036	150-200
P	53.4	62.8	0.010	77.5	53.4	0.0001	40-60

*Cabras no suplementadas; **Cabras suplementadas

***Niveles normales en suero sanguíneo (NRC, 2007)

CONCLUSIONES

Las concentraciones de Cu y Zn en agua, Cu en el suelo y las concentraciones de Cu, Zn y Na en los alimentos fueron deficientes en relación con los requisitos de los animales, por lo que se recomienda la suplementación con estos minerales.

La suplementación con alambre de óxido de cobre mejora el nivel del cobre sérico y aumenta las concentraciones de Mg, K y P. Asimismo, disminuye el Fe sérico en las cabras suplementadas.

REFERENCIAS

- Ahmed, M. M., A. Khalid Sima, and M. E. S. Barri. 2000. Macromineral profile in the plasma of Nubian goats as affected by the physiological state. *Small Ruminant Research*. 38: 249-254.
- Amer, H. A., H. A. Salem, and H. Al-Hozab. 1999. Biochemical changes in serum and milk constituents during postpartum period in Saudi Ardy goats. *Small Ruminant Research*. 34: 167-173.
- Bowen, H. J. M. 1966. Trace Elements in Biochemistry. Academic Press. New York, NY. pp: 118-184.
- Chartier, C. E., H. Hoste, I. Pors, C. Koch, and B. Dellac. 2000. Efficacy of copper oxide needles for the control of nematode parasites in dairy goats. *Veterinary Research Communications*. 24 (6): 389-399.

- Church, D. C., and W. G. Pond. 1988. Basic Animal Nutrition and Feeding. Third edition. Ed. Willey. New York. 432 p.
- Deland, M. P., D. D. Lewis, R. P. Cunningham, and W. D. Dewey. 1986. Australian Veterinary Journal. 63: 1-3.
- Fick K. R., L. McDowell R., P. Miles H., N. Wilkinson S., J. Funk D., J. Conrad H. y R. Valdivia. 1979. Métodos de análisis de minerales para tejidos de plantas y animales. Anim. Sci. Departament. Univ. de Florida, U. S. A. 98 p.
- Gallagher, C. H. 1979. Biochemical and pathological effects of copper deficiency. *In*: J. O. Nriaga, ed. Copper in the environment Part II: Health effect. John Wiley & Sons, New York. USA. pp. 57-69.
- Harris, W. D., and P. Popat, 1954. Determination of the phosphorus contents of the lipids. J. Am. Oil. Chem. Soc. 32: 124-127.
- Huerta B., M. 1993. Suplementación mineral de rumiantes en pastoreo. Memoria del curso Internacional Avanzado de Nutrición de Rumiantes. CP, AMPA, AMENA, UAM-Xochimilco, UAP. Montecillos, Méx. pp: 9-18.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. The National Academy Press. Washington, D. C. 345 p.
- SAS. 2001. SAS/STAT User's Guide. SAS Publishing, Cary, NC.
- Shirley, R., L. y J. L. Montesinos. 1978. El agua como fuentes de minerales. *In*: R. L. McDowell y J. H. Conrad (Eds.). Simposio latinoamericano sobre investigaciones en nutrición mineral de los rumiantes en pastoreo. Universidad de Florida, Gainesville, Florida. pp: 47-54
- Shorrocks, V. M., and B. J. Alloway. 1988. Copper in plant, human and animal nutrition: A technical review. International Copper Research Association. pp. 42-45.

EFFECTO DE UNA FITASA SOBRE LA RESPUESTA PRODUCTIVA Y EXCRECIÓN DE FÓSFORO EN HECES DE CORDEROS EN FINALIZACIÓN

G. Buendía Rodríguez^{1*}, M.D. Montoya Flores¹, N.I. Ortega Álvarez², C. Aceves Hachebe²

¹*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENID-FyMA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Querétaro, México.* ²*Departamento de Producción Agrícola y Animal, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, México, D.F. México.*

*E-mail: buendia.german@inifap.gob.mx.

RESUMEN

En este trabajo se evaluó el efecto de una fitasa sobre variables productivas de ovinos en finalización alimentados con una dieta alta en sorgo. Se utilizaron 32 corderos Pelibuey X Dorper (27.45 ± 2.46 kg PV) distribuidos completamente al azar en cuatro tratamientos con 8 repeticiones, alojados en jaulas individuales alimentados *ad libitum* durante 60 d. Los tratamientos fueron 0, 150, 300 y 450 g enzima ton⁻¹ de una dieta basada en grano de sorgo (70%). Los datos fueron analizados con el procedimiento GLM, se compararon las medias de tratamientos usando Tukey. La ganancia diaria de peso fue afectada ($P \leq 0.05$) por la concentración de fitasa, en consumo de alimento, conversión alimenticia, rendimiento en canal y digestibilidad aparente de MS no hubo diferencias ($P > 0.05$). La inclusión de fitasa incrementó ganancia de peso; no obstante queda por determinar si mejora la disponibilidad biológica del fósforo para el animal.

Palabras clave: ovinos, fitasa, fósforo, sorgo, prueba de comportamiento.

INTRODUCCIÓN

Cerca del 60 al 80% del fósforo (P) de los granos de cereales y semillas oleaginosas está ligado al ácido fítico en forma de fitatos, un componente poco utilizado por los no rumiantes (Lott *et al.*, 2000), debido a su escasa actividad fitásica. La incorporación de fitasa en dietas para rumiantes permitiría que una fracción importante del P fítico sea aprovechado en el tubo digestivo por hidrólisis del compuesto, produciendo ortofosfatos inorgánicos y ésteres fosfóricos de alta biodisponibilidad (Bravo *et al.*, 2002). En México, la mayoría del ganado ovino se encuentra en traspatio o pastoreo, pero en años recientes han aumentado los sistemas intensivos de producción en esta especie con dietas basadas en granos (Candanosa y col 2005). En las unidades de producción donde los ovinos son alimentados con una alta concentración de sorgo, las fitasas ruminales no tienen la capacidad de fraccionar todo el ácido fítico contenido en el grano del sorgo; el P que no es retenido por el ovino, se escapa en heces y es depositado en los campos. La cantidad de estiércol a esparcir en un campo de cultivo está limitada por la capacidad de las plantas para extraer del terreno los minerales aportados por las excretas; un exceso sobre las necesidades causa contaminación ambiental (Knowlton *et al.*, 2004). Una porción importante (50 al 80%) del nitrógeno (N), P y potasio (K) de la dieta de un animal, termina en la excreta (Lang *et al.*, 2009); contaminando el ambiente. Por tanto, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de una fitasa sobre variables productivas y excreción de P en heces de corderos Pelibuey X Dorper en finalización de alimentados con una dieta alta en grano de sorgo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio de estudio. La prueba de comportamiento productivo y los análisis de las muestras se realizaron en el Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Fisiología y Mejoramiento Animal (CENID-FyMA), Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Querétaro, México.

Para la prueba de comportamiento se usaron 32 corderos Pelibuey X Dorper, con un peso vivo inicial de 27.45 ± 2.46 kg, alimentados con una dieta (Cuadro 1), que contenía 70.0% de grano de sorgo, los ovinos fueron alojados en jaulas individuales y recibieron alimento y agua *ad libitum*, fueron distribuidos en un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos que fueron: 0, 150, 300 y 450 g de la fitasa (proveniente de *Aspergillus niger*; 5000 FTU g⁻¹) por tonelada de la dieta experimental, con ocho repeticiones considerando cada ovino como unidad experimental, la duración de la prueba fue de 60 días, con un periodo previo de adaptación a las jaulas individuales y a la dieta experimental de 15 días de. El consumo diario de alimento se midió restando el rechazo de lo ofrecido diariamente; para la ganancia de peso los corderos fueron pesados a las 7:00 h (0, 15, 30, 45 y 60 d) en una báscula digital (capacidad 300 kg; precisión 0.05 kg); y la conversión alimenticia se calculó con las dos variables previas.

Cuadro 1. Composición de las dietas experimentales en base seca.

Ingredientes (%)	g fitasa t ⁻¹			
	0	150	300	450
Paja de avena	18	18	18	18
Grano de sorgo rolado	70	70	70	70
Melaza	10	10	10	10
Urea	2	2	2	2

Análisis de laboratorio. En muestras de la dieta se determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína total y cenizas (AOAC, 1995), fibra detergente neutro (FDN) y ácida (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991), Calcio (ISO 649 0-1:1985) y P (AOAC 1984), Y en la muestras de heces se determinó la concentración de P (AOAC 1984).

Análisis estadístico. El diseño fue completamente al azar con cuatro tratamientos, y para evaluar el efecto del tiempo se utilizó el procedimiento MIXED (SAS 2002, North Carolina, USA).

Modelo estadístico. Para el análisis estadístico se usó el siguiente modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \delta_i + d_{ij} + t_k + (\delta t)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Donde,

Y_{ijk} = variable de respuesta

μ = media general

δ_i = efecto fijo del i-ésimo tratamiento

d_{ij} = efecto aleatorio asociado con el j-ésimo cordero en el i-ésimo tratamiento

t_k = efecto fijo del k-ésimo periodo

$(\delta t)_{ik}$ = efecto fijo de la interacción del i-ésimo tratamiento con el k-ésimo periodo

ε_{ij} = error aleatorio asociado con el j-ésimo cordero en el i-ésimo tratamiento al k-ésimo muestreo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis químicos de las dietas experimentales se muestran en el Cuadro 2. Las variables productivas de corderos en finalización alimentados con una dieta con 70% de grano de sorgo rolado adicionado con fitasa se muestran en el Cuadro 3.

Cuadro 2. Composición química (%) de las dietas experimentales en base seca.

Ingredientes	g fitasa ton			
	0	150	300	450
Materia seca	88.42	88.83	88.61	88.54
Materia orgánica	96.08	96.14	96.09	96.11
Proteína cruda	13.15	12.96	13.01	12.98
FDN	20.84	21.15	20.67	20.45
FDA	12.50	12.47	12.73	12.34
Cenizas	3.92	3.86	3.91	3.89
Fósforo	0.27	0.28	0.27	0.27

El uso de fitasa exógena modificó la ganancia de peso y disminuyó la concentración de P en heces, pero no el consumo de alimento ni la conversión alimenticia de corderos en finalización (Cuadro 3), probablemente debido a una saturación de su capacidad para hidrolizar el sustrato (Godoy y Meschy, 2000). Por tanto, la adición de fitasa contribuyó a la liberación de P fítico e incrementó la ganancia de peso y disminuyó la excreción de P en heces.

La importancia de las fitasas en la alimentación de rumiantes se relaciona con la eliminación de los efectos antinutricionales del ácido fítico por hidrólisis del compuesto y a la mejor utilización del fósforo presente como fitatos, lo que reduce la incorporación de fuentes inorgánicas del elemento en las dietas, disminuyéndose sustancialmente la contaminación ambiental.

Cuadro 3. Efecto de la fitasa en variables productivas en corderos Pelibuey X Dorper en finalización.

Variables	g fitasa				EEM	CV
	0	150	300	450		
GDP	183 ^b	216 ^a	187 ^{ba}	201 ^{ab}	4.60	12.06
CMS	1111	1192	1053	1061	17.54	7.80
CA	6.07	5.51	5.63	5.27	0.12	12.04
Consumo P g/d	3.00	3.09	2.79	2.86	0.065	7.72
P fecal g/d	1.64 ^a	1.37 ^b	1.20 ^c	1.35 ^b	0.064	9.54

^{a, b, c} Medias en una hilera con diferente literal, son diferentes ($P \leq 0.05$); GDP = Ganancia diaria de peso; CMS = Consumo de materia seca; CA = Conversión alimenticia; CV = Coeficiente de Variación; EEM = Error estándar de la media.

CONCLUSIÓN

El consumo de alimento y la conversión alimenticia de corderos en finalización no fueron afectados por la fitasa, sin embargo, la fitasa exógena incrementó la ganancia diaria de peso en el tratamiento de 150 g de fitasa con respecto al testigo, en tanto que los tratamientos con 300 y 450 g de fitasa tienen resultados similares al testigo. Además, disminuyó la excreción de P, esto contribuye a la disminución en la contaminación del ambiente.

REFERENCIAS

- AOAC, (Association of Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 1984. 14th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- AOAC, (Association of Official Analytical Chemists). *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 1995. 16th ed. AOAC International, Gaithersburg, MD.
- Bravo D, F Meschy, C Bogaert, D Sauvant. 2002. Effects of fungal phytase addition, formaldehyde treatment and dietary concentrate on ruminal phosphorus availability. *Anim Feed Sci Technol* 99, 73–95.
- Candanosa E, M Mendoza, R Salcedo. 2005. Efecto de bicarbonato de sodio y glucosa sobre la fermentación ruminal, equilibrio ácido-base y química sanguínea en borregos. *Rev Científ FCV-LUZ*. XV 1, 41-48.
- Godoy S, F Meschy. 2000. Utilization of phytate phosphorus by rumen bacteria in a semi-continuous culture system (Rusitec) in lactating goats fed on different forage to concentrate ratios. *Reprod Nutr Dev* 41,259-265.
- ISO 649 0-1.1985 animal feeding stuffs. Method Determination of calcium content -titrimetric method.
- Knowlton F, S Radcliffe, L Novak, A Emmerson. 2004. Animal management to reduce phosphorus losses to the environment. *J Anim Sci* 82 (E. Suppl.), E173–E195.
- Lang D, T Burcham, R Elmore, R Moore. 2009. Sampling and application of dairy lagoon effluent. Mississippi, EEUU, Extension Service of Mississippi State University.
- Lott I, V Ockenden, G Raboy, D Batten. 2000. Phytic acid and phosphorus in crop seeds and fruits: A global estimate. *Seed Sci Res* 10,11–33.
- SAS. *System for Windows. SAS User's Guide Statistics*, 2002. SAS Inst. Inc. Cary. North Carolina. U. S. A.
- Van Soest P, JB Robertson, BA Lewis, 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci* 74,3583–3597.

DESEMPEÑO PRODUCTIVO DE OVEJAS MULTÍPARAS BLACKBELLY×PELIBUEY EN LACTACIÓN

B. Morales-Carrillo¹, I. García-Osorio², J. Oliva-Hernández^{1,3}

¹Universidad Popular de la Chontalpa, ²Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. ³ INIFAP
E-mail: prisionera_de_askaban@hotmail.com;

RESUMEN

Existen evidencias que indican que el tipo de parto de las ovejas explica parte de la variación en el peso de los corderos al destete. Sin embargo, existe limitada información que indique la tendencia que muestra la ganancia diaria de peso (GDP) de las ovejas y corderos a través de la lactancia. En el presente estudio, se determinó la influencia del tipo de parto en ovejas multíparas Blackbelly x Pelibuey sobre su cambio de peso vivo y la de sus corderos durante la lactancia. Se utilizaron 12 ovejas Blackbelly x Pelibuey en su cuarto parto y sus 20 corderos. Las ovejas y corderos se pesaron al parto y cada siete días hasta el día 56 (edad de destete). En ambos (ovejas y corderos), se determinó la GDP a intervalos de siete días. El diseño utilizado consideró como efectos fijos el tipo de parto (TP), el número de semana (NS) como medida repetida dentro de animal, la interacción TP x NS y el animal como factor aleatorio. La información se analizó con el procedimiento MIXED. En las ovejas, el peso al parto, cambio de peso y GDP en la lactancia resultaron similares entre hembras de parto simple y múltiple ($P>0.05$). El TP y TP x NS no influyeron ($P>0.05$) sobre la GDP que mostraron las ovejas durante la lactancia. Sin embargo, el NS durante la lactancia afectó ($P<0.0001$) su GDP. El TP, NS y la interacción TP x NS ($P<0.001$) afectaron el peso de los corderos. La GDP de los corderos fue influida ($P<0.001$) por el TP y NS. Se concluye que en ovejas multíparas, el tipo de parto no ejerció influencia sobre su cambio de peso y GDP durante la lactancia, mientras que en corderos la GDP resultó afectada por el tipo de parto y por el número de semana de edad del cordero.

Palabras clave: ganancia de peso, cordero lactante, trópico húmedo

INTRODUCCIÓN

El estudio de los factores que afectan el crecimiento de los corderos lactantes resulta determinante para optimizar la eficiencia productiva de las ovejas en lactación. El registro de los pesos al nacimiento y destete, así como la duración de la lactancia ha permitido caracterizar de manera general el crecimiento predestete de los corderos (Hinojosa-Cuellar *et al.*, 2011). Sin embargo, existen limitados estudios que registren los cambios en el peso y GDP de los corderos y ovejas durante la fase de lactancia a intervalos cortos (Oliva-Hernández y García-Osorio, 2011). Resulta importante generar este tipo de información para proponer sugerencias en los programas de alimentación y manejo de las ovejas y su camada. Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar la influencia del tipo de parto de ovejas multíparas Blackbelly x Pelibuey sobre su cambio de peso vivo y la de sus corderos durante la lactancia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una unidad ovina experimental (INIFAP) localizada en Huimanguillo, Tabasco (17°50' LN; 93°23' LO; altitud de 20 msnm). El clima de la región en donde se realizó el estudio corresponde a cálido con lluvia todo el año (Af) y una temperatura ambiente media anual de 27.8°C (INEGI, 2007).

El trabajo se realizó durante la época climática de nortes (noviembre a febrero) y tuvo una duración de 73 días. En este período se calcularon los promedios de temperatura ambiente mínima y máxima y la precipitación pluvial acumulada. El promedio en la temperatura ambiente mínima y máxima fue de 19.0 °C y 30.7 °C, respectivamente; la precipitación pluvial acumulada en el período de estudio fue 232.5 mm.

Se utilizaron 12 borregas Blackbelly x Pelibuey en su cuarto parto. Para evaluar la ganancia diaria de peso (GDP) en corderos y ovejas a través del tiempo se utilizó un diseño experimental de dos factores con medidas repetidas en un factor. El primer factor fue el tipo de parto [simple (n=7) y múltiple (n=5)]. El segundo factor fue el número de semana posparto (ocho semanas). En el estudio de GDP se incluyó como factor aleatorio el animal (oveja o cordero). La unidad experimental fue el cordero o la oveja. En el tipo de parto simple se incluyó la información de una oveja que al parto tuvo tres corderos, pero, al destete solo sobrevivió un solo cordero. En el tipo de parto múltiple, se incluyó una oveja que al parto y al destete tuvo tres corderos. Las ovejas se alimentaron 30 días previos a la fecha probable de parto con base en el pastoreo (*Cynodon plectostachyus*) y una complementación alimenticia (0.3 kg d⁻¹ oveja⁻¹ de alimento comercial; 15% de PC).

Durante la lactancia (56 d), las ovejas se alimentaron con base en el pastoreo en *C. plectostachyus* y una complementación alimenticia (0.5 kg d⁻¹ oveja⁻¹ de alimento comercial; 15% de PC). Los corderos se mantuvieron durante toda la lactancia en estabulación; su alimentación se basó en el amamantamiento controlado, acceso a un complemento alimenticio de tipo comercial (15% de PC) y heno de *C. plectostachyus* y *Gliricidia sepium*. El control en el acceso al amamantamiento se aplicó a partir de la segunda semana de vida de los corderos durante seis horas (8:00 a 14:00 h), posteriormente se incrementó a diez horas (8:00 a 18:00 h) hasta concluir la lactancia. Durante el período de control del amamantamiento, las ovejas se mantuvieron en pastoreo. Los corderos y ovejas se pesaron a intervalos de siete días, desde el nacimiento hasta los 56 días posparto. En el caso de los corderos, se utilizó una báscula de reloj con capacidad de 20 kg y una sensibilidad de 25 g (TecnoCor®).

Variables evaluadas en los corderos: a) Peso vivo (kg) al nacimiento y a intervalos de siete días hasta que cumplieran los 56 días de edad; y b) Ganancia diaria de peso (g) total y entre períodos de siete días. Variables evaluadas en las ovejas: a) Peso vivo (kg) al parto y a intervalos de siete días hasta que cumplieran los 56 días posparto; b) Cambio de peso (kg) entre el parto y los 56 días de lactancia. c) Ganancia diaria de peso (g). Se determinó la GDP de las ovejas en total y entre periodos hasta los 56 días de lactancia y d) condición corporal. Se utilizaron cinco escalas para medir de manera subjetiva la condición corporal (condición corporal uno correspondió a un animal emaciado (muy flaco) y cinco= muy bueno (Thompson y Meyer, 1994). Este parámetro se midió previo al parto y al finalizar la lactancia. La información se analizó con el procedimiento MIXED (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las ovejas iniciaron la lactancia con una condición corporal de 4 y la concluyeron con 3.6 unidades. Las variables peso al parto, cambio de peso y GDP en la lactancia resultaron similares entre ovejas de parto simple y múltiple (Cuadro 1). En coincidencia con los resultados de este estudio, Acosta-Morales (2010) muestra que el tipo de parto en ovejas multíparas no afecta los cambios de peso que sufren las ovejas Blackbelly x Pelibuey. Sin embargo, la pérdida de peso fue de menor magnitud.

El tipo de parto y la interacción tipo de parto x número de semana no influyeron (P>0.05) sobre la GDP que mostraron las ovejas durante la lactancia. Sin embargo, el número de semana durante

la lactancia afectó ($P < 0.0001$) la GDP de las ovejas. Las medias de cuadrados mínimos \pm EE para GDP de las ovejas en las semanas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 de lactación fueron: $-151 \pm 63^{b,c}$, -404 ± 63^a , -220 ± 63^b , $-144 \pm 63^{b,c}$, $-140 \pm 63^{b,c}$, -14 ± 63^c , 208 ± 63^d , -28 ± 63^c , respectivamente.

Las ovejas con tipo de parto múltiple generaron camadas más pesadas al nacimiento y al destete (día 56 de edad) y mostraron mayor eficiencia productiva ($P < 0.01$) con respecto a las de tipo de parto simple (Cuadro 1). En concordancia con el resultado anterior, Acosta-Morales (2010) indica en ovejas múltiparas, que las camadas que provienen de un parto doble muestran un 65% de mayor ganancia de peso con respecto a las camadas que provienen de un tipo de parto simple. El tipo de nacimiento, edad del cordero y la interacción tipo de nacimiento x edad ($P < 0.001$) afectaron el peso de los corderos. En apoyo a los resultados señalados previamente, Oliva-Hernández y García-Osorio (2011) reportan que el peso del cordero a través de la lactancia es influido por el tipo de nacimiento.

Cuadro 1. Medias \pm error estándar para peso vivo de las ovejas Blackbelly x Pelibuey en lactación considerando su tipo de parto

Variable	Tipo de parto	
	Simple ¹	Múltiples
Peso al parto	37.5 ± 4.8^a	42.8 ± 4.4^a
Peso al día 56	31.7 ± 1.3^a	36.7 ± 1.5^b
Cambio de peso durante la lactancia, en kg	-7.2 ± 1.29^a	-5.3 ± 1.53^a
Ganancia diaria de peso durante la lactancia, en g	-128 ± 23^a	-95 ± 273^a
Peso camada al nacimiento, kg	3.1 ± 0.171^a	6.2 ± 0.85^b
Peso camada al día 56 de edad, kg	14.4 ± 1.34^a	26.8 ± 1.58^b
Eficiencia de producción de la oveja en lactación ²	0.38 ± 0.04^a	0.64 ± 0.05^b
Número de observaciones	7	5

a, b valores con diferente superíndice dentro de la misma fila indican diferencia significativa ($P < 0.01$); 1, Incluye datos de una oveja que al parto tuvo 3 corderos y al destete un solo cordero; 2, peso de la camada al día 56, kg/ peso de la oveja al parto, kg.

La GDP de los corderos fue influida ($P < 0.001$) por el tipo de nacimiento y por el número de semana de edad del cordero (Cuadro 2). La interacción tipo de nacimiento x edad no afectó ($P > 0.05$) la GDP de los corderos. Las medias de cuadrados mínimos \pm EE para GDP de los corderos en las semanas 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, y 8 de edad fueron: 209 ± 15^a , $208 \pm 15^{a,b}$, $189 \pm 15^{a,b}$, 154 ± 15^b , 150 ± 15^b , 180 ± 15^b , 226 ± 15^a , $202 \pm 15^{a,b}$, respectivamente. Los corderos mostraron una tendencia a reducir su GDP a partir de la semana tres de edad y hasta la semana seis, posteriormente se detectó un incremento. Este tipo de tendencia pudiera estar asociado a los siguientes aspectos; a) un incremento en las necesidades de nutrimentos en los corderos no cubierto con el nivel de producción de leche de las ovejas; b) la cantidad de leche consumida por los corderos durante la tarde-noche (amamantamiento libre) no compenso la cantidad de leche que los corderos dejaron de ingerir durante el período de amamantamiento controlado en horario diurno y c) el período de control de la lactancia (horario diurno) afectó negativamente el nivel de producción láctea de las ovejas debido a que estas pasaron una parte del tiempo buscando a su cría en lugar de pastorear (comportamiento observado pero sin cuantificar en el estudio).

En ovejas primíparas y múltiparas se ha reportado (Oliva-Hernández y García-Osorio, 2011) que la GDP de los corderos se reduce del día 10 al 30 de edad (166 a 116 g d^{-1}), posteriormente se detectó un incremento (136 g d^{-1}) entre el día 30 y 60 de edad. Los resultados del presente estudio

y los de Oliva-Hernández y García-Osorio, 2011 sugieren que los corderos lactantes muestran una reducción en la GDP en una etapa intermedia de la lactancia que pudiera estar asociada al sistema de alimentación de la oveja y su camada, así como al proceso de adaptación digestiva del cordero al complemento ofrecido.

Cuadro 2. Influencia del tipo de nacimiento en el peso y ganancia de peso de los corderos lactantes Blackbelly X Pelibuey provenientes de ovejas múltiparas

Variable	Tipo de nacimiento	
	Simple ¹	Múltiple ²
Peso al nacimiento, en kg	3.1±0.41 ^{a 3}	2.7±0.03 ^a
Peso al destete (56 d), en kg	14.8±0.41 ^a	12.2±0.30 ^b
Ganancia diaria de peso predestete, en g	210±11 ^a	170±8 ^b
Número de observaciones	7	11

1, Incluye datos de una oveja que al parto tuvo 3 corderos y al destete un solo cordero; 2, Incluye datos de una oveja que al parto y destete tuvo 3 corderos; 3, Medias de cuadrados mínimos ± error estándar; a, b Letras diferentes dentro de la misma hilera indican diferencia significativa (P<0.05)

CONCLUSIÓN

En ovejas en lactación, el tipo de parto no afectó su GDP. Sin embargo, el número de semana posparto ejerció un efecto sobre la GDP; en la segunda semana posparto las ovejas muestran la mayor GDP negativa y en la séptima semana posparto una GDP positiva. En corderos lactantes, la GDP resultó afectada por el tipo de nacimiento, semana de edad y la interacción de ambos factores. Los corderos muestran la menor GDP durante las semanas cuatro, cinco y seis de edad con respecto a las semanas uno y siete.

REFERENCIAS

- Acosta-Morales T. 2010. Productividad de las borregas Blackbelly x Pelibuey durante la lactancia considerando el número de parto. Tesis Licenciatura, Universidad Popular de la Chontalpa. Cárdenas, Tabasco. México. 40 p.
- Hinojosa-Cuéllar JA, Torres-Hernández G, Oliva-Hernández J, Aranda-Ibáñez E, Segura-Correa JC, González-Camacho JM. 2011. Pre-weaning performance of lambs from purebred and crossbred hair ewes under humid tropical conditions of Tabasco, México. *J Anim Vet Adv* 10, 23:3149-3154.
- INEGI. 2007. Anuario Estadístico Tabasco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Gobierno del estado de Tabasco, México. 574 p.
- Oliva-Hernández J, García-Osorio I del C. 2011. Crecimiento predestete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo. VIII Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico, Villahermosa, Tabasco, México.
- SAS. 1999. Statistical Analysis System, Users. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Thompson J, Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep. Oregon State University Extension Service. 4 p.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE CORDEROS CON DIETAS DE HARINA DE NOPAL Y ENSILADO DE NOPAL-TUNA

M. Ortiz-Heredia, L. Miranda-Romero, A. Lara-Bueno, P. Martínez-Hernández, C. Sánchez del Real, G. Aranda-Osorio

Posgrado en Producción Animal, Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo; E-mail: microbiologia.pecuaria08@gmail.com

RESUMEN

El nopal y tuna de desecho, que resulta de la poda y del producto que no entra al mercado, puede ser usado como ingrediente alimenticio para la engorda de corderos por pequeños productores. Se determinó la ganancia diaria de peso (GDP), consumo de alimento (CON), conversión alimenticia (CA) y utilidad económica, de corderos en finalización alimentados con dietas (tratamientos) isoenergéticas e isoproteicas formuladas con: ingredientes convencionales sin nopal (T), 10% de harina de nopal (N10); 20% de harina de nopal (N20) y, 10% de harina de nopal más 10% de ensilado de nopal-tuna (N10E10). Se utilizaron 36 corderos de raza Pelibuey alojados en corraletas individuales de 1.5 m², alimentados durante 56 días. Para las variables productivas, el diseño fue completamente al azar con arreglo factorial de tratamientos y la prueba de comparación de medias Tukey. No hubo interacción ($P > 0.05$) entre dietas*período, ni efecto ($P > 0.05$) de dieta en la GDP, CON y CA. Los valores promedio para cada variable fueron 305.35 g d⁻¹, 1.34 kg d⁻¹, 4.95, respectivamente. Por otro lado, la dieta N20 fue la más redituable (\$608.71 cordero⁻¹) en contraste con T que fue la menos redituable (\$568.39 cordero⁻¹). Las dietas N10 y N10E10 mostraron una ganancia económica de \$ 591.50 y \$ 577.25 por cordero. La inclusión de 20% de nopal de desecho en dietas para la engorda de corderos no afecta los parámetros productivos y resulta más redituable para el productor.

Palabras clave: Tuna, Ganancia de peso, Cactácea, Consumo.

INTRODUCCIÓN

El nopal se produce en 27 entidades federativas del país. En el Distrito Federal, Estado de México, Morelos, San Luis Potosí, Jalisco, Aguascalientes, Hidalgo y Puebla se obtiene el 95% de la producción total (Anaya, 2008). Los sistemas de producción de nopal verdura y tuna incluyen podas frecuentes para el manejo y mantenimiento de los huertos. Se estima que la poda de nopal dedicado a la producción de tuna y verdura origina más de 150 t año⁻¹ ha⁻¹ de materia verde de nopal y una cantidad similar de tuna de desecho que no se logra colocar en el mercado. Si no se procesan estos desechos, pueden ser una fuente de contaminación ambiental y un medio de propagación de plagas y enfermedades. Por otro lado, en el año 2008 el inventario nacional de ovinos fue de 7.8 millones de cabezas, de las cuales un 19.1% las aportó el estado de Hidalgo, seguido del estado de México (13.0%), Oaxaca (7.3%), Veracruz (6.0%), San Luis Potosí (5.8%), Puebla (5.7%), Zacatecas (4.4%) y Jalisco (4.0%) (SIACON, 2010). Coincidentemente, los estados de mayor producción de ovinos también son los mayores productores de nopal y tuna. En estos estados la producción de carne de ovino se realiza en sistemas familiares basados en el pastoreo de agostaderos naturales o terrenos comunales, por lo que se hace necesaria la aplicación de mejoras tecnológicas que le permitan al productor optimizar la rentabilidad de la unidad de producción (López *et al.*, 2011). El desarrollo de tecnologías para el aprovechamiento del nopal y tuna de desecho para la finalización de corderos, puede ayudar a mitigar el impacto ecológico, los

riesgos sanitarios y traería beneficios económicos a los productores que las adoptarán. Estudios recientes han incorporado el nopal verde en la formulación de dietas de corderos en finalización para sustituir grano de maíz (Costa *et al.*, 2012), secado al sol como sustituto de heno de alfalfa (Einkamerer *et al.*, 2009) o de manera fresca como complemento a corderos alimentados con heno de pasto (Gebremariam *et al.*, 2006). No obstante, en ninguno de los estudios antes citados se ha utilizado proporciones altas de harina (20%), ni ensilado de nopal-tuna o su combinación con harina de nopal en la dieta de finalización de corderos, por lo que el objetivo de esta investigación fue determinar los parámetros biológicos y económicos al incorporar en la dieta harina de nopal y ensilado de nopal-tuna a diferente nivel, en la finalización de corderos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El nopal de desecho fue proporcionado por la Nopalera del Campo Agrícola Experimental, los análisis químicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición de Rumiantes del Departamento de Zootecnia y la prueba de engorda se llevó a cabo en la Granja Experimental. Universidad Autónoma Chapingo, Estado de México.

Tratamientos: se evaluaron cuatro dietas isoenergéticas e isoproteicas formuladas con ingredientes comúnmente usados en la finalización de corderos (paja de avena, sorgo molido, pasta de soya, maíz molido, salvado de trigo, gluten de maíz, carbonato de calcio, sal común, mezcla mineral y grasa de sobrepaso), algunos de los cuales fueron sustituidos por harina de nopal y ensilado de nopal-tuna. Las dietas fueron: dieta testigo sin nopal (T), 10% de harina de nopal (N10), 20% de harina de nopal (N20) y, 10% de harina de nopal más 10% de ensilado de nopal (N10E10). Las dietas cubrieron los requerimientos señalados por NRC (2007).

Manejo de corderos: a la recepción, los corderos fueron alojados en corraletas individuales de 1.5 m² y alimentados por cinco días, con paja de avena y agua a libre acceso. Dos días después de su llegada se pesaron y el peso vivo promedio fue 23 ± 1 kg. Se conformaron al azar cuatro grupos de nueve animales cada uno y a cada grupo de corderos se les ofreció una dieta de acuerdo al tratamiento asignado al azar. Para la adaptación a la dieta, se sustituyó cada dos días, el 20% de la paja de avena por la dieta correspondiente, en el día diez los corderos estaban consumiendo el 100% de la dieta asignada. La fase de finalización de los corderos fue de 56 días. El alimento se ofreció dos veces al día (7:00 y 15:00 horas).

Variables productivas: se midió ganancia diaria de peso (GDP: kg cordero⁻¹ día⁻¹), consumo de alimento (CON; kg cordero⁻¹ día⁻¹) y conversión alimenticia (CA; kg CON kg⁻¹ GDP). Los corderos se pesaron cada 14 días (período) y el CON se estimó diariamente por diferencia del peso del alimento ofrecido y el rechazado. La ganancia de peso se determinó restando el peso del período anterior y los datos de CON se acumularon por período. Para estimar la GDP y CON diario de alimento, los datos se dividieron entre el número de días del período (14), con estos datos se calculó la CA. El peso inicial el que se determinó al final de la fase de adaptación.

Análisis estadístico y económico: se usó el procedimiento GLM y el software Statistical Analysis System (SAS) v. 9.0 para las variables productivas, para lo cual se consideró al peso vivo inicial (PVI) como covariable y se analizó como un arreglo factorial de tratamientos (4x4), en que la dieta y período fueron los efectos principales. Cuando la covariable PVI no fue significativa ($P > 0.05$) fue removida del modelo y cuando se observaron diferencias estadísticas, se realizó una comparación de medias utilizando la prueba de Tukey. El análisis económico comprendió la estimación de la utilidad total y la relación beneficio:costo por cordero de cada tratamiento. En los egresos se consideraron los costos por concepto de adquisición de animales, costo de dietas y tratamiento de los animales; mientras que en ingresos se consideró la venta en canal.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontró interacción ($P>0.05$) período*dieta para ninguna de las variables cuantificadas, por lo que la GDP, CON y CA de los corderos fueron iguales ($P>0.05$) entre dietas y para cada período. No obstante, la GDP, CON y CA fue afectada por el período (Cuadro 1). El CON fue menor ($P<0.05$) de 0 a 14 días con respecto a los otros tres períodos, pero la GDP y CA mostró un comportamiento errático con máximos y mínimos. La alta GDP en el primer periodo pudo deberse a un efecto compensatorio en virtud de que los animales estuvieron en pastoreo antes de iniciar el experimento, lo cual influyó en la CA.

Cuadro 1. Variables productivas de corderos alimentados con dietas conteniendo harina de nopal y ensilado de nopal-tuna, cada 14 días.

Período (días)	Variable Productiva		
	GDP	CON	CA
0 a 14	380.46 ^A	1.21 ^B	3.49 ^B
15 a 28	225.30 ^B	1.43 ^A	6.53 ^A
29 a 42	366.17 ^A	1.36 ^A	3.93 ^B
43 a 56	249.50 ^B	1.37 ^A	5.85 ^A
Promedio	305.36	1.34	4.95

^{ABC} Medias con literal distinta en la misma columna son diferentes ($P<0.05$).

GDP, ganancia diaria de peso (g cordero⁻¹ día⁻¹); CON, consumo diario de alimento (kg cordero⁻¹ día⁻¹); CA, conversión alimenticia (kg CON kg⁻¹ GDP).

La dieta no afectó ($P>0.05$) la GDP y CA (Cuadro 2). Costa *et al.* (2012) tampoco encontraron diferencias en GDP cuando sustituyeron el maíz por nopal en diferentes proporciones (0, 25, 50, 75 y 100%) en las dietas de finalización de ovinos y observaron que la GDP decrece linealmente ($P<0.05$) con el incremento de nopal en la dieta, lo cual se atribuyó a un decremento en la densidad energética de la dieta. Esta situación no aplica para este estudio ya que las dietas se formularon para tener unas densidades energéticas y proteicas similares y por consiguiente la respuesta productiva de corderos alimentados con harina de nopal y ensilado de nopal-tuna no se afectó con respecto a una dieta convencional sin nopal.

Cuadro 2. Variables productivas de corderos alimentados con dietas conteniendo harina de nopal y ensilado de nopal-tuna

Variable	Dietas ofrecidas				Promedio
	T	N10	N20	N10E10	
GDP	318.45 ^a	310.71 ^a	296.43 ^a	295.83 ^a	305.36
CON	1.37 ^a	1.34 ^{ab}	1.39 ^a	1.27 ^b	1.34
CA	4.90 ^a	4.80 ^a	5.32 ^a	4.78 ^a	4.95

^{abc} Medias en la misma fila con diferente letra son diferentes ($P<0.05$).

T, Dieta testigo sin nopal; N10, con 10% de nopal; N20, con 20% de nopal, N10E10, con 10% de nopal y 10% de ensilado.

GDP, ganancia diaria de peso (g cordero⁻¹ día⁻¹); CON, consumo diario de alimento (kg cordero⁻¹ día⁻¹); CA, conversión alimenticia (kg CON kg⁻¹ GDP).

La dieta solo afectó ($P < 0.05$) el CON. Los corderos tuvieron el menor ($P < 0.05$) CON cuando la dieta contuvo harina de nopal y ensilado de nopal-tuna (E10N10). Por el contrario las dietas que indujeron un mayor CON fueron la testigo (T) y la que contenía 20% de harina de nopal (N20; Cuadro 2). Costa *et al.* (2012) no encontraron diferencia en el consumo diario (1.49 kg d⁻¹) de alimento por efecto de la sustitución del maíz por nopal fresco en la dieta de finalización de corderos, pero Einkamerer *et al.* (2009) observaron que el consumo de materia seca decreció cuadráticamente ($P < 0.05$) conforme se incrementó la inclusión de nopal en la dieta. En contraste en la presente investigación el consumo diario de alimento incrementó con tendencia cuadrática al incrementar la proporción de nopal (0, 10 y 20%; Cuadro 2) lo cual se atribuyó a que se usó seco y en harina, dejando por conocer la máxima proporción de harina de nopal que pueda ser incluida en la dieta sin menos costo de las variables productivas. Por otro lado, también se notó que el CON disminuyó en la dieta N10E10 respecto a la dieta N20, lo que nos indica que si sustituyéramos 10% harina de nopal por ensilado de nopal-tuna, el consumo decae posiblemente debido al contenido de agua del ensilado (Cuadro 2).

Los ingresos a precios de campo de diciembre del 2012 fueron \$ 17,032, \$ 16,560, \$ 17,032 y \$ 16,357, para el tratamiento T, N10, N20 Y N10E10, con una utilidad por cordero finalizado de \$ 568, \$ 591, \$ 608 y \$ 577. La relación costo-beneficio mayor fue con la dieta N20 (1.48).

CONCLUSIÓN

Es factible incluir hasta 20% de harina de nopal 10% de harina de nopal y 10% de ensilado de nopal-tuna sin afectar las variables productivas de corderos en finalización, lo cual es una estrategia para disminuir los costos de producción y mejorar la rentabilidad de este proceso.

REFERENCIAS

- Anaya-Pérez M.A., R. Bautista-Zane. 2008. El nopal forrajero en México del siglo XVI al siglo XX. Agricultura, Sociedad y Desarrollo. Pp 167-183.
- Costa, R. G., I. H. Treviño, G. R. de Medeiros, A. N. Medeiros, T. F. Pinto, and R. L. de Oliveira. 2012. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Ines lambs. Small Ruminant Research 102: 13-17.
- Einkamerer, O. B., H. O. de Waal, W. J. Combrinck, and M. D. Fair. 2009. Feed utilization and growth of Dorper wethers on *Opuntia*-based diets. South African Journal of Animal Science 39(Suplement I): 53-57.
- Gebremariam, T., S. Melaku, and A. Yami. 2006. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. Animal Feed Science and Technology 131: 42-51.
- López D., C. A., O. Rodríguez L., S. Trueta R. 2011. El camino a la rentabilidad en la empresa ovina. In: Memoria del 3 Congreso Internacional de la Revista del Borrego, Pachuca, 13 de septiembre de 2011.
- NRC (National Research Council), 2007. Nutrients Requirements of Small Ruminants 7th ed. National Academic Press, Washington, DC, p. 292.
- Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta SIACON, 2011. http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=181&Itemid=426 Consultada el día 3 de octubre de 2012.

PRODUCCIÓN DE GAS *In Vitro* DE DIETAS INTEGRALES PARA OVINOS ELABORADAS CON GARBANZO DE REZAGA

M. Cerrillo Soto^{1,3}, B. Castro², A. Estrada Angulo^{2,3}, J. Portillo^{2,3}, A. Juárez Reyes^{1,3}, F. Ríos^{2,3}

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango.*

²*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa.* ³*Red Internacional de Nutrición y Alimentación en Rumiantes.*

E-mail: laisa_29@hotmail.com

RESUMEN

Para evaluar la producción de gas *in vitro* de dietas integrales utilizadas para la alimentación de corderos, se utilizaron cinco dietas elaboradas con 0, 15, 30, 45 y 60 % de garbanzo de rezaga (GR). Para ello, se incubaron por triplicado 200 mg de muestra en jeringas calibradas de 100 mL; como inóculo se utilizaron 30 mL de una mezcla de solución buffer: líquido ruminal de ovino. La producción de gas se registró a las 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72 y 96 h. Los valores se ajustaron al modelo de France $G=A(1-e^{-c(t-L)})$. Los parámetros de producción de gas *in vitro* fueron estimados utilizando PROC NLIN. Para el análisis estadístico se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento; los valores se sometieron a análisis de varianza y la tendencia en la respuesta de la producción de gas, se probó mediante polinomios ortogonales. Para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. El nivel de alfa máximo para considerar diferencia estadística fue de 0.05. La producción de gas a la asíntota (**b**) fluctuó entre 173 y 222 ml/g MS y se observó una disminución significativa ($P<0.01$) a medida que aumentaba la inclusión de GR hasta un 60% en la dieta. Un patrón similar se observó en la fase de retraso (L). Así mismo, la tasa constante de producción de gas (**c**) varió de 0.063 a 0.071 h⁻¹. En las dietas con un nivel de inclusión de 60% se registró el valor más elevado. Se concluye que a niveles de 45 y 60 % de inclusión de garbanzo de rezaga en las dietas integrales para ovinos, se disminuye el potencial de producción de gas pero promueve la disponibilidad de nutrientes para corderos.

Palabras clave: Corderos, digestión, dieta de finalización

INTRODUCCIÓN

La composición química del garbanzo (*Cicer arietinum L.*) de rezaga (GR), presenta valores atractivos de proteína cruda, superiores a 20 %, por lo que se puede considerar como fuente de proteína, y su contenido de energía es cercano al de maíz y sorgo; lo anterior hace del GR un ingrediente adecuado para su utilización en alimentación animal. El desempeño productivo de los rumiantes está en función del valor nutricional de la dieta que consumen. La evaluación nutricional puede realizarse mediante métodos *in vivo*, *in situ* e *in vitro*, dentro de estos últimos se encuentra el procedimiento de producción de gas *in vitro* (Posada y Noguera, 2005). Este método de producción en gas *in vitro*, permite predecir el contenido de EM, la síntesis de proteína microbiana y la cinética de fermentación de los ingredientes utilizados en rumiantes (Aiple *et al.*, 1996). En diversos trabajos se ha determinado la digestibilidad aparente de la rezaga de garbanzo comparándola con otras fuentes proteicas (Obregón *et al.*, 2004; Obregón *et al.*, 2007), sin embargo, es de señalarse la ausencia de estudios relacionados con la estimación de parámetros fermentativos mediante la estimación de la producción de gas *in vitro* en dietas integrales con niveles crecientes de garbanzo de rezaga para corderos destinados a engorda

intensiva. Por lo anterior, el objetivo general de este estudio fue evaluar la producción de gas *in vitro* de dietas integrales utilizadas para la alimentación de corderos a partir de distintos niveles de inclusión de garbanzo de rezaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

La prueba se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de Posgrado de la FMVZ de la Universidad Juárez del Estado de Durango. Se analizaron cinco dietas con tres repeticiones cada una, con tres corridas de incubación para cada muestra. En las dietas se incluyó garbanzo de rezaga en nivel ascendente, cuya composición y aporte nutrimental se muestran en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición de las dietas integrales para ovinos para determinar la producción de gas *in vitro* (BS)

Ingrediente (%)	Nivel de garbanzo de rezaga, %				
	0	15	30	45	60
Heno de Sudán	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
Maíz entero	67.6	58.1	48.5	35.7	20.7
Pasta de soya	13.1	7.6	2.2	0.0	0.0
Garbanzo de desecho	0.0	15.0	30.0	45.0	60.0
Grasa animal	0.0	0.0	0.3	0.5	0.8
Melaza de caña	6.0	6.0	5.7	5.5	5.2
Bicarbonato de sodio	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Pre-mezcla mineral ^a	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
Composición nutrimental ^b					
Proteína cruda, %	16.02	16.01	16.02	17.28	19.39
Energía Digestible, Kcal/kg MS	3.61	3.60	3.60	3.60	3.60
Ca, %	0.98	0.99	0.99	1.01	1.03
P, %	0.42	0.39	0.36	0.34	0.33

Producción de gas *in vitro*. Muestras por triplicado de 200 mg se incubaron en jeringas de vidrio calibradas de 100 ml. El medio de cultivo contenía una solución buffer que comprende principalmente Na_2HPO_4 y NaHCO_3 , con pequeñas cantidades MnCl_2 , CaCl_2 , CoCl_2 y FeCl_3 y se satura con CO_2 . El medio se redujo mediante la adición de un agente reductor (Menke y Steingass, 1988). Treinta mL de una mezcla de fluido ruminal: solución buffer en una proporción de 1:2 se añadió a cada jeringa. El inóculo se obtuvo de tres ovinos Rambouillet canulados de rumen (60 ± 3.7 kg de peso vivo) alimentados a base de heno de alfalfa y concentrado comercial (75:25). La jeringa se colocó verticalmente en el agua del baño maría a 39°C . La producción de gas se registró a 12, 24 y 48 h. Los datos se ajustaron al modelo $G=A(1-e^{-c(t-L)})$, propuesto por France *et al.* (2000): donde G (ml) denota la producción de gas acumulada en el tiempo t; b (ml) es el volumen de gas correspondiente a la completa digestión del sustrato (asíntota); c (h^{-1}) es la tasa fraccional de producción de gas a partir de la fracción b, y L (h) es el tiempo de retraso antes de que comience la fermentación. Los parámetros de producción de gas *in vitro* se estimaron mediante PROC NLIN (Cody y Smith, 1997).

Análisis estadístico. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones por cada tratamiento. Los valores se sometieron a análisis de varianza mediante PROC GLM y la tendencia en la respuesta de la producción de gas, se estimó mediante

polinomios ortogonales (Steel y Torrie, 1988; SAS, 2003). Para detectar diferencias entre medias se utilizó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey. El nivel de alfa máximo para considerar diferencia estadística fue de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las estimaciones de la producción de gas *in vitro* proporcionan información importante sobre la cinética de la fermentación de los alimentos consumidos por rumiantes (Williams, 2000). La asíntota de producción de gas (Cuadro 2) fue similar en dietas con un nivel de inclusión de garbanzo de 0, 15 y 30%, pero superiores ($P < 0.01$) a las dietas que contenían niveles de garbanzo 45 y 60%.

Cuadro 2. Parámetros de fermentación *in vitro* con niveles ascendentes de garbanzo de rezaga en dietas para corderos.

Parámetro	Nivel de garbanzo de rezaga, %					SEM
	0	15	30	45	60	
<i>b</i>	222 ^a	220 ^a	211 ^a	198 ^b	173 ^c	3.89
<i>c</i>	0.064 ^a	0.063 ^a	0.063 ^a	0.066 ^a	0.071 ^b	0.0017
<i>L</i>	0.192 ^a	0.023 ^b	0.012 ^c	0.005 ^d	0.0003 ^e	0.017
Gas12	118.96 ^a	116.27 ^a	111.96 ^a	109.08 ^a	99.75 ^b	2.75
Gas24	174.16 ^a	170.80 ^a	164.66 ^a	158.14 ^b	142.15 ^c	3.42
Gas48	211.67 ^a	208.71 ^a	201.18 ^a	190.23 ^b	167.91 ^c	3.66

^{abc}, Medias con diferente literal ente columnas son diferentes; *b* = producción de gas asíntótica (mL); *c* = tasa constante de producción de gas proveniente de la fracción lentamente fermentable del alimento *b* (h), *L* = fase de retraso (h). SEM = error estándar de la media.

La cinética de producción de gas depende de la proporción de partículas solubles, insolubles pero degradables y no degradables del alimento (Getachew *et al.*, 1998), además la producción de gas también podría ser potencialmente utilizada para comparar la cinética de fermentación desde el rumen o el intestino grueso de diferentes especies y/o del resultado de diferentes dietas (Williams *et al.*, 1995). En el caso particular del gas producido por la completa digestión de alimento (*b*), este parámetro puede considerarse como un indicador de la disponibilidad de los carbohidratos en los sustratos para los microorganismos ruminales, lo que pudiera traducirse en una mayor utilización del contenido energético en dietas con niveles de garbanzo de 0 a 30 (Juárez *et al.*, 2009).

La tasa constante de producción de gas (*c*) presentó una tendencia a incrementar a partir de la inclusión de 15% de garbanzo hasta un nivel de 60% ($P < 0.01$), mientras que la fase de retraso, registró una disminución significativa ($P < 0.01$) a medida que aumentó la inclusión de GR hasta un 60% en la dieta. La determinación de la tasa constante de producción de gas *c* es importante desde el punto de vista nutricional ya que permite estimar la calidad del forraje. Khazaal (1995), indicó que la tasa constante de producción de gas permite describir el proceso de digestión ruminal y caracterizar los forrajes por su disponibilidad de nutrientes. Los valores relacionados con esta fracción pueden ser bajos ($1.18 \%h^{-1}$) en dietas a base de paja de maíz (Muro, 2007) o tan altos ($12 \%h^{-1}$) como los registrados en la pulpa de cítricos (Bernal-Barragán, datos no publicados). Se considera que las diferencias en las tasas de degradación pueden deberse a las características de los componentes intracelulares y a la digestibilidad del forraje en particular. Coblenz *et al.* (1999) mencionan que los valores relacionados con la tasa de producción de gas *c*

superiores a 6% h⁻¹ indican una tendencia de alto consumo, como es el caso de las dietas consideradas en el presente estudio.

CONCLUSIÓN

A pesar de que a niveles de 45 y 60 % de inclusión de garbanzo de rezaga en las dietas integrales para ovinos, se disminuye el potencial de producción de gas, la tasa constante de producción de gas se eleva, promoviendo una mayor disponibilidad de nutrientes para los corderos

REFERENCIAS

- Aiple, K.P., H. Streingass, and W. Drochner. 1996. Prediction of net energy content of raw materials and compounds feed for ruminants by different laboratory methods. *Arch. Anim. Nutr.* 23:1508-1513.
- Coblentz, W. K., J. O. Fritz, W. H. Fick, R. C. Cochran, J. E. Shirley, and J. E. Turner,. 1999. *In situ* disappearance of neutral detergent insoluble nitrogen from alfalfa and eastern Grama grass at three maturities. *J. Anim. Sci* 77:2803-2809.
- Getachew, G., M. Blummel, H.P Makkar, and K. Becker, K. 1998. *In vitro* measuring techniques for assessment of nutritional quality of feeds: a review. *Anim. Feed. Sci. Technol.* 72:261-281.
- France, J., J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, S. Lopez, and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: Derivation of models and other mathematical considerations. *Br J. Nutr.* 83:143-150.
- Juárez, R.A.S., M.A. Cerrillo, E. Gutiérrez-Ornelas, E.M. Romero-Treviño, J. Colin-Negrete, and H. Bernal-Barragán. 2009. Estimación del valor nutricional de pastos tropicales a partir de análisis convencionales y de la producción de de gas *in vitro*. *Téc. Pec. Méx.* 47:55-67.
- Khazaal, K., M.T. Dentinho, J.M. Ribeiro, and E.R. Orskov. 1995. Prediction of apparent digestibility and voluntary intake of hays fed to sheep: comparison between using fibre components, *in vitro* digestibility or characteristic of gas production or nylon bag degradation. *Brit. J. Anim. Sci.* 61:527-538.
- Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28:7-55.
- Muro, R. A. 2007. Cinética de degradación ruminal de dietas a base de manzanilla y rastrojo de maíz en ovinos mediante la técnica de producción de gas *in vitro*. http://eprints.uach.mx/82/1/ZOO-TP-00_015.pdf.
- Obregón J.F., P. Torres, A. Estrada, L. Verdugo y E. Vázquez. 2005. Digestibilidad aparente en dietas con rezagas de garbanzo crudo o frijón cocido para ovinos en finalización. *BIOTAM Nueva Serie, Edición Especial*, 2:208-210
- Obregón J. F., A. Arredondo, B. Ortiz, A. Estrada, F.G. Ríos, J.J. Portillo, G. Contreras. 2007. Digestibilidad aparente de dietas elaboradas con 65% de rezaga de garbanzo para borregos en desarrollo. Congreso Nacional de Buiatría. Acapulco, Mex. pp.700-703.
- Posada, S. L. y Noguera R. R. 2005: Técnica *in vitro* de producción de gases: Una herramienta para la evaluación de alimentos para rumiantes. *Liv. Res. Rural Dev.* 17:36. Retrieved February 28, 2013, de <http://www.lrrd.org/lrrd17/4/posa17036.htm>
- Williams, B.A., 2000. Cumulative gas production techniques for forage evaluation. In: Bivens D.I., Owen, E, Omed, H. M., Axford, R.F.E. (Eds). *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford (UK). Cab International. 475 pp.

Williams, B.A., S.K. Bhatia, H. Boer, and S. Taminga. 1995. A preliminary study using the cumulative gas production technique to compare the kinetics of different fermentations by use of standard substrates. *Ann. Zootech.* 44: 35-46.

USO DE CUADRADOS LATINOS MÚLTIPLES PARA DETERMINAR PREFERENCIAS DE ESPECIES ARBUSTIVAS POR OVINOS DE PELO

J. Antonio Hernández, M.J. Rodríguez Hernández, A.C. Sierra Vásquez., B. Ortiz de la Rosa, H. F. Magaña Sevilla.

*Instituto Tecnológico de Conkal. Km. 16.3 Antigua carretera Mérida-Motul, Conkal, Yucatán.
e-mail: hectorms68@hotmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la preferencia del consumo de forraje verde de cuatro especies forrajeras se realizó el presente trabajo en el centro de selección y reproducción ovina (CESyRO) del Instituto Tecnológico de Conkal. Se efectuó una prueba de preferencia en ovinos, a través de mediciones del consumo de follaje en verde (FV); utilizando un diseño experimental de cuadrados latinos múltiples, se realizó un cuadrado latino 4 x 4, donde las filas eran los 4 días dentro de un corral, columnas eran 4 ubicaciones de una especie dentro de un corral, y los tratamientos eran las 4 especies forrajeras. Finalizada la primera prueba, la especie preferida fue retirada y las 3 especies restantes se evaluaron mediante un cuadrado latino 3 x 3, utilizando el criterio anterior. Se empleó el programa estadístico SPSS 15.0, en el primer cuadrado latino 4 X 4, la especie de mayor preferencia fue el *Hibiscus rosa - sinensis* (2000 g FV) la cual fue estadísticamente diferente ($P < 0.05$) a todas las demás especies, entre las siguientes no se encontró diferencia estadística ($P > 0.05$) entre la *Guazuma ulmifolia* (1332±468 g FV), *Gymnopodium floribundum* (1155±230 g FV) y *Tithonia diversifolia* (895±586 g FV). En el segundo cuadrado latino 3 X 3, después de eliminar a la especie de mayor consumo en el primer cuadrado (*Hibiscus rosa - sinensis*), la especie que presentó un mayor consumo ($P < 0.05$) fue la *Tithonia diversifolia* con 1957g FV, seguido de la *Guazuma ulmifolia* con 1442 g FV y la especie menos consumida fue el *Gymnopodium floribundum* con 533 g FV. Se concluye que la especie *H. rosa-sinensis* tiene mayor preferencia en los ovinos, seguida por *Tithonia diversifolia*, el uso de cuadrados latinos múltiples en las pruebas de preferencia de forrajes en ovinos permite establecer el orden de las especies en función de la preferencia por las mismas.

Palabras clave: Arbustivas, preferencias, ovinos de pelo.

INTRODUCCIÓN

Las especies arbóreas y arbustivas poseen un alto valor potencial como fuente de proteína en la alimentación de rumiantes. Sin embargo, el manejo y uso de estas requiere conocimientos acerca de su preferencia, factor limitante para la selección de especies para incorporarlos en la alimentación animal. Se han realizado estudios con especies leñosas utilizando métodos convencionales para clasificar la preferencia de forrajes (Rutagwenda *et al.* 1990). Sin embargo, existen métodos basados en la observación directa del uso de especies forrajeras como alimento y las mediciones de su consumo, ya sea en animales en pastoreo o estabulados, con mayor efectividad para los estudios de preferencia (Krueger 1972; Truscott y Currie 1987; Kaitho, 1997). El objetivo del presente trabajo fue evaluar la preferencia de forraje verde de *Tithonia diversifolia*, *Gymnopodium floribundum*, *Hibiscus rosa - sinensis* y *Guazuma ulmifolia* por ovinos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO) del instituto tecnológico de Conkal ubicado en el centro-noreste del estado de Yucatán, México. La región presenta un clima tropical subhúmedo, con lluvias en verano y una época de sequía de noviembre a abril, siendo la temperatura media anual de 26.6°C (Navarrete *et al.* 2008). Se utilizaron cuatro ovinos Black Belly (30.5±2,1 kg PV). Los animales se encontraban en condiciones de pastoreo en praderas de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) suplementadas con alimento concentrado. Cada animal fue confinado en corrales individuales con un periodo de adaptación de seis días, previo a la toma de datos. La evaluación se realizó durante dos periodos, en el primero se ofertaron las 4 especies (*Tithonia diversifolia*, *Gymnopodium floribundum*, *Hibiscus rosa – sinensis* y *Guazuma ulmifolia*) utilizando un diseño experimental cuadrado latino 4 x 4 donde las filas eran los 4 días dentro de un corral, columnas eran 4 ubicaciones de una especie dentro de un corral, y los tratamientos las 4 especies forrajeras. Finalizada la primera prueba, la especie preferida fue retirada y las 3 especies restantes se evaluaron con el mismo criterio utilizando un diseño experimental de cuadrado latino 3 x 3. El consumo de cada especie se midió diariamente mediante la diferencia entre la cantidad de forraje ofrecido y rechazado. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza y prueba de medias de Tukey, mediante el programa Gnumeric 1.10.16.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La especie de mayor preferencia por los ovinos durante el primer periodo en el cuadrado 4x4 fue el *H. rosa-sinensis* (2000g FV) que difirió de las demás especies (P<0.05), el siguiente fue la *G. ulmifolia* (1332±468g FV) y *G. floribundum* (1155±230g FV) las cuales no difirieron (P>0.05) con la menos consumida, *Tithonia diversifolia* (895±586g FV) (Cuadro 1).

Cuadro 1. Preferencia en el consumo (g) de cuatro especies arbustivas por ovinos de pelo.

Especie	Subconjunto Homogéneos prueba de Tukey (P<0.05)	
	2	1
<i>Tithonia diversifolia</i>	895	
<i>Gymnopodium floribundum</i>	1155	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1332	1332
<i>Hibiscus rosa-sinensis</i>		2000
Probabilidad	0.43	0.13

En el segundo cuadrado latino 3 X 3, después de eliminar a la especie de mayor consumo en el primer cuadrado (*Hibiscus rosa - sinensis*), la especie que presentó un mayor consumo (P<0.05) fue la *Tithonia diversifolia* con 1956.66g FV, seguido de la *Guazuma ulmifolia* con 1441.66g FV y la especie menos consumida fue el *Gymnopodium floribundum* con 533.33g FV (Cuadro 2).

La preferencia de los forrajes es particularmente dependiente del sentido del olfato y del gusto (Arnold, 1981), y de acuerdo con Personious *et al.* (1987), los herbívoros son capaces de detectar algunos componentes tóxicos antes de consumirlos o inmediatamente después del primer bocado. Algunos aspectos como el olor, el sabor y la astringencia podrían explicar las diferencias encontradas con relación a la preferencia. Según estudios realizados, los fenoles, los alcaloides, los taninos y los compuestos aromáticos son algunos químicos que alteran la palatabilidad (Marten, 1978; García *et al.* 2008). También hay que considerar la adaptación al consumo de la especie forrajera.

Cuadro 2. Preferencia en el consumo (g) de tres especies arbustivas por ovinos de pelo.

Especie	Subconjunto Homogéneos prueba de Tukey (P<0.05)	
	2	1
<i>Gymnopodium floribundum</i>	533	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	1442	1442
<i>Tithonia diversifolia</i>		1957
Probabilidad	0.52	0.15

CONCLUSIÓN

La especie arbustiva que presentó la mayor preferencia por ovinos de pelo, combinando los resultados de los dos cuadrados latinos, en primer lugar fue *Hibiscus rosa-sinensis*, seguido de *Tithonia diversifolia*, y seguidas por las especies restantes. El uso de cuadrados latinos múltiples provee de una efectiva herramienta para determinar las preferencias de los forrajes por los ovinos de pelo. La evaluación de especies forrajeras mediante sus preferencias, es un paso indispensable en la integración a los programas de alimentación de ovinos de pelo.

REFERENCIAS

- Arnold, G. W. 1981. Grazing behaviour. In: Grazing animals. World Animal Science B1. (F.H.W. Morley, Ed.) Elsevier Scientific Publ., New York. p. 79
- García, D. E., M. G. Medina, T. Clavero, J. Humbria, A. Baldizán, C. Dominguez. 2008. Preferencia de árboles forrajeros por cabras en la zona baja de los andes venezolanos. Revista Científica, FCV-LUZ/Vol. XVIII; No. 5, 549-555.
- Kaitho, R. J. 1997. Nutritive value of browses as protein supplement(s) to poor quality roughages. Thesis Ph.D. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. p. 190
- Krueger, W. C. 1972. Evaluating animal forage preference. *J. Range Manage.* 25:471-475.
- Navarrete, S. L. F., Cruz, T. A. A., González, P. E. I., Piña, A. R. E., Sanginés, G. J. R., Toledo, L. V., Ramón, U. J. P. 2008. Recombinante (rbST) sobre la respuesta superovulatoria y la viabilidad embrionaria en ovejas de pelo. Revista Científica, FCV-LUZ/Vol. XVIII, No. 2, 175-179.
- Personious, T. L., C. L. Nwambolt; J. R. Stephens, R. C. Kelsner, 1987. Crude terpenoid influence on mule deer preference for sagebrush. *J. Range Manage.* 40 (1):84
- Rutagwenda, T.; D. M. Lechner; H. J. Schwartz; W. Schultka, W. Von Engelhardt, 1990. Dietary preference and degradability of forage on a semiarid thornbush savannah by indigenous ruminants, camels and donkeys. *Animal Feed Science and Technology.* 31:179
- Truscott, D. R., and Currie, P. O. 1987. Factors affecting dietary preferences for genotypes of a hybrid wheatgrass. *J. Range Manage.* 40:509-513.

COMPOSICIÓN MINERAL DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) ASOCIADA CON PASTO ESTRELLA (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) EN LA REGIÓN HUASTECA POTOSINA

J.D. Jiménez Rosales¹, M. Ortiz Texon¹, A. Lara Bueno^{2*}, M. Huerta Bravo³, L.A. Miranda Romero³, L. Krishnamurthy⁴

¹Estudiante de Maestría en Innovación Ganadera. ²Dirección de Centros Regionales Universitarios. ³Posgrado en Producción Animal. ⁴Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera Federal México-Texcoco. 56230, Chapingo Edo. México.

*e-mail: alarab_11@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la edad del rebrote de la leucaena (*Leucaena leucocephala* Lam. de Wit) asociada con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) en la composición mineral del follaje durante las épocas de nortes y secas, en un sistema silvopastoril intensivo. La edad de rebrote fue de 35, 42, 49, 56, 63 y 70 días, durante noviembre a enero (nortes) y abril a junio (secas) en la región huasteca potosina, determinándose la concentración de Ca, P, K, Na, Mg, relación Ca:P, Fe, Cu, Zn, Mn y Se. Hubo efecto de edad de rebrote en la concentración de P y Se, y en la relación Ca:P ($P < 0.05$). El contenido de P de la leucaena-pasto estrella fue mayor a los 35 y 42 días de edad del rebrote, mientras que el contenido de Se fue mayor a los 63 y 70 días después de la poda. La época del año también afectó la composición mineral de la asociación leucaena-pasto estrella ($P < 0.05$). El contenido de Na, Fe, Zn, Mn y Se fue mayor durante la época de nortes, pero la concentración de Ca, K, Cu y la relación Ca:P, fue mayor en la época de secas. El contenido de Ca, K, Na, Mg, Fe, Mn y la relación Ca:P de la leucaena asociada con pasto estrella cubrió los requerimientos de rumiantes, sin embargo, el contenido de P, Cu y Se fue insuficiente, y el Zn sólo cubrió las necesidades de los rumiantes durante la época de nortes a los 42, 63 y 70 días de edad del rebrote. Se recomienda suplementar P, Cu, Se y Zn durante ambas épocas del año cuando se pastorea ganado en un sistema silvopastoril intensivo asociando leucaena y pasto estrella en la huasteca potosina.

Palabras clave: Sistema silvopastoril intensivo, minerales, edad del rebrote.

INTRODUCCIÓN

La utilización de especies leñosas forrajeras para la alimentación animal es una práctica tradicional agroforestal, y constituye una alternativa para reducir insumos externos y minimizar impactos negativos sobre los recursos naturales. Los árboles entre las pasturas ofrecen forraje de buena calidad a los animales, controlan la erosión y mejoran la fertilidad de los suelos, proporcionan leña, madera y frutos, y generan ingresos adicionales mejorando las condiciones económica de las familias rurales (Gil *et al.*, 2005). Los efectos positivos de los árboles sobre la producción y calidad nutritiva de las pasturas, permite la rehabilitación de los suelos y las pasturas lo que convierte a los sistemas silvopastoriles en una opción sustentable para la ganadería. La leucaena es una leguminosa arbórea de alto valor nutritivo y puede utilizarse eficientemente en la alimentación animal por el alto potencial que tiene para producir materia seca y fijar nitrógeno, mejorando así la dieta diaria del ganado que consume pastos de baja calidad en los trópicos (Shelton *et al.*, 1991). Las gramíneas forrajeras son la principal fuente de

alimento de los rumiantes, sin embargo, éstas son consideradas como un alimento pobre en contenido mineral. McDowell y Arthington (2005) señalan que el desbalance mineral en suelos y forrajes del trópico es responsable del pobre comportamiento productivo y reproductivo de rumiantes en pastoreo, mientras que los sistemas silvopastoriles incrementan la producción de leche y la ganancia diaria de peso en rumiantes en pastoreo (Ibrahim *et al.*, 2006). Sin embargo, es conveniente evaluar la composición mineral de los sistemas asociados entre arbóreas y gramíneas para determinar el nivel de suplementación mineral requerido por el ganado. El sistema silvopastoril intensivo se basa en el establecimiento y utilización de la leucaena asociada con un pasto tropical mediante pastoreo rotacional (Solorio *et al.*, 2009). El objetivo del presente estudio fue analizar la composición mineral de la leucaena asociada con pasto estrella considerando la edad del rebrote durante la época de nortes y secas en la región huasteca potosina de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el módulo silvopastoril establecido en la Unidad de Producción “El Gargaleote” de la Universidad Autónoma Chapingo, ubicado en Tamuín, San Luis Potosí, México, entre las coordenadas 22° 16' Latitud Norte y 98° 42' Longitud Oeste, a una altitud inferior a 40 msnm. El clima es cálido sub-húmedo con lluvias en verano clasificado como Aw0, con temperatura media anual de 25 °C, presentándose en enero la temperatura media anual más baja (18°C) y en junio la temperatura media anual más alta (30°C); la temperatura mínima extrema ocurre en diciembre y enero con al menos 2°C y la temperatura máxima es hasta de 54°C en el mes de mayo; y la precipitación promedio anual es de 990 mm (García, 1981), donde el periodo de lluvias va de julio a octubre, la época de nortes de noviembre a febrero y el periodo de secas de marzo a junio. Los suelos del área de estudio son fluvisoles y vertisoles, profundos y bien drenados, con textura limo arcillosa o arena limosa, con pH alcalino superior a 7.5. El módulo silvopastoril experimental consistió en una hectárea de leucaena asociada con pasto estrella establecidos en octubre del 2010, con 62 hileras de leucaena a una densidad de 52,000 plantas/ha (distancia entre plantas de 12 cm y 1.6 m entre hileras) y pasto estrella entre las hileras de leucaena. El área experimental se dividió en 18 lotes de 550 m² cada uno (11x50 m) entre los cuales se distribuyeron aleatoriamente seis tratamientos con tres repeticiones, tres lotes por cada tratamiento. Los tratamientos fueron 35, 42, 49, 56, 63 y 70 días de edad del rebrote a partir de la última poda de la leucaena y del pasto estrella, durante la época de nortes (noviembre de 2011 a enero de 2012) y secas (marzo a mayo de 2012). En cada lote experimental, conformado por siete hileras de leucaena, se seleccionaron tres sitios de muestreo de 3.2 m² (2 x 1.6 m) sobre las hileras 2, 3 y 5 de cada lote, donde se removió material vegetativo de la leucaena (hojas y puntas tiernas de los rebrotes) y del pasto estrella (hojas y tallos). El total de material removido de cada especie fue pesado en fresco y secado a peso constante en una estufa de aire forzado a 65 °C, y molido con una criba de 2 mm. Para el análisis de laboratorio de la composición mineral, se tomaron 2 g de muestra molida de cada especie forrajera por separado y se secaron durante 24 horas a 105 °C para obtener el peso seco de cada muestra. Posteriormente, las muestras se incineraron en una mufla a 500 °C durante 8 horas para cuantificar el porcentaje de cenizas. La cuantificación de Ca, Mg, Na, K, Cu, Zn, Fe y Mn se realizó mediante espectrofotometría de absorción atómica (Fick *et al.*, 1979); el P se determinó utilizando el método colorimétrico (Clesceriet *al.*, 1992); y el Se mediante el método fluorométrico (Tamariet *al.*, 1986). La concentración mineral se ajustó usando las proporciones leucaena:pasto estrella de 52:48 y 58:42 para las épocas de nortes y secas, respectivamente, estimadas a partir del rendimiento de materia seca de cada especie forrajera. Los datos fueron analizados usando el procedimiento GLM de

SAS (2004), y la comparación entre las medias para las variables de respuesta en cada factor principal se realizó mediante la prueba de Tukey con un $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La edad de rebrote afectó el contenido de P, Se y la relación Ca:P, en el follaje de leucaena-pasto estrella ($P<0.05$; Cuadro 1). La concentración de P fue mayor a los 35 y 42 días después de la poda, mientras que el contenido de Se fue mayor a los 63 y 70 días. Los resultados indican que ambos forrajes asociados cubren los requerimientos de Ca, K, Na, Mg, Fe, Mn y la relación Ca:P de los rumiantes en cualquiera de los periodos de rebrote, mientras que para P, Cu y Se, ambas especies asociadas aportaron sólo el 52, 71 y 70% de los requerimientos mínimos para rumiantes. Asimismo, el contenido de Zn en los forrajes sólo cubrió los requerimientos para rumiantes a los 42, 63 y 70 días de edad de las plantas después de la poda. El contenido mineral fue diferente ($P<0.01$) entre ambas especies para todos los minerales analizados, excepto Fe. La concentración de Ca, P, Mg Se y la relación Ca:P fue 89.5, 27.3, 16.7, 80 y 53% mayor en leucaena, mientras que K, Na, Cu, Zn y Mn fueron 9.5, 92.3, 40.5, 39.9 y 330% superiores en la gramínea. El aporte de Ca, K, Na, Mg, Fe, y Mn, así como la relación Ca:P en ambas especies forrajeras cubren los niveles mínimos requeridos para rumiantes, mientras que el P, Cu y Se fueron deficientes en las dos especies forrajeras, y el Zn fue cubierto solo por el pasto estrella. Hubo diferencias ($P<0.05$) en la concentración de Ca, K, Na, Fe, Cu, Zn, Mn, Se, y en la relación Ca:P, entre la época de nortes y secas, mientras que el contenido de P y Mg fue similar en ambas épocas del año. El contenido de Na, Fe, Zn, Mn y Se fue mayor en el forraje cosechado durante la época de nortes. Sin embargo, la concentración de Ca, K, Cu y la relación Ca:P, fue mayor en época de secas. No obstante, el aporte de Ca, K, Na, Mg, Fe, Mn y la relación Ca:P en el forraje cosechado en ambas épocas del año, cubre las necesidades de los rumiantes, mientras que P, Cu y Se son deficientes tanto en nortes como en secas, y Zn sólo cubrió los requerimientos mínimos de rumiantes durante la época de nortes.

El contenido de P tendió a disminuir con el crecimiento de los rebrotes, lo cual coincide con los resultados de Faría y Sánchez (2007) y Ramírez *et al.* (2008) al evaluar la composición mineral de otros forrajes tropicales, debido al traslado de nutrientes hacia la raíz a medida que las plantas maduran (McDowell y Arthington, 2005). Los niveles en la concentración de Fe, Cu, Zn, Mn y Se para la época de nortes y secas, difieren con los reportados por Greene (2000) quien señala que los micro-elementos en los forrajes son poco variables a través del año, aunque la concentración mineral en los forrajes puede afectarse con la disponibilidad de humedad en el suelo. Aunque la mayoría de los minerales analizados cubrieron los requerimientos mínimos de los rumiantes, el contenido de K y Mg es excesivo con respecto a los indicados por NRC (2005). La insuficiencia de P, Cu y Se en la asociación leucaena-pasto estrella coincide con lo reportado por McDowell y Arthington (2005) ya que los suelos y las plantas que crecen en los trópicos son bajos en P, y esta deficiencia puede acentuarse cuando la concentración de Fe y Al es alta en el suelo, debido a que se forman complejos fosfatados insolubles, lo cual reduce la absorción del P por la planta. Concentraciones insuficientes de Cu y Se de los forrajes fueron también reportadas en otras regiones tropicales de México (Castañeda, 2012). El bajo contenido de Zn durante la época de secas puede deberse a la limitada absorción de minerales que tienen las plantas durante periodos de estrés hídrico, aunque las deficiencias de Cu y Se puede también darse en condiciones de suelos alcalinos o por otros elementos antagonistas, como Mo, S y Fe (Suttle, 2010).

Cuadro 1. Efecto de la edad del rebrote (ER), especie forrajera (EF) y época de corte (EC) en la composición mineral de leucaena y pasto estrella asociados en un sistema silvopastoril intensivo.

ER (días)	Ca	P	K (%)	Na	Mg	Ca:P	Fe	Cu	Zn (ppm)	Mn	Se
35	0.58	0.14 ^a	2.13	0.36	0.86	4.14 ^b	220.21	7.70	28.79	103.51	0.08 ^{ab}
42	0.56	0.14 ^a	2.22	0.42	0.86	3.88 ^b	225.39	8.68	31.18	102.69	0.06 ^{bc}
49	0.55	0.13 ^{ab}	2.15	0.36	0.83	4.21 ^{ab}	219.12	5.77	26.97	97.11	0.05 ^c
56	0.52	0.12 ^b	2.03	0.41	0.85	4.18 ^{ab}	176.55	8.76	28.38	104.37	0.05 ^c
63	0.54	0.13 ^{ab}	2.09	0.36	0.83	4.25 ^{ab}	168.83	6.60	30.29	105.67	0.09 ^a
70	0.56	0.12 ^b	1.90	0.37	0.83	4.92 ^a	169.18	6.99	32.39	111.27	0.09 ^a
EEM*	0.01	0.01	0.08	0.05	0.02	0.18	18.53	0.83	2.12	4.77	0.006
Pr>F**	0.472	0.011	0.095	0.908	0.842	0.007	0.067	0.088	0.501	0.474	0.001
EF											
Leucaena	0.72 ^a	0.14 ^a	1.99 ^b	0.26 ^b	0.91 ^a	5.16 ^a	193.85 ^a	6.17 ^b	24.73 ^b	39.28 ^b	0.09 ^a
Pasto estrella	0.38 ^b	0.11 ^b	2.18 ^a	0.50 ^a	0.78 ^b	3.36 ^b	199.24 ^a	8.67 ^a	34.60 ^a	168.92 ^a	0.05 ^b
EEM*	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.10	10.70	0.48	1.23	2.75	0.003
Pr>F**	0.001	0.001	0.005	0.001	0.001	0.001	0.723	0.006	0.001	0.001	0.001
EC											
Nortes	0.50 ^b	0.13	2.00 ^b	0.41 ^a	0.85	3.91 ^b	306.4 ^a	6.43 ^b	34.81 ^a	170.4 ^a	0.08 ^a
Secas	0.64 ^a	0.13	2.17 ^a	0.32 ^b	0.85	4.85 ^a	88.30 ^b	7.83 ^a	23.73 ^b	32.01 ^b	0.06 ^b
EEM*	0.01	0.01	0.04	0.03	0.01	0.09	12.55	0.45	1.29	3.12	0.003
Pr>F**	0.001	0.598	0.011	0.018	0.729	0.001	0.001	0.038	0.001	0.001	0.003
NMR***	0.30	0.25	0.7	0.06	0.20	2:1	30	10	30	30-40	0.10

*= error estándar de las medias; **= nivel de significancia; ***= niveles mínimos requeridos para rumiantes tomados de McDowell y Arthington (2005); ^{a,b,c}= medias con diferente literal muestran diferencias dentro de columnas para cada factor (P<0.05).

CONCLUSIONES

La composición mineral del sistema silvopastoril intensivo fue afectada por la edad del rebrote de la leucaena y el pasto estrella después de la poda. El contenido de P disminuyó a medida que las plantas maduraron; mientras que el aporte de Se se incrementó a mayor edad de los forrajes asociados. El contenido de Na, Fe, Zn, Mn y Se en el follaje fue mayor durante la época de nortes que en época de secas, posiblemente, por un menor déficit hídrico en otoño-invierno que en primavera. Sin embargo, la concentración de Ca, K y Cu fue mayor en época de secas. El sistema silvopastoril intensivo en la huasteca potosina es capaz de aportar los requerimientos de Ca, K, Na, Mg, Fe y Mn de los rumiantes, mientras que el follaje consumible por el ganado es insuficiente para cubrir los requerimientos de P, Cu, Zn y Se para el ganado, recomendándose suplementar esos minerales durante las épocas de nortes y secas.

REFERENCIAS

- Castañeda, C.S. 2012. Diagnóstico mineral de ganado bovino en condiciones de trópico húmedo. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. México. 71 p.
- Clesceri, S.L., Greenberg, E.A. y Trusseli, R.R. 1992. Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales. Ed. Díaz Santos. España. pp:187-195.
- Faría, M.J. y Sánchez, A. 2007. Efecto del aplazamiento de utilización sobre el contenido de nutrientes y digestibilidad de la materia orgánica de la asociación buffel-leucaena. *Interciencia* 32:185-187.

- Fick, K.R., Mcdowell, L.R., Miles, P.H., Wilkinson, N.S., Funk, J.D., Conrad, J.H., and Valdivia, R. 1979. Métodos de Análisis de Minerales para Tejidos de Plantas y Animales. 2a Ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida, 358 p.
- García, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Tercera Edición. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 252 p.
- Gil, J.L., Espinoza, Y. y Obispo, N. 2005. Relaciones suelo-planta-animal en sistemas silvopastoriles. Revista digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 9:20-26.
- Greene, L.W. 2000. Designing mineral supplementation of forage programs for beef cattle. *J. Anim. Sci.* 77:1-9.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., y Rojas, J. 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. *Pastos y Forrajes.* 29:383-419.
- Mcdowell, L.R. y Arthington, J.D. 2005. Minerales para Rumiantes en Pastoreo en Regiones Tropicales. 4^a Ed. Universidad de Florida, Gainesville, Florida. 94 p.
- NRC. 2005. Mineral Tolerance of Animals. Second edition. The National Academies Press. Washington, D. C., USA. 510 p.
- Ramírez, J.L., Verdecia, D. y Leonard, I. 2008. Rendimiento y caracterización química del pennisetum Cuba CT 169 en un suelo pluvisol. *Rev. Elect. Vet.* 10 p.
- SAS. 2004. SAS User's Guide: Statistics. Ver. 9.2. SAS Institute. Cary, N.C. 5180 p.
- Shelton, H.M., Lowry, J.V., Gutteridge, R.C., Bray, R.A., and Wildin, J.H. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. Tree and shrub legumes in improved pastures. *Trop. Grass.* 25:119-128.
- Solorio, S.F., Bacab, H., Castillo, J.B., Ramírez, L. y Casanova, F. 2009. Potencial de los sistemas silvopastoriles en México. II Congreso sobre sistemas silvopastoriles intensivos. Yucatán, México. 10 p.
- Suttle, N.F. 2010. Mineral Nutrition of Livestock. 4th Ed. CABI Publishing. UK. 587 p.
- Tamari, Y., Ohmori, S. and Hiraki, K. 1986. Fluorometry of nanogram amounts of selenium in biological samples. *Clin. Chem.* 32: 1464-1467.

CALIDAD NUTRITIVA DE LA PUNTA DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum officinarum*) EN DOS CONDICIONES DE COSECHA

H. Ramírez Cathi¹, J. C. Martínez González^{2*}, F. Briones Encinia², F. A. Lucero Magaña², A. Cárdenas Lara², C. Marcof Alvarez³

¹Instituto Tecnológico de Ciudad Valles; ²Facultad de Ingeniería y Ciencias-Universidad Autónoma de Tamaulipas; ³Universidad Autónoma Chapingo.
e-mail: jmartinez@uat.edu.mx

RESUMEN

La caña de azúcar es quizás la planta más eficiente en convertir la radiación solar en biomasa, pero su contenido de proteína es relativamente bajo. El objetivo de este trabajo fue determinar la composición bromatológica de la punta de caña de cuatro variedades de caña de azúcar en dos formas de cosecha (verde y quemada). Se utilizaron puntas de caña colectadas de las parcelas del área de influencia del Ingenio Plan de Ayala (IPA). El picado se realizó a un tamaño de muestra de 5 mm en el Instituto Tecnológico de Cd. Valles (ITCV) en Ciudad Valles, S. L. P. Las muestras de caña fueron secadas a 60° C hasta peso constante (90 a 95% MS). Las muestras fueron transportadas a la Universidad Autónoma Chapingo donde se molieron usando un micro-molino para procesamiento de muestras forrajes y los análisis bromatológicos se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Posgraduados. Las variables evaluadas fueron materia seca (MS), proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cenizas (CZ), de la punta de Caña de Azúcar de cuatro variedades en dos condiciones de cosecha (verde y quemada). De acuerdo con los registros de los productores de caña de azúcar, las variedades utilizadas fueron: 24MEX68-136, 03CO-997, 202MEX55-32 y 02CP-72. Las medias generales de MS, PC, FDN, FDA y CZ fueron 93.1, 3.1, 62.5, 36.1 y 6.3%, respectivamente; sin efectos ($P>0.05$) debidos a variedad. Por otro lado, las medias para la punta de caña verde y quemada fueron 93.1, 3.3, 62.5, 36.1 y 6.3% para MS, PC, FDN, FDA y CZ, respectivamente; sin efectos ($P>0.05$) debidos a la forma de cosecha. Se concluye que la punta de caña puede ser utilizada como un insumo en la alimentación de rumiantes.

Palabras clave: caña de azúcar, punta, verde, quemada, bromatología.

INTRODUCCIÓN

En México como en muchos países con clima tropical, el cultivo de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) es de los más socorridos por sus altos rendimientos en biomasa. Según el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera en el año de 2012 se sembraron aproximadamente 703,761 ha con una producción de 46'231,229 ton de caña molida (SIAP, 2012). La caña de azúcar es uno de los vegetales más eficientes en la captura de la energía solar; actualmente, puede utilizarse como una estrategia alimentaria durante el verano, relativamente económica y práctica para los ganaderos.

La producción mundial de caña de azúcar, en la década de los noventas, presentó variaciones, con ligeras tendencias al alza, así, mientras que en el periodo 1993 la producción se situó en alrededor de 1,035.9 millones de toneladas métricas, para 2002 alcanzó poco más de 1,332.9 millones, es decir, durante este lapso la producción registró un aumento de 29% (FAO, 2004).

Sin embargo, la caña de azúcar presenta niveles de proteína por debajo de los requerimientos de los rumiantes (Araque *et al.*, 2003), alto contenido de azúcares totales y contenido de fibra (Pozo,

2011). Pozo (2011) al analizar las características bromatológicas de la caña de azúcar a diferentes edades encontró que los porcentajes de MS, PC, CZ, FDN y FDA fueron 19.3, 4.3, 7.4, 61.2 y 38.2%, respectivamente. Similarmente, Aranda *et al.* (2009) encontraron que las características bromatológicas de la caña de azúcar se mejoró cuando se le adicionó 1 g de urea, los contenidos observados fueron 30.0, 5.1, 47.9 y 32.5% para MS, PC, FDN y FDA, respectivamente.

La caña de azúcar en los sistemas de alimentación, constituye una excelente alternativa en el ahorro de insumos como fertilizantes, alimento concentrado y energía en este tipo de explotación. Además, es capaz de producir mayor cantidad de materia seca, carbohidratos solubles y biomasa forrajera que cualquier otra gramínea tropical, convirtiéndola en el forraje más sobresaliente de todas las gramíneas existentes en el trópico, permitiendo soportar una mayor carga animal (Pozo, 2011).

Algunas características del cultivo de la caña de azúcar son: alta capacidad de adaptación a suelos, clima, manejo, topografía, fertilidad y manejo agronómico; gran capacidad de producción de materia verde y seca por unidad de área; disponibilidad en las épocas de menor disponibilidad de los forrajes tradicionales (pastos); valor agregado al utilizar biomasa no industrializable (cogollos, hojas, retoños, tallos inmaduros).

Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar las características bromatológicas de la punta de caña de diferentes variedades de caña de azúcar en dos formas de cosecha (verde o quemada).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en el área de influencia del Ingenio Azucarero Plan de Ayala (IPA) en Ciudad Valles, San Luis Potosí. Localizado geográficamente en las coordenadas 21° 48' a 22° 25' LN y 99° 45' a 99° 25' LW y a una altura de 95 msnm. El clima es Aw según la clasificación de Köppen modificada por García (1973) que corresponde a un clima cálido húmedo con lluvias en verano. La precipitación promedio y temperatura media anual son de 1112 mm y 25.5° C, concentrándose el período de lluvias en los meses de mayo a octubre.

Con la información facilitada por el IPA se determinaron que las variedades para el estudio fueron: 03-CO-997, 202MEX55-32, 02-CP72 y 24-MEX68-136 (García y Spreen, 2000). Con el apoyo de tres personas, una de ellas con experiencia en el corte de la caña, se obtuvieron 3 muestras por predio. El muestreo de punta de caña verde, se llevó a cabo una semana antes del corte programado y la segunda inmediatamente después de que se había quemado el plantío de caña para su corte de acuerdo con la programación de la zafra.

Se utilizaron puntas de caña de las parcelas del área de influencia del IPA (previamente identificadas por variedad), el picado del forraje se realizó en un molino HML Xalapa M-200, equipada con un motor eléctrico de 7.5 hp para dejar un material de 5 mm en Cd. Valles, SLP. Las muestras de caña fueron transportadas al Instituto Tecnológico de Cd. Valles (ITCV) y deshidratadas en un horno especial a 60° C hasta peso constante con 90 a 95% de materia seca (MS). Las muestras fueron transportadas a la Universidad Autónoma Chapingo donde se molieron usando un micro-molino (Willet®) con criba de 1 mm para procesamiento de muestras forrajeras. Los análisis bromatológicos, se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal del Colegio de Posgraduados en Montecillo, Estado de México. Las variables determinadas fueron materia seca (MS), proteína cruda (PC), cenizas (CZ), fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA) de la punta de Caña de Azúcar de cuatro variedades en dos condiciones de cosecha verde o quemada.

Los datos fueron estudiados mediante un análisis de varianza para un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 x 4 (SAS, 2001), teniendo como factor A las

condiciones de cosecha (verde o quemada) y como factor B las variedades (03CO-997, 202MEX55-32, 02CP-72 y 24MEX68-136).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El IPA ha estado entre los ingenios con altos rendimientos de azúcar en el país, la variedad que más se cultivó fue la 03CO-997 por su mayor rendimiento en campo, luego le seguían las 202MEX55-32, 02CP-72 y 24MEX68-136.

Las medias generales de MS, PC, FDN, FDA y CZ se presentan en el Cuadro 1. Se puede apreciar que las variedades no afectaron significativamente ($P>0.05$) el contenido de nutrientes. La media de MS fue 93.1%, la cual se puede considerar como elevada, pero cabe destacar que el forraje fue previamente secado para evitar problemas de fermentación.

Cuadro 1. Composición bromatológica de la punta de caña o cogollo de cuatro variedades

Contenido	24MEX68-136	03CO-997	202MEX55-32	02CP-72	Media
MS (%)	93.25 ± 0.24	92.63 ± 0.63	93.16 ± 0.35	93.20 ± 0.20	93.1
PC (%)	3.23 ± 0.45	3.24 ± 0.55	3.30 ± 0.46	3.27 ± 0.57	3.3
FDN (%)	63.45 ± 2.86	62.43 ± 3.96	60.33 ± 5.72	63.85 ± 6.01	62.5
FDA (%)	35.52 ± 2.68	35.88 ± 2.04	34.33 ± 3.42	38.64 ± 4.99	36.1
CZ (%)	5.52 ± 0.63	6.01 ± 0.61	6.89 ± 1.74	6.94 ± 2.31	6.3

Resultados similares fueron reportados por Vasallo (2007), quien indicó que la caña de azúcar finamente picada y secada al sol, mostró un contenido de MS de 94.8%. Sin embargo, Pozo (2011) mencionó que la MS de la caña de azúcar fue modificada por la edad de la caña. Otras investigaciones (Aranda *et al.*, 2009; Leao *et al.*, 2011) señalan que la materia seca de la caña de azúcar esta entre un 25 a 30%.

Con relación al porcentaje de proteína se pudo observar que las variedades no afectaron ($P>0.05$) el contenido el cual fue en promedio de 3.3% (Cuadro 1). Resultados similares son citados por Pozo (2011) en cañas de azúcar con 18 meses de edad. Sin embargo, Vasallo (2007) y Leao *et al.* (2011) encontraron porcentajes menores (2.0 y 2.9%, respectivamente).

En el Cuadro 1 se puede apreciar que el contenido de FDN en las cuatro variedades de caña de azúcar es elevado, lo que le permite mantener su condición de "forraje". Numerosas investigaciones (Vasallo, 2007; Aranda *et al.*, 2009; Leao *et al.*, 2011; Pozo, 2011) reportan valores entre 35.9 a 65.7% para FDN.

Otra característica importante en cualquier forraje es el contenido de FDA, en este estudio la variedad 02CP-72 fue la que presentó el porcentaje más alto (38.6%) pero sin diferir ($P>0.05$) de las otras variedades. Resultados similares son señalados por Aranda *et al.* (2009) quienes observaron que la caña de azúcar mezclada con 1% de urea presentó contenidos de FDA de 32.5%.

Por otro lado, en el Cuadro 2 se presentan las medias de algunos nutrientes de la caña de azúcar de acuerdo al tipo de cosecha (verde o quemada). El contenido de MS fue muy similar ($P>0.05$) en ambas cosechas con 93.1%, lo cual se pudo deber a que se trataba de dos forrajes que previamente habían sido deshidratados. Pozo (2011) refiere que al estudiar la edad del cultivo de la caña de azúcar encontró diferencias significativas en el contenido de MS, el cultivo con 18 meses presentó un contenido de 25.1% de MS, mientras que el cultivo con 24 meses la MS bajo a 10.7%.

Cuadro 2. Composición química de la punta de caña o cogollo en dos formas de cosecha

Contenido	Quemada	Verde	Media
MS (%)	93.08 ± 0.45	93.03 ± 0.26	93.1
PC (%)	3.09 ± 0.56	3.44 ± 0.46	3.3
FDN (%)	60.64 ± 5.89	64.38 ± 3.39	62.5
FDA (%)	35.45 ± 3.73	36.74 ± 2.84	36.1
CZ (%)	6.18 ± 1.72	6.50 ± 0.92	6.3

Contrariamente a lo que se podía esperar los contenidos de nutrientes fueron muy similares tanto en las variedades como en el tipo de cosecha. Sin embargo, los contenidos de proteína cruda siempre se mantuvieron por debajo de los requerimientos para un adecuado funcionamiento del rumen.

El contenido de proteína de la caña de azúcar se ha señalado como una limitante nutritiva (Martín, 2004) y el contenido de azúcares como una cualidad propia de esta gramínea. Las características de la composición química de la caña de azúcar pueden ser un factor que pudiera afectar el consumo total, lo que puede indicar que el problema en el consumo puede ser la lenta tasa de pasaje (Aranda *et al.*, 2009).

Los contenidos de nutrientes observados en este estudio son muy similares para trabajos citados en la literatura (Vasallo, 2007; Aranda *et al.*, 2009; Leao *et al.*, 2011; Pozo, 2011).

Las puntas de caña representan un potencial importante para la alimentación de rumiantes, pero se requiere de suplementar alimentos proteicos o nitrógeno no proteico para mejorar este recurso, debido al bajo valor nutritivo de este recurso.

CONCLUSIONES

Por los contenidos de fibra detergente neutra se puede recomendar que la punta de caña de azúcar puede ser una buena fuente de forraje.

Sin embargo, para un mejor aprovechamiento de la punta de caña de azúcar se recomienda cosechar los cogollos antes de realizar la quema para disponer de mayores volúmenes de biomasa. Las puntas de caña de azúcar presentan bajo contenido de PC, se recomienda suplementar proteína cruda o compuestos nitrogenados no proteicos.

REFERENCIAS

- Aranda, E. M., G. D. Mendoza, J. A. Ramos, S. Salgado y A. C. Vitti. 2009. Selectividad de caña de azúcar en bovinos. *Revista Avances de Investigación Agropecuaria* 13(1):21-26.
- Araque, C., F. Espinoza, A. Fuenmayor, D. Simoes C. y E. Sandoval. 2003. Efecto de la suplementación con caña de azúcar-urea en la ganancia de peso en mautas a pastoreo. *Revista Científica* XIII(5):352-355.
- FAO. 2004. Consulta en la Base de Datos de Estadísticas: FAOESTAT. http://www.fao.org/es/esc/es/20953/20990/highlight_28187es.html. Fecha de consulta XX-XX-XXXX.
- García, C. L. R. y T. H. Spreen. 2000. La agroindustria Azucarera de México: Reformas estructurales y sus implicaciones para el mercado de edulcorantes. CIESTAAM, Universidad Autónoma Chapingo. Reporte de Investigación 55. p. 44.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. México. p. 246.

- Leão, A. G., A. Garcia S. S., G. M. Bezerra M., H. B. Alves S., H. Leal P. y C. M. Battiston L. 2011. Características nutricionais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40(5):1072-1079.
- Martín, M. P. C. 2004. La alimentación del ganado con caña de azúcar y sussubproductos. Ed. EDICA. LaHabana, Cuba. p. 193.
- Pozo, C. B. D. 2011. Efecto del suministro de caña de azúcar (*Saccharumofficinarum*) cosechada en tres diferentes edades en el levante de novillas. Tesis Licenciatura. Escuela Politécnica del Ejército, Departamento de Ciencias de la Vida. Sangolquí, Ecuador. p. 139.
- SAS. 2001. User's Guide Statistics. Institute Inc., Cary, NC, USA.
- SIAP. 2012. Datos de la zafra 2012. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera/SAGARPA. (Consultada 31/01/2013). http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=351
- Vasallo, M. 2007. Caña de azúcar, mandioca y batata para forraje en la producción intensiva de carne. Centro de Investigaciones Nematológicas, Corrientes, Argentina. Disponible en: <http://www.produccion-animal.com.ar/>

COMPOSICIÓN QUÍMICA Y CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DEL FORRAJE VERDE HIDROPÓNICO DE TRIGO Y CEBADA A DIFERENTES TIEMPOS DE COSECHA

M. Cerrillo-Soto^{1,4}, A. Juárez-Reyes,^{1,4} J. Portillo-Loera,^{2,4} A. Estrada Angulo,^{2,4} E. Gutiérrez-Ornelas,^{3,4}.

¹Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.

²Universidad Autónoma de Sinaloa. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. ³Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Agronomía. ⁴Red Internacional de Nutrición y Alimentación en Rumiantes.

E-mail: macerrillosoto@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la composición química y las características fermentativas del forraje verde hidropónico de trigo y cebada a diferentes tiempos de cosecha. El ensayo se realizó en un invernadero de 35 m². Se utilizó semilla de trigo y de cebada, se evaluaron cinco fechas de cosecha (8, 10, 12, 14 y 16 días post germinación). Se estimó el contenido de PC, FDN, FDA y EE. La producción de gas *in vitro* se determinó en jeringas calibradas de vidrio de 100 ml. Los datos se ajustaron al modelo $G=b \times (1-e^{-k(t-L)})$. Se determinó el contenido de EM a partir de la producción de gas *in vitro*. Los datos se analizaron mediante un diseño de parcelas divididas en el tiempo. Se registraron diferencias significativas ($P<0.01$) en todas las variables entre los forrajes estudiados excepto para el contenido de EM. Así mismo se registraron diferencias entre tiempos de cosecha e interacciones forraje x tiempo de cosecha. Se concluye que las características fermentativas del FVH de cebada, especialmente *b* y *k* sustentan su utilización como un suplemento que permitiría un buen desarrollo productivo de los animales.

Palabras clave: Producción de gas *in vitro*, Energía Metabolizable.

INTRODUCCIÓN

La alimentación de los rumiantes representa el mayor costo de producción en cualquier sistema de producción, siendo los ingredientes de la dieta que aportan más proteína los que representan el gasto más importante para el productor. Aunado a esto, factores como cambios de clima con largos períodos de sequía han motivado la búsqueda de métodos alternativos de producción de alimentos (Fléchet, 2008).

Una alternativa que puede contribuir a mejorar la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por animales y reducir el costo en la alimentación, es el empleo de forraje verde hidropónico (Carballido, 2007).

Los trabajos de investigación sobre FVH han abordado temas como el rendimiento y calidad nutricional del FVH de maíz (López-Aguilar *et al.*, 2009), del FVH de trigo (Herrera *et al.*, 2010), de cebada (Castañeda-Saucedo *et al.*, 2009) y de la avena (Cerrillo *et al.* (2012). Sin embargo, existe poca información sobre sus características fermentativas.

La técnica de producción de gas *in vitro* permite conocer los parámetros de fermentación y degradabilidad del alimento en función de la calidad nutritiva y de la disponibilidad de nutrientes para las bacterias (Posada y Noguera, 2005).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la calidad nutritiva de FVH de trigo (*Triticumaestivum* L.) y cebada (*Hordeumdistichon* L.) mediante su composición química y características fermentativas *in vitro* a diferentes tiempos de cosecha.

MATERIAL Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio. El trabajo se realizó en el laboratorio de nutrición del posgrado de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango.

Producción de FVH. La semilla de cebada y trigo, se limpió, lavo y desinfecto con una solución de hipoclorito de sodio al 10 y 3%, respectivamente. La semilla permaneció en remojo por 24 h para después escurrirse y dejarse en reposo por otras 24 h. Transcurrido este tiempo se colocaron 800 g de semilla germinada en charolas de 40 X 40 cm (con cinco repeticiones). Las charolas se introdujeron a un invernadero tipo túnel con un área de 35 m², cubierto con malla-sombra y equipado con riego automático. Después de 8, 10, 12, 14 y 16 días después de la germinación, se tomaron muestras de cada una de las cinco charolas y se secaron en una estufa de aire forzado a 55°C para posteriormente molerse en molino Willey (malla de 1 mm) para su posterior análisis.

Análisis químicos. Se determinó proteína cruda (PC) y extracto etéreo (EE) de acuerdo a los lineamientos de la AOAC (1994) y el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácida (FDA) siguiendo los procedimientos de Van Soest *et al* (1991).

Estimación de la producción de gas *in vitro*. Se incubaron 200 mg de muestra en jeringas calibradas de vidrio de 100 mL (HäberleLabortechnik, Alemania). Como inóculo se utilizaron 30 ml de la mezcla de solución amortiguadora: líquido ruminal (2:1), éste último se obtuvo de tres ovinos alimentados con heno de alfalfa y concentrado comercial (75:25). La producción de gas se registró a las 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96h. Los datos se ajustaron al modelo $G=b \times (1-e^{-k(t-L)})$ (France *et al.*, 2000). El contenido de EM se estimó según Menke y Steingass, (1988).

Análisis estadístico.

Los datos se probaron para la normalidad y homogeneidad de las varianzas, y se analizaron con el modelo de un diseño de parcelas divididas, con el tipo de forraje en parcela grande y los tiempos de cosecha en parcela chica. Se utilizó el paquete SAS, y el nivel de alfa máximo para considerar diferencia estadística de 0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se registraron diferencias altamente significativas en todas las variables entre los forrajes estudiados excepto por el contenido de EM (Cuadro 1). De igual manera, se observaron diferencias debido al tiempo de cosecha excepto para las variables de producción de gas a 12 y 24 h. Interacciones significativas se registraron en todas las variables excepto en los parámetros fermentativos *b* y *k*.

En el presente estudio, la técnica de producción de gas se utilizó para identificar diferencias en la cinética de fermentación del forraje verde hidropónico a diferentes tiempos de cosecha. Las evidentes diferencias en el volumen de gas producido por el parámetro *b* al igual que la producción de gas a 12 y 24 h entre los grupos estudiados permitiría resaltar diferencias en la disponibilidad de nutrientes para los microorganismos ruminales (Makkar, 2004). De igual manera, France *et al* (2000) indicaron que la producción de gas es directamente proporcional a la tasa de degradación del sustrato.

El promedio general de *k* del FVH de cebada resulto ser 8.68% superior a su contraparte (0.0710 vs 0.0645). Los valores de *k* son similares a los reportados por Herrera *et al* (2009) y por Cerrillo *et al* (2012). Blümmel y Becker (1997) reportaron que esta variable puede fluctuar de 3.2 hasta

6.5% h⁻¹ (promedio = 4.9 % h⁻¹) en forrajes fibrosos. Los valores más altos de FVH de cebada pudieran indicar superior tenor de nutrientes disponibles, comparado con forrajes cuyo contenido en compuestos estructurales es más importante.

Cuadro 1. Mínimos cuadrados de la composición química y parámetros fermentativos del FVH de trigo y cebada a diferentes tiempos de cosecha.

Variables	Días de cosecha										F	Sig	Trat	TxF
	8		10		12		14		16					
	T	C	T	C	T	C	T	C	T	C				
PC (%)	19.4	16.1	19.2	10.7	21.7	12.4	21.6	16.7	23.6	17.7	***	*	***	
FDN (%)	46.6	37.9	45.7	37.8	53.5	46.6	54.7	50.2	56.3	55.7	***	***	*	
FDA (%)	15.8	27.3	16.5	27.1	20.7	31.1	24.1	30.8	27.9	28.1	***	***	***	
<i>b</i> ¹	311	329	300	322	281	317	264	304	258	316	***	**	NS	
<i>k</i> (/h)	0.0678	0.0655	0.0707	0.0613	0.0592	0.0672	0.0624	0.0774	0.0625	0.0791	***	***	NS	
GAS 12h ¹	160	178	161	166	143	174	139	183	136	193	***	NS	*	
GAS 24h ¹	232	260	230	246	213	252	205	256	200	268	***	NS	**	
EM ²	2.96	2.99	2.89	2.77	3.22	3.03	3.04	3.38	2.99	3.41	NS	***	**	

T = trigo; C = cebada; Sig = Significancia (* P <0.05; ** P<0.01; *** P<0.001); ¹ (ml/g MS); ² (Mcal/kg MS). *b* es el volumen de gas correspondiente a la digestión completa del sustrato (asíntota) (ml); *k* es la tasa constante de producción de gas (/h) del material potencialmente degradable.

CONCLUSIÓN

Los datos relacionados con las características fermentativas del FVH de cebada, especialmente la tasa constante de producción de gas (*k*) permiten concluir que la utilización de este forraje en la alimentación de rumiantes podría traducirse en aceptables rendimientos productivos.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto apoyado por PROMEP-SEP y AnkomTechnology, Inc.

REFERENCIAS

- Carballido, C.C.D. 2007. Forraje Verde Hidroponico. Artículos Silvoagropecuarios. Consultoría Forrajera. Chile.
- Castañeda-Saucedo, M.C., C. Lopez-Castañeda, MTB Colinas-de Leon, J.C. Molina-Moreno and A. Hernandez-Rivera. 2009. Rendimiento y calidad de la semilla de cebada y trigo en campo e invernadero. *Interciencia*. 34: 286-292.
- Cerrillo, S.M.A., R.A.S. Juarez, A.J.A. Rivera, C.M. Guerrero, Ramirez, R., Bernal, H. 2012. Producción de biomasa y valor nutricional del forraje verde hidropónico de trigo y avena. *Interciencia*. 37: 906-913.
- Flechet, G. 2008. Overgrazing accelerating soil erosion in northern Mexico. *Institut de Recherche Pur le Développement*.
- France, J., J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, S. Lopez, and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed in vitro: Derivation of models and other mathematical considerations. *Br J. Nutr.* 83: 143-150.
- Herrera, T.E., S.M.A. Cerrillo, R.A.S. Juarez, O.M. Murillo, R.F.G. Rios, E.O., Reyes, B.H. Bernal. 2010. Efecto del tiempo de cosecha sobre el valor proteico y energético del forraje verde hidropónico de trigo. *Interciencia*. 35: 284-289.

- López-Aguilar, R., B. Murillo-Amador, y G. Rodríguez-Quezada. 2009. El forraje verde hidropónico, una alternativa de producción de alimento para el ganado en zonas áridas. *Interciencia*. 34:121-126.
- Menke, K. H., and H. Steingass. 1988. Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Dev.* 28: 7-55.

DEGRADACIÓN *In Vitro* DE UNA DIETA CONCENTRADA EN ENERGÍA ADICIONADA CON NIVELES DE TANINOS CONDENSADOS

A. Ley de Coss, D. Pineda Villatoro, W. Nájera Domínguez, J. Aguirre Medina, S. Posada Cruz, C. García Castillo y R. Pinto Ruiz

Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV de la Universidad Autónoma de Chiapas, Huehuetán, Chiapas, México.

E-mail: aleycoss@gmail.com

RESUMEN

La baja calidad nutritiva de los pastos, en los sistemas de doble propósito, obligan a buscar nuevas estrategias de alimentación que mejoren el aporte de nutrientes, sin afectar el metabolismo ruminal y la degradación de la MS (*DivMS*). Bajo condiciones *in vitro* se evaluaron distintas dosis de taninos condensados (TC) sobre la *DivMS*, la producción de gases totales (GT), el cambio en la población bacterias del rumen y la producción de AGV; en un diseño completamente al azar. Se encontró que hubo mayor ($P < 0.05$) producción de GT en el tratamiento sin TC (T1) con respecto al resto de los tratamientos. La *DivMS* fue mayor ($P < 0.05$) en T1 y donde se usó la dosis mínima de TC (0.34 %). Los TC redujeron ($P < 0.05$) la población de bacterias celulolíticas (BC); no fue el mismo efecto para las bacterias totales (BT); las cuales mantuvieron poblaciones similares en el rumen. Hubo reducción ($P < 0.05$) en la producción de ácido butírico, mientras que en cuanto al ácido acético y el propiónico no hubo diferencia ($P \geq 0.05$) entre el testigo (T1) y el T2 (dosis mínima); no fue el mismo efecto para las dosis 0.64% en adelante donde hubo una reducción marcada de ácido acético. Los TC en una dieta rica en carbohidratos de rápida fermentación redujeron la producción de gases totales, además de la *DivMS*, los TC redujeron a las BC del rumen, pero no afectaron al grupo de BT, y a dosis arriba del 0.64% de la dieta reducen la producción de acético, propiónico y butírico.

Palabras clave: rumen, bacterias, dietas, gases de invernadero

INTRODUCCIÓN

Los taninos presentes en las plantas tienen la capacidad de reaccionar con macromoléculas; incluyendo las proteínas, esa unión, ha permitido reducir la degradación ruminal de éste nutriente, y ha mejorado su absorción intestinal. Aunque los taninos, en especial los condensados (TC) tienen un efecto negativo en el consumo de la materia seca (CMS) y la digestibilidad del alimento (Otero y Hidalgo, 2004), este efecto en los rumiantes, ha sido difícil de predecir por su diversidad química y por la fisiología digestiva del rumiante (Bryant *et al.*, 1991). Producto de la interacción entre los taninos y las proteínas, éstas últimas precipitan a un pH cercano a su punto isoeléctrico (3.5) similar al del abomaso (Otero e Hidalgo, 2004), por ello, los taninos pueden tener efectos positivos y negativos sobre el valor nutritivo de la ración según la concentración en la que se encuentren. Dosis del 6 al 10 % de la MS de la dieta reducen la palatabilidad, el CMS y *DivMS*; pero dosis del 2 al 4 % tienen un efecto positivo al aumentar la distribución de nitrógeno no amoniacal y de los aminoácidos esenciales desde el rumen (McNabb *et al.*, 1996). Además hay un reciclaje de nitrógeno microbiano como resultado de la lisis, y degradación de bacterias y protozoarios (Terrill *et al.*, 1992). Se ha reportado que los taninos son tóxicos para algunas bacterias del rumen, al ligarse a las paredes celulares y dañan la permeabilidad de la pared (Silanikove *et al.* 2001), reducen la producción ruminal de AGV, así como la síntesis de

proteínas, ADN y ARN microbiano, además afectan la utilización de fosfatos por las bacterias del rumen (McSweeney *et al.*, 2001). Por ello, el objetivo fue evaluar el efecto de los TC sobre la degradación de la MS, la concentración de AGV y el efecto sobre los microorganismos del rumen, en dietas concentradas en carbohidratos de rápida degradación.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ciencias Agrícolas, UNACH. Bajo condiciones de anaerobiosis y esterilidad, 100 mL de un medio de cultivo (MC) + 100 mL de fluido ruminal fresco (FRF) se adicionaron a un sistema *in vitro* de fermentación artificial, donde se adicionó 20 g de MS en los siguientes tratamientos T1= 100 % de la dieta (pasta de soya, 4%; pollinaza, 15%; maíz, 24%; sorgo, 23%; salvado, 26%, grasa de sobrepaso, 1%; carbonato, 1% y canola, 6%), T2= 99.68 % del T1 + 0.32 % de TC, T3= 99.36 % del T1 + 0.64 % de TC, T4= 99.04 % del T1 + 0.96 % de TC y T5= 98.72 % del T1 + 1.28 % de TC. Se incubaron a 6, 12, 24, 48 y 72 h en un baño María a 38 ± 0.5 °C. Se midió, hasta finalizar cada periodo de incubación, la producción de gases totales (GT) usando un manómetro, y por la cantidad de agua desplazada al liberar el gas hacia una probeta graduada. Además se determinó la concentración de AGV usando un cromatógrafo de gases, la cantidad de bacterias totales (BT) se realizó por conteo directo usando una cámara Petroff-Hausser y un microscopio de contraste, las concentraciones de bacterias celulolíticas (BC) se determinó mediante la técnica de NMP. La DivMS se realizó en tubos de cultivo de 18 x 150 mm donde se adiciono 0.2 g de la MS de cada tratamiento y 9 mL del MC, se incubaron a 38 ± 0.5 °C durante 6, 12, 24, 48 y 72 h, previamente inoculados con 0.5 mL de FRF, al término del periodo de incubación se evaluó la cantidad de sustrato no degradado. Se uso un diseño completamente al azar y el análisis de varianza se realizó con el procedimiento GLM y las medias fueron analizadas con la prueba de Tukey. El procedimiento de mediciones repetidas de Wilcoxon con pruebas de suma de rangos (SAS, 2001) fue usado para determinar diferencias estadísticas en las concentraciones de bacterias totales y celulolíticas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Hubo mayor ($P < 0.05$) producción de GT en el tratamiento sin TC (T1) con respecto al resto de los tratamientos (con TC, Cuadro 1), cabe destacar que la dosis más alta (1.28 % de la MS) evaluada en esta investigación fue menor con respecto a las dosis reportadas en otros trabajos de investigación, pero con resultados similares. En este trabajo a mayor dosis de TC en la dieta hubo menor ($P < 0.05$) cantidad de GT.

Cuadro 1. Producción de gases totales de la materia seca fermentada (MSF).

Tratamiento	Tiempo (Horas)				
	6	12	24	48	72
	mL de gases totales g ⁻¹ de MSF				
T1	38.0a	49.3a	58.8a	76.0a	94.1a
T2	17.0b	22.2b	35.9b	52.5b	73.0b
T3	6.2c	10.3c	19.9c	37.1c	51.2c
T4	2.3c	5.1c	9.5d	14.7d	19.6d
T5	0d	1.3c	3.0d	9.7d	13.3d
E. E. M	1.70	2.21	4.45	6.15	8.45

La DivMS fue mayor ($P < 0.05$) en T1 y T2 con la dosis mínima de TC, desde las 24 h de incubación; en el resto de los tratamientos no hubo diferencia entre ellos con la con menor DivMS (Cuadro 2). Resultados de investigación reportaron que dosis mayores de TC redujeron *in vivo* la degradación de la MS (Makkar *et al.*, 1995), los TC reducen la actividad o inhiben a un grupo de enzimas como las proteasas, cimógenos, lipasas, α -amilasas, β -glucosidasas y ureasa, por ello la reducción en la degradación del alimento.

Cuadro 2. Degradación *in vitro* de la MS (DivMS).

Tratamiento	Tiempo (Horas)				
	6	12	24	48	72
T1	39.5a	59.2a	78.2a	87.4a	82.4a
T2	36.7a	56.6a	44.5b	77.9a	78.1a
T3	26.4a	42.7a	42.2b	61.2a	49.3b
T4	26.4a	33.8a	22.8c	37.6b	47.6b
T5	20.2a	27.7a	19.3c	33.6b	44.5b
E. E. M	3.3	5.5	7.8	8.2	6.8

Se ha reportado que los TC reducen el consumo voluntario, la digestión y la utilización del nitrógeno por los rumiantes; aunque este efecto tiene una alta correlación con la proporción de TC enlazados, así como en la proporción de otros compuestos (cianidina, delfinidina, pelargadinina y fisetinidina), la adición de TC en dietas (a base de forrajes) redujeron la producción de gas *in vitro*; efecto expresado en este trabajo; además se ha reportado que los TC reducen la producción de los ácidos grasos volátiles (Reed, 1995).

Cuadro 3. Efecto sobre la concentración de bacterias ruminales.

Tratamiento	Tiempo (Horas)				
	6	12	24	48	72
Bacterias celulolíticas					
T1	5.2x10 ⁵ a	4.1x10 ⁵ a	2.2x10 ⁶ a	1x10 ⁵ a	1x10 ⁶ a
T2	2x10 ⁶ b	1x10 ⁶ b	1x10 ⁵ a	SCB	SCB
T3	1.2x10 ⁵ b	1x10 ⁵ b	1x10 ⁶ a	SCB	SCB
E. E. M	0.53	0.42	0.34	0.28	0.18
Bacterias totales (x10 ¹²)					
T1	6.8a	3.5b	4.7a	3.5a	2.6a
T2	6.1a	3.9b	6.7a	2.5a	2.2a
T3	7.4a	8.6a	2.6b	1.3b	1.8b
T4	5.4a	2.5b	2.2c	1.3b	1.8b
T5	4.3 ^a	3.4b	1.2c	1.3b	1.8b
E. E. M	3.6	2.9	2.4	2.1	1.5

SCB, SIN CRECIMIENTO BACTERIANO.

En este trabajo, los TC en dosis superiores a 0.32 % de la MS, afectaron de forma negativa a las flora ruminal, hubo drástica reducción ($P < 0.05$) en el conteo de BC después de 24 h de incubación, no fue el mismo efecto para las BT; las cuales, aunque hubo diferencia ($P < 0.05$) entre el tratamiento testigo y el T2 (dosis mínima) con el resto de los tratamientos la población de BT se mantuvo similar a las reportadas en el rumen. Según Reed (1995), los TC tienen un efecto

bactericida y pueden actuar sobre una amplia variedad de bacterias ruminales. Carmona (2007) reporto que los TC reducen la producción de los AGV, sin embargo otros investigadores han reportado atributos positivos para la nutrición de los rumiantes; por ejemplo bajas dosis en la dieta, aumentan la eficiencia de la digestión del nitrógeno (Kaitho *et al.*, 1996), mientras que Waghorn (1996) indica que dosis del 3 al 6 % de taninos pudieran no causar problemas y tener un efecto positivo en la nutrición del animal. En este trabajo de investigación se observó que hubo reducción ($P < 0.05$) en la concentración de ácido butírico, mientras que el ácido acético y el propiónico no hubo diferencia ($P \geq 0.05$) entre el testigo (T1) y el T2 (0.32 % de la MS); no fue el mismo efecto para las dosis 0.64% en adelante donde hubo una reducción marcada de acético a partir de las 24 h en adelante.

CONCLUSIONES

Los TC (dosis > 0.32 %) en una dieta rica en carbohidratos de rápida fermentación disminuyeron la producción de gases totales, además de la DivMS (dosis > 0.64 %). A las 24 h de incubación redujeron a las BC del rumen, pero no afectaron al grupo de BT que mantuvieron su población. Los TC a dosis superiores al 0.64 cambiaron el perfil de AGV producidos reduciendo la concentración de acético, propiónico y butírico.

REFERENCIAS

- Carmona, J.C. 2007. Efecto de la utilización de arbóreas y arbustivas forrajeras sobre la dinámica digestiva en bovinos. Revista Lasallista de Investigación. 4:40–50.
- Otero, M. J. y L. G. Hidalgo. 2004. Taninos condensados en especies forrajeras de clima templado: efectos sobre la productividad de rumiantes afectados por parasitosis gastrointestinales. Livestock Research for Rural Development. 16:4. On line: <http://www.lrrd.org/lrrd16/2/oter1602.htm> (consultado el 31/enero/2013).
- Terrill, T. H., A. M. Rowan, G. B. Douglas, and T. N. Barry. 1992. Determination of extractable and bound condensed tannin concentrations in forage plants, protein concentrate meals and cereal grains. J. Sci. Food Agric. 58:321–329.
- Reed, J. D. 1995. Nutritional toxicology of tannins and related polyphenols in forage legumes. J. Anim. Sci. 73:1516-1528.
- Makkar, HPS; Blummel, M; Becker, K. 1995. Formation of complexes between polyvinyl pyrrolidones or polyethylene glycols and tannins and their implication in gas production and true digestibility *in vitro* techniques. British Journal of Nutrition 73: 897-913.
- McSweeney, C. S., B. Palmer, D. M. McNeill, D. O. Krause. 2001. Microbial interactions with tannins: nutritional consequences for ruminants. Animal Feed Science Technology 91:83-93.
- Waghorn, G. C. 1996. Condensed tannins and nutritive absorption from small intestine. Page 175 in Proc. Can. Soc. Anim. Sci., Lethbridge, Alberta, Canada. L. M. Rode, ed.
- McNabb, W. C., G. C. Waghorn, J. S. Peters, and T. N. Barry. 1996. The effect of condensed tannins in *Lotus pedunculatus* on the stabilization and degradation of ribulose-1,5-bisphosphate carboxylase (EC 4.1.1.39: rubisco) protein in the rumen and the sites of rubisco digestion. Br. J. Nutr. 76:535–549.
- Bryant, J. P., F. D. Provenza, J. Pastor, P. B. Reichardt, T. P. Clausen, and J. T. Dutoit. 1991. Interaction between woody plants and browsing mammals mediated by secondary metabolites. Annu. Rev. Ecol. Syst. 22:431–446.
- SAS. Institute Inc. 2001. Statistical Analysis System, SAS, User's Guide: SAS Inst., Cary, NC.

- Silanikove, N. A. Perevolotsky, F. D. Provenza. 2001. Use of tannin-binding chemicals to assay for tannins and their negative postingestive effects in ruminants. *Anim Feed Sci Technol.* 91:69-81.
- Kaitho, R. J., N. N. Umunna, I. V. Nsahlai, S. Tamminga, J. V. Bruchem, and J. Hanson. 1996. Palatability of multipurpose tree species: effect of species and length of study on intake and relative palatability by sheep. *Agroforestry Syst.* 33: 249-261.

CAMBIOS ESTACIONALES EN LA COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DEGRADABILIDAD RUMINAL DE LA DIETA DE NOVILLOS EN APACENTAMIENTO

O. Reyes Estrada¹, M. Murillo Ortiz², E. Herrera Torres², J. N. Gurrola Reyes³ y F. O. Carrete Carreón²

¹*Instituto de Silvicultura e Industria de la Madera de la Universidad Juárez del Estado de Durango.* ²*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UJED.* ³*CIIDIR-IPN, Unidad Durango.*

E-mail: reyesosvaldo@hotmail.com

RESUMEN

Se determinó la composición química y la degradabilidad ruminal de la dieta consumida por novillos apacentados en un pastizal nativo del norte de México. Para la obtención de las muestras de la dieta y degradabilidad *in situ* se emplearon cuatro novillos canulados en el rumen (350 ± 3 kg PV). Los datos se sometieron a un ANAVA para un diseño de bloques completos al azar. La proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y la digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia orgánica (DVIVMO) variaron con las estaciones del año ($P < 0.05$). No se observaron diferencias en la fracción soluble “a” de la MS en el verano y el otoño ($P > 0.05$). La fracción degradable “b” y la tasa de degradación “c” de la MS variaron con la época del año ($P < 0.05$). Se concluye que la composición química y la degradabilidad ruminal de la MS de la dieta seleccionada por bovinos en apacentamiento fueron afectados por la estación del año.

Palabras clave: Valor nutritivo, *in situ*, bovinos, pastoreo.

INTRODUCCIÓN

En sistemas de producción extensivos de ganado bovino, el pastizal disponible es la fuente principal de nutrientes así como la forma más económica y práctica de alimentar al ganado durante todo el año. No obstante, la cantidad y calidad del forraje disponible depende de las condiciones climatológicas prevaletentes por época del año. En el norte de México como consecuencia de la fenología y de la concentración de precipitaciones pluviales el máximo crecimiento de los pastos se presenta durante el verano y dependiendo de la prevalencia de lluvia, hasta los inicios del otoño. Durante este periodo los animales consumen forraje de buena calidad que les permite cubrir en la mayoría de los casos sus requerimientos nutricionales de proteína y energía. Sin embargo, con el avance de las estaciones del año y la disminución de las precipitaciones pluviales los pastos entran en las fases de madurez y latencia las cuales se caracterizan por altos contenidos de fibra que disminuyen sustancialmente el consumo y la digestibilidad de los pastizales (Funk *et al.*, 1987; Gelvin *et al.*, 2004). Estos cambios en combinación con el sobrepastoreo y la presencia de sequías prolongadas impactan negativamente el rendimiento productivo de los hatos ganaderos. Por lo anterior, es pertinente y relevante evaluar los cambios estacionales en las variables que determinan la calidad nutritiva de la dieta seleccionada por rumiantes en pastoreo. En este estudio se asume que la estación del año afecta la composición química y la degradabilidad ruminal. El objetivo del presente trabajo fue evaluar los efectos de la época del año sobre la composición química y la degradabilidad ruminal de la dieta de bovinos en apacentamiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en un pastizal mediano arbosufrutescente de la región central del Estado de Durango, México, localizado a 104° 32' LO y 24° 22' LN y 1938 msnm, clima BS₁K, temperatura media anual de 17.5°C y precipitación pluvial de 450 mm por año. La vegetación está dominada por los pastos: rosado (*Melinis repens* Willd), mota (*Chloris virgata*), navajita (*Bouteloua gracilis*), tres barbas anual (*Aristida adsencionis*) y popotillo plateado (*Andropogon barbinodis*), además de huizaches (*Acacia tortuosa*), mezquites (*Prosopis juliflora*), nopales (*Opuntia spp*), gatuños (*Mimosa biuncifera*) y hierbas anuales.

Para la toma de muestras de la dieta, se emplearon cuatro novillos canulados en el rumen (350 ± 3 kg PV). Durante el estudio los animales tuvieron libre acceso a agua limpia y a una mezcla comercial de vitaminas y minerales.

Los periodos de muestreo abarcaron el ciclo vegetativo del pastizal. El muestreo se inició en el verano de 2008 en el cual el pastizal se encuentra en su etapa de crecimiento y concluyó en la primavera de 2009 cuando los pastizales están en la fase de latencia. Se realizaron tres períodos de muestreo por estación del año. Cada periodo tuvo una duración de 26 días, de los cuales 15 días correspondieron al periodo de adaptación y 11 al periodo de muestreo.

Los días 4 y 5 de cada periodo de muestreo (07:00 a.m.) se evacuó el contenido ruminal de los novillos. El contenido ruminal se depositó en bolsas de polietileno negro, enseguida los novillos salieron a pastorear durante un periodo de 30 a 60 minutos. Concluido lo anterior de inmediato se tomaron directamente del rumen muestras de la dieta seleccionadas por los animales y el contenido ruminal previamente extraído se introdujo en el rumen de cada novillo (Cline *et al.*, 2009). Las muestras obtenidas se secaron en una estufa de aire forzado (60°C/48 h) y se molieron a un tamaño de malla de 1 y 2 mm para su posterior análisis químico y degradabilidad ruminal.

El día 7 de cada periodo de muestreo y durante el apacentamiento de los novillos se incubaron 10 g de muestra en bolsas de nylon (10 x 20 cm, 53±10 µm; ANKOM) en el rumen a las 96, 72, 48, 36, 24, 12, 6 y 0 h. Las bolsas se lavaron con agua hasta que el efluente fue claro, luego las bolsas se secaron en una estufa de aire forzado (60°C/48 h). Con el modelo propuesto por Orskov y McDonald (1979) se calcularon los parámetros “a” (fracción soluble); “b” (fracción degradable); “c” (tasa constante de degradación de “b”), y la degradabilidad potencial (DP). Para la determinación de la degradabilidad efectiva (DE), se utilizó el modelo $DE = a + b * c / (c + kp)$.

A las muestras de la dieta y a los residuos de la degradabilidad ruminal se les determinaron los contenidos de materia seca (MS), materia orgánica (MO), PC (AOAC, 1994); fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) (Van Soest *et al.*, 1991) y digestibilidad verdadera *in vitro* de la MO (Daisy^{II}; ANKOM, 2008).

Los datos obtenidos se sometieron a una ANAVA para un diseño de bloques completos al azar, donde los tratamientos fueron las épocas del año y como bloques los meses dentro de las épocas. En el análisis de los datos se utilizaron los procedimientos GLM y NLIN del SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición química de la dieta

El contenido de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y digestibilidad verdadera *in vitro* de la materia orgánica (DVIVMO) de la dieta varió con las estaciones del año ($P < 0.05$). Resultados similares a los del presente estudio en el forraje consumido por bovinos en pastoreo a través de las cuatro estaciones del año son reportados por Grings *et al.* (2004). Chávez y González (2009) reportan que la calidad nutritiva de la dieta consumida por bovinos en pastoreo en el norte de México durante el verano es de mejor calidad que la registrada en el invierno y la primavera y las diferencias las atribuyen a la fenología de los pastizales.

Cuadro 1. Composición química de la dieta seleccionada por novillos en apacentamiento

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	eem
MO (%)	89.35±0.62 ^b	91.78±0.36 ^a	91.89±0.28 ^a	91.36±0.42 ^{ab}	0.59
PC (%)	10.49±1.20 ^a	7.26±0.35 ^b	4.53±0.18 ^d	5.49±0.23 ^c	0.94
FDN (%)	64.40±0.67 ^c	70.09±1.67 ^d	77.68±0.08 ^a	74.09±0.64 ^b	1.23
FDA (%)	46.74±1.37 ^c	50.49±0.78 ^b	57.65±0.19 ^a	56.13±0.43 ^a	1.01
DVIVMO (%)	67.34±0.59 ^a	62.74±1.46 ^b	60.09±0.54 ^c	58.23±0.40 ^d	1.23

^{abcd} medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes ($P < 0.05$)

eem: error estándar de la diferencia entre medias.

Degradabilidad ruminal de la materia seca

No se observaron diferencias en la fracción soluble “a” de la MS en el verano y el otoño ($P > 0.05$); pero ambas estaciones del año fueron diferentes al invierno y a la primavera ($P < 0.05$). La fracción degradable “b” de la MS fue afectada por las estaciones del año ($P < 0.05$); registrándose el valor más alto en el verano (57.96%) y el más bajo en la primavera (39.85%). También la tasa de degradación “c” de la MS de la dieta varió con las estaciones del año ($P < 0.05$); obteniéndose la tasa más rápida en el verano (4.27% h⁻¹) y la más lenta en el invierno (1.89% h⁻¹). La degradabilidad potencial (DP) de la MS de la dieta consumida más alta se registró en el verano (78.48%) y la más baja en el invierno (57.31%) ($P < 0.05$); mientras que la degradabilidad efectiva (DE) de la MS fue diferente entre estaciones del año ($P < 0.05$). En condiciones similares a las del presente trabajo Obeidat *et al.* (2002) y Reyes *et al.* (2006) encontraron efectos de las estaciones del año sobre las fracciones de degradabilidad ruminal de la MS de la dieta consumida por bovinos en pastoreo y las diferencias estacionales las atribuyen a los contenidos de proteína, fibra y lignina de la dieta consumida por los animales.

Cuadro 2. Parámetros de degradabilidad ruminal de la materia seca de la dieta seleccionada por bovinos en apacentamiento

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera	eem
a (%)	20.51±1.04 ^a	19.75±0.30 ^a	17.45±1.03 ^c	16.38±0.10 ^d	0.81
b (%)	57.96±1.22 ^a	53.87±0.73 ^b	42.28±0.48 ^c	39.85±0.34 ^d	0.66
c (%/h ⁻¹)	4.27±0.35 ^a	2.79±0.23 ^b	1.89±0.02 ^d	2.45±0.16 ^c	0.28
DP (%)	78.48±2.26 ^a	73.63±1.03 ^b	57.31±1.51 ^c	58.67±0.36 ^c	1.34
DE (%)	55.34±1.68 ^a	51.54±0.21 ^b	37.76±1.17 ^d	40.96±2.48 ^c	2.62

^{abcd} medias dentro de las hileras con diferente literal son diferentes ($P < 0.05$).

eem: error estándar de la diferencia entre medias.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que la composición química y la degradabilidad ruminal de la MS dieta seleccionada novillos en apacentamiento fueron afectados por la estación del año.

REFERENCIAS

ANKOM, Technology. 2008. Procedures for fiber and *in vitro* analysis.

- AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.
- Chávez, S.A.H. y González G.F. 2009. Estudios Zootécnicos (Animales en Pastoreo). In: Chávez SAH (ed). Rancho Experimental La Campana, 50 años de Investigación y Transferencia de Tecnología en Pastizales y Producción Animal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. pp. 113-206.
- Cline, H.J., Neville B.W., Lardy G.P. and Caton J.S. 2009. Influence of advancing season on dietary composition, intake, site of digestión, and microbial efficiency in beef steers grazing a native range in western North Dakota. *J. Anim. Sci.* 87:375-383.
- Funk, M.A., Galyean M.L., Branine M.E. and Krysl L.J. 1987. Steers grazing blue grama rangeland throughout the growing season. I. Dietary composition, intake, digesta kinetics and ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.* 65:1342-1353.
- Gelvin, A.A., Lardy G.P., Soto-Navarro S.A., Landblom D.G. and Caton J.S. 2004. Effect of field pea-based creep feed on intake, digestibility, ruminal fermentation, and performance by nursing calves grazing native range in western North Dakota. *J. Anim. Sci.* 82:3589-3599.
- Grings, E.E., Shorth M.R., Haferkamp M.R. and Heitschmidt R.K. 2004. Late summer protein supplementation for yearling cattle. *J. Range Manage.* 57:358-364.
- Obeidat, B.S., Thomas M.G., Hallford D.M., Keisler D.H., Petersen W.D., Bryant W.D., Garcia M.D., Narro L. and Lopez R. 2002. Metabolic characteristics of multiparous Angus and Brahman cows grazing in the Chihuahua Desert. *J. Anim. Sci.* 80:2223-2233.
- Orskov, E.R. and McDonald I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weigh according to rate of passage. *J. Agric. Sci. Camb.* 92:499-503.
- Reyes, E.O., Murillo O.M., Herrera T.E., Guerrero C.M., Nevarez C.G., Montoya E.R., Cerrillo S.M.A. and Juárez R.A.S. 2006. In situ dry matter degradation kinetics of the diet selected by grazing cattle in a grassland of Northern Mexico. Joint Annual Meeting. Minneapolis (Minnesota-USA). July 9-13. pp 7-484.
- Van Soest, P.J., Robertson J.B. and Lewis B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 74:35-83.

EFFECTOS DE UREA DE LENTA LIBERACIÓN EN LA DEGRADACIÓN *In Vitro* DE FORRAJES

J. Sánchez¹, S. González.², J. Pinos², L. Miranda³, I. Almaraz⁴

¹Ingeniería en Agroindustrias, Universidad de la Cañada, ²Colegio de Postgraduados, ³Universidad Autónoma Chapingo, ⁴UAM-Iztapalapa.
E-mail: smalfred25@yahoo.com.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar *in vitro* los efectos de urea (U, 4 g/kg), urea de lenta liberación (ULL, 4 g/kg) y la mezcla de U+ULL (2 + 2 g/kg) en la producción de gas (PG) y degradación *in vitro* de materia seca (DIVMS) y fibra detergente neutro (DIVFDN) de heno de alfalfa, ensilado de maíz, paja de avena, y rastrojo de maíz. En las primeras 3 h de incubación la liberación de N-NH₃ por ULL fue menor (P<0,01) que por U. La DIVMS de heno de alfalfa y paja de avena fue similar entre tratamientos. La adición de ULL y U+ULL causó una mayor PG, DIVMS y DIVFDN en ensilado de maíz, en comparación al testigo y U. En rastrojo de maíz ULL y U+ULL aumentaron la PG, DIVMS y DIVFDN con respecto a U, mientras que dicho tratamiento mejoró esas variables en relación al testigo. Se concluye que ULL causó una menor liberación de N-NH₃ comparado con U; además, la combinación U+ULL (2+2 g/kg) mejoró la DIVMS y la DIVFDN de forrajes con bajo contenido de proteína cruda.

Palabras clave: producción de gas, materia seca, fibra detergente neutro y proteína cruda.

INTRODUCCIÓN

Las fuentes nitrogenadas usadas por los microorganismos ruminales provienen de la dieta y de urea (U) salival reciclada al rumen. La U usada en dietas para rumiantes es hidrolizada rápidamente a N-NH₃ en el rumen cuya concentración, puede exceder la energía disponible para sintetizar la proteína microbiana. El exceso de N-NH₃ es absorbido y se sintetiza urea en hígado; una alta concentración de urea sanguínea afecta la eficiencia productiva y, en casos extremos, la muerte del rumiante (Abduon *et al.*, 2007). Para reducir la disolución e hidrólisis de la urea e incrementar la cantidad que se usa en dietas, se evalúa compuestos de lenta liberación como biuret o cloruro de Ca⁺ unido a urea, sin embargo, los resultados con estos productos han sido contradictorios ya que la liberación del N no proteico es todavía rápida en rumen causando un incremento súbito de N-NH₃ (Huntington *et al.*, 2006). En consecuencia, se requiere una forma efectiva de protección de la urea que permita retardar su hidrólisis ruminal para evitar efectos negativos e incrementar la cantidad sugerida en la formulación de dietas. Hay evidencias (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2010) de que el uso de polímeros para recubrir la urea puede reducir la generación N-NH₃ ruminal sin afectar la producción de bovinos. Por tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar *in vitro*, el efecto de la urea y de la urea de liberación lenta (ULL) en la producción de gas y degradación de heno de alfalfa, ensilado de maíz, paja de avena y rastrojo de maíz.

MATERIALES Y METODOS

La presente investigación se realizó en el laboratorio de Microbiología Pecuaria del Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. El líquido ruminal utilizado en las evaluaciones *in vitro* se extrajo de dos 2 borregos canulados, la dieta consistió de ensilado de

maíz más un suplemento comercial. A los tratamientos: testigo (solo liquido ruminal); 1 g U; y 1 g de ULL (Optigen, de Alltech Inc., Nicholasville, KY, USA), se les determinó N-NH₃, de acuerdo a la técnica propuesta por McCullough (1967). La producción de gas se determinó en los substratos heno de alfalfa, ensilado de maíz, paja de avena y rastrojo de maíz. A estos se les determinó materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), y fibra detergente neutro (FDN) (AOAC, 2003). Los tratamientos para medir producción de gas durante 72 h e incubados a 39°C fueron: testigo (sólo el sustrato; MS o FDN); U; ULL; y U+ULL. Con los valores de presión, se calculó el volumen máximo de gas producido (Vm) y la tasa de producción de gas (R) (Schofield y Pell, 1995; SAS, 1999). El porcentaje de material degradado se calculó después de 72 h recuperando los residuos por filtración y secados por 24h a 60°C. Los valores de N-NH₃ se analizaron con un ANDEVA, el diseño experimental fue completamente al azar (DCA) con dos tratamientos (U y ULL) en medidas repetidas a través del tiempo. Los datos de producción de gas y degradación, se analizaron con el procedimiento MIXED (SAS, 1999), el diseño experimental fue DCA con tres tratamientos (testigo, U, ULL y U+ULL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Durante las primeras 3 h de incubación, las concentraciones de N-NH₃ por U fueron mayores que por ULL, pero de 4 h hasta 12 h no hubo diferencias entre las concentraciones de N-NH₃ (Figura 1).

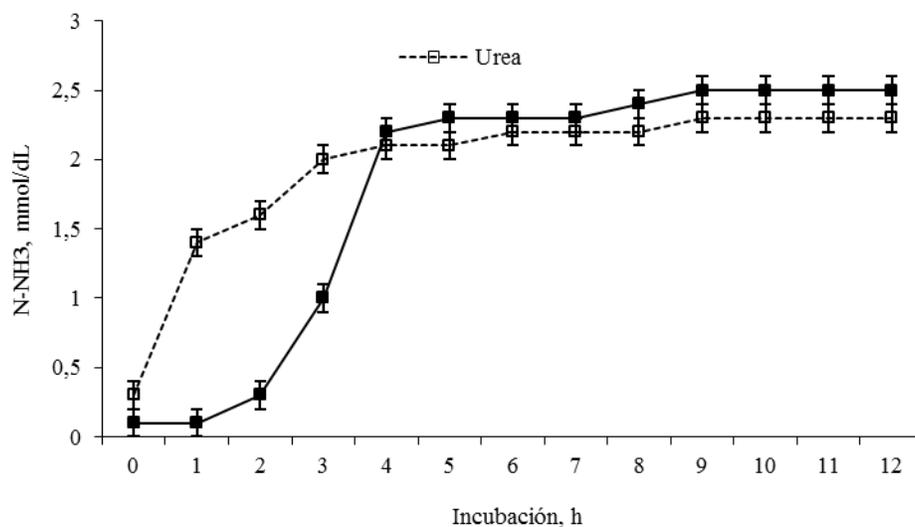


Figure 1. Liberación de nitrógeno amoniacal (NH₃-N) por urea y urea de lenta liberación en presencia de líquido ruminal.

La menor concentración de N-NH₃ por ULL sugiere que ULL tiene una disolución lenta de la U en el líquido ruminal, retardando su hidrólisis a N-NH₃ por los microorganismos ruminales (Tikofsky y Harrison, 2006). La Vm y la DIFDN en paja de avena fue incrementada por U, mientras que ULL y U+ULL causaron un aumento mayor en los valores de estas variables. En rastrojo de maíz, ULL y U+ULL incrementaron la Vm, IVDMS y IVDFDN, respecto a los tratamientos U y el testigo. En ensilado de maíz, la adición de U aumentó la Vm, DIVMS y DIVMS, comparado con el testigo, aunque el aumento causado por ULL y U+ULL en dichos valores fue aún más elevado (Cuadro 2).

Cuadro 2. Volumen máximo de gas producido (Vm), tasa de producción de gas (R), y degradación *in vitro* de la materia seca del heno de alfalfa, paja de avena, rastrojo de maíz y ensilado de maíz incubados por 72 h.

	Testigo	U	ULL	U+ULL	EEM
Heno de alfalfa					
Materia seca					
Vm, mL/g	237	235	239	241	8,7
R, /h	0,040	0,039	0,039	0,041	0,004
Degradación, g/kg	691	701	697	695	12,8
Fibra detergente neutro					
Vm, mL/g	214	217	216	217	7,37
R, /h	0,025	0,025	0,026	0,026	0,003
Degradación, g/kg	375	370	377	373	10,1
Paja de avena					
Materia seca					
Vm, mL/g	251	251	255	257	7,8
R, /h	0,027	0,029	0,028	0,028	0,003
Degradación, g/kg	589	584	588	587	12,1
Fibra detergente neutro					
Vm, mL/g	217	213	215	219	6,4
R, /h	0,022	0,022	0,023	0,023	0,002
Degradación, g/kg	438	433	437	433	9,0
Ensilado de maíz					
Materia seca					
Vm, mL/g	251 ^c	260 ^b	269 ^a	272 ^a	7,9
R, /h	0,036	0,037	0,038	0,037	0,003
Degradación, g/kg	675 ^c	689 ^b	695 ^a	699 ^a	12,4
Fibra detergente neutro					
Vm, mL/g	211 ^c	219 ^b	239 ^a	243 ^a	7,6
R, /h	0,025	0,025	0,027	0,026	0,003
Degradación, g/kg	395 ^c	405 ^b	419 ^a	420 ^a	8,5
Rastrojo de maíz					
Materia seca					
Vm, mL/g	276 ^b	270 ^b	298 ^a	302 ^a	10,1
R, /h	0,031	0,031	0,032	0,032	0,002
Degradación, g/kg	582 ^b	580 ^b	581 ^b	595 ^a	12,0
Fibra detergente neutro					
Vm, mL/g	250 ^b	255 ^b	269 ^a	274 ^a	7,9
R, /h	0,022	0,022	0,022	0,023	0,002
Degradación, g/kg	403 ^b	405 ^b	408 ^b	422 ^a	6,9

^{a-b}, medias con diferente literal en una hilera son diferentes ($P \leq 0,05$). U, urea (4 mg/kg); ULL, urea de lenta liberación (4 mg/kg); U+ULL, urea (2 mg/kg) + urea de lenta liberación (2 mg/kg); EEM = error estándar de la media.

El hecho de que U+ULL haya incrementado la degradación del rastrojo y ensilado de maíz sugiere una deficiencia de N en esos forrajes, cuya desaparición aumentó con la adición de una

fuentes de N. Entonces, de la mezcla de U+ULL, probablemente U proporciona una fuente rápida de N, mientras que ULL liberó paulatinamente el N para sincronizarse con los carbohidratos de fácil y lenta fermentación contenidos en el forraje; la consecuencia final fue un estímulo del crecimiento microbiano. Lo anterior ha sido observado en otros experimentos realizados por Carro y Miller (1999).

CONCLUSIONES

La urea de liberación lenta utilizada en el presente estudio favoreció una menor formación de N-NH₃ en comparación con urea convencional, al menos durante las primeras 3 h de entrar en contacto con los contenidos de fluidos ruminales. La adición de un suplemento nitrogenado a forrajes deficientes y con bajo contenido de PC, produjo un efecto estimulante de su degradación *in vitro*, lo cual fue más notorio cuando la fuente de nitrógeno adicionada al forraje provino de una combinación de urea (2 g/kg) y de urea de lenta liberación (2 g/kg).

REFERENCIAS

- Abdoun, K., F. Stumpff, and H. Martens. 2007. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. *Animal Health Research Reviews* 7: 43-59
- AOAC, 2003. *Official Methods of Analysis*, 17th edition. Association of Official Analytical Chemist. Washington, DC, USA.
- Carro MD, EL Miller. 1999. Effect of supplementing a fibre basal diet with different nitrogen forms on ruminal fermentation and microbial growth in an *in vitro* semicontinuous culture system (RUSITEC). *Br J Nutr* 82, 149-157.
- Huntington GB, DL Harmon, NB Kristensen, KC Hanson, JW Spears. 2006. Effects of a slow-release urea source on absorption of ammonia and endogenous production of urea by cattle. *Anim Feed Sci Technol* 130, 225-241.
- McCullough H. 1967. The determination of ammonia in whole blood by direct colorimetric method. *Clin Chem* 17, 297-304.
- Nagadi S, M Herrero, NS Jessop. 2000. The effect of fermentable nitrogen availability on *in vitro* gas production and degradability of NDF. *Anim Feed Sci Technol* 87, 241-251.
- Pinos-Rodríguez JM, S López, R Bárcena, SS González, JC García, Y Jasso. 2010. Effect of a polymer-coated urea based diet on the performance of lactating dairy cows. *J Appl Anim Res* 37, 201-205
- SAS Institute Inc. 1999. *SAS User's Guide Statistics*. Version 8.0. Cary, NC, USA.
- Schofield P, AN Pell. 1995. Measurement and kinetic analysis of the of the neutral detergent-soluble carbohydrate fraction of legumes y grasses. *J Anim Sci* 73, 3455-3463.
- Tikofsky, J., and G. A. Harrison. 2006. Optigen II: Improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow. *In: Nutritional biotechnology in the feed and food industries. Proceedings of Alltech's Twenty two first Annual Symposium*. Lyons, T. P. and K. A. Jacques (eds). Nottingham University Press England. pp: 373 – 380.

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE *Shigella sp nov* DEL AMBIENTE RUMINAL CON CAPACIDAD PARA DEGRADAR CELULOSA

D. Hernández Sánchez^{1*}, L. Luna-Rodríguez¹, H.V. Silva-Rojas¹, M.A. Cobos-Peralta¹, C. Cortés-Romero¹, S.S. González-Muñoz¹, R. Pinto Ruiz²

¹*Postgrado en Ganadería, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados Campus Motecillo. LPI 5, Biotecnología Microbiana, Vegetal y Animal y LPI 7, Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad. ²Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflora, Chiapas.
E-mail: sanchezd@colpos.mx

RESUMEN

Una cepa de *Shigella sp nov* fue aislada y caracterizada a partir de una muestra de líquido ruminal en condiciones anaerobias, y fue crecida en medio selectivo cuya única fuente de carbono fue celulosa; en condiciones óptimas (39 ° C y pH 6,8) y manifestó actividad celulolítica cuando se realizó la tinción con rojo Congo en colonias de 10 d. La bacteria es Gram negativa, en forma de coco bacilo, después de 60 horas de incubación. Los resultados filogenéticos demuestran que la bacteria aislada se encuentra ubicada en el grupo mono filogenético perteneciente a *Shigella*, pero guardando tan solo una homología del 25 con respecto a las demás especies del taxa, con lo cual podemos considerar que se trata de una especie no reconocida.

Palabras clave: *Shigella*, rumen, aislamiento, celulosa.

INTRODUCCIÓN

La biomasa lignocelulósica puede ser hidrolizada a oligosacáridos por microorganismos anaerobios celulolíticos, anaerobios termófilos (*Clostridium* y *Cellulomonas*) y anaerobios mesófilos (*Fibrobacter* y *Ruminococcus*) (Lee *et al.*, 2010). El aprovechamiento de estos oligosacáridos incluye un repertorio de celulasas, hemicelulasas y pectinasas. Los géneros celulolíticos ruminales reportados son *Fibrobacter* y *Ruminococcus*. Sin embargo, estudios recientes conducidos por Wang *et al.* (2011) reportan el aislamiento de *Shigella flexneri* G3 a partir de líquido ruminal en condiciones mesófilas, manifestando una producción eficiente de azúcares a partir de celulosa. Dicho estudio evidencia la identificación de nuevas especies bacterianas de importancia para el metabolismo ruminal. El objetivo del presente estudio fue aislar e identificar una bacteria del ambiente ruminal, crecida en medio anaerobio, cuya única fuente de carbono fue celulosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el aislamiento de la bacteria ruminal con potencial para degradar carbohidratos estructurales, se empleó líquido ruminal fresco de un bovino fistulado en rumen. Se utilizó 1 mL como inóculo inicial en tubos de 18 x 150 mm, que contenían un medio de cultivo líquido (MCL) anaerobio selectivo (Cobos y Yocoyama, 1995).

Se empleó celulosa (Papel Whatman No. 541) como única fuente de carbono y se incubó a 38 °C por 48 h. Al término de este periodo, se sustrajo el papel Whatman, se depositó en otro tubo con MCL y se incubó hasta su degradación total. De este crecimiento bacteriano se tomó 1 mL para realizar la inoculación en MCL y se incubó a 37 °C hasta la degradación parcial del papel filtro, el cual fue tomado como inóculo para un nuevo medio CML. Todos los procedimientos se

realizaron en condiciones de esterilidad bajo una campana de flujo laminar vertical (Labconco, modelo Purifier Class II y con flujo de CO₂) (Hungate, 1969).

Posteriormente se realizó una siembra en cajas de Petri con medio de cultivo sólido (MCS) anaerobio selectivo (Cobos y Yokoyama, 1995), se realizaron dos tipos de siembra, una por estría cruzada, por triplicado, y otra con las diluciones 10⁻⁴, 10⁻⁵ y 10⁻⁶ en cajas de Petri con MCS, utilizando un asa bacteriológica estéril e incubando a 38 °C por 72 h. Concluido el tiempo de incubación, se seleccionaron colonias separadas, se tomó un inóculo de estas por punción, para sembrarlo en medio líquido MCL y se volvió a sembrar en medio sólido. Este procedimiento se llevó a cabo hasta la obtención de un cultivo puro, identificando la morfología de las colonias crecidas en CMS a 24 h, actividad enzimática de celulasas con tinción de Rojo Congo (MCS, crecido a 72 h y 10 d) y morfología microscópica (MCL, crecido a 24 h), con tinción de Gram, en un microscopio a 100x. Logrado el aislamiento de cultivo puro, se procedió a su reproducción masiva en MCL y finalmente se liofilizó.

Actividad enzimática de celulasas. Se realizó una tinción con solución de rojo Congo (1 mg mL⁻¹) por 15 min en colonias crecidas en CMS por 10 d, posteriormente se lavó para retirar el colorante con NaCl 0.1 M, durante 15 min para visualizar la actividad enzimática de celulasas en un medio de cultivo sólido con carboximetil celulosa (CMC).

Extracción de DNA genómico. El cultivo puro aislado liofilizado se hidrató en medio CML por 3 h y se tomó 1mL como inóculo para obtener un cultivo de 24h en CML. Posteriormente, se usó para sembrar por estría cruzada en medio sólido y obtener colonias aisladas. Una vez crecidas estas, se tomó la colonia con una punta de micropipeta y se colocó en 30 µL de buffer de lisis (desarrollado por el laboratorio de Biotecnología de semillas) contenido en un tubo Eppendorf. Enseguida se incubó a 95°C por 5 min, posteriormente a 4°C por 5 min y nuevamente a 95°C por 5 min, se centrifugó a 9391 x g por 2 min, el sobrenadante se colocó en un tubo limpio estéril y se cuantificó la concentración de ADN en el espectrofotómetro Nanodrop (Modelo 2000c, Thermo USA). La extracción del material genómico (ADN) y los métodos generales de biología molecular se realizaron según Maniatis *et al.* (1982) y Hatfull (2000).

Amplificación del 16S rDNA. El ADN genómico extraído fue usado como molde para la amplificación del 16S ADN_r, mediante la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR), con iniciadores 8F (5'-AGA GTT TGA TCC TGG CTC AG-3') y 1492R (5'-GGT TAC CTT GTT ACG ACT T- 3'), los cuales amplifican aproximadamente 1500 pb. Para la PCR se empleó el kit PCR Master Mix el cual tiene como fundamento la técnica descrita por Kolmodin y Williams (1996). La mezcla de reacción contiene 5.0 µL buffer 5X; 2.0 µL nucleótidos 2.5 mM (dATP, dGTP, dCTP, dTTP); 2.0 µL primers 10 pmol µL⁻¹; 0.4µL Taq DNA polimerasa 5U; 5 µL ADN molde 20 ng µL⁻¹, y 8.6 µL de agua libre de endonucleasas, para un volumen final de 25 µL (Daly *et al.*, 2006). Las muestras fueron desnaturalizadas a 95°C por 2 min, seguido por 30 ciclos (desnaturalización a 95°C por 2 min; unión y reconocimiento de la polimerasa a 57°C por 1 min y catálisis de la polimerasa a 72°C por 3 min), y una extensión o polimerización final a 75°C por 5 min en un termociclador Bio Rad DNA Engine[®].

Se purificó el producto de PCR amplificado con un sistema basado en la capacidad del ADN para unirse a las membranas de sílice en presencia de sales caotrópicas, usando el Kit Wizard SV gel and PCR Cleand VP-System, siguiendo las indicaciones del proveedor.

Al final de la amplificación, 5 µL de la reacción se visualizaron en gel de agarosa de baja electroendosmosis al 1.5 % (p/v) [1.5 g de agarosa 100 mL⁻¹ solución TAE 1X (Tris 40 mM pH 8,0; ácido acético 40 mM; EDTA 1 mM)] (Rivas *et al.*, 2007), con un buffer de corrida TAE 1X por medio de una electroforesis horizontal (Termo EC Maxicell Primo EC 340). La visualización

de las bandas de ADN se realizó bajo luz UV (365 nm) (Daly *et al.*, 2006), con SYBR Green® (Invitrogen) en concentración 1:10000 en el transiluminador KODAK Gel Logic 100 Imaging System.

Secuenciación. La secuenciación nucleotídica del segmento de ADN se llevó a cabo en el laboratorio de Biotecnología de Semillas, Colegio de Postgraduados, Montecillo, Edo de México, utilizando un equipo 3130 Genetic Analyzer.

Análisis filogenético. La secuencia de nucleótidos fue comparada en el BLAST (Zhang *et al.*, 2000) del National Center for Biotechnology Information (NCBI) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>. Para la edición y construcción de secuencias consenso se utilizó el programa BioEdit Sequence Alignmet (v.7.0.9.0). La alineación de las secuencias se realizó con el ClustalW incluido en el programa MEGA (v.4.0). Para la construcción del árbol filogenético (Tamura *et al.*, 2007) se usó el método máxima parsimonia con 5,000 repeticiones bootstrap

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El microorganismo aislado de rumen presenta actividad enzimática celulolítica, el método de tinción con rojo Congo permitió visualizar esta actividad, en medio sólido carboximetil celulosa (CMS) evidenciando la actividad β -D-Glucanasas como zonas de degradación (halos) en el punto de crecimiento de las colonias después de 10 d **de incubación**.

Morfología macroscópica y microscópica. La cepa bacteriana aislada fue un cocobacilo, Gram negativo y produjeron colonias color beige, de forma circular, con bordes lisos y plano convexas.

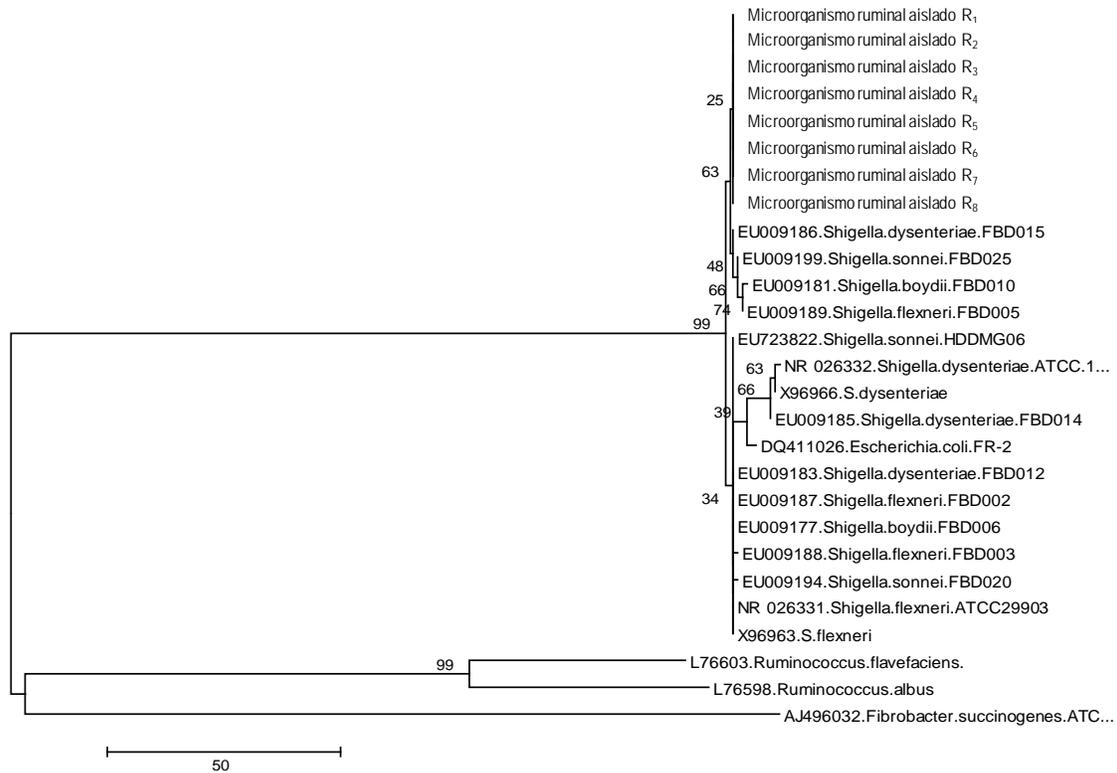
Filogenia. En este estudio la secuencia de la región 16S rADN permitió identificar de manera precisa a la bacteria aislada, la cual fue comparada con las secuencias comparadas en el BLASTN del National Center for Biotechnology Information (NCBI) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>. El número de bases correspondiente a la región ribosomal 16S rADN que se logró amplificar fue de 1500 pb.

El resultado de BLASTN, así como el árbol filogenético construido con el método de Máxima Parsimonia, permite afirmar que la bacteria aislada del hábitat ruminal corresponde a una *Shigella*, ubicada en el grupo monofilético perteneciente a la misma, y guardando una homología del 25 con respecto a las demás especies del taxa, e implica que se trata de una especie no reconocida. La secuencia obtenida en este estudio se depositó en el NCBI.

Alineamiento múltiple de secuencias e inferencia filogenética. Las ocho secuencias obtenidas fueron alineadas junto con otras dieciséis de *Shigella* y como grupo externo, tres microorganismos representativos de rumen, secuencias de colecciones ATCC, LMG y algunas publicadas en artículos científicos.

CONCLUSIONES

Con base a los estudios de amplificación de la región ribosomal 16S rDNA, se identificó que la bacteria aislada pertenece al género *Shigella*, la cual tiene capacidad para hidrolizar carbohidratos estructurales, su estudio es aún inconcluso, ya que esta hasta hace poco se reportaba en otros hábitats, pero no del rumen. Estudios posteriores tendrán que incluir la cinética enzimática de esta bacteria para elucidar su importancia dentro del rumen.



REFERENCIAS

- Wang, A., Gao, L., Ren, N., Xu, J., Liu, C., Cao, G., Yu, H., Liu, W., Hemme, C. L., He, Z., and Zhou, J. (2011) Isolation and characterization of *Shigella flexneri* G3 capable of effective cellulosic saccharification under mesophilic conditions. *Appl. Environ. Microbiol.* 77:517–523.
- Lee, Z., Li, S., and Cheng S. (2010) Thermophilic bio-energy process study on hydrogen fermentation with vegetable kitchen waste. *Int. J. Hydrogen Energy.*
- Tamura, K., Dudley, J., Nei, M. and Kumar, S. (2007) Molecular evolutionary genetics analysis (MEGA4) software. *Mol. Biol. Evol.* 24:1596–1599.
- Cobos, M. A., and Yokoyama, M. T. (1995) *Clostridium paraputrificum* var. *Ruminantium*: Colonisation and degradation of shrimp carapaces *in vitro* observed by scanning electron microscopy. *In: Wallace, R. J. and A. Lahloukassi (eds.). Rumen Ecology Research Planning. Proceedings of a Workshop Held at ILRI, Addis Ababa, Ethiopia.* pp. 151-162.
- Daly, A. K., King, B. P. and Leathart (2006) Genotyping for cytochrome P450 polymorphisms *In: Cytochrome P450 protocols*, edit. From Ian Randall Phillips and Elizabeth Anne Shephard. Edition: 2, Publicado from Humana Press, 363pp
- Hatfull G. F., Jacobs, R. W. (2000) *Molecular Genetics in Mycobacteria*, American Society for Microbiology, Washington, D. C. U.S.A. 363pp.
- Hungate R. E. (1969) A roll tube method for cultivation of strict anaerobes. *In: Methods in Microbiology.* Vol. 3. Norris, J. R and D. W. Ribbons (eds.). Academic Press Inc., New York, USA. pp:117-132
- Maniatis T. F., Fritsch, E. F., Sambrook, J. (1982) *Molecular Cloning: A laboratory Manual*. Cold Spring Harbor, NY: Laboratory Press. 545pp.

Rivas M., Miliwebsk, E., y Deza, N. (2007) Manual de Procedimientos. Diagnóstico y caracterización de *Escherichia coli* O157 productor de toxina Shiga a partir de especímenes clínicos. Departamento Bacteriología Instituto Nacional de Enfermedades Infecciosas A.N.L.I.S. “Dr. Carlos G. Malbrán” Centro Regional de Referencia del WHO Global Salm Surv para América del Sur.

PREFERENCIA Y CONDUCTA INGESTIVA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON MICROSILOS ELABORADOS CON PULPA DE CAFÉ (*Coffea arabica* L).

J. Toledo Bartolo*, R. Pinto-Ruiz¹, A. Medina-Meléndez², F. Medina-Jonapá¹

**Tesisista de la Licenciatura de Ing. Agrónomo.¹Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria.²Universidad Autónoma de Chiapas, Facultad de ciencias agronómicas.
E-mail: radon_20@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la preferencia y conducta ingestiva de bovinos alimentados con Microsilos elaborados con pulpa de café, utilizando pruebas de cafetería. Se utilizaron Microsilos elaborados con distintos porcentajes de inclusión de pulpa de café (*Coffea arabica* L.), (0, 25, 50, 75 y 100%). Se utilizaron cinco becerras de la raza cebú-suizo con un peso aproximado de 450 Kg cada una. Se midieron las siguientes variables: V.B= Velocidad de Bocado (Bocados por minuto); V.C= Velocidad de Consumo (g MS por minuto); T.B= Tamaño de Bocado (g MS por bocado) y T.C= Tasa de Consumo (g MS min efectivo de consumo). El experimento tuvo un período de colecta de datos de cinco días con dos periodos de evaluación. Se utilizo un diseño experimental cuadro latino 5X5. Para las variables VB y VC se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$), sin embargo, las variables TB Y TC mostraron la falta de diferencias significativas ($p>0.05$). Los resultados de los índices de preferencia de acuerdo al consumo y número de visitas, respectivamente indicaron que los tratamientos más preferidos por el animal fueron los de 25 y 50% de inclusión de pulpa de café.

Palabras clave: Subproductos del café, Suplementación, Rumiantes

INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas a los que se enfrenta la ganadería del trópico es la falta de forraje durante la época seca por lo que se recurre a la conservación de materiales en silos, la cual consiste en conservar forrajes en estado fresco a través de un proceso de fermentación anaeróbica. Partiendo de que uno de los objetivos de la suplementación estratégica es el uso de ingredientes disponibles en la región, en Chiapas, se ha probado con éxito la incorporación de pulpa de café en la formulación y fabricación de los Microsilos (Arellano, 2012, datos sin publicar) lo que hace factible el aprovechamiento de este subproducto obtenido regionalmente y con ello la disminución de la contaminación ambiental que se provoca ya que por cada kilogramo de café cereza que se cosecha, el 39.4% es pulpa, y esta al ser vertida al medio ambiente puede causar contaminación. Ante esta realidad se han realizado estudios para aprovecharla y disminuir su efecto tóxico en el ambiente (Ramírez 1998 y Ramos *et al.*, 2000). Arellano, (2012, datos sin publicar) ha reportado la factibilidad de incluir dicho subproducto en microsilos de gramíneas tropicales. Lo anterior hace factible el uso de los Microsilos elaborados con pulpa de café como estrategia de suplementación en animales pastoreando gramíneas durante la época seca. Para la incorporación efectiva de este suplemento a la alimentación animal es necesario hacer estudios de preferencia animal pues son éstos quienes finalmente aceptan o no la tecnología. Por lo anterior, el objetivo de este trabajo fue conocer la preferencia y conducta ingestiva de bovinos alimentados con microsilos elaborados con pulpa de café, utilizando pruebas de cafetería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron Microsilos, elaborados con distintos porcentajes de inclusión de pulpa de café (*Coffea arabica* L), (0, 25, 50, 75, 100%) integrándolo con pasto **Maralfalfa** (*Pennisetum sp*) **con un tamaño de los Microsilos de 25 cm**. Se trabajo con cinco bovinos de la raza cebú-suizo en corrales individuales, los cuales permanecieron en pastoreo de praderas de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) todo el día, después de las 14:00 h cada animal fue confinado en los corrales (de 14:00 a 19:00 h) en los cuales fueron colocados los comederos de madera y los Microsilos de evaluación. Los animales tuvieron un periodo de adaptación a los Microsilos durante un período de diez días, posteriormente se inició el proceso de toma de datos que duró cinco días. Cada Microsilo se colocó aleatoriamente en cada compartimento del comedero durante cada día de de evaluación, de tal forma que ocuparan todos los lugares posibles dentro del comedero, con el objetivo de bloquear el hábito reflejo de los animales a la posición. Se midieron las siguientes variables: V.B= Velocidad de bocados (bocados por minuto); V.C= Velocidad de consumo (g MS por minuto); T.B= Tamaño de bocado (g MS por bocado) y T.C= Tasa de consumo (g MS min efectivo de consumo). El experimento tuvo un periodo de colecta de datos de cinco días con dos periodos de evaluación. Se utilizó un diseño experimental cuadrado latino 5X5. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2004). Las medias se evaluaron utilizando la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos sobre la conducta ingestiva de bovinos consumiendo Microsilos utilizando la inclusión de distintos porcentajes de pulpa de café (*coffea arabica*), se presentan en el Cuadro 1. Para las variables velocidad de bocado y velocidad de consumo, se observa que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, las variables de tamaño de bocado y tasa de consumo, muestran la falta de diferencias significativas ($p > 0.05$).

Cuadro 1. Conducta ingestiva en bovinos, alimentados con Microsilos formulados con distintos porcentajes de inclusión de pulpa de café (*Coffea arabica*).

TRATAMIENTOS	VARIABLES			
	V.B	T.C	V.C	T.B
0	1.68 ^{ab}	243.57 ^a	2.93 ^{bc}	5.81 ^a
25	9.25 ^a	151.98 ^a	10.2 ^a	1.48 ^a
50	6.78 ^{ab}	175.27 ^a	8.81 ^{ba}	1.6 ^a
75	0.56 ^b	238.19 ^a	1.74 ^c	7.11 ^a
100	0.32 ^b	457.46 ^a	1.85 ^c	15.08 ^a
PROMEDIO	3.72	253.29	5.11	6.22
EEM	1.11	54.91	0.97	2.78

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren (Tukey, $P < 0.05$)

V.B= Velocidad de Bocado (bocados por minuto); V.C= Velocidad de consumo (g MS por minuto); T.B= Tamaño de bocado (g MS por bocado); T.C= Tasa de consumo (g MS min efectivo de consumo); EEM= Error estándar de la media.

Lo anterior indica que los microsilos elaborados hasta con el 100% de pulpa son igualmente consumidos, pues la TC fueron similares entre sí, sin embargo, éstos son más rápidamente consumidos (VC y TB) aspecto de interés en los procesos de adaptación al suplemento por parte

del animal. Si consideramos a la TC como la variable más importante pues relaciona la cantidad de microsilos consumida por el animal por unidad de tiempo efectivo de consumo, los resultados presentados en el Cuadro 1 indican que es factible incluir el subproducto pulpa de café en la elaboración del microsilo hasta con el 100%, ya que los valores obtenidos para esta variable fueron similares entre tratamientos ($p>0.05$), además de que los valores de TB son igualmente similares. En los cuadros 2 se presentan los resultados de los índices de preferencia por consumo y número de visitas, respectivamente, de los diferentes tratamientos evaluados. En estos se observa que en los mejores índices se obtienen para los microsilos con 25-50% de pulpa ($p<0.05$). Estos resultados corroboran los encontrados en las pruebas de conducta ingestiva realizados. Sin embargo, éstos niveles, aunque son los más preferidos por los animales no son los mejores en términos de calidad según trabajo de Arellano (2012, datos sin publicar), lo que respalda hacer este tipo de trabajos. Los valores de VB y VC son los que explican las diferencias en conducta ingestiva en los animales.

Cuadro 2. Índice de preferencia (partiendo de consumo y número de visitas) en bovinos, alimentados con Microsilos formulados con distintos porcentajes de inclusión de pulpa de café (*Coffe arabica L*).

Tratamientos	0%	25%	50%	75%	100%
Índice de consumo	0.07 ^b	0.40 ^a	0.35 ^a	0.07 ^b	0.07 ^b
Índice de visitas	0.08 ^a	0.47 ^a	0.30 ^a	0.09 ^b	0.06 ^b

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren (Tukey, $P<0.05$)

CONCLUSIÓN

Se recomienda la inclusión de pulpa de café en un rango de 25-50% en los microsilos de gramíneas, ya que la preferencia animal fue mayor.

REFERENCIAS

- Ramirez J. 1998. Coffee pulp is a byproduct, not a waste. Tea Coffee Trade J., 170: 116-123.
- Ramos M., N. González, C. Ramírez y F. Sánchez. 2000. Actividad antioxidante de la pulpa de café y sus derivados. VI Jornadas Científico Técnicas Univ. Nac. Exp. Táchira, San Cristóbal, Táchira, Venezuela.
- Statistical Analysis System (SAS). 2004. SAS Users Guide: Statistics, V 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

PRODUCCIÓN DE FORRAJE EN SISTEMAS GANADEROS TRADICIONALES Y SILVOPASTORILES BAJO DOS FRECUENCIAS DE PODA

L. Sarabia-Salgado*, F. Solorio-Sánchez, F. Casanova-Lugo, L. Ramírez-Avilés, J. Ku-Vera, A. Caamal-Maldonado.

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, México

**E-mail: lucy_34_88_sarsal@hotmail.com*

RESUMEN

El presente estudio se realizó durante la época de lluvias (junio a noviembre), con el objetivo de evaluar el efecto de dos frecuencias de poda (35 y 50 días) sobre el rendimiento de forraje en dos sistemas ganaderos, silvopastoril intensivo (SSPi) y pasto en monocultivo (PM). Se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones por tratamiento. Se evaluó el rendimiento de forraje por cosecha y por tratamiento, así como la contribución de forraje de las especies en el SSPi. Se encontró que, el rendimiento de forraje en el SSPi fue 6 588 y 11 228 kg MS ha⁻¹; mientras que, para el PM fue de 6 938 y 10 843 kg MS ha⁻¹, respectivamente para los intervalos de 35 y 50 días.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*; *Panicum maximum*; Leguminosas.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la ganadería en zonas tropicales de nuestro país enfrenta serios problemas relacionados con el cambio climático (Molina *et al.*, 2008). Entre otras causas, como resultados de la baja fertilidad de los suelos y la irregularidad en la distribución de las lluvias la gran mayoría de las pasturas en áreas tropicales se encuentran degradadas, son pasturas poco productivas y de mala calidad. Una opción que puede contribuir a resolver el problema es la aplicación de fertilizantes químicos, principalmente nitrógeno. Sin embargo, son costosos, y con un fuerte impacto en los ecosistemas, contribuyendo a la emisión de gases de efecto invernadero. Sin embargo, una de las alternativas a este problema, es la reconversión de estos monocultivos con sistemas silvopastoriles intensivos (Murgueitio *et al.*, 2009). Las leguminosas arbustivas asociadas con gramíneas pueden incrementar el rendimiento y calidad de forraje, la fijación y transferencia de nitrógeno (N) atmosférico. Por lo tanto, los costos de importación de fertilizantes nitrogenados y las emisiones de gases de efecto invernadero se pueden reducir. Los sistemas silvopastoriles intensivos son una opción productiva que va en armonía con el ambiente a la par que mejora los índices productivos de las empresas ganaderas. No obstante, varios aspectos relacionados con su manejo se encuentran aun sin evaluar. Este es el caso de la respuesta a la defoliación, la cual constituye uno de los factores importantes relacionados con la producción global de biomasa como respuesta a la frecuencia de cosecha del forraje (Solorio *et al.*, 2009). El objetivo de este trabajo, fue evaluar el efecto de dos frecuencias de poda sobre la producción de forraje en sistemas ganaderos tradicionales y silvopastoriles.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el ejido la Concha, municipio de Apatzingán, localizado al sureste del estado de Michoacán, México (19° 05' Lat. N y 102° 21' Long. O, a una altitud de 325 m s.n.m.). Su clima es cálido semiárido (García, 1988), con lluvias en verano (A_{w0}), con precipitación media anual de 924 mm y temperatura mayor a 28°C. El suelo es, principalmente, del tipo

vertisol pélico (Base Referencial Mundial del Recurso Suelo, 2007). El estudio se realizó en un SSPi, conformado por las especies *L. leucocephala* distribuidas en callejones a una densidad de plantación de 50,000 plantas/ha y *P. maximum*, y en un sistema PM con la especie *P. máximo* sin fertilización. Ambos sistemas ubicados en un área total de 4.5 ha (aproximadamente el 50% de la superficie corresponde a cada sistema). En cada sistema, se ubicaron aleatoriamente seis jaulas de exclusión experimentales de 1.5 x 2.0 m, cercadas con malla de una altura de 1.5 m. Los tratamientos de defoliación (i.e. 35 y 50 días) fueron asignados aleatoriamente dentro de cada sistema para lo cual se utilizó un diseño completamente al azar con tres repeticiones (n=3). Previo al inicio del experimento, durante el mes de junio se realizó un corte de uniformización a 50 cm de altura para el caso de la *L. leucocephala* y de 15 cm de altura para el caso del pasto, en cada una de las jaulas de exclusión. Posteriormente, se realizaron las podas de acuerdo a los tratamientos establecidos. Se cuantificó el rendimiento de forraje (kg MS ha⁻¹) por cosecha, tratamiento de defoliación y por sistema. Todas las muestras se secaron en una estufa de aire forzado a 60°C durante 48 horas. Para estimar las partes proporcionales de cada componente del sistema (leguminosa/gramínea), se evaluó la composición del forraje dentro del SSPi, (*L. leucocephala* y *P. maximum*), de acuerdo a la frecuencia de poda. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un modelo de medidas repetidas (rmANOVA), utilizando Sigmaplot versión 11.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El rendimiento de forraje, durante los meses de julio y septiembre, fue mayor con la frecuencia de defoliación de 50 días en ambos sistemas evaluados (Figura 1) a comparación de la frecuencia de 35 días. Sin embargo, en el mes de noviembre, sólo el SSPi cosechado a 35 días mostró un menor rendimiento que los demás tratamientos. Al final del período de evaluación, el rendimiento total de forraje resultó mayor con la frecuencia de corte de 50 días en ambos sistemas evaluados.

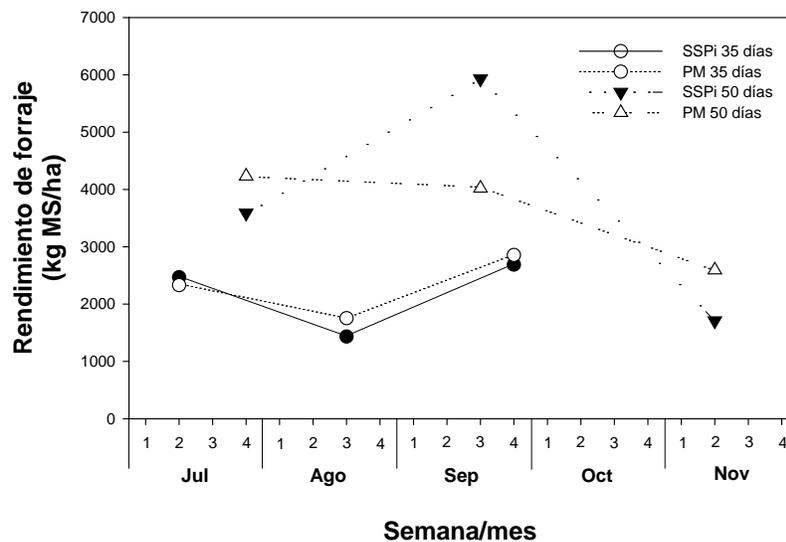


Figura 1. Rendimiento (kg MS ha⁻¹) de forraje en un Sistema Silvopastoril intensivo (SSPi) y pasto en monocultivo (PM) bajo dos frecuencias de defoliación (i.e. 35 y 50 días).

Debido a que en total se efectuaron tres defoliaciones con ambos intervalos de defoliación, el período total de crecimiento fue diferente y, por lo tanto, la tasa de producción de forraje en ese periodo es una variable importante de la respuesta al tratamiento de defoliación. En este sentido,

en el SSPi, se tuvo una tasa de 63 kg MS/ha/día con un intervalo de 35 días, mientras que con el intervalo de 50 días fue 75 kg MS/ha/día. Esto podría indicar que el intervalo de 50 días es mejor, ya que tanto el total como la tasa diaria de producción son superiores; sin embargo, es necesario enfatizar que este incremento es principalmente asociado a un aumento de 95% en el rendimiento de *P. máxima* (de 4 545 a 8 859 kg MS/ha con los intervalos de 35 y 50 días, respectivamente), ya que el incremento en el rendimiento de *L. leucocephala* fue de tan sólo 16%. Se esperaría, entonces, que a pesar que con el intervalo de 50 días se obtuvo mayor biomasa, es la calidad de la misma será menor debido a que la proporción del forraje de la leguminosa es menor. Se observa en el cuadro 1 que, a 35 días de intervalo existe una mayor proporción de *L. leucocephala* (31% del total de biomasa) a diferencia de los 50 días (21%). No se encontraron diferencias en rendimiento total, pero sí diferencias marcadas entre frecuencias de defoliación; excepto en el mes de noviembre, cuando la frecuencia de defoliación no tuvo influencia sobre el rendimiento obtenido PM.

Cuadro 1. Composición de la producción forrajera de un Sistema Silvopastoril Intensivo (SSPi) y pasto en monocultivo (PM) a dos frecuencias de poda.

Frecuencia de poda	Especie (kg MS/ha)		Total SSPi (kg MS/ha)	Total PM (kg MS/ha)
	<i>L. leucocephala</i>	<i>P. máxima</i>		
35 días	2,042.1 (31%) a	4,545.4 (69%) b	6,587.5 b	6,937.7 b
50 días	2,369.2 (21%) b	8,859.0 (79%) a	11,228.2 a	10,843.0 a

Medias seguidas de literales (columna) diferentes son estadísticamente distintas (Tukey, $P < 0.05$).

Estudios realizados por Bacab-Pérez *et al.* (2011) indican que, los sistemas silvopastoriles intensivos en el trópico seco michoacano pueden tener una producción de 2,470 y 2,693 kg MS ha⁻¹, durante la estación seca y con una frecuencia de aprovechamiento de 40 días. Estos resultados son similares a los obtenidos por este estudio a una frecuencia de poda de 35 días. Sin embargo, cuando se comparan con la frecuencia de 50 días, se muestra un aumento en dicha producción. No obstante, las diferencias entre los efectos positivos de la asociación de árboles con pasturas están determinados por las condiciones agroecológicas locales; las densidades, la distribución, las especies y el manejo de la estructura de los árboles (Casanova-Lugo *et al.*, 2010). La producción de forraje para la poda cada 35 días fue similar en el SSPi en con respecto al monocultivo y la misma tendencia resultó para el caso de la poda cada 50 días. Sin embargo, realizar podas prolongadas podría tener una afectación en la calidad de los forrajes obtenidos, principalmente relacionados con su calidad.

CONCLUSIONES

Los sistemas silvopastoriles intensivos de *L. leucocephala* y *P. máxima* producen cantidades de forraje similares que los pastos en monocultivo.

Intervalos amplios de defoliación repercuten directamente en la biomasa total obtenida en ambos sistemas. En el SSPi el incremento en la biomasa también se asocia con una reducción en el componente de la leguminosa

REFERENCIAS

Bacab-Pérez, M; Solorio Sánchez, F. (2011) Oferta y consumo de forraje y producción de leche en ganado de doble propósito manejado en sistemas silvopastoriles en Tepalcatepec, Michoacán. *Tropical and Subtropical Agro-ecosystems*, 13 (3): 271-278.

- Base Referencial Mundial del Recurso Suelo. 2007 (BRMRS). IUSS grupo de trabajo WRB. Primera actualización. Informes sobre Recursos Mundiales de Suelos No. 103. FAO, Roma. 117 p.
- Benítez-Bahena Y., Bernal-Hernández A., Cortés-Díaz E., Vera Castillo G. y Carrillo Anzures F. (2010). Producción de forraje de guaje (*Leucaena* spp.) Asociado con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 31: 397-411.
- Casanova-Lugo F., Ramírez-Avilés L., Solorio Sánchez F.J. (2010) Efecto del intervalo de poda sobre la biomasa foliar y radical en árboles forrajeros en monocultivo y asociados. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 12: 33-41.
- García, E. 1998. CONABIO. Climas clasificación de Köopen. México, DF.
- Molina, C.H., Molina E, y Molina J.P. (2008). Carne Leche y mejor Ambiente en el Sistema Silvopastoril con *Leucaena Leucocephala*. En: Ganadería del Futuro: Investigación para el desarrollo; Editores: Murgueitio E., Cuartas C. y Naranjo J. Fundación CIPAV, Cali Colombia, pp 41 - 66.
- Murgueitio, E., Nranajo, J.F., Cuartas, C.A., Molina, C.H. y Lalinde, F. (2009) Los sistemas silvopastoriles intensivos (SSPi) una herramienta de desarrollo rural sustentable con adaptación al cambio climático en regiones tropicales de América. En: Memorias del II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos, Morelia Mich.
- Obispo, N. E., Espinoza Y., Gil J. L., Ovalles F. y Rodríguez M. F. (2008). Efecto del sombreado sobre la producción y calidad del pasto guinea (*Panicum maximum*) en un sistema silvopastoril. Zootecnia Tropical, 26(3): 285-288.
- Solorio-Sánchez F.J., Bacab-Pérez H., Castillo-Caamal J.B., Ramírez-Avilés L., Casanova-Lugo F. (2009). Potencial de los Sistemas Silvopastoriles en México. II Congreso sobre Sistemas Silvopastoriles Intensivos. 21– 30 p.

ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DE *Brachiaria* híbrido cv. Mulato II EN LA ÉPOCA DE LLUVIAS Y SECAS EN EL ALTIPLANO CENTRAL DE MÉXICO

J. Castro-Salas¹, O. Ramírez-Reynoso³, A. García-Martínez², F. Avilés-Nova*²

¹*Estudiante de Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales UAEM*

²*Universidad Autónoma del Estado de México -Centro Universitario UAEM-Temascaltepec.*

³*Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia: Costa Chica. Universidad Autónoma de Guerrero.*

**E-mail: franavilesnova@yahoo.com.mx*

RESUMEN

El objetivo de estudio fue determinar el momento óptimo de cosecha del pasto Mulato II (*Brachiaria* híbrido cv. Mulato II) en lluvias y secas, en el sur del estado de México, cosechado a ocho diferentes edades de rebrote (ER: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56 días), en época de sequía (18-04-2012 a 13-06-2012) y lluvias (17-07-2012 a 04-09-2012). Los tratamientos se distribuyeron en 32 parcelas de 6 m² con un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La ER de siete días promedió mayor tasa de aparición de hojas (0.46786 hojas tallo⁻¹d⁻¹) durante la investigación (P<0.01). La tasa de elongación de tallos y foliar fue mayor en lluvias con 218.5 y 187.8% respectivamente (P<0.05). La tasa de senescencia foliar en sequía es pequeña (14.7 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y mayor con la ER 56 días (269.47 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) en lluvias (P<0.01). El crecimiento neto foliar más alto (144%) ocurrió en época de lluvias (P<0.01). Los promedios de las tasas de crecimiento no mostraron diferencias significativas (P<0.05) durante el estudio. Los menores rendimientos de forraje (52% menor que el de lluvias) se presentaron en la época de sequía, sin embargo la contribución de hoja fue superior al 74% en todas las ER. En la época de lluvias los mayores rendimientos y tasas de crecimiento por ER, se presentaron en las ER 49 y 56 días (P<0.001), pero con menor contribución de hojas al rendimiento (42 y 70% respectivamente). El pasto Mulato II mostró estacionalidad para el flujo de tejidos, con más dinámica durante las lluvias y debe cosecharse cada 42 días en sequía y a 21 días en lluvias, para minimizar las pérdidas por senescencia de hojas, optimizar la producción y mejorar la utilización del forraje.

Palabras clave: Flujo de tejidos; defoliación; estacionalidad, dinámica.

INTRODUCCIÓN

En el trópico una de las limitantes para producir pastos y por consecuencia para la producción animal, son las condiciones ambientales adversas que causan severas restricciones a las plantas, lo que establece generalmente en periodos de escasa precipitación, un reducido suministro de forraje. Los componentes de toda estrategia de explotación de plantas forrajeras es la frecuencia e intensidad de cosecha, ya que estos determinan mayormente la producción y persistencia de las mismas (Hernández, et al., 2002) Ramírez et al., (2010) indican que en la explotación de especies forrajeras mediante el corte o pastoreo rotacional puede realizarse un manejo eficiente de la pradera. Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto del corte a ocho edades de rebrote, durante las épocas de sequía y lluvias, en las características morfogénicas, tasa de crecimiento y rendimiento de pasto Mulato II.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó del 18 de abril del 2012 al 04 de septiembre de 2012 en la localidad de Zacazonapan Estado de México (19°04' 45.09" N, 100° 15' 07.19" O y 1370 msnm), en promedio las temperaturas máximas y mínimas durante el estudio fueron 29.2° y 14.1°C respectivamente y una precipitación total 1248.6 mm y una humedad relativa de 73%. El suelo es de textura arcillo-limo-arenoso, con un 94.4% de arcilla y limo, con un pH de 6.4, P = 5.5 mg/kg, MO = 5.3 g/kg, NT = 0.265 g/kg, ND = 0.013 g/kg, El estudio se realizó en una superficie de pasto mulato II y fue sembrado el 20 de junio de 2011, en forma manual y en surcos separados a 50 cm y 50 cm entre plantas, los tratamientos, se distribuyeron con un diseño experimental de bloques al azar, con cuatro repeticiones y ocho tratamientos (edades de rebrote (ER): 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días). El tamaño de la parcela experimental fue de 4 x 1.5 m (6.0 m²). La evaluación fue en dos épocas del año: sequía (18 de abril de 2012 a 13 de junio de 2012) y lluvias (17-jul a 04-sep-2012). En la fecha correspondiente a cada edad de rebrote se evaluaron las variables: flujo de tejidos (tasa de aparición de hojas (TAH; hojas tallo⁻¹ d⁻¹), tasa de elongación de tallo (kg tallo⁻¹ d⁻¹) (TET), tasa de elongación de hojas (kg tallo⁻¹ d⁻¹) (TEH), senescencia foliar (SF) y crecimiento neto foliar (CNF) tasa de crecimiento (TC) y rendimiento de forraje (RF)). Los datos se analizaron con PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 2002). Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el Criterio de Información de Akaike. Los efectos entre cortes por edades de rebrote (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49, 56), época del año y sus interacciones, se consideraron fijos y el efecto de bloques fue considerado aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF), usando la prueba de "t" de "Student" y un nivel de significancia del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la época de sequía y lluvia la TAH fue mayor en la ER 7 días, sin embargo la época de lluvias resultó ser 218.5% mayor que la época de sequía; la TEH presentó mayor cantidad de MS en la ER 35 días. Las ER 7 y 49 días produjeron la mayor cantidad de MS en la época de lluvia con 504 y 405 kg ha⁻¹ día⁻¹; en términos generales la época de lluvias fue un 188% mayor que la época de sequía. La TSF en la época de sequía se reflejó en mayor cantidad con las ER 35, 42 y 21 días. En ambas épocas la TSF no presenta diferencias significativas para las ER 7, 14, 21, 28 y 35 días, en contraste las ER 42, 49 y 56 días de la época de lluvias fueron estadísticamente superiores que la época de sequía. La tasa CNF en la época de sequía, es representada en su mayor producción de MS por la ER 35 días. En la mayoría de las ER de ambas estaciones no existió diferencia significativa con excepción de las ER 7 y 49 días, que resultaron más altas en lluvias. Por otra parte la TC más alta en lluvias se presenta en la ER 7 días con 504.24 kg MS ha⁻¹ día⁻¹. El RF muestra resultados similares en la mayoría de las ER de las dos estaciones a diferencia de las ER de 49 y 56 días donde el mayor RF aparece en la época de lluvias, originando con esto que la época de lluvia sea mayor que la de sequía en un 52%.

A pesar de que las características estructurales son determinadas genéticamente, estas pueden ser influenciadas por los factores del medio ambiente, la luminosidad, temperatura, disponibilidad de agua y nutrientes (Alexandrino *et al.*, 2004; Dos Santos *et al.*, 2008), Los bajos promedios de las TET y SF 23.8 y 5.6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ respectivamente, indican que la deficiencia hídrica en la época de sequía ocasiono menor recambio de tejido, por lo que se nota la ausencia de efectos de ER.

En sequía el rendimiento total en promedio con 1707 kg MS ha⁻¹ presentó la más alta proporción de hojas en las ER 42 y 56 días, con estos resultados se demuestra flexibilidad para determinar

que la ER óptima para cosechar el pasto mulato II en la ER 42 días, sin llegar a perder forraje por SF, acumulación de tallos o material muerto, En lluvias las ER 49 y 56 días; muestran los rendimientos de MS más altos, sin embargo en la composición morfológica, la mayor contribución de hojas y menor contribución de tallos al rendimiento la presenta la ER 21 días con 94 y 6% respectivamente, lo que sugiere que la ER 21 días es la más apropiada en esta época ya que se reduce la senescencia foliar, la producción de tallo, material muerto y permite mayor número de cortes.

Cuadro 1. Tasa de aparición de hojas y elongación de tallos de pasto mulato II, cosechado a diferentes edades de rebrote (días), en lluvias y secas.

ER	Sequía	Lluvia	promedio
	Tasa de aparición de hojas (hojas tallo ⁻¹ dia ⁻¹).		
7	0.478Aa	0.457Aa	0.467
14	0.060CDb	0.114BCa	0.087
21	0.110BCb	0.164Ba	0.137
28	0.032Da	0.064CDa	0.048
35	0.110BCa	0.092CDa	0.101
42	0.135Ba	0.046Db	0.091
49	0.046Da	0.092CDa	0.069
56	0.039Da	0.089CDa	0.064
Promedio	0.127	0.140	
EEM	0.017	0.017	
Tasa de elongación de tallos (kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹).			
7	119.79Ab	384.86Aa	252.33
14	6.349Ba	20.047Ba	13.198
21	10.214Ba	41.068Ba	25.641
28	3.057Ba	36.498Ba	19.778
35	12.742Ba	13.896Ba	13.319
42	14.846Ba	41.360Ba	28.103
49	11.303Bb	55.905Ba	33.604
56	12.554Ba	14.195Ba	13.374
Promedio	23.857	75.979	
EEM	7.375	16.619	

Valores con diferente literal mayúscula, dentro de la misma columna en cada variable, indica diferencia estadística significativa (P<0.05).

Valores con diferente literal minúscula, dentro de la misma línea en cada variable, indica diferencia estadística significativa (P<0.05).

EEM = Error estándar de la media.

Sequía (18 de abril de 2012 a 13 de junio de 2012) y lluvias (17-jul a 04-sep-2012)

CONCLUSIONES

El pasto Mulato II, presentó una estacionalidad muy marcada para el flujo de tejidos, con mayor dinámica durante la época de lluvias, comparada con la época de sequía, por lo que para mejorar

la producción, la utilización del forraje y disminuir pérdidas por senescencia y muerte de hojas, debe cosecharse a la ER 42 días en la sequía y a la ER 21 en la época de lluvias.

REFERENCIAS

- Alexandrino E., do Nascimento J. D., Mosquim P. R., Regazzi J. A. Cipriano R. F. 2004. Características Morfogênicas e Estruturais na Rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu Submetida a Três Doses de Nitrogênio. Revista Bras. Zootec., v.33, n.6, p.1372-1379.
- Dos Santos Difante Gelson, Pacheco Batista Euclides Valéria, Do Nascimento Júnior Domicio De Moura Zanine Anderson, Carneiro da Silva Sila y Adese Bruna. 2008. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. R. Bras. Zootec., v.37, n.2, p.189-196.
- Hernández Garay Alfonso, Martínez Hernández Pedro Arturo, Mena Urbina Martín, Pérez Pérez Jorge y Enríquez Quiroz Francisco. 2002. Dinámica de rebrote en pasto insurgent (*Brachiaria brizantha* Hochst. Stapf.), pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvias. Técnica Pecuaria Mexicana, 40(2): 193-205.
- Ramírez Reynoso Omar, Hernández Garay Alfonso, Carneiro da Silva Sila, Pérez Pérez Jorge, De Souza Júnior Salim Jacaúna, Castro Rivera Rigoberto and Enríquez Quiroz Javier Francisco. 2010. Características morfológicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 12 (2010): 303 – 311.
- SAS. 2002. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0 ed.). Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

COMPOSICIÓN BROMATOLOGICA DE RESIDUOS DE LA INDUSTRIALIZACIÓN DE CÍTRICOS

Z. Villanueva Cruz¹, M. Ibarra Hinojosa², P. Zárate Fortuna², F. Briones Encinia², A. González Reyna²; O. Escamilla Gallegos, M. Mireles Villanueva⁴

¹B.E.D.R. No. 72 de la DGETA. ²Facultad de Ingeniería y Ciencias de la UAT, ³Instituto Regional de Cd. Victoria Tamaulipas, ⁴Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UAT.

E-mail: zavic65@hotmail.com

RESUMEN

El residuo fresco de dos variedades de naranja (Mars y Valencia), toronja y limón, obtenidos de plantas procesadoras de jugo en la zona Centro del Estado de Tamaulipas, fueron evaluados para estimar la composición química, de materia seca, (MS), proteína cruda (PC), fibra cruda (FC), extracto etéreo (EE), extracto libre de nitrógeno (ELN), y cenizas (C), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácida (FDA), hemicelulosa (HEM), celulosa (CEL) y lignina (LIG). Los resultados obtenidos se analizaron usando el procedimiento GLM de SAS y para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ($P=0.05$). Los valores máximos y mínimos obtenidos para PC fueron para toronja y limón (9.4 y 5.8%), respectivamente, para FC se obtuvo un valor máximo para Toronja (15.3%) y el valor más bajo fue para naranja tardía (12.5%), para EE, ELN, C, FDN, HEM y LIG no presentaron diferencias ($P>0.05$) entre los residuos analizados, fluctuando los valores de FDN y LIG entre 23.3 y 2.9 como valores máximos y 4.8 y 1.7 como valores mínimos. Los residuos de los cítricos son subproductos bajos en proteína y ricos en carbohidratos, constituyéndose así como un alimento que puede ser incluido en la dieta de los ovinos, en sustitución de forraje o cereales.

Palabras clave: cítricos, naranja, limón, toronja.

INTRODUCCIÓN

La intensificación en la producción e industrialización de naranja, tangerina, limón y lima ha permitido la disponibilidad de una elevada cantidad de residuo de cítricos, ya que cuando las frutas cítricas se procesan para obtener jugo, del 45 al 60% de su peso en forma de cáscara, bagazo y semilla es el material residual (Martínez *et al.*, 2008).

La mayor capacidad instalada para la producción de cítricos en Tamaulipas se ubica en los municipios del centro del Estado, sumando 45 mil ha en Hidalgo, Padilla, Güemez, Llera, Victoria y 7 mil (17%) en Gómez Farías, González, Mante, Ocampo y Xicoténcatl. La entidad se cuenta con 11 empacadoras, 20 centros de acopio y tres plantas procesadoras de jugo (SIAP, 2011).

El uso del residuo de los cítricos como una estrategia de alimentación reduce los costos fijos de la alimentación animal, sobre todo cuando se realiza utilizándolo localmente como insumo fundamental, ya sea como forraje o concentrado, además de que la producción de cítricos ofrece una disponibilidad de residuos durante gran parte del año (Chong, 1998). El objetivo del presente estudio fue determinar la composición bromatológica de residuos de la industrialización de naranja, limón y toronja, en la zona Centro del Estado de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este experimento se realizó en el Laboratorio de Nutrición Animal de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas.

Se colectaron muestras del residuo de cítricos después del proceso de extracción del jugo, de naranja temprana (var. Mars), tardía (var. Valencia), limón italiano y toronja (var Rubí red) en las plantas procesadoras existentes en los municipios de Guemez y Victoria, en el Estado de Tamaulipas. En cada caso se tomaron muestras en estado fresco, las que se colocaron inicialmente en bolsas de plástico, previamente identificadas, y que fueron pesadas con la finalidad de realizar la determinación sobre el contenido de humedad en el subproducto, lo que fue complementado colocando cada una en estufa a 65°C, hasta obtener peso constante en la misma. Una vez realizada la determinación del contenido de humedad, las muestras, fueron molidas en molino de martillo con criba de 1 mm y almacenadas en frascos de vidrio de cierre hermético hasta realizar la determinación química correspondiente.

Se realizaron determinaciones de PC, FC, EE, ELN, C, FDN, FDA, HEM, CEL y LIG con base en la metodología descrita para el análisis proximal bajo el esquema de Wendee (AOAC, 1984 y Van Soest, 1994). A los resultados obtenidos se les realizó un análisis de varianza, utilizando el procedimiento GLM de SAS (2003) y la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia de 5%. La energía metabolizable se determinó utilizando las fórmulas de conversión de la National Research Council (2007).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores obtenidos en el análisis proximal del residuo fresco de los cítricos, mostraron que el porcentaje de PC fue menor a 9.4, mientras que el contenido de MS estuvo por debajo de 28.1% (Cuadro 1), lo anterior ha sido reportado por Calsamiglia y Ferreti (2004), quien indicaron que estos residuos presentan bajos niveles de PC y elevados contenidos de humedad, lo que según Martínez *et al.* (2008), también se debe tener en cuenta a la hora de usarlos en la alimentación de rumiantes, pues su alto contenido de humedad obliga a realizar su uso más eficiente a nivel local además de requerir suplementarlos con una fuente de nitrógeno, si se quiere lograr un mejor aprovechamiento en su paso por el tracto digestivo. De la misma manera, los resultados observados, son similares a los reportados por González y Mora (2011) para el residuo fresco de naranja (26.0, 6.1% para MS y PC, respectivamente).

Cuadro 1. Composición bromatológica (%) y energía metabolizable (Mcal/kg MS) del residuo fresco de los cítricos producidos en plantas procesadoras en la zona Centro de Tamaulipas.

Residuo de cítricos	MS	PC	FC	EE	ELN	C	EM
Naranja temprana	21.9 ^c	6.0 ^b	13.4 ^c	3.7 ^a	73.8 ^a	3.0 ^a	2.2 ^a
Naranja tardía	28.2 ^c	6.3 ^b	12.5 ^c	3.6 ^a	73.4 ^a	3.2 ^a	2.3 ^a
Limón fresco	15.7 ^d	5.8 ^b	13.6 ^c	3.8 ^a	73.5 ^a	3.3 ^a	2.3 ^a
Limón deshidratado	82.0 ^a	8.7 ^a	14.9 ^a	3.4 ^a	70.3 ^a	2.7 ^a	2.7 ^a
Toronja	18.4 ^c	9.4 ^a	15.3 ^a	2.4 ^a	70.4 ^a	2.5 ^a	2.2 ^a
ES	1.75	0.86	0.47	0.47	1.65	2.5 ^a	0.26

MS= materia seca, PC = proteína cruda, FC = fibra cruda, EE = extracto etéreo, ELN =extracto libre de nitrógeno, C = cenizas y EM = energía metabolizable. ES = error estándar. ^{a, b...} Promedios con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05)

De la misma manera, los valores observados en el Cuadro 1 para PC en el residuo fresco de naranja y de toronja son similares a los reportados por Peruchena y D'Ascanio (1996), quienes encontraron valores inferiores a 7%. Por otra parte, Fegeros *et al.* (2000) reportaron que el residuo de cítricos deshidratado presenta valores similares a los encontrados en el presente experimento para PC en naranja y toronja (6 y 7%, respectivamente).

Los resultados obtenidos para EE, ELN y C fluctuaron entre 2.4 a 3.7; 70.3 a 73.8 y 2.5 a 3.0%, mostrando que no hubo diferencias significativas ($P>0.05$) entre las variedades de residuo de cítricos evaluadas, valores similares a los obtenidos por Calderón (2006) y Garza (2006) que reportaron para EE 2.0 y 2.7%, para ELN 72 Y 74%.

Por otra parte, en relación con la composición de la fibra de los residuos frescos de los cítricos incluidos en el estudio, cuyos valores se presentan en el Cuadro 2, son similares a los reportados por González y Mora (2011), para FDN, FDA y LIG (24.6, 18.5 y 1.9%, respectivamente), los cuales concuerdan con los obtenidos en el presente trabajo, sin embargo Fegeros *et al.* (2000) encontraron valores de 21.1 y 22.6% para FDN y FDA, respectivamente, para el residuo deshidratado de cítricos. Calsamiglia y Ferreti (2004) reportaron valores de 20 a 25% para FDN y 18 a 20% para FDA, los que coinciden con los mostrados en el Cuadro 2, sin embargo para LIG reportaron un 3%, que es superior al encontrado en el presente estudio.

Cuadro 2. Determinación (%) de las fracciones de fibra del residuo de cítricos.

Residuo de cítricos	FDN	FDA	HEM	CEL	LIG
Naranja temprana	27.1 ^a	22.2 ^a	2.9 ^a	18.0 ^b	1.7 ^a
Naranja tardía	26.8 ^a	15.6 ^c	3.8 ^a	24.7 ^a	1.6 ^a
Limón fresco	25.6 ^a	20.2 ^b	3.7 ^a	25.2 ^a	1.3 ^a
Limón deshidratado	23.3 ^a	18.4 ^b	3.6 ^a	24.7 ^a	1.6 ^a
Toronja	23.8 ^a	22.9 ^a	4.8 ^a	19.9 ^b	1.4 ^a
ES	1.53	1.29	0.93	1.03	0.55

FDN = fibra detergente neutro, FDA = fibra detergente ácida, HEM = hemicelulosa, CEL = celulosa, LIG = lignina. ES = Error estándar. ^{a, b, c} Promedios con letras diferentes en la misma columna son estadísticamente significativos. (Tukey 0.05).

En lo que respecta a los valores para HEM y LIG, no mostraron diferencias ($P>0.05$) para el residuo de los diferentes cítricos evaluados, sin embargo para la celulosa se obtuvo efecto de la variedad de cítrico para la naranja temprana y toronja que mostraron valores de 18.0 y 19.9, respectivamente vs la naranja tardía, limón fresco y deshidratado con valores de 26.8, 25.6 y 23.3%, respectivamente.

La composición bromatológica de la pulpa deshidratada de cítricos muestra que estos subproductos tienen un nivel bajo de proteína y elevado de fibra cruda; lo anterior deberá tenerse en cuenta a la hora de usarlos en la alimentación de rumiantes, pues es necesario suplementarlos con una fuente de nitrógeno para lograr un mejor funcionamiento de la fermentación ruminal (Giraldo y Ferreira, 2000). Al respecto Martínez *et al.* (2008) reportaron que el residuo de naranja presentó niveles medios de 7.7% para PC y 20.7% para el contenido de MS, así como de 95.0 y 4.5%, para materia orgánica (MO) y cenizas (C) respectivamente.

CONCLUSIONES

El residuo de los cítricos es un subproducto con niveles bajos de proteína y rico en carbohidratos, brindando una fuente alternativa en la alimentación para los ovinos, independientemente de la variedad del fruto (naranja, limón y toronja).

REFERENCIAS

- AOAC, 2001. Official Methods for Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 14th edition. Arlington, V.A. 1141 pp.
- Calderón, M. G. 2006. Alimentos balanceados. Formulación e ingredientes. Engormix <http://www.engormix.com/MABalanceados/formulacion/foros/cascara-naranja-t8959/800-p0.htm>. 23 de Agosto del 2011.
- Calsamiglia, A. B., y A. Ferret. 2004. FEDNA. Subproductos húmedos. Tablas FEDNA de composición y valor nutritivo de forrajes y subproductos fibrosos húmedos. S. Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Madrid, España. 70 pp.
- Chong, L. 1998. Valoración nutritiva de tres mezclas formuladas para la alimentación bovina. Tesis de Maestro en Producción Bovino-Lechera, Universidad de Matanzas. Cuba. pp: 87- 92.
- Fegeros, K., G. Zervas, S. Stamouli and E. Apostolaki. 2000. Nutritive value of dried citrus pulp and its effect on milk yield and composition of lactating ewes. *Journal of Dairy Science* 78 (5):1116-1121.
- García, R. 1997. Tecnología para la utilización de la harina de cítricos en las empresas agropecuarias Manual Agro-Red para la Ganadería. ICA. pp: 45- 47.
- Garza, C. 2006. Análisis bromatológico de la pulpa de naranja. Formulación e ingredientes. Engormix <http://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/foros/cascara-naranja-t8959/800-p0.htm> 23 de Agosto del 2011.
- González, A. y M. Mora. 2011. Caracterización del bagazo de naranja (*Citrus sinensis* var. Valencia) amonificado y su uso en la alimentación de ovinos. Simposio Internacional de la Federación de Ovejeros y Cabreros de America Latina pp 175-186.
- Martínez, M. J., B. Chongo, H. Jordán, N. Hernández, N. Fontes, Y. Lazcano y N. Cubillas. 2008 Características nutritivas de los hollejos húmedos de naranja (*Citrus sinensis* cv. valencia) mantenidos en estibas. *Técnica Pecuaria* 46(2):67-68.
- NRC (National Research Council). 2007. Nutrient requirements of Dairy Cattle. 7 rev. ed. Washington, DC., USA. National Academy Press. p 381.
- Peruchena, C. O. y G. D. D'Ascanio. 1996. Tablas de valor nutritivo de residuos y subproductos agroindustriales utilizados en el subtrópico. *Revista Producción Animal*. INTA EEA. Serie Técnica N° 12. Corrientes, Argentina. pp 34-35.
- SIAP. 2011. Servicios de Información Alimentaria y Pesquera. SAGARPA. Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. <http://www.siap.gob.mx/> 14 de marzo del 2012.
- Van Soest, P. J. 1994. Nutritional Ecology of the Ruminant. 2nd Ed. Cornell University Press, Ithaca, N. Y. pp 176-183.

DIGESTIBILIDAD *In Vitro* DE DIETAS ENERGÉTICAS PARA OVINOS CON INCLUSIÓN DE SEMILLA DE GIRASOL

J. Herrera-Pérez¹, R. Cruz-Monterrosa², E. Ramírez-Bribiesca¹, O. DelRazo-Rodriguez³, M. Crosby-Galvan¹, G. Miranda-delaLama²

¹*Colegio de Postgraduados, enlace ganadería. Montecillo-Texcoco, Edo. de México.*

²*Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Lerma, Edo. de México.* ³*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.*

E-mail: efrenrb@colpos.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar dietas integrales isoenergéticas e isoproteínicas, con la finalidad de determinar la producción de gas *in vitro* y su asociación con la digestibilidad de la materia seca en dietas integrales para corderos, elaboradas con 0%, 3%, 6%, 9%, y 12% de inclusión de semilla de girasol. Se evaluaron variables de producción de gas *in vitro* (PGSIV) (volumen máximo de gas (Vmax; mL g⁻¹), para materia seca (MS), siendo los horarios de incubación a las 6 h, 12 h, 24 h, 48 h y 72 h. Se usó un diseño completamente al azar con bloques generalizados. Los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca las 6, 12, 24 y 48 h, no se afectaron (P>0.05) por la inclusión de semilla de girasol en la dieta. Sin embargo a las 72 h de incubación se presentó una disminución lineal (P=0.03) en la DIVMS. El incremento gradual de semilla de girasol en la dieta no afectó (P>0.05) la producción de gas *in vitro* por gramo de materia seca (MS) incubada.

Palabras clave: digestibilidad, producción de gas *in vitro*, semilla de girasol, ovinos.

INTRODUCCIÓN

Las semillas de oleaginosas, representan una excelente fuente de nutrientes concentrados, como es proteína y ácidos grasos poliinsaturados (Bertand Matthäus, et al. 2003). Además que las semillas de oleaginosas mejoran la ganancia diaria de peso, en comparación con suplementos de nitrógeno no proteico (Dixon et al 2003). La producción de alimentos para consumo humano como los cárnicos, en la actualidad, se están orientando hacia la producción de alimentos funcionales, debido al incremento de enfermedades crónico degenerativa. Por tal motivo la producción de ovinos busca carne magra que disminuya su contenido de ácidos grasos saturados y sea enriquecida con ácidos grasos poliinsaturados, siendo una alternativa el uso de semillas de oleaginosas para mejorar la calidad de la carne de ovinos. Dado que dichas semillas son ricas en ácidos grasos poliinsaturados, han sido evaluadas en algunos trabajos en dietas al destete de corderos, y observaron un aumento en la concentración de ácidos grasos de cadena larga en músculo y grasa en corderos engordados de manera intensiva, se mejoró el color de la grasa subcutánea. (Berthelot et al. 2012). Por su parte, (Rizzi et al.2002; Gibb et al, 2004; Peng et al 2010) mencionan que es posible tener productos cárnicos de mejor calidad en cuanto a la composición de ácidos grasos benéficos a través de la suplementación con semillas oleaginosas, lo que proporcionaría opciones más saludables para el consumo humano de estos productos cárnicos. Debido a esto se tomó la determinación de llevar a cabo este estudio, de manera *in vitro* con el objetivo de determinar la producción de gas *in vitro* y su asociación con la digestibilidad de la materia seca en dietas integrales para corderos, elaborada con semilla de girasol. Ya que

existe poca información en nuestro país de estudios previos, en los que se haya utilizado la semilla de girasol, como una fuente de proteína y de ácidos grasos poliinsaturados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo dentro de la Unidad Metabólica de Rumiantes y el laboratorio de Nutrición Animal del programa de Ganadería del Colegio de Postgraduados en las instalaciones del campus Montecillos.

Se utilizaron tres ovinos machos encastados de raza Suffolk, con un peso vivo de 60 ± 7.6 kg, la dieta de estos animales fue 30% forraje y 70% concentrado, dichos animales cuentan con cánulas ruminales Tygon-R3603®. Los animales fueron alojados en un corral de 30 m², con piso de concreto, libre acceso al agua y con dos horarios de alimentación por la mañana y por la tarde. Para la toma del líquido ruminal, se utilizó una sonda ruminal en forma de “Y”, un Matraz Erlenmeyer de 500 ml a temperatura de 39°C. Se elaboraron cinco dietas isoenergéticas e isoproteicas, con diferentes porcentajes de inclusión de semilla de girasol (0,3,6,9 y 12 %).

Se utilizaron viales de vidrio de 120 mL, a éstos se les agregó 0.5 g. de muestra de dieta y se les fue adicionando 40 mL de inóculo, así como un flujo constante de CO₂ y se fueron cubriendo con tapones de hule y sellando con arillos de aluminio, para ser colocados en incubación dentro de un baño maría (Felisa Thermo Baño) a 39°C, las lecturas se hicieron a las 0, 6, 12, 24, 48 y 72 horas de incubación, durante el proceso se utilizó un aparato de desplazamiento de agua (Fedorak and Hrudehy, 1983). La cinética ruminal se determinó con una regresión no lineal a través de paquete grafico Sigma Plot ver. 12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de digestibilidad *in vitro* de la materia seca se presentan en el Cuadro 1. Aunque la digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) a las 6, 12, 24 y 48 h, no se afectó ($P>0.05$) por la inclusión de semilla de girasol en la dieta (Cuadro 2), al igual que en otras investigaciones con semillas de oleaginosas (Machmueller *et al.*, 2000), a las 72 h de incubación se presentó una disminución lineal ($P=0.03$) en la DIVMS por el incremento gradual de semilla de girasol en la dieta; obteniendo un promedio total de digestibilidad en las dietas elaboradas con semilla de girasol (75.65 %) 0.36 % menor que el tratamiento testigo (75.92%).

Cuadro 1. Digestibilidad (%) *in vitro* de la materia seca de una dieta elaborada con semilla de girasol.

Incubación, h	Inclusión de semilla, %					EEM ¹	P ²	
	0	3	6	9	12		Lineal	Cuadrático
6	46.99	50.78	48.26	45.20	47.58	2.02	0.50	0.68
12	57.47	59.46	54.13	50.42	60.18	2.64	0.67	0.12
24	67.37	69.04	70.04	69.50	69.46	2.03	0.49	0.55
48	75.92	79.42	78.04	76.43	76.60	2.12	0.81	0.42
72	75.92	77.23	77.66	76.20	71.67	1.29	0.03	0.01
Parámetros de cinética								
a + b	78.12	77.40	75.86	74.99	73.22			
C	0.07	0.08	0.07	0.08	0.09			

¹Error estándar de la media, ²Probabilidad de un efecto significativo (efecto lineal y cuadrático).

^{abc}Media con letra distinta entre líneas son diferentes ($P < 0.05$).

Los valores de producción de gas *in vitro* por gramo de MS incubada se presentan en el Cuadro 2. En él se observa que el incremento gradual de semilla de girasol en la dieta no afectó ($P>0.05$) la producción de gas *in vitro* por gramo de MS incubada, ya que se obtuvo un promedio total de 325.9 mL de producción de gas en las dietas elaboradas con semilla de girasol, en comparación con los 330.9 mL del tratamiento testigo. Estos resultados coinciden con los reportados por Ivan *et al.* (2001) y Mir *et al.* (2003) quienes al utilizar 6 % de aceite de semilla de girasol en una dieta para ovinos, no encontraron incrementos en la producción de gas en una prueba de fermentación *in vitro*. Cabe señalar que el nulo efecto en la producción de gas *in vitro* de este estudio contrasta con el incremento en la producción de gas *in vitro* reportado por otros investigadores (Casalmaglia *et al.*, 2007; Jimenez-Peralta *et al.*, 2011), cuando utilizaron como aditivos extractos de plantas con metabolitos secundarios para modificar el proceso de fermentación ruminal.

Cuadro 2. Producción de gas *in vitro* (mL) por gramo de materia seca de una dieta elaborada con semilla de girasol.

Incubación, h	Inclusión de semilla, %					EEM ¹	P ²	
	0	3	6	9	12		Lineal	Cuadrático
6	108.0	107.2	108.2	106.9	107.1	1.76	0.72	0.95
12	194.3	194.9	191.1	194.3	190.1	5.64	0.49	0.86
24	265.0	266.7	256.4	265.2	257.4	7.52	0.38	0.99
48	311.6	313.0	301.3	313.5	300.8	9.32	0.44	0.86
72	330.9	333.1	319.6	328.1	318.2	10.0	0.31	0.95
Parámetros de cinética								
a + b	327.6	329.9	310.9	322.9	314.3			
C	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07			

¹Error estándar de la media. ²Probabilidad de un efecto significativo (efecto lineal y cuadrático).

^{abc}Media con letra distinta entre líneas son diferentes ($P < 0.05$).

CONCLUSIÓN

La semilla de girasol no incrementó la digestibilidad de la MS ni la producción de gas *in vitro* de una dieta con 80 % de concentrado en las concentraciones evaluadas.

REFERENCIAS

- Berthelot V. Bas, P. Pottier, E. Normand, J. 2012. The effect of maternal linseed supplementation and/or lamb linseed supplementation on muscle and subcutaneous adipose tissue fatty acid composition of indoor lambs Effects on methane production, rumen fermentation, and milk production. *Meat Sci.* 90: 548–557
- Bertrand Matthäus, Luciana G. Angelini. 2003. Anti-nutritive constituents in oilseed crops from Italy; *Industrial Crops and Products* 21: 89–99.
- Dixon, R.M., B.J. Hosking¹, A.R. Egan², R.M. Dixon³, B.J. Hosking¹, A.R. Egan. 2003. Effects of oilseed meal and grain-urea supplements fed infrequently on digestion in sheep 1. Low quality grass hay diets, *Anim. Feed Sci. Technol.* 110:75–94
- Gibb, D. J., F. N. Owens, P. S. Mir, Z. Mir, M. Ivan and T. A. McAllister; 2004 Value of sunflower seed in finishing diets of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.* 82: 2679-2692.

- Ivan, M., Entz, T., Mir, P. S., Mir, Z. and McAllister, T. A. 2003. Effects of sunflower seed supplementation and different dietary protein concentrations on the ciliate protozoa population dynamics in the rumen of sheep. *Can. J. Anim. Sci.* 83: 809–817.
- Peng Y.S., M.A. Brown, J.P. Wua, Z. Liu. 2010., Different oilseed supplements alter fatty acid composition of different adipose tissues of adult ewes. *Meat Sci.* 85:542–549
- Rizzi L, Simioli, M, Sardi, L, Giorgio,M. P. 2002. Carcass quality, meat chemical and fatty acid composition of lambs fed diets containing extruded soybeans and sunflower seeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 97:103-114.

PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LECHE DE CRUZAS DE OVEJAS (EAST FRIESIAN X PELIBUEY), BAJO DOS MÉTODOS DE CRIANZA: ARTIFICIAL Y NATURAL

M. Martínez Puebla, J. Gutierrez Molotla, A. Lizarazo Chaparro, J. Álvarez León.

*Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA).
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Nacional Autónoma de México
(UNAM).*

E-mail: aderin_@hotmail.com

RESUMEN

Dos grupos de ocho borregas F₁ East Friesian X Pelibuey, fueron evaluados en su primera lactancia para producción y composición de leche a lo largo de 120 días en el grupo de lactancia natural (LN), y 55 días en el de lactancia artificial (LA). Adicionalmente se comparó el crecimiento de las crías en ambos sistemas hasta el destete. La producción de leche fue diferente ($p < 0.001$) entre LN y LA, siendo mayor para LA. En cuanto a composición de leche no hubo diferencias significativas para ningún componente, sin embargo se presentaron mayores valores para los componentes de grasa (5.61 vs 5.45) para LA y LN, respectivamente. En cuanto al crecimiento de los corderos, las ganancias de peso fueron mayores en LN hasta la semana 4 de vida, donde ésta comenzó a ser mayor para el grupo de LA (2.05 Vs 1.60 Kg), dando como resultado un mayor peso al destete para el grupo de LA vs LN (16.85 Kg Vs 14.75); sin embargo, estadísticamente no se encontró diferencia significativa ($p > 0.5$). Los resultados obtenidos demuestran que el ordeño de borregas cruzadas, es factible en lactancias de 120 días bajo condiciones de estabulación total, teniendo una producción mayor que para algunas razas especializadas.

Palabras clave: Ordeña, lactancia, calidad, crecimiento, ovinos, estabulación

INTRODUCCIÓN

Entre la leche de las hembras domésticas, la de oveja es muy apreciada debido a sus características físicoquímicas, con valores promedio de grasa (6.5 %), proteína (5.5%) y lactosa (4.8%) superiores a los que poseen la leche de vaca y cabra. Estas características la hacen ideal para el consumo humano como leche fluida (en algunos países en desarrollo) o para su transformación en subproductos derivados como queso y yogurt, principalmente.

De acuerdo a estimaciones de la FAO, en 2010 la producción mundial de leche de borrega fue de 10,046,500 ton, y se concentró sobre todo en Asia y Europa, donde tiene mayor importancia debido a la elaboración de productos con gran valor agregado. En contraste, en el continente americano esta actividad se ha desarrollado poco, lo que se refleja en la falta de datos al respecto y que solo se considere que aporte el 0.4% del total producido a nivel mundial. Sin embargo, existe un enorme potencial para su explotación, debido a su demanda creciente de proteína de origen animal así como sus altos rendimientos a nivel industrial.

En México la ovinocultura está enfocada en la producción de carne y en menor grado a la lana, por lo que hay pocas referencias con relación al potencial de la producción de leche ovina y son aislados los lugares en donde se lleva a cabo esta actividad con fines comerciales (SIAP, 2011). En un estudio (Gutiérrez, 1996) en el que se usaron tres de las principales razas (*Suffolk*, *Pelibuey* y *Rambouillet*), se obtuvieron algunos datos sobre la producción láctea y los días que

permanecieron en ordeño, teniendo en promedio de producción en litros por día: 0.39 en la *Suffolk* (101 días), 0.43 en la *Rambouillet* (73 días) y 0.21 en la *Pelibuey* (50 días).

Debido al aumento en la demanda de proteína de origen animal, a la importancia de diversificar la obtención de ésta y a la escasez de datos con respecto a la producción de leche de borrega, se hace necesaria la investigación enfocada a evaluar datos productivos bajo condiciones específicas.

El objetivo de este trabajo fue evaluar en la primera lactancia la producción y composición de leche, así como comparar el crecimiento de las crías de borregas F1 (East Friesian X Pelibuey) bajo dos sistemas de crianza (natural y artificial) en condiciones de estabulación en el centro de la República Mexicana.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se llevó a cabo en el Centro de Enseñanza Práctica e Investigación en Producción y Salud Animal (CEPIPSA) de la FMVZ de la UNAM. Ubicado en el D.F; a 19° latitud norte y 99° longitud Oeste a una altura de 2760 metros sobre el nivel del mar; el clima de la región es c (w) b (ij), que corresponde a semifrío semihúmedo con lluvias en verano, con una precipitación pluvial de 800 a 1200 milímetros anuales y una temperatura promedio de 19° C. (FMVZ, 2012)

Animales y tratamientos

Se usaron 16 borregas primaras F1 (East-Friesian X Pelibuey) divididas aleatoriamente en dos grupos de 8 animales cada uno: lactancia natural (LN) y lactancia artificial (LA).

Las borregas LA se separaron de sus corderos inmediatamente después del parto, después del encalostrado (5 días) fueron alimentados con leche de cabra más un sustituto de leche en polvo para uso humano hasta el día 60. Las borregas LN permanecieron con sus corderos durante 60 días hasta el destete. Ambos grupos estuvieron en corrales separados y bajo un manejo de estabulación total, con una dieta completa que incluyó avena y alfalfa molida, ensilado de maíz y concentrado comercial, de acuerdo a sus requerimientos (NRC, 2007), y una relación forraje:concentrado (70:30).

A partir del día 10 los corderos de ambos grupos recibieron alfalfa ad-libitum y 300 g de alimento preiniciador (Lamb-tech®).

Colección de datos

El grupo LA fue ordeñado de forma manual dos veces al día (9 a.m. y 4 p.m.), del día 1 al 120; mientras que el grupo LN se ordeñó a partir del destete (d 60), dos veces al día (8 am y 3 pm), hasta el día 120 de lactación, midiéndose semanalmente la producción hasta el día 120, analizando la composición para: grasa, proteína, lactosa, sólidos no grasos y sólidos totales usando el equipo Lactoscan®. Los corderos fueron pesados semanalmente hasta el destete.

Análisis estadístico

Se realizó una estadística descriptiva para la comparación del peso de los corderos de LA y LN, y adicionalmente se hizo una prueba de T para comparaciones pareadas estableciéndose un nivel de significancia de $P \leq 0.05$ en producción, composición de leche y GDP de los corderos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del día 60 en donde se comenzaron a ordeñar ambos grupos se encontraron diferencias en producción ($P < 0.001$) entre el grupo LA (623.9 ml/d) y LN (444.6ml/d) (Figura 1). Al comparar los promedios de producción con los resultados de McKusick *et al.* (2001) de cruza de East Friesian se observa de igual manera que la producción de leche en borregas de LA es mayor que en LN (1.42 kg y 1.11 kg/d, respectivamente).

En cuanto a la composición, no hubo diferencia estadística significativa. En este sentido, el porcentaje de grasa en ambos grupos se encuentra por debajo de lo reportado en la bibliografía (Pulina, 2004); no obstante en comparación con los trabajos de McKusick *et al.* (2001) y Ochoa *et al.* (2009) con borregas ordeñadas en sistemas estabulados, la media que obtuvieron en grasa (5.06 y 5.78, respectivamente), es similar a la obtenida en este trabajo.

Como se observa en la Figura 2, el peso al destete de los corderos en lactancia artificial fue mayor (16.8 kg) que en los de lactancia natural (14.7Kg); sin embargo durante las primeras cuatro semanas la tendencia es contraria teniendo un punto similar en la semana 5 que coincide con los resultados obtenidos por McKusick *et al.* (2001), quienes no observaron diferencias entre ambos grupos a los 30 días. Estadísticamente no se encontró diferencia significativa ($p > 0.5$).

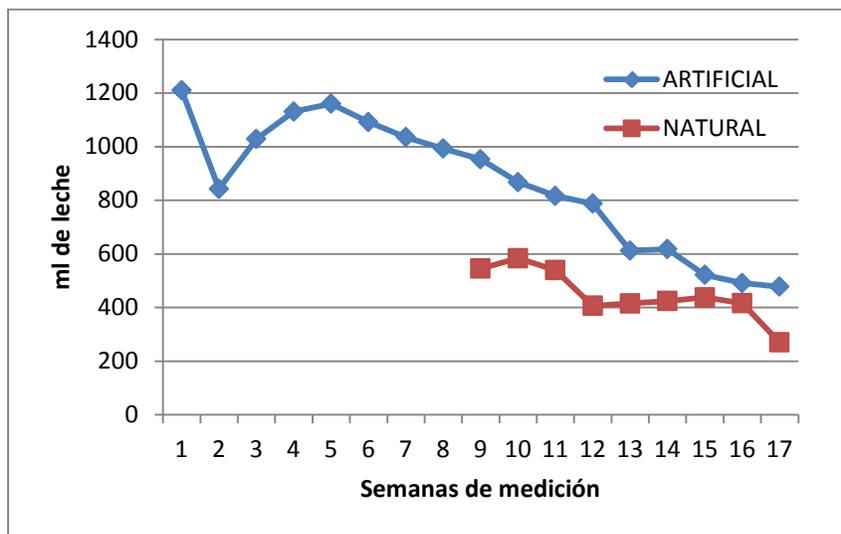


Figura 1. Promedio de producción láctea por día.

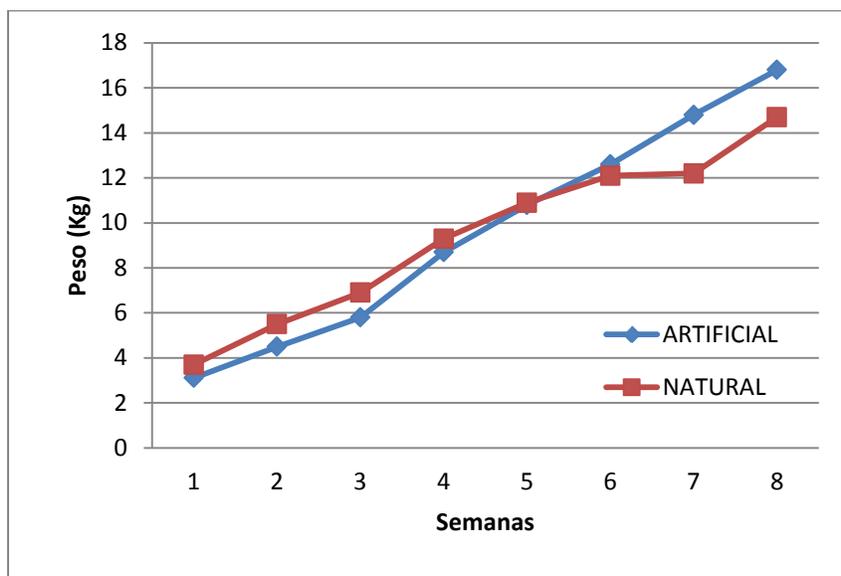


Figura 2. Promedio de peso semanal de los corderos en lactancia artificial y natural hasta el destete.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los datos obtenidos se concluye que es factible la ordeña de borrega, del cruce de East Friesian x Pelibuey el cual podría ser una alternativa para llevarla a cabo bajo condiciones de estabulación ya que la producción total a los 120 días de lactancia es equiparable a la que se obtiene de razas completamente especializadas. Adicionalmente el periodo de lactancia en los corderos podría acortarse, para así obtener mayor cantidad de leche comerciable. Se hacen necesarias evaluaciones adicionales sobre el comportamiento en pastoreo y su efecto en la calidad de la leche.

REFERENCIAS

- Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. 2012. Centros de enseñanza. CEPIPSA <http://www.fmvz.unam.mx/fmvz/centros/cepipsa/localizacion.html>. (Citado 5 de octubre de 2012).
- FAO. FAOST. 2012. Production. Livestock primary. <http://faostat.fao.org/site/569/default.aspx#ancor> (Citado 6 de octubre de 2012)
- G. Pulina. 2004. Dairy sheep nutrition. CABI Publishing. London, UK. p 1
- Gutiérrez, Carlos. 1996. Evaluación de la producción láctea de oveja en un sistema de producción intensivo. Obtenido por ordeño manual y por pesaje del cordero antes y después de amamantarse. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de medicina Veterinaria y Zootecnia.
- McKusick B. C., Thomas D. L., Berget Y. M. 2001. Effect of weaning system on commercial milk production and lamb growth of East Friesian dairy sheep. J. Dairy Sci. 84: 1660-1668.
- NRC. 2007. Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids. National Academy of Science, Washington, D. C.
- Ochoa, A., L. Vega, M. Ochoa, P. Bisset y G, Torres. 2009. Características físico-químicas de la leche de ovejas Rambouillet bajo manejo intensivo. Revista Científica, FCV-LUZ. Vol. XIX, N° 2. 196-200.
- SAGARPA. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. 2012. Resumen nacional de la producción pecuaria. http://siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=361 (Citado 6 de octubre de 2012)

PRODUCCIÓN DE FORRAJES Y VALOR NUTRITIVO DE *Brachiaria humidicola* A DIFERENTES RÉGIMEN DE PASTOREO

A. Cruz-Hernández, A. Gómez-Vázquez, E. de la Cruz-Lázaro, J.C. Álvarez-Rivero, N.P. Brito-Manzano, J.C. Morales-Rebolledo

*División Académica de Ciencias Agropecuaria, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
E-mail: ingaldeacruz@hmc@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo de la investigación fue estudiar la acumulación y el valor nutritivo del pasto *B. humidicola* a diferentes estrategias de manejo. Se evaluaron dos frecuencias de pastoreo (21 y 28 días) y dos intensidades de pastoreo (9-11 y 13-15 cm de altura residual), distribuidas aleatoriamente en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 2x2 y tres repeticiones. El pasto *B. humidicola*, presentó mayor digestibilidad y proteína cruda en la época de nortes con pastoreo severo cada 21 días, seguida por las épocas de seca y lluvias respectivamente. En lluvias se concentró el 65% de la producción anual de forraje. En tanto que la mayor Tasa de Crecimiento (TC) promedio estacional durante el experimento fue 38, 21 y 9 kg MS ha⁻¹d⁻¹ para la frecuencia de 28 días, respectivamente. Se concluye que la mejor calidad de forraje se presentó al cosechar severamente cada 21 días en la época de nortes, la mayor producción de forraje total y TC se obtuvo al cosechar a una intensidad de pastoreo ligero cada 28 días, en la época de lluvias.

Palabras clave: acumulación, tasa de crecimiento, frecuencia e intensidad de pastoreo

INTRODUCCIÓN

Las plantas forrajeras tropicales presentan alto potencial de producción de materia seca; sin embargo, las condiciones ambientales y el manejo de las praderas inciden en el rendimiento y calidad de las mismas. De tal manera, cuando una pradera es sometida a diferentes manejo el efecto en el rendimiento no solo se le atribuye a los factores ambientales, si no a la respuesta de la planta después de la defoliación (Hodgson, 1990), lo cual depende de los componentes tanto de la frecuencia como de la intensidad de pastoreo a la que es sometida la pradera. El pasto *B. humidicola* cv Chetumal se encuentra ampliamente distribuido en la región tropical de México, debido a su capacidad de adaptación a las condiciones edafoclimáticas de esta región, existen reportes de producciones anuales de materia seca de hasta 15 t ha⁻¹ en condiciones de suelos ácidos e infértiles, sin embargo, presentan bajo contenido de proteína bruta (5%) y digestibilidad de la materia seca de hasta 55% (Teixeira *et al.*, 1999; Moura *et al.*, 2002). El objetivo de esta investigación fue estudiar el efecto de la acumulación y valor nutritivo del pasto *B. humidicola* a diferente frecuencia e intensidad de pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de noviembre 2009 a octubre 2010 en el Área Experimental de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, localizado a 17° 46' 56" LN y 92° 57' 28" LO, a 10 msnm, ubicada en el municipio del Centro, Tabasco. Con un clima Am (f) (i') gw. El suelo corresponde a luvisol crómico. La precipitación presentó la siguiente distribución durante el experimento en nortes, seca y lluvias (11.3, 8.4 y 56.3 % respectivamente), con mayor precipitación en el mes de septiembre (545 mm) y con

temperatura máxima y mínima de 34 y 30 °C en el mes de mayo. Se ocupó un área de 1200 m² (37.5 x 48 m), dividida en 12 unidades experimentales de 100 m² (12.5 x 8 m), distribuidas en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial 2x2 dos frecuencias de pastoreo (FP: 21, 28 días) y dos intensidades de pastoreo (IP: severa 9-11 cm, ligera 13-15 cm de altura). Para evaluar la acumulación de forraje, un día antes de iniciar el estudio, se colocaron aleatoriamente, en cada repetición, dos cuadros fijos de 50 cm x 100 cm, los cuales se cosecharon con tijeras un día antes de cada pastoreo todo el forraje presente de acuerdo a la intensidad y frecuencia correspondientes. Para determinar el valor nutritivo a mediado de cada época, se tomó una muestra de aproximadamente 5 kg de forraje verde (100% hoja), la cual se lavó y depositó en bolsas de papel debidamente etiquetada, se secó en una estufa de aire forzado a 55 °C durante 48 horas y después se molió (malla de 1 mm de diámetro). Posteriormente, se tomaron submuestras para realizar las siguientes determinaciones: Proteína, mediante el método de Microkjendhal. La materia seca digestible se determinó con la técnica descrita por Orskov *et al* (1980). El contenido de fibra detergente neutro se determinó con la metodología descrita por Van Soest *et al.* (1991). El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS (2001). Las comparaciones de medias se realizaron con la prueba de Tukey ajustado al P≤0.05 (Steel y Torrie, 1988).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La digestibilidad *in situ* de la materia seca (*DIGMS*) no presentó efecto de intensidad ni de frecuencia de pastoreo (P>0.05) en todas las épocas evaluadas; sin embargo, la *DIGMS* disminuyó al aumentar el intervalo entre pastoreos, en todas las épocas del año (Cuadro 1). Similar comportamiento se obtuvo con proteína cruda (PC). La nula diferencia, tanto en la *DIGMS*, como en el contenido de PC pudo deberse al método utilizado en la colecta del material vegetal, ya que solo se cosecho el forraje que se encontraba por arriba de la altura de pastoreo, lo cual ocasionó que este fuese integrado prácticamente por hoja, que es mas digestible que el tallo y el material muerto. Los resultados mostraron que los cambios en *DIGMS* con incrementos en la frecuencia de pastoreo fueron paralelos con los cambios en el contenido de proteína cruda. En este sentido Hodgson (1990) señala que conforme la edad de rebrote aumenta el valor nutritivo disminuye. Otras evidencias muestran en pasto *B. Brizantha* como la digestibilidad disminuyó de 61.0 a 47.7% al cosechar a los 21 y 42 días (Rodríguez *et al.*, 2001). Al igual que la *DIGMS* y PC, la FDN no presentó efecto significativo de frecuencia ni de intensidad de pastoreo durante todo el experimento.

La frecuencia de pastoreo afectó la acumulación de forraje en todo el periodo experimental (P<0.05). En lluvias se concentró el 65% de la producción anual de forraje, seguido por las épocas de nortes y seca al cosecharse cada 28 días, así mismo, al incrementar el intervalo entre pastoreos de 21 a 28 días el rendimiento anual aumentó (P<0.05) en un 42% (cuadro 2). La intensidad de pastoreo no presentó diferencia en la época de seca, pero si difirió (P<0.05) en las demás épocas en todo el periodo experimental. Con respecto a la Tasa de Crecimiento (TC), no hubo efecto intensidad en la época de seca (P>0.01); sin embargo, las demás épocas fueron afectado por la frecuencia e intensidad de pastoreo (P<0.05). La TC aumentó conforme se incrementó el intervalo entre pastoreo y se pastoreo menos severamente (P<0.05) durante el experimento. El intervalo de pastoreo de 28 días presentó 29% mayor TC promedio anual que el de 21 días (Cuadro 1). La mayor TC promedio estacional fue 38, 21 y 9 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ (P<0.05) para las frecuencias de 28 días, respectivamente.

Cuadro 1. Digestibilidad de la Materia Seca (DIGMS), Proteína Cruda (PC), Fibra Detergente Neutro (FDN) del pasto *B. humidicola* a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo.

Frecuencia (días)	Intensidades	Épocas del año		
		Nortes	Seca	Lluvias
DIGMS (g kg MS)				
21		600a	539a	493a
28		575a	518a	456a
	Severo	627a	541a	483a
	Ligero	548a	516a	466a
EEM		30	29	73
Intensidad de pastoreo		ns	ns	ns
Frecuencia de pastoreo		ns	ns	ns
PC (g kg MS)				
21		72a	83a	60a
28		67a	79a	60a
	Severo	70a	83a	63a
	Ligero	69a	79a	57a
EEM		2	4	3
Intensidad de pastoreo		ns	ns	ns
Frecuencia de pastoreo		ns	ns	ns
FDN (g kg MS)				
21		486a	492a	576a
28		541a	565a	629a
	Severo	494a	515a	596a
	Ligero	533a	542a	608a
EEM		37	35	26
Intensidad de pastoreo		ns	ns	ns
Frecuencia de pastoreo		ns	ns	ns

Nortes (noviembre-febrero), Seca (marzo-mayo), Lluvias (junio-octubre). Severo (9 -11 cm) y ligero (13-15 cm). ns= no significativo. ab= Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia ($P<0.05$); EEM= Error estándar de la media.

Los resultados muestran que la velocidad de crecimiento de la pradera de pasto *B. humidicola* varió con las condiciones ambientales, y con base en el manejo del pastoreo. La época de lluvias presenta condiciones favorables de precipitación y temperatura que estimularon la tasa de crecimiento y rendimiento de las plantas (Cuadro 2), lo cual concuerda con la distribución de precipitación y temperatura observadas en el presente estudio, en donde la mayor precipitación (56.3%) se registró en la época de lluvias, según Festo *et al.* (2003), quienes encontraron que las hojas incrementa su aparición, cuando existen temperatura entre 20 a 32.5 °C, pero disminuye cuando la temperatura superan los 35 °C. Con respecto a la época de nortes, los cambios se pudieron deber, a que el crecimiento de las plantas es inhibida por las bajas temperaturas, mientras que la época de estrés hídrico, el lento crecimiento sólo permitió la cosecha del escaso rebrote constituido principalmente por hojas.

CONCLUSIÓN

El mayor contenido de DIGMS y PC se obtuvo en la época de nortes al pastorear severamente cada 21 días, en tanto que la mayor acumulación de forraje total y TC se presentó al cosechar a una intensidad de pastoreo ligera cada 28 días, en las épocas de lluvias.

Cuadro 2. Acumulación estacional y anual de la materia seca y tasa de crecimiento del pasto *B. humidicola* a diferente frecuencias e intensidades de pastoreo.

Frecuencia (días)	Intensidad	Épocas del año			Acumulación anual
		Nortes	Seca	Lluvias	
Acumulación de forraje (kg MS ha⁻¹)					
21		1702b	367b	4298b	6367
28		2371a	834a	5849a	9054
	Severo	1840b	521a	4782b	7143
	Ligero	2233a	680a	5365a	8278
EEM		41	36	44	
Intensidad de pastoreo		**	ns	**	
Frecuencia de pastoreo		**	**	**	
Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹)					
21		19b	4b	28b	17
28		21a	9a	38a	22
	Severo	15b	6a	31b	17.3
	Ligero	18a	7a	35a	20
EEM		0.42	0.41	0.27	
Intensidad de pastoreo		**	ns	**	
Frecuencia de pastoreo		**	**	**	

Nortes (noviembre-febrero), Seca (marzo-mayo), Lluvias (junio-octubre). Severo (9 -11 cm) y ligero (13-15 cm). ns= no significativo; ** $P \leq 0.01$; * $P \leq 0.05$ abc= Diferente literal minúscula, en cada columna, indican diferencia ($P < 0.05$); EEM= Error estándar de la media.

REFERENCIAS

- Festo, J.M., Sabed, N.A., Jeremy, A.R. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. *Crop Science*. 43: 1375-1379
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management. Science into practice*. Ed. Harlow, England: Longman Scientific & Technical. 203 pp
- Moura, L.O., Braga, C.M., Bastos de Veiga, J. Amador da Costoa, N. 2002. Avaliação de pastagem de quicuío-da-amazônia (*Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickhardt) en sistema de pastejo rotacionado intensivo, en Belén, Pará. *Pasturas Tropicales*, CIAT. 24: 30-39
- Orskov, E.R., Hovell, F.D., Mould, F. 1980. The use of the nylon bag technique for the evaluation of feedstuff. *Trop. Anim. Prod.* 5:195-213
- Rodríguez, I., Crespo, G., Fraga, S. 2001. Efecto de las excreciones del ganado vacuno en el rendimiento y composición mineral del pasto y en la composición química del suelo. En: Primer foro Latinoamericano Pastos y Forrajes. San José de las Lajas, La Habana. Cuba. pp. 6-12.
- Steel, R.G. y Torrie, J.H. 1988. *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. 2^a, ed, McGraw Hill. México. 622 p

- Teixeira, N.J.F., Lourenço, J.J.B., Couto, W.S., Camargo, A.P. e Moraes, M.P.S. 1999. Proteína bruta e toores de minerais em *Brachiaria humidicola* nallha de majaró Pará. Brasil. Pasturas Tropicales, CIAT. 21: 49-53.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysacharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci 74: 3583-3597.

RENDIMIENTO PRODUCTIVO DE VACAS HOLSTEIN Y PARDO SUIZO CON DIFERENTES TIEMPOS DE PASTOREO EN EL VALLE DE TOLUCA, MÉXICO

R. Vieyra-Alberto, H. Castro-Hernández, I. Domínguez-Vara, E. Morales-Almaráz

Departamento de Nutrición Animal, FMVZ-UAEM. Campus Universitario “El Cerrillo”, Toluca, México.

E-mail: maernesto@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diferentes tiempos de pastoreo sobre el contenido y rendimiento de grasa, proteína y lactosa en leche de vacas Holstein y Pardo Suizo. Se utilizaron 9 vacas en un cuadrado latino 3x3, con periodos experimentales de 15 días. La alimentación estuvo basada en un sistema mixto, pastoreo complementado con 5.0 kg de materia fresca de concentrado y ensilado de maíz a libre acceso. Los tiempos de pastoreo fueron: 1) Ocho horas de pastoreo continuas (**8h**); 2) Ocho horas de pastoreo divididas en dos tiempos de cuatro horas (**4x4h**); y 3) Doce horas de pastoreo continuas (**12h**). El consumo de ensilado y concentrado se calculó por diferencia entre la oferta y el rechazo; el consumo de pasto se estimó por el método de rendimiento animal, obtenido a partir de la diferencia entre la estimación de los requerimientos de energía neta total del ganado lechero según el NRC (2001), y de los aportes de energía neta de los alimentos consumidos en la estabulación (Macon *et al.*, 2003). Los datos se analizaron con el procedimiento GLM (SAS, 2002) para un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3x2, considerando el efecto de genotipo animal, el tiempo de pastoreo y su interacción. El consumo de ensilado fue menor ($P<0.05$) en el tratamiento **12h**. El genotipo Holstein con **4x4h** pastoreo mostró mayor ($P<0.05$) producción de leche y bajo contenido de proteína en leche comparado con las vacas Pardo Suizo en **4x4h**. El rendimiento de grasa fue mayor ($P<0.05$) en vacas Holstein. Se concluye que el tiempo de pastoreo asignado no tuvo influencia sobre el consumo de pasto ni sobre el consumo de materia seca total, sin embargo, la estrategia de evaluación en su conjunto pastoreo-concentrado-ensilado de maíz fue capaz de modificar la producción de leche sin alterar su contenido de grasa, pero con fluctuaciones en el contenido de proteína y lactosa.

Palabras clave: bovinos, componentes en leche.

INTRODUCCIÓN

La composición de la leche puede ser modificada, entre otras cosas, por la alimentación (Bauman *et al.*, 2006) y el genotipo (Carroll *et al.*, 2006). Algunos autores reportan variabilidad de resultados en cuanto a rendimiento y composición de la leche por influencia de la estrategia de alimentación cuando incluyen la suplementación con concentrado, forrajes conservados y forraje fresco aprovechado en pastoreo (Albarrán *et al.*, 2002; Anaya-Ortega *et al.*, 2009; Morales-Almaraz *et al.*, 2010). El pastoreo se ha considerado la fuente de nutrientes más barata para la alimentación de vacas, sin embargo, se deben ofrecer grandes cantidades de pasto para asegurar un consumo elevado de materia seca y por tanto una alta producción láctea (Stockdale, 2000). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de diferentes tiempos de pastoreo sobre la producción y composición de la leche de vacas Holstein y Pardo Suizo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio comprendió tres periodos experimentales de 15 días (10 de adaptación y 5 de medición), se utilizaron nueve vacas de los genotipos Holstein (seis) y Pardo Suizo (tres), con una producción láctea de 21.0 ± 3.86 kg. Las vacas se agruparon en tres grupos con tres animales, cada grupo estaba conformado por dos vacas Holstein y una Pardo Suizo, en un cuadrado latino cruzado 3×3 . Se asignaron tres tiempos de pastoreo: 8 horas continuas (**8h**), 8 horas fraccionadas en dos tiempos de cuatro horas (**4x4h**) y 12 horas continuas (**12h**).

Se asignó una oferta de pasto de 22 kg MS/vaca/día en la pradera, se suministraron 5.0 kg en base húmeda (BH)/día de concentrado dividido en dos comidas y ensilado de maíz a libre acceso en la estabulación. Se realizaron dos ordeños al día, 06:00h y 15:00h. Finalizado el ordeño matutino (07:00h), los tres grupos de animales salían a la pradera. El grupo en **4x4h** permaneció en la pradera hasta las 11:00h después fueron trasladadas al establo donde se les suministró ensilado de maíz y 2.5 kg de concentrado, y permanecía en la estabulación hasta el ordeño vespertino (15:00h), al termino de éste nuevamente eran trasladadas a las praderas donde permanecían de 16:00 a 20:00h, posteriormente regresaban al corral donde se les ofertó nuevamente ensilado de maíz y 2.5 kg de concentrado. Los animales en los tratamientos con **8h** y **12h** de pastoreo, permanecían en la pradera en el intervalo entre ordeños (de 07:00 a 15:00h). El grupo en **8h**, al término del ordeño vespertino fueron trasladados al establo donde permanecieron el resto del día. En el corral se les proporcionó ensilado de maíz y 5.0 kg de concentrado dividido en dos comidas de 2.5 kg (a las 16:00 y 20:00h). Los animales en **12h**, al termino del ordeño vespertino, fueron trasladados a la pradera permaneciendo hasta las 20:00h, después regresaron al corral donde se les proporcionó 2.5 kg de concentrado a las 20:00 y 24:00h. En la estabulación, al momento del suministro de concentrado todos los animales recibieron ensilado de maíz.

Los datos de valor nutritivo de los alimentos se obtuvieron por métodos convencionales. El consumo de ensilado de maíz y concentrado se calculó por diferencia entre la oferta y rechazo. El consumo de forraje en pastoreo se estimó mediante el método descrito por Macoon *et al.* (2003). Las muestras de leche fueron recolectadas al momento del ordeño individualmente. La composición química de la leche se determinó con un equipo Lactoscan (Milk analyzer). Para el análisis estadístico se utilizó el GLM de SAS (2002) para un diseño completamente al azar con arreglo factorial 3×2 , considerando el efecto de genotipo animal (Holstein y Pardo Suizo) y el tiempo de pastoreo (4x4h, 8h y 12 h). Se aplicó la prueba de Tukey para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A excepción del contenido de proteína cruda (PC) y lignina (LAD), el resto de componentes en el ensilado mostraron diferencias a lo largo del desarrollo experimental, observándose mayor ($P < 0.05$) contenido de materia seca (MS) y materia orgánica (MO) en el periodo 2 y 3, caso contrario para FND y FAD en comparación con el periodo 1. Para el caso del pasto el contenido de MS fue mayor ($P < 0.05$) en el periodo 1 y 3, periodos en los que el contenido de FAD fue menor y no diferentes ($P > 0.05$). El contenido de PC en el pasto incrementó con el transcurso del experimento (Cuadro 1).

El tiempo de pastoreo afectó ($P < 0.05$) el consumo de ensilado de maíz en el ganado lechero evaluado (Cuadro 2).

Cuadro 1. Composición química (g/kg de MS) del ensilado de maíz y pasto consumido por las vacas durante tres periodos de muestreo

Periodo	Ensilado de maíz					Pasto				
	1	2	3	EEM ¹	P<	1	2	3	EEM ¹	P<
MS	279 ^b	333 ^a	320 ^{ab}	12.81	0.0288	295 ^a	277 ^b	287 ^a	2.048	0.0063
MO	932 ^b	941 ^a	941 ^a	1.580	0.0018	861 ^b	871 ^b	909 ^a	4.434	0.0008
PC	69.6	67.1	64.4	2.169	0.2726	133 ^b	161 ^{ab}	177 ^a	8.219	0.0284
FND	622 ^a	543 ^b	485 ^c	13.59	<.0001	518	555	535	9.711	0.1424
FAD	351 ^a	301 ^b	281 ^b	9.134	0.0005	248 ^b	271 ^a	240 ^b	3.390	0.0137
LAD	45.1	37.3	40.8	3.138	0.2474	23.1	33.3	25.2	2.451	0.0860
ENL ²	1.35	1.47	1.52	-----	-----	1.50	1.50	1.60	-----	-----

^{abc} Valores medios en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($P<0.05$)

¹EEM= Error estándar de la media

²ENL = Energía neta de lactación, $(9.07 - 0.0097 * FAD) / 4.184$ propuesto por Menke y Steingass (1988).

Cuadro 2. Ingestión diaria de alimento (kg/MS) de vacas Holstein y Pardo Suizo con diferentes tiempos de pastoreo en el valle de Toluca

Genotipo(G)	Holstein			Pardo Suizo			EEM ²	G	P	G*P	
	Pastoreo(P ¹)	12h	4x4h	8h	12h	4x4h					8h
Ensilado		6.43	8.94	10.11	6.01	8.51	9.33	0.864	0.4754	0.0030	0.9755
Concentrado		4.48	4.48	4.48	4.48	4.48	4.48	-----	-----	-----	-----
Pasto ³		11.62	11.03	12.00	12.85	8.98	12.94	2.558	0.9872	0.6381	0.8043
Ingesta total		22.54	24.45	26.60	23.35	21.98	23.88	2.324	0.5528	0.7617	0.7639
Ingesta % PV		3.69	4.02	4.36	3.80	3.59	3.93	0.388	0.5380	0.7466	0.7819

^{abc} Valores medios en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($P<0.05$).

¹P = tiempo de pastoreo: 8h = Pastoreo de 07:00 a 15:00h; 4x4h = Pastoreo de 07:00 a 11:00h y de 16:00 a 20:00h; 12h = Pastoreo de 07:00 a 15:00h y 16:00 a 20:00h.

²EEM = error estándar de la media.

³Estimado utilizando el método de rendimiento del animal (Macon *et al.*, 2003).

Se observó efecto ($P<0.05$) de la interacción del genotipo*tiempo de pastoreo sobre la producción de leche, proteína y lactosa (Cuadro 3). Albarrán *et al.* (2002) no observaron diferencias en la producción (19.0 kg/d) ni en la composición de la leche de vacas en pastoreo continuo suplementadas con tres niveles de ensilado de maíz. Se observó mayor ($P<0.05$) rendimiento de proteína y lactosa en vacas Holstein **4x4h** derivado de la mayor cantidad de leche producida en ese tratamiento.

CONCLUSIÓN

El tiempo y momento de pastoreo asignado no influyó en el consumo de pasto ni en el consumo de materia seca total, sin embargo, la estrategia de evaluación en su conjunto pastoreo-

concentrado-ensilado de maíz fue capaz de modificar la producción de leche en ambos genotipos sin alterar su contenido de grasa, pero con fluctuaciones en el contenido de proteína y lactosa.

Cuadro 3. Producción (kg/d), composición (g/kg) y rendimiento (g/d) de leche de vacas Holstein y Pardo Suizo con diferentes tiempos de pastoreo en el valle de Toluca

Genotipo	Holstein			Pardo Suizo			EEM ²	P<			
	Pastoreo ²	8h	4x4h	12h	8h	4x4h		12h	G	P	G*P
Producción		21.4 ^b	23.5 ^a	20.3 ^{bc}	19.5 ^c	18.6 ^c	20.8 ^{bc}	0.776	0.002	0.587	0.005
Grasa		41.4	41.7	42.4	42.3	44.1	41.6	1.007	0.182	0.727	0.166
Proteína		31.2 ^{bc}	30.7 ^c	31.6 ^{ab}	31.9 ^{ab}	32.2 ^a	31.4 ^{abc}	0.316	0.026	0.955	0.045
Lactosa		46.0 ^b	45.9 ^b	47.0 ^a	47.5 ^a	47.9 ^a	46.7 ^{ab}	0.385	0.002	0.941	0.011
Rendimiento											
Grasa		875	958	856	813	825	857	31.45	0.018	0.728	0.138
Proteína		668 ^b	721 ^a	637 ^{bc}	619 ^{bc}	600 ^c	650 ^{bc}	21.08	0.004	0.346	0.013
Lactosa		984 ^b	1076 ^a	950 ^{bc}	922 ^{bc}	893 ^c	969 ^{bc}	30.51	0.005	0.682	0.008

^{abc} Valores medios en la misma hilera con distinta literal son diferentes ($P < 0.05$).

¹P = tiempo de pastoreo: 8h = Pastoreo de 07:00 a 15:00h; 4x4h = Pastoreo de 07:00 a 11:00h y de 16:00 a 20:00h; 12h = Pastoreo de 07:00 a 15:00h y 16:00 a 20:00h

²EEM = error estándar de la media

REFERENCIAS

- Albarran P., Garcia A., Espinoza A., Espinosa E., Arriaga C. M. 2012. Maize silage in the dry season for grazing dairy cows in small-scale production systems in Mexico's Highlands. *Indian J. Anim. Res.*, 46 (4):317-324.
- Anaya-Ortega J. P., Garduño-Castro G., Espinoza-Ortega A., Rojo-Rubio R., Arriaga-Jordán C. M. 2009. Silage from maize (*Zea mays*), annual ryegrass (*Lolium multiflorum*) or their mixture in the dry season feeding of grazing dairy cows in small-scale dairy production systems in the Highlands of Mexico. *Trop Anim Health Prod* 41:607–616.
- Bauman D. E., Mather I. H., Wall R. J., Lock L. A. 2006. Major Advances Associated with the Biosynthesis of Milk. *J. Dairy Sci.* 89:1235-1243.
- Carroll S. M., DePeters E. J., Taylor S.J., Rosenberg M., Perez-Monti H., Capps V. A. 2006. Milk composition of Holstein, Jersey, and Brown Swiss cows in response to increasing levels of dietary fat. *Animal Feed Science and Technology* 131:451–473.
- Macon B., Sollenberger L. E., Moore J. E., Staples C. R., Fike J. H., Portier K. M. 2003. Comparison of three techniques for estimating the forage intake of lactating dairy cows on pasture. *J. Anim Sci.* 81:2357-2366.
- Menke, H. Steingass H. 1988. Estimation of energetic feed value obtained from chemical analysis and in vitro gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.*, 28:488-55.
- Morales-Almaráz E., Soldado A., González A., Martínez-Fernández A., Domínguez-Vara I., Roza-Delgado B., Vicente F. 2010. Improving the fatty acid profile of dairy cow milk by combining grazing with feeding on total mixed ration. *J. Dairy Res.* 77(2):225-230.
- Statistical Analysis System (SAS). 2002. SAS/STAT User's Guide. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, North Carolina, USA.

- Stockdale C. R. 2000. Levels of pasture substitution when concentrates are fed to grazing dairy cows in northern Victoria. *Aust. J. Exp. Agric.* 40:913–921.
- Van Soest P. J., Robertson J. B., Lewis B. A. 1991. Methods of dietary, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74:3583-3597.

ADMINISTRACIÓN DE SELENIO PARENTERAL Y EVALUACION PRODUCTIVA EN CORDEROS ALIMENTADOS CON UNA DIETA ENERGETICA

E. Ramírez-Bribiesca^{1*}, R. Cruz-Monterrosa², G. Miranda-delaLama², A. Revilla-Vázquez³, O. DelRazo-Rodriguez⁴

¹*Colegio de Postgraduados, enlace ganadería. Montecillo-Texcoco, Edo. de México.*

²*Universidad Autónoma Metropolitana-Unidad Lerma, Edo. de México.* ³*Facultad de Estudios Superiores, Cuautitlán, UNAM.* ⁴*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo.*

**E-mail: efrenrb@colpos.mx*

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evaluar la administración de selenio (Se) inyectable y su respuesta en el perfil hemático de Se, porcentaje de mortalidad y parámetros de producción en corderos de productores del estado de Tlaxcala. En la primera fase, la administración subcutánea de Se como selenito de sodio, incrementó la concentración de Se hemático en plasma en las siguientes concentraciones: a) Solución salina = 0.023 ppm, b) dosis de 0.25mgSe/kgPV = 0.10 ppm y 0.50 mgSe/kgPV = 0.13 ppm, con diferencias estadísticas entre los grupos inyectados con Se vs. el grupo sin Se ($P < 0.01$), 25 d después de la aplicación. Los porcentajes de mortalidad fueron los siguientes: a) grupo testigo= 62%, con 0.25 mgSe/kgPV = 11% y con 0.5 mgSe/kgPV= 13%. En la segunda fase, los corderos engordados con una dieta energética, la ganancia diaria de peso se mejoró ($P < 0.05$) en los grupos administrados con Se. En conclusión, dosis de 0.25mg/kgPV mejoró los parámetros productivos y el ingreso económico de los productores.

Palabras clave: Selenio, corderos, parenteral

INTRODUCCIÓN

La forma tradicional de alimentación en el ganado ovino ubicado en la región poniente del estado de Tlaxcala ha sido pastorear los animales en tierras comunales, lo que ha ocasionado una sobre explotación de sus agostaderos. Asociado al problema las causas de mortalidad en corderos involucran enfermedades infecciosas y carenciales. Específicamente la deficiencia de selenio (Se) y la falta de complementos alimenticios en neonatos hacen que las tasas de mortalidad oscilen desde un 15 hasta un 65% (Ramírez-Bribiesca et al., 2004); ya es bien sabido que la carencia de Se por suelos selenodeficientes es muy común desde el altiplano central hasta la península de Yucatán (Ramírez-Bribiesca 2009), en consecuencia los fabricantes de productos inyectables de minerales han difundido la utilización de productos comerciales con Se. Actualmente ya no resulta extraño que los mismos productores involucren a la deficiencia como una de las enfermedades endémicas más conocidas que puede involucrar grandes pérdidas en sus animales, principalmente los mantenidos en pastoreo, pero aun así los laboratorios y productores desconocen las concentraciones de Se que son adecuadas y no causen problemas de subdosificación o intoxicaciones agudas. Por otro lado, la comercialización de los corderos finalizados en engordas intensivas ha adquirido una importancia en ciertos sectores del mercado de la población; por este motivo, las estrategias nutricionales en los animales destinados a la engorda en el corral deben de resultar en la mejora de la ganancia diaria de peso y la conversión alimenticia. La importancia de mejorar el índice de procreo con una dosificación adecuada de Se e incluir dietas energéticas con alimentos de la región pueden mejorar la eficiencia productiva y

la calidad de los animales. Hay investigaciones que confirman la importancia de los granos y subproductos en las engordas intensivas con el propósito de mejorar la calidad, por tal motivo el objetivo del presente estudio fue evaluar el perfil hemático de Se, porcentajes de mortalidad y el comportamiento productivo en corderos engordados con una dieta energética, inyectados inicialmente con Se.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio. El trabajo se realizó con la Asociación Rural de Productores Ovinos de Nanacamilpa del estado del estado de Tlaxcala. Las unidades de producción ovina están integradas por productores rurales con recursos económicos limitados, cuentan con ovinos criollos de cara negra e híbridos de Suffolk y Hampshire. El pastoreo se realiza en tierras de cultivo o comunales de la región y en épocas críticas se suplementa con pajas y granos de maíz, cebada.

Diseño experimental. Fase Uno: Se seleccionaron 150 corderos al azar de las nacencias del mes de noviembre y diciembre de 26 productores. Los corderos contaban con una semana de vida y al momento de la visita a la unidad de producción los corderos eran identificados con un arete metálico, se pesaban con una balanza portátil y fueron inyectados vía subcutánea con una solución estéril preparada con selenito de sodio aleatoriamente con los tratamientos siguientes: a) grupo testigo, solución salina fisiológica vía subcutánea, b) dosis de Se a la concentración de 0.25 mgSe/kgPV, c) dosis de Se a la concentración de 0.5 mgSe/kgPV. Solamente 10 corderos de cada tratamiento fueron sangrados antes y 25 días después de la dosificación de Se con el propósito de cuantificar el Se hemático. Las muestras fueron obtenidas con tubos y agujas vacutainer. Los porcentajes de mortalidad se evaluaron 5 días después con las dosificaciones de la solución salina y Se. En los animales muertos se realizó las necropsias para confirmar los signos patognomónicos de la distrofia muscular nutricional.

Fase Dos. Se seleccionaron 45 corderos del experimento de la fase Uno. Los grupos quedaron distribuidos cada uno en 15 corderos de la manera siguiente: a) Corderos no inyectados con Se, b) corderos previamente inyectados con 0.25mgSe/kgPV y c) corderos inyectados con 0.5mgSe/kgPV. Todos los grupos fueron adaptados a la dieta integral (16% proteína, 1.28 Mcal/kg EN_g) distribuidos en corrales de engorda en subgrupos de 5 corderos por corral (3 corrales por tratamiento) y nuevamente al inicio de la engorda se volvieron a inyectar con las dosis respectivas de suero fisiológico y Se que les correspondía. Cada corral tenía una superficie de 2 m², con sombra, piso compactado con cama de viruta, comedero y cubeta fija como bebedero. Se evitaron las corrientes de aire y hubo limpieza adecuada en los corrales. El consumo de materia seca y la ganancia diaria de peso se midió cada 14 días, realizando pesaje de los animales y pesando el alimento consumido durante los 14 días. Las muestras de alimento se obtuvieron homogéneamente y secadas en un horno con aire forzado a temperatura de 100⁰C durante 48 h para expresar las variables en base materia seca. Posteriormente estas muestras se mezclaron y al final de la engorda se obtuvo una muestra representativa para el análisis de laboratorio.

El peso vivo de los animales se registró durante el tiempo de la engorda de 7 a 9 am, utilizando una báscula digital con una precisión de ± 10 g, el peso promedio se determinó con 3 lecturas estables. El consumo de materia seca (CMS) se determinó con el promedio de los animales en cada bloque por tratamiento. La conversión alimenticia se calculó entre el CMS y la GDP.

Análisis de laboratorio y estadístico. Las muestras de plasma fueron digeridas con una combinación de ácido nítrico y perclórico (Ramirez-Bribiesca et al., 2001). El Se fue cuantificado con la técnica de absorción atómica en el laboratorio de farmacia de la FES-C, UNAM. Las concentraciones de Se hemático, ganancia diaria de peso, consumo de alimento y conversión

alimenticia fueron analizados con el procedimiento GLM, y la prueba de Tukey (SAS, 2002). Los porcentajes de mortalidad fueron analizados con la prueba de Kruskal-Wallis (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Fase 1. El Cuadro 1 presenta la concentración de Se en plasma. La concentración de Se plasmático fue mayor en los grupos inyectados con Se vs. sin Se ($p < 0.05$). Se ha señalado 0.03 ppm como el nivel crítico de Se (McDowell, 1985; McDowell *et al.*, 1993); por lo consiguiente, todos los corderos inicialmente presentaron carencia del elemento; principalmente la deficiencia es la causa fundamental de las pérdidas de animales neonatos y jóvenes. La administración parenteral de Se incrementó la concentración de Se en plasma (C2, 0.25 ppmSe, 44%; C3, 0.50 ppmSe; 163%; $p < 0.01$) 25 d después de aplicar Se. Con la mayor dosis (0.50 ppm) se alcanzó 0.1 ppmSe de plasma, considerado el nivel óptimo del elemento (Mc Dowell *et al.*, 1993). Sin embargo, dosis de 0.45 mg Se kg⁻¹ han causado muerte súbita en ovinos (Caravaggi *et al.*, 1970), pero inyecciones de selenito de sodio con 0.4 mg Se kg⁻¹ (Milad *et al.*, 2001) y 0.6 ppmSe (Allen y Mallinson 1984) incrementaron la concentración de la glutatión peroxidasa (GSH-Px) a niveles normales dos semanas después del tratamiento. En el presente estudio, ninguno de los corderos tratados, en los dos grupos, presentó muerte repentina o signos clínicos de intoxicación por Se.

Cuadro 1. Concentraciones de selenio en plasma (ppm) y porcentajes de mortalidad en corderos inyectados con selenito de sodio*

	Testigo	0.25mgSe/kgPV	0.5 mgSe/kgPV	EEM
Antes de la inyección de selenio	0.021a	0.019 ^a	0.025 ^a	0.001
Después de la inyección de selenio	0.023a	0.10b	0.13b	0.08
Porcentaje de mortalidad	62 ^a	11b	13b	

*La concentración de selenio en plasma solo se realizó en 10 corderos seleccionados aleatoriamente por tratamiento.

** Los porcentajes de mortalidad fueron obtenidos de un grupo de 90 corderos divididos en 3 grupos (grupo testigo= 25 corderos, grupo con 0.25 mgSe/kgPV = 32 corderos, grupo con 0.5 mgSe/kgPV= 33 corderos).

Cuadro 2. Parámetros productivos (promedio kg/día ± DE) en corderos previamente inyectados con selenio con promedio de finalización de 40 kg

	Ganancia de peso	Consumo de alimento	Conversión alimenticia
Sin Selenio	0.248 ± .096a	1.300 ± 0.73a	5.245 ± 1.753a
Dosis 0.25mgSe/kgPV	0.266 ± .094b	1.179 ± 0.89b	4.435 ± 1.104b
Dosis 0.5mgSe/kgPV	0.268 ± .099b	1.350 ± 0.78a	5.039 ± 1.750a

Letras diferentes muestran diferencia significativa ($P < 0.05$).

Fase 2. Los corderos engordados presentaron diferencias significativas en la GDP y la CA ($P < 0.05$) (Cuadro 2). El CMS presentó diferencias entre los periodos del estudio ($P < 0.05$). La conversión alimenticia mejoró ($P < 0.05$) en los grupos administrados con Se. Existen diferentes publicaciones asociadas a la engorda intensiva de los corderos en corral, por ejemplo, las GDP

pueden ser desde 149g/d hasta 300 g/d con conversiones alimenticias de 3 a 5 (De Combellas, 1981).

CONCLUSIÓN

La administración de Se disminuye los porcentajes de mortalidad en los corderos y mejora los parámetros productivos en las engordas intensivas. Dosis de 0.25mg/kgPV aplicada dos veces causa mejores ganancias diarias de peso y la conversión alimenticia. El ingreso económico al productor se beneficia.

REFERENCIAS

- Allen W.M, Mallinson C.B, 1984. Parenteral methods of supplementation with copper and selenium. *Vet Rec* 114:451-454
- Caravaggi C., y Millar K.R. 1970. Determination of α - tocopherol in serum. *Journal New Zealand Journal of Science*. Vol. 13 pp.329-336.
- De Combellas J.B. 1981. Crecimiento de corderos West African destetados a dos edades. *Prod Anim Trop*;6:270-273.
- Milad, K. 2001. Effect of vitamin E and selenium on blood glutathione peroxidase activity and some immunological parameters in sheep. *Veterinary Medicine*, v.46, n.1, p.1-5.
- Ramírez-Bribiesca, J.E., J.L. Tórtora, A. Aguirre, and L.M. Hernández. 2001. Diagnosis of selenium status in grazing dairy goats on the Mexican Plateau. *Small Rumin. Res.* 41:81-85.
- Ramírez-Bribiesca J.E., E. Hernández-Camacho, Hernández, L.M. y J.L. Tortora. 2004. Efecto de un suplemento parenteral con selenito de sodio en la mortalidad de corderos y los valores hemáticos de selenio. *Agrociencia*. 38: 43-51.
- Ramírez-Bribiesca J.E. 2009. Fortalecimiento del sistema productivo ovinos. *Tecnologías para Ovinocultores*. Serie: Alimentación. Suplementación de selenio en áreas deficientes de México.
- SAS. 2002. SAS/STAT Guide for personal computers, Ver. 9.2. SAS INstitute Inc., Cary, NC.

PREFERENCIA Y CONDUCTA INGESTIVA DE BOVINOS ALIMENTADOS CON BLOQUES NUTRICIONALES FORMULADOS CON MUCILAGO DE CAFÉ (*Coffea arabica* L.).

P. Santiago Espinosa*, R. Pinto-Ruiz¹, A. Medina-Meléndez², A. Hernández-López¹, F. Medina-Jonapá¹, J. C. Gómez-Castañeda², J. Carmona-de la Torre³, M.G. Pérez-Escobar³, M.A. López-Anaya³

**Tesis de la Licenciatura de Ing. Agrónomo. ¹Cuerpo Académico de Agroforestería Pecuaria, ²Cuerpo Académico de Sistemas Integrales de Producción. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad Autónoma de Chiapas. ³El Colegio de la Frontera Sur.
E-mail: lilito_333@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue conocer la preferencia y conducta ingestiva de bovinos alimentados con bloques nutricionales formulados con mucílago de café, utilizando pruebas de cafetería. Se utilizaron bloques nutricionales elaborados con distintos porcentajes de inclusión de mucílago de café (*Coffea arabica*), (0, 25, 50, 75%) utilizando pruebas de cafetería con bovinos. Se midieron las siguientes variables: V.L= Velocidad de lamida (lamidas por minuto); V.C= Velocidad de consumo (g MS por minuto); T.L= Tamaño de lamida (g MS por lamida) y T.C= Tasa de consumo (g MS min efectivo de consumo). El experimento tuvo un período de recolección de datos de cuatro días con dos periodos de evaluación. Se utilizó un diseño experimental cuadrado latino 4X4. Para las variables de VL y VC se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, éste no fue el caso ($p > 0.05$) para las variables TL y TC. Los resultados de los índices de preferencia de acuerdo al consumo y número de visitas, respectivamente indicaron que el tratamiento más preferido por el animal fue el de 75% de inclusión de mucílago.

Palabras clave: Pruebas de cafetería, Suplementación, Rumiantes.

INTRODUCCIÓN

Partiendo de que uno de los objetivos de la suplementación estratégica es el uso de ingredientes disponibles en la región, en Chiapas, se ha probado con éxito la sustitución de la melaza por el mucílago de café en la formulación y fabricación de los bloques nutricionales (Arellano, 2012, datos sin publicar), lo que hace factible el aprovechamiento de este subproducto obtenido regionalmente y con ello la disminución de la contaminación ambiental que se provoca ya que por cada kilogramo de café cereza que se cosecha, el 21.6% es mucílago. Lo anterior hace factible el uso de los bloques nutricionales elaborados con mucílago de café como estrategia de suplementación en animales pastoreando gramíneas durante la época seca. Sin embargo, para la incorporación de este suplemento a la alimentación animal es necesario hacer estudios de preferencia animal pues son éstos quienes finalmente aceptan o no la tecnología. Al respecto, los métodos llamados de cafetería basados en la observación directa del animal y en las mediciones de su consumo y conducta ingestiva, al parecer son los más viables para los estudios de preferencia (Kaitho, 1997). Por todo lo anterior, el objetivo general, es conocer la preferencia y conducta ingestiva de bovinos alimentados con bloques nutricionales formulados con mucílago de café, utilizando pruebas de cafetería.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron bloques nutricionales elaborados con distintos porcentajes de inclusión de mucilago de café (*Coffea arabica*), (0, 25, 50, 75%) donde la composición de los ingredientes de los bloques que se le incluyo mucilago fueron; 1.75 Kg de melaza, 5.25 Kg de mucilago, 4.5 Kg de cemento, 4.5 Kg minerales, 8.875 Kg de maíz molido y 0.125 g de azufre. Se trabajó con cuatro bovinos en crecimiento lo cuales fueron desparasitados internamente y externamente; además, se les aplicó un complejo vitamínico ADE. Los animales permanecieron en pastoreo de praderas de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), después de las 14:00 h cada animal fue confinado en los corrales (de las 14:00 a las 18:00 h) en los cuales fueron colocados comederos de madera con cuatro compartimientos y los bloques de evaluación. Los animales tuvieron un periodo de adaptación a los bloques nutricionales durante un período de ocho días, posteriormente se inició el proceso de toma de datos que duró cuatro días. Cada bloque presentó las siguientes características; bloques redondos de 25 kg, dureza de 5.8 Kg/cm² se colocó aleatoriamente en cada compartimento del comedero durante cada día de evaluación, de tal forma que ocuparan todos los lugares posibles dentro del comedero, con el objetivo de bloquear el hábito reflejo de los animales a la posición, la distancia del alimento y el primer encuentro con el alimento. Se midieron las siguientes variables: V.L= Velocidad de Lamida (lamidas por minuto); V.C= Velocidad de consumo (g MS por minuto); T.L= Tamaño de lamida (g MS por lamida) y T.C= Tasa de consumo (g MS min efectivo de consumo).El experimento tuvo un período de recolección de datos de cuatro días con dos periodos de evaluación. Se utilizó un diseño experimental cuadrado latino 4X4. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza mediante el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico SAS (SAS, 2004). Las medias se evaluaron utilizando la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

RESULTADOS

Los resultados obtenidos sobre la conducta ingestiva de bovinos consumiendo bloques nutricionales utilizando la inclusión de distintos porcentajes de mucilago de café (*Coffea arabica*), se presentan en el Cuadro 1. Para las variables de velocidad de lamidas y velocidad de consumo, se observa que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$), sin embargo, las variables de tamaño de lamida y tasa de consumo, muestran la falta de diferencias significativas ($p > 0.05$). Lo anterior, indica que los bloques formulados hasta con el 75% de mucilago son igualmente consumidos que los convencionales, pues la TC fueron similares entre sí, sin embargo, éstos son más rápidamente consumidos (VC y TL), aspecto de interés en los procesos de adaptación al suplemento por parte del animal. Si se considera a la TC como la variable más importante pues relaciona la cantidad de bloque consumida por el animal por unidad de tiempo efectivo de consumo, los resultados presentados en el Cuadro 1 indican que es factible incluir el subproducto mucilago de café en la formulación del bloque nutricional hasta en un 75%, ya que los valores obtenidos para esta variable fueron similares entre tratamientos ($p > 0.05$), además de que los valores de TL son igualmente similares. Por tanto, la velocidad con la que el bloque fue consumido (VL y VC) son las variables que explican diferencias en la conducta animal en el uso de este tipo de suplemento, es decir, los animales consumen muy rápido los bloques formulados con 75% de mucilago, sin embargo, la cantidad de bloque ingerido por lamida así como la cantidad ingerida por tiempo efectivo son similares en todos los tratamientos.

Cuadro 1. Conducta ingestiva de bovinos consumiendo bloques nutricionales fabricados con distintos porcentajes de inclusión de mucilago de café (*Coffea arabica*).

Tratamiento	Variables			
	V.L	V.C	T.L	T.C
0%	1.91 ^b	0.14 ^{bc}	0.31 ^a	30.96 ^a
25%	0.65 ^b	0.08 ^c	0.12 ^a	12.29 ^a
50%	0.97 ^b	0.41 ^b	0.38 ^a	48.02 ^a
75%	30.62 ^a	6.31 ^a	0.21 ^a	22.74 ^a
PROMEDIO	8.54	1.74	0.25	28.50
EEM	3.72	0.77	0.05	6.14

Medias en la misma columna con letras distintas difieren estadísticamente (Tukey, $P < 0.05$).

V.L= Velocidad de Lamida (lamidas por minuto); V.C= Velocidad de consumo (g MS por minuto); T.L= Tamaño de lamida (g MS por lamida); T.C= Tasa de consumo (g MS min efectivo de consumo); EEM= Error estándar de la media

En el Cuadros 2 se presentan los resultados de los índices de preferencia de acuerdo al consumo y número de visitas, respectivamente. En éstos se observa que el tipo de bloque que mejor prefirió el animal fue el de 75% de inclusión de mucilago ($p < 0.05$). Estos resultados corroboran los encontrados en las pruebas de conducta ingestiva realizados y explicados en la parte de arriba.

Cuadro 2. Índices de preferencia de bovinos consumiendo bloques nutricionales fabricados con distintos porcentajes de inclusión de mucilago de café (*Coffea arabica*).

Índices de Preferencia	0%	25%	50%	75%
Partiendo del consumo	0.01 ^b	0.01 ^b	0.06 ^b	0.91 ^a
Partiendo de visitas	0.12 ^b	0.11 ^b	0.14 ^b	0.61 ^a

Medias en la misma hilera con letras distintas difieren (Tukey, $P < 0.05$)

CONCLUSIONES

Se recomienda la sustitución de melaza de caña hasta por un 75% de mucílago de café ya que la preferencia animal fue mayor para este tipo de bloque. Los valores de VL y TL son los que explican las diferencias en conducta ingestiva en los animales alimentados con este tipo de suplemento.

REFERENCIAS

- Kaitho RJ. 1997. Nutritive value of browses as protein supplement(s) to poor quality roughages. Tesis Ph. D. Department of Animal Nutrition. Wageningen Agricultural University. Wageningen, The Netherlands. 190 pp.
- Statistical Analysis System (SAS). 2004. SAS Users Guide: Statistics, V 8.2. SAS Inst. Inc., Cary, NC.

EVALUACIÓN DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA ESTIMAR LA CURVA DE CRECIMIENTO POSTDESTETE EN CONEJOS DE TRES GRUPOS RACIALES

J. Ortega y C. Ordoñez-Gomez*

Facultad de Cs. Agrarias. Universidad Francisco de Paula Santander-Ocaña. Ocaña, Colombia.

**Email: caordonezg@ufpso.edu.co*

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar modelos matemáticos para estimar la curva de crecimiento postdestete en conejos de tres grupos raciales, Chinchilla (C), mariposa (M) y cruzados (C×M) se analizaron 385 pesos semanales postdestete de 49 conejos. Se analizó el cuadrado medio del error de predicción (MSEP) para evaluar la precisión de los modelos Gompertz [$Y = A \cdot \exp(-\exp(K - c \cdot X))$], donde A es el peso al aproximarse a la asíntota horizontal, K es la fuerza ascendente, c es la tasa de maduración y la edad al punto de inflexión se estableció como K/c, cúbico y lineal. Se evaluó el efecto del sexo y la raza en un diseño completo al azar con arreglo factorial (2 × 3) sobre los coeficientes estimados a partir del modelo con menor MSEP. El análisis de los datos se realizó utilizando los PROC NLIN, REG y GLM del programa SAS (Ver. 9.0). El modelo de Gompertz y cúbico mostraron igual precisión (MSEP=0.2093). El peso adulto se estimó con el modelo Gompertz en 2.18 kg, la tasa de maduración en 0.0302 y la edad al punto de inflexión en 39.7 d, para ninguno de los parámetros se observó efecto del sexo (P>0.05) ni de la raza (P>0.05) ni interacción entre estos dos factores (P>0.05). De acuerdo a los resultados de este trabajo, el modelo Gompertz mostró capacidad para predecir el crecimiento postdestete en conejos.

Palabras clave: Cúbico, Gompertz, modelos, MSEP

INTRODUCCIÓN

La descripción del crecimiento de los animales domésticos de interés productivos es una herramienta de gran utilidad para la planeación de la empresa (Parks, 1982), analizar los crecimientos promedios y corrientes para establecer el punto óptimo de sacrificio e implementar planes de mejoramiento zootécnico (Agudelo et al., 2002). Entre los modelos utilizados para describir el crecimiento tenemos el modelo Gompertz (Gompertz, 1925) y los modelos polinomiales (Tzeng y Becker, 1981). En conejos el modelo Gompertz produce un ajuste razonable (Sampaio et al., 2005). Ahora, la curva de crecimiento de los conejos no ha mostrado diferencia entre razas puras y sus cruces (Majet al., 2009). Con el objetivo de evaluar algunos modelos matemáticos para estimar la curva de crecimiento postdestete en conejos de tres grupos raciales se planteó el desarrollo del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizaron los registros de crecimiento de 49 conejos de la sección cunicola de la granja experimental de la Universidad Francisco de Paula Santander seccional Ocaña, 16 chinchillas (C), 9 mariposas (M) y 24 C×M. Los conejos consumieron a libertad un alimento completo granulado durante todo el periodo experimental. Los animales fueron pesados semanalmente, 385 pesos, los datos obtenidos se ajustaron al modelo Gompertz, cúbico y lineal. Los modelos evaluados fueron:

Gompertz $Y = A \cdot \exp(-\exp(K - c \cdot t))$

Donde, Y representa el peso del animal en el tiempo t, A el peso al aproximarse a la asíntota horizontal, K la fuerza ascendente, c la tasa de maduración, la edad al punto de inflexión se estableció como K/c, y t la edad del animal.

Cúbico $Y = -b_0 + b_1 * t - b_2 * t^2 + b_3 * t^3$
 Lineal $Y = -b_0 + b_1 t$

En los modelos cúbico y lineal b son parámetros de ajuste del modelo y t la edad del animal. La selección del mejor modelo se realizó en base al cuadrado medio del error de predicción (MSEP) según lo propuesto por Tedeschi (2004). El análisis de los datos se realizó utilizando los PROC NLIN, REG y GLM del programa SAS (Ver. 9.0).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El crecimiento de los conejos postdestete siguió un comportamiento sigmoideal (Figura 1). El valor de MSEP para los tres modelos evaluados se muestra en el Cuadro 1. De acuerdo a estos resultados, el modelo Gompertz y el cúbico igual valor de MSEP, ya que los parámetros del modelo cúbico no tienen significado biológico (Aggrey, 2002) se seleccionó el modelo Gompertz para evaluar los efectos de la raza y sexo.

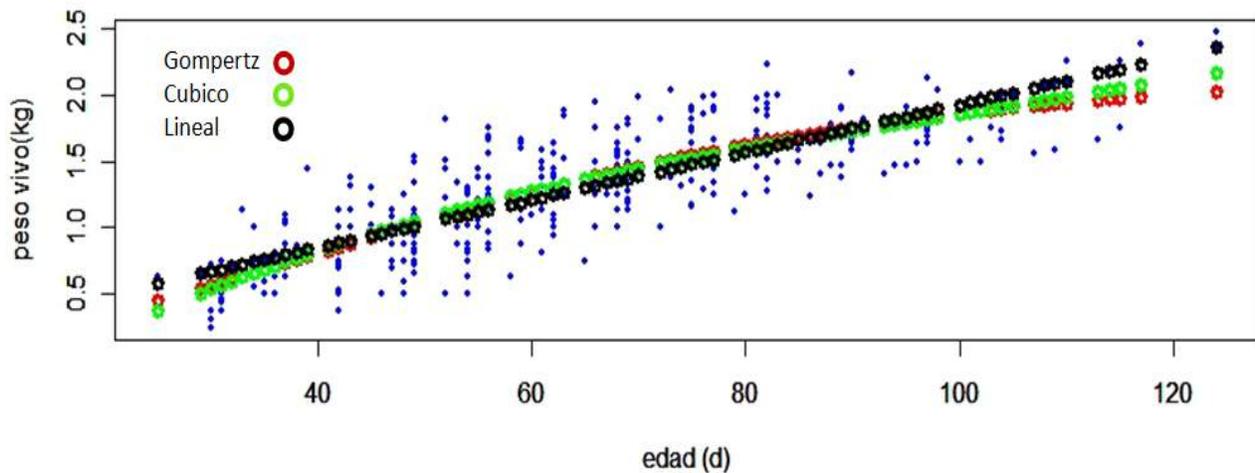


Figura 1. Curva de crecimiento de conejos destetos ajustadas por el modelo Gompertz, cúbico y lineal

Con el modelo Gompertz el peso adulto se estimó en 2.18 kg, la tasa de maduración en 0.0302 y la edad al punto de inflexión en 39.7 d. El peso adulto observado es inferior al reportado en otros trabajos (Blascoet al., 2003; Sampaio et al., 2005). El resultado para la tasa de maduración se suma a los reportados anteriormente (Blascoet al., 2003; Sampaio et al., 2005) pero es mayor al reportado para conejos Nueva Zelanda blanco cruzado (Orheruataet al., 2010).

Cuadro 1. Valor de MSEP de los modelos ajustados

Modelo	MSPE
$Y = 2.18 * e^{-e^{1.2-0.0302*t}}$	0.2138
$Y = -0.656 + 0.0497 * t - 0.000364 * t^2 + 0.00000118 * t^3$	0.2138
$Y = 0,132 + 0.0179 * t$	0.2181

El efecto del sexo y la raza sobre los parámetros estimados con el modelo Gompertz se muestran en el Cuadro 2. No se observó efecto del sexo ($P>0.05$), la raza ($P>0.05$) o su interacción ($P>0.05$) para los parámetros del modelo Gompertz. Estos resultados son similares a los observados por Maj et al. (2009) con conejos de la raza Nueva Zelanda, california y sus cruces en los cuales se observó que ni la raza ni el sexo afectaron la curva de crecimiento.

Cuadro 2. Parámetros estimados con el modelo Gompertz de crecimiento¹

Sexo Raza	Hembras			Machos			EEM	S	P	
	C	CxM	M	C	CxM	M			R	SxR
A, kg	3.3	3.2	4.0	4.4	4.1	3.3	1.4	0.15	0.98	0.28
K	1.27	1.35	1.47	1.38	1.49	1.99	0.54	0.52	0.29	0.26
c	0.027	0.025	0.026	0.018	0.026	0.050	0.022	0.29	0.87	0.23
E _i , d	56.1	62.1	66.3	82.2	67.7	56.3				

¹E_i=edad al punto de inflexión; S= Efecto del sexo; R= Efecto de la raza

CONCLUSIÓN

De acuerdo a los resultados de este trabajo, el modelo Gompertz mostró capacidad para predecir el crecimiento postdestete en conejos.

REFERENCIAS

- Aggrey S.E. 2002. Comparison of three nonlinear and spline regression models for describing chicken growth curves. *Poult. Sci.*81:1782–1788
- Agudelo D.A., Ceron M.F., Restrepo L.F. 2008. Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Rev.Colomb.Cienc.Pecu.* 21:3 -8
- Blasco A., Piles M., Varona L. 2003. A Bayesian analysis of the effect of selection for growth rate on growth curves in rabbits. *Genet. Sel. Evol.* 35:21-41
- Parks J.A. 1982 .Theory of feeding and growth of animals. Berlin: Springer-Verlag; 451p .
- Tzeng R.Y. y W.A. Becker. 1981. Growth patterns of body and abdominal fat weight in male broiler chickens. *Poult. Sci.* 60:1101 –1106 .
- Maj D.,Bieniek J.,Łapa P.,Sternstein I. 2009.The effect of crossing New Zealand White with Californian rabbits on growth and slaughter traits. *Archiv. Tierzucht.* 52:2, 205-211
- Gompertz B. 1925. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new Mode of determining the value of life contingencies. *Phil. Trans. Royal Soc. London.*115:513-585 .
- Orheruata A.M., Ajise E.E., Oyekpen E., Ojo A.E. 2010. Selecting for higher growth in rabbit raised in the rainforest zone of Nigeria using stochastic approach. *J. Cell. Anim. Biol.*4:11, 154-157

- Sampaio I.B.M., Ferreira W.M., Bastos A.F. 2005. The use of a stochastic model of rabbit growth for culling. *World Rabbit Sci.* 13: 107 - 112
- Tedeschi, L.O. 2004. Assessment of the adequacy of Mathematical Models. En: Workshop on mathematical model analysis and evaluation. Italia. 28 p.

INFLUENCIA DEL SEXO EN LA RESPUESTA PRODUCTIVA DE OVINOS EN ENGORDA INTENSIVA EN CONDICIONES COMERCIALES

R. Barajas Cruz¹, B. Ortiz López¹, J. J. Álvarez García², J. A. Romo Rubio¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Sinaloa.* ²*Productores de Ovinos de Guanajuato, S.P.R. de R.L.*
E-mail: rubar@uas.edu.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la influencia del sexo en la respuesta productiva de ovinos en engorda intensiva en condiciones comerciales, se utilizaron 480 ovinos de pelo (240 hembras y 240 machos) con fenotipo predominante de raza Pelibuey, provenientes de proveedores comerciales. Los animales fueron separados por sexo (machos y hembras), dentro de cada sexo fueron agrupados por peso corporal y en grupos de 30 fueron alojados en 16 corrales de 4 x 5 m, con piso de rejilla de plástico elevados 1.2 m sobre el nivel del suelo. Los ovinos fueron alimentados en condiciones de libre acceso. Los resultados se analizaron por análisis de covarianza, para un diseño completamente al azar para dos tratamientos (macho y hembra) con ocho repeticiones (corrales) por tratamiento y se utilizó el peso inicial como co-variable asociada.

Palabras clave: Ganancia de peso, Engorda intensiva, Ovinos, Pelibuey

INTRODUCCIÓN

En la engorda comercial de ovinos, es común que se utilicen tanto hembras como machos. Se conoce que en los ovinos al igual que en el resto de los rumiantes, el peso de las hembras es inferior al de los machos y que la diferencia en el peso puede influir en la ganancia de peso y otros indicadores productivos en la engorda de ovinos (Olleta-Castañer *et al.*, 1992; Beerman *et al.*, 1995; Quiroz *et al.*, 2012). Sin embargo es escasa la información de comparación directa entre la respuesta productiva entre machos y hembras bajo condiciones de explotación comercial. Este trabajo se llevó a cabo para evaluar la influencia del sexo en la respuesta productiva de ovinos en engorda intensiva en condiciones comerciales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se llevó a cabo en las instalaciones de la empresa Productores de Ovinos de Guanajuato, S.P.R. de R.L en Silao, Guanajuato.

Se utilizaron un total de 480 ovinos de pelo, 240 hembras y 240 machos, El fenotipo predominante fue el correspondiente a la raza Pelibuey. Los animales provinieron de diferentes proveedores comerciales de los estados de Tabasco, Tamaulipas y Durango. Los animales fueron transportados en camión hasta la granja. A su arribo, los animales fueron alimentados con heno de avena y una dieta de recepción, después de siete días fueron pesados, aretados, desparasitados y vacunados contra enfermedades clostridiales y *Manhemia hemolítica*. Los animales fueron separados por sexo (machos y hembras), dentro de cada sexo fueron agrupados por peso corporal y en grupos de 30 fueron alojados en 16 corrales de 4 x 5 m, con piso de rejilla de plástico elevados 1.2 m sobre el nivel del suelo. Los ovinos fueron alimentados en condiciones de libre acceso con una dieta de recepción durante los primeros siete días de la prueba y los restantes 53 días con una dieta de finalización; la composición de las dietas se presenta en el Cuadro 1. El consumo de alimento se midió diariamente y se tomaron semanalmente muestras de alimento (1

kg) para determinar el contenido de materia seca (72 horas a 75 °C). El peso corporal se midió los días 1, 30 y 60. La conversión alimenticia se calculó dividiendo el consumo de materia seca entre la ganancia de peso. Los resultados se analizaron por análisis de covarianza, para un diseño completamente al azar para dos tratamientos (macho y hembra) con ocho repeticiones (corrales) por tratamiento, y se utilizó el peso inicial como co-variable asociada ($P < 0.01$). Cada corral se consideró como la unidad experimental. Los análisis matemáticos fueron desarrollados con la versión 9 del paquete computacional Statistix®

Cuadro 1. Composición de la dieta utilizada en la prueba de respuesta productiva de ovinos en engorda

Ingredientes	Dietas	
	Inicial (Días 1 a 7)	Finalización (días 8 a 60)
Rastrojo de maíz	14.28	5.12
Sorgo entero	56.86	72.58
Pasta de canola	19.38	12.80
Melaza de caña	5.10	5.12
Ganamin ¹	2.15	2.16
Acid Phos ²	0.54	0.54
Ganabuffer ³	1.11	1.11
Microplex ⁴	0.05	0.05
Protein enhancer ⁵	0.52	0.52
Total	100%	100%
Análisis calculado (base seca)		
Proteína cruda, %	16.18	14.50
Energía neta de mantenimiento, Mcal/kg	1.707	1.837
Energía neta de ganancia, Mcal/kg	1.105	1.221
Calcio, %	0.76	0.67
Fósforo, %	0.42	0.39

¹Premezcla de vitaminas y minerales; ²Premezcla de aditivos para prevenir urolitiasis; ³Amortiguador del pH; ⁴Premezcla que contiene 1% de Cr como metionina de cromo (Zinpro); ⁵ Mezcla de extracto de taninos que contiene 56% de taninos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la influencia del sexo en la respuesta productiva de ovinos en engorda intensiva, se presentan el Cuadro 2. El peso final de los machos fue superior ($P < 0.01$) en 5.4% en relación a las hembras.

La ganancia diaria de peso fue 15% mayor ($P < 0.01$) en los machos en comparación a la de las hembras. Este valor cae dentro del rango de entre 11 y 29% observado en una serie de razas distintas en diferentes condiciones de alimentación y con un número de observaciones que osciló entre 12 y 66 (Olleta-Castañer *et al.*, 1992; Beerman *et al.*, 1995; Rodríguez *et al.*, 2008). El 15% de mayor ganancia de peso encontrado en el presente trabajo, es bastante cercano al 18% de diferencia encontrado por Quiroz *et al.* (2012), quienes utilizaron una muestra de 138 machos y 106 hembras Pelibuey Tabasco de raza pura y observaron ganancias diarias de peso pos-destete

de 0.216 y 0.183 kg/día para machos y hembras, respectivamente, valores bastante aproximados a los que se encontraron en este trabajo con ovinos Pelibuey de calidad comercial.

Cuadro 2. Influencia del sexo en la respuesta productiva de ovinos en engorda intensiva, los valores promedio que aparecen fueron calculados por covarianza empleando el peso inicial (Día 1) como la co-variable asociada.

Variable	Sexo		EEM ¹	Valor de P
	Hembras	Machos		
Animales, n	240	240		
Corrales, n	8	8		
Días en prueba	60	60		
Peso corporal, kg				
Día 1	19.988	22.454	0.297	0.09
Día 30	27.083	27.637	0.129	0.02
Día 60	33.052	34.840	0.321	< 0.01
Ganancia diaria de peso, kg/día				
Días 1 a 30	0.195	0.214	0.004	0.02
Días 31 a 60	0.199	0.240	0.009	0.02
Días 1 a 60	0.197	0.227	0.005	< 0.01
Consumo de materia seca, kg/día				
Días 1 a 30	0.899	0.996	0.021	0.02
Días 31 a 60	1.098	1.148	0.023	0.18
Días 1 a 60	0.999	1.074	0.019	0.03
Consumo de MS, % del peso vivo	3.69	3.95	0.049	0.05
Conversión Alimenticia, kg/kg				
Días 1 a 30	4.634	4.5656	0.099	0.89
Días 31 a 60	5.532	4.816	0.175	0.03
Días 1 a 60	5.082	4.736	0.109	0.06
Muertos, n	2	5	0.263	0.61
Mortalidad, %	1.08	1.84	0.934	0.61

El consumo de alimento durante los primeros 30 días fue mayor en los machos que en las hembras ($P = 0.02$), en tanto que en los últimos 30 días fue similar ($P = 0.18$) en ambos sexos. El consumo de materia seca en el experimento completo fue 7.5% más alto ($P = 0.03$) en los machos comparado con el observado en las hembras. El consumo de materia seca como proporción del peso vivo fue 7% mayor ($P = 0.05$) en los machos que en las hembras. La mejora encontrada en el presente trabajo corresponde con la información existente en la literatura, en la que los machos regularmente consumen más alimento que las hembras en un rango de 4.9 a 18% (Pond, 1984; Beerman *et al.*, 1995).

La conversión alimenticia (consumo/ganancia), fue similar ($P = 0.89$) entre ambos sexos durante los primeros 30 días, sin embargo durante los últimos 30 días en corral, la conversión de los machos fue 13% mejor ($P = 0.03$) que la de las hembras; En el experimento completo, la conversión alimenticia en los machos tendió ($P = 0.06$) a ser 6.8% mejor que la de las hembras. En pruebas con un número menor de animales (12-40) de las razas Assaf, Suffolk y Dorset la mejora en la conversión alimenticia de los machos ha sido superior entre 18 y 22% (Pond, 1984;

Beerman *et al.*, 1995; Rodríguez *et al.*, 2008). La mortalidad fue similar en ambos sexos ($P = 0.61$), por lo que no se consideró un factor que influyera en los resultados.

REFERENCIAS

- Pond, W.G. 1984. Response of growing lambs to clinoptilolite or zeolite NaA added to corn, corn-fish meal and corn-soybean meal diets. *J. Anim. Sci.* 59:1320-1328.
- Beerman, D.H., T.F. Robinson and D.E. Hoge. 1995. Impact of composition manipulation on lean lamb production in the United States. *J. Anim. Sci.* 73:2493-2502.
- Olleta-Castañer, J.L., C. Sañudo-Astiz e I. Sierra-Alfraca. 1992. Producción de carne en la agrupación ovina Churra Tensina: calidad de la canal y de la carne en los tipos ternasco y cordero de cebo. *Arch. Zootec.* 41:197-208.
- Quiroz, J., G. Guerrero, J. Oliva, L. Granados y M. Barrón. 2012. Evaluación genética de características de crecimiento del ovino Pelibuey Tabasco, México. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 2:355-360.
- Rodríguez, A. B., R. Bodas, N. Prieto. R. Landa, A. R. Mantecón, and F. J. Giráldez. 2008. Effect of sex and feeding system on feed intake, growth, and meat and carcass characteristics of fattening Assaf lambs. *Livestock Science*, 116:118-125.

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL NOPAL FORRAJERO FERMENTADO A DIFERENTES TIEMPOS CON *Sacharomyces cerevisiae*

E. Herrera Torres^{1*}, M. Murillo Ortiz¹, J.B. Páez Lerma², G. Villarreal Rodríguez¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango.*

²*Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Durango.*

E-mail: hetoes99@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se utilizó un cultivo de células vivas de *Saccharomyces cerevisiae* y oligosacáridos (Biotecap) para fermentar nopal forrajero a diferentes tiempos y evaluar la composición química del nopal fermentado. Se colocaron 250 g de nopal cortado en cubos de 1 cm en 15 matraces Erlenmeyer de 500 ml (3 matraces por tiempo de fermentación). Enseguida se les agregó 2.5 g de *S. cerevisiae*, se mezclaron y se incubaron a 32°C por 0, 24, 48, 72 y 96 h. A las muestras secas de nopal fermentado se le determinó el contenido de materia seca (MS), proteína cruda (PC), Fibra detergente neutra y ácida (FDN, FDA) y lignina (L). El contenido de MS del nopal fermentado fue diferente entre los tiempos de fermentación ($P < 0.05$), a partir de las 24 h se registró una disminución en el porcentaje de MS. Sin embargo en el contenido de proteína se registró un incremento de la hora cero a la hora 24 después de iniciado el proceso de fermentación ($P < 0.05$). El mayor valor de proteína se obtuvo a las 48 h de fermentación (14.05%). El contenido de FDN y FDA en el nopal mostró una tendencia a disminuir a partir de las 24 h de fermentación ($P < 0.05$). De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la adición de levadura al nopal forrajero a 32°C por 48 h incrementa un 52% el contenido de PC en base seca, por lo que se recomienda emplear *Sacharomyces cerevisiae* en la producción de nopal fermentado para consumo animal.

Palabras clave: fermentación, levaduras, proteína unicelular

INTRODUCCIÓN

La producción de forraje en el norte de México es limitada por lo irregular de la distribución de las lluvias durante el año, lo cual resulta en una baja disponibilidad de forraje sobretodo en la época de secas. Esto obliga al uso de concentrados comerciales durante este periodo para cubrir las necesidades de proteína y energía del ganado. Sin embargo, el uso de concentrados eleva el costo de la alimentación, lo que hace necesario emplear nuevas alternativas que abaraten los costos. Una alternativa es emplear nopal como sustrato para la producción de biomasa microbiana. La masa de microorganismos obtenida (levaduras, hongos, bacterias) posee un alto valor proteico, por lo que recibe el nombre de proteína unicelular (Grba *et al.*, 2002). Especies de levaduras como *Saccharomyces cerevisiae* se han empleado para la generación de biomasa. Esta especie de levadura presenta una amplia utilización y aceptación en la alimentación animal. Esto puede representar una ventaja para su empleo (Liti *et al.*, 2001). El proceso de producción de proteína unicelular es una vía biotecnológica adecuada para incrementar el valor proteico de alimentos con bajo contenido de proteína. Por lo que el emplear el nopal en este proceso permitiría darle valor agregado, al obtenerse proteína de calidad para la alimentación animal (Ghaly y Kaman, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar la calidad nutritiva del nopal fermentado a diferentes tiempos con *Saccharomices cerevisiae*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los microorganismos empleados para enriquecer el nopal fue un producto elaborado con compuestos propios de la fermentación, células de levadura viva (*Saccharomyces cerevisiae*) y oligosacáridos: mananos y β -glucanos (Biotecap). El nopal (*Opuntia* V6) se colectó en el Rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 23 de la carretera Durango-Mezquitlan. La investigación se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, México. Ambos sitios están a 24°28'N, 104°40'W, a 1890 msnm y con una temperatura media anual de 17.5°C y una precipitación media de 450 mm (INEGI, 2004). Para llevar a cabo la fermentación del nopal se colocaron 250 g de nopal cortado en cubos de 1 cm en 15 matraces Erlenmeyer de 500 ml (3 matraces por tiempo de fermentación) y se les añadió 250 g de nopal y 2.5 g de *S. cerevisiae*. Los matraces fueron incubados a 32°C por 0, 24, 48, 72 y 96 h. El contenido de proteína cruda, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido y lignina del nopal forrajero fue de 6.71, 38.24, 13.03 y 3.87 % respectivamente.

Al final del proceso de fermentación, las muestras fueron pesadas y colocadas en charolas de aluminio para realizar el secado a 55°C por 24 h en una estufa de aire forzado. Enseguida las muestras fueron pesadas y molidas para su posterior análisis químico.

El contenido de MS y proteína cruda PC fueron determinados de acuerdo a las recomendaciones de la AOAC (1994). El porcentaje de FDN, FDA y Lignina fueron obtenidos mediante el método propuesto por Van Soest (1991). Los datos obtenidos de la composición química fueron analizados bajo un diseño completamente al azar empleando el paquete estadístico del SAS (2009).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se observa que el contenido de MS total del nopal fermentado fue diferente entre los tiempos de fermentación ($P < 0.05$). A partir de las 24 h se registró una disminución en el porcentaje de MS. Sin embargo el contenido de proteína se incrementó en un 45% con solo la adición de levadura (tiempo 0). No obstante, el proceso de fermentación logró incrementar hasta el 52% del contenido inicial de proteína en el nopal a las 48 h después de haber iniciado el proceso ($P < 0.05$). Resultados similares a los de este estudio fueron registrados por Araujo *et al.* (2005) en nopal fermentado con 5% de *Saccharomices cerevisiae* y a 30°C de temperatura (10.74 y 14.88 % de MS y PC, respectivamente).

Cuadro 1. Composición química del nopal fermentado a diferentes tiempos

Tiempo (h)	MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	Lignina (%)
0	91.45 ^b	12.24 ^c	32.92 ^b	13.28 ^b	2.35 ^{bc}
24	92.06 ^a	13.28 ^{ab}	40.91 ^a	16.99 ^a	4.03 ^a
48	90.65 ^c	14.05 ^a	32.37 ^b	11.89 ^b	1.62 ^c
72	90.02 ^c	13.29 ^{ab}	29.63 ^c	12.79 ^b	2.06 ^{bc}
96	89.54 ^d	12.43 ^c	25.67 ^d	13.43 ^b	3.38 ^{ab}
EEM	0.108	0.139	0.271	0.271	0.213

^{abc}Medias con diferente literal no son iguales ($P < 0.05$). MS= materia seca, PC= proteína cruda, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácida

El contenido de FDN y FDA en el nopal mostró una tendencia a disminuir a partir de las 24 h de fermentación ($P < 0.05$). No existe literatura de referencia para la discusión de estas variables. No obstante, es importante mencionar que el nopal fermentado puede considerarse como un forraje

de buena calidad pues contiene menos del 40% de FDN (Van Soest, 1982) y menos del 30% de FDA (Mertens, 1994).

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos se concluye que la adición de levadura al nopal forrajero a 32°C por 48 h incrementa un 52% el contenido de PC en base seca, por lo que se recomienda emplear *Sacharomyces cerevisiae* en la producción de nopal fermentado para consumo animal.

REFERENCIAS

- AOAC. 1994. Official Methods of Analysis. Vol II 16th Edition. Association of Official Analytical Chemists International. Gaithersburg, Maryland. Chapter 32:24-32.
- Araujo, L.F., M. A. Nunes, N. A Perazzo, O. L. S. Conrado, F. L. H. Da Silva. 2005. Protein Enrichment of cactus pear (*Opuntia ficus- indica mil*) using *Sacharomyces cerevisiae* in solid state fermentation. Brazilian Archives of Biology and Technology. 161:168
- Ghaly, A., M. Khamal. 2004. Submerged yeast fermentation of acid cheese whey for proteins production and pollution potential reduction. Water Research 38:631-644
- Grba, S. T. Sthelik, N. Stanzar, N. Vahele, N. Skrlin. 2002. Selection of yeast strain of *Klyuveromyces marxianus* for alcohol and biomass production on whey. Chemical and Biochemical Engineering. 16:1:13-16
- Liti, G., F. Wardrop, G. Cardinali, A. Martini, G. Walker. 2001. Differential responses to antimycin A and expression of crabtree effect in select *Klyuveromyces* spp. Annals of microbiology . 51:235-243
- Mertens, D.R. 1994. Regulation of forage intake. P. 450-493. In: Fahey Jr. G.C. (Ed). Forage quality, evaluation and utilization. Madison, WI. USA. American Society of Agronomy.
- SAS. 2009. SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Van Soest P.J. 1982. Nutritional Ecology of Ruminant. Corvallis. O. nd B. Books
- Van Soest P.J., J.B. Robertson, B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition: Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism and nutritional implications in dairy cattle. *J. Dairy. Sci.* 74:35-83.

FERMENTACION ESTADO SOLIDO DE NOPAL FORRAJERO CON LA LEVADURA *Kluyveromyces marxianus*

J. Betancourt Cárdenas¹, E. Herrera Torres^{2*}, J. Páez Lerma¹, N. Soto Cruz¹, M. Murillo Ortiz²,
L. Berumen Hernandez², F. Carrete Carreón²

¹*Departamento de Ingenierías Química y Bioquímica. Instituto Tecnológico de Durango,*

²*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango.*

E-mail: heto99@yahoo.com.mx

RESUMEN

En el presente trabajo se evaluó el efecto de la levadura *Kluyveromyces marxianus* en la fermentación en estado sólido de nopal forrajero. Muestras de 250 g de nopal picado en pequeños trozos, se introdujeron en matraces de vidrio de 500 ml, a los cuales se les agregaron 13 ml de solución equivalente a una concentración de levadura de 1×10^8 células. Una vez mezclados homogéneamente el sustrato y la levadura dentro de cada matraz, se colocaron en una estufa incubadora con temperatura controlada a 28°C por periodos de 24, 48, 72, 96, 120 y 144 h. La cinética de fermentación mostró que la PC registró el valor más alto a las 120 h (16.7 %) y el más bajo a las 24 horas (9.8 %) ($P < 0.05$). Dentro del rango comprendido de las 0 a las 120 h de fermentación, se registró un incremento en el contenido de PC de 47.9 %; mientras que dentro de este mismo rango de fermentación, la FDN se redujo 43.3 % ($P < 0.05$). Se concluye que la fermentación en estado sólido de nopal forrajero con la levadura *Kluyveromyces marxianus* incrementó significativamente el valor de PC de 8.4 a 16.7 % en 120 horas de fermentación y favoreció la disminución de la FDN.

Palabras clave: Cinética fermentativa, proteína cruda, fibra detergente neutro

INTRODUCCIÓN

En México las tierras consideradas como pastizal representan el 40.1% de la superficie total del país. (COTECOCA, 1980); no obstante, la contribución de los pastizales a los requerimientos anuales forrajeros para ganado está disminuyendo gradualmente debido principalmente al sobrepastoreo y a las sequías. Por lo anterior, la búsqueda de especies vegetales apropiadas para cultivarse en zonas áridas y semiáridas es una preocupación constante de técnicos y de investigadores relacionados con el manejo de pastizales y la producción animal en sistemas extensivos. De ahí que los cultivos para estas áreas deben de tolerar las sequías, bajas temperaturas y baja fertilidad de suelo. Las diversas especies de nopal llenan la mayoría de estos requerimientos por ser más eficientes que los pastos o leguminosas en la conversión de agua a materia seca y permanecen suculentos durante la sequía (González, 2006). No obstante, en el nopal los contenidos de algunas fracciones nutricionales de importancia como la proteína cruda son bajos. Por medio de la fermentación en estado sólido es posible incrementar sustancialmente el contenido de proteína cruda del nopal forrajero. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de un inóculo de levadura *Kluyveromyces Marxianus* en la fermentación en estado sólido de nopal forrajero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se llevó a cabo en los laboratorios de posgrado del Instituto Tecnológico y de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez, ambas instituciones

del Estado de Durango. Las muestras de nopal forrajero (var, AV6) se obtuvieron en una nopalera perteneciente al rancho Santa Cruz del Aguaje ubicado en el km 17.5 de la Carretera Durango – Mezquital. Para la fermentación en estado sólido del nopal forrajero, se utilizó un inóculo de la levadura *Kluyveromyces marxianus* la cual se obtuvo de un banco de levaduras perteneciente al departamento de ingenierías química y bioquímica Instituto Tecnológico de Durango. Muestras de 250 g de nopal picado en pequeños trozos, se introdujeron en matraces de vidrio de 500 ml, a los cuales se les agregaron 13 ml de solución equivalente a una concentración de levadura de 1×10^8 células. Una vez mezclados homogéneamente el sustrato y la levadura dentro de cada matraz (tres matraces por tiempo) se colocaron en una estufa incubadora con temperatura controlada a 28°C por periodos de 24, 48, 72, 96, 120 y 144 h. Al concluir cada periodo de tiempo, las muestras obtenidas se secaron a 55° C por 24 h en una estufa de aire forzado. Una vez concluido este proceso, a las muestras de nopal fermentado se les determinaron los contenidos de materia seca (MS), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) (AOAC, 1999), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y lignina (L) (Van Soest *et al.*, 1991). En el análisis de los datos se utilizó un diseño completamente al azar y la prueba de Tukey para detectar diferencias entre medias (Hicks y Turner, 1999). En todos los análisis se utilizó el procedimiento GLM de SAS (2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran la composición química y el comportamiento de los contenidos de proteína cruda y fibra detergente neutro de nopal forrajero a diferentes tiempos de fermentación. Como se observa, el contenido de PC del nopal forrajero es bajo y equivale a la PC de algunos esquilmos agrícolas; aunque su contenido de FDN es bajo en comparación con los esquilmos agrícolas. La composición química del nopal forrajero utilizado en el presente estudio, coincide con la reportada en los estudios realizados por Fuentes *et al.* (2003). El contenido PC mostró una tendencia ascendente a través de los tiempos fermentación, con el valor de PC más alto a las 120 h y el más bajo a las 24 horas ($P < 0.05$). Aunque este último valor fue estadísticamente igual al tiempo 0 ($P > 0.05$). En general, del tiempo 0 a las 120 h de fermentación se registró un incremento en el contenido de PC de 47.9 %. No obstante, después de las 120 h, el comportamiento de la PC mostró una tendencia a disminuir. Los resultados obtenidos coinciden en parte con los reportados por Gamez-Aguilar *et al.* (2012), quienes encontraron incrementos significativos en los contenidos de PC en la fermentación *in vitro* de nopal forrajero con un inóculo de levadura de *Sacharomyces cereviceae*.

En relación con la fermentación del nopal forrajero en el contenido de FDN ésta mostró una tendencia descendente, con el valor más alto de FDN a las 24 h de fermentación y el más bajo a las 120 h ($P < 0.05$). La disminución estimada en el contenido de FDN entre el rango comprendido del tiempo 0 hasta las 120 h de fermentación fue de 43.3 %. Lo anterior indica que la levadura degradó una cantidad importante de la pared celular del nopal forrajero.

Cuadro 1. Composición química y comportamiento del contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro del nopal forrajero

MS (%)	PC (%)	FDN (%)	FDA (%)	L (%)	EE
12.3	6.7	35.6	13.0	3.8	1.3
Comportamiento de la PC y FDN a diferentes tiempos de fermentación					
Tiempos (h)	PC (%)	FDN (%)			
0	8.4 ^e	37.2 ^a			
24	9.8 ^e	32.0 ^b			
48	10.2 ^d	31.1 ^b			
72	11.7 ^c	19.4 ^c			
96	14.3 ^b	17.2 ^d			
120	16.7 ^a	14.9 ^f			
144	12.1 ^c	16.7 ^e			
EEM	1.3	1.7			

^{abcde}Medias dentro de las columnas con distinta literal son diferentes (P<0.05).

CONCLUSIONES

Se concluye que la fermentación en estado solido de nopal forrajero con inóculo de levaduras *Kluyveromyces marxianus* incrementó significativamente el valor de PC de 8.4 % a 16.7 % en 120 horas de fermentación y redujo los contenidos de FDN. Estudios adicionales en torno a la metodología empleada en el presente estudio, permitirán establecer las bases para su aplicación a nivel de campo y como consecuencia incorporar el nopal fermentado a dietas y suplementos para rumiantes bajo condiciones de producción intensivas y extensivas.

REFERENCIAS

- AOAC. 1999. Official Methods of Analysis. 16th Ed. Ass.Off.Anal. Chem. Washington, D.C.
- COTECOCA (Comisión Técnico Consultiva para la Determinación Regional de los Coeficientes de Agostadero. 1980. Subsecretaría de Ganadería. p 122.
- Fuentes, R., J. M. Jiménez, L. Suárez, G. L. Torres, H. M. Murillo, M. E. López, y B Ortiz. 2003. Evaluación nutricional de cuatro especies de nopal (*Opuntia spp*) forrajero. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Gamez-Aguilar, M., A. Flores, M. A. Mata, G. Hernández y G. Rodríguez. 2012. X Simposium-Taller Nacional y III Internacional “Producción y Aprovechamiento del Nopal y Maguey”. pp- 145-152. Monterrey NL.
- González M. K. 2006. Utilización de nopal como sustituto parcial de alfalfa en dieta para vacas lecheras. INIFAP-PRODUCE. Tec. Pec. En México. Vol. 36. No. 1. México
- Hicks C. R. and R. Turner. 1999. Fundamental Concepts in the Desing of Experiments. Oxford University Press. p 223.
- SAS 2003. SAS User’s Guide: Statistics. SAS Inst, Inc Cary, NC.
- Van Soest, P.J., J. B. Robertson and B. A. Lewis. 1991. Methods for dietary neutral detergent fiber, and non starch polisacarides in relation to animal nutrition. Symposium: Carbohidrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J. Dairy. Sci. 74:3583.

DIGESTIBILIDAD APARENTE DE BLOQUES MULTINUTRICIONALES ELABORADOS CON FRUTOS DE *Acacias* EN OVINOS

F. Quiroz Cardoso, J. Olivares Pérez*, S. Rojas Hernández, E. Hernández Castro, R. Jiménez Guillén, E.J. Mireles Martínez, A. Córdova Izquierdo

¹*Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia - UAGRO.
E-mail: olivares@hotmail.com*

RESUMEN

Se determinó consumo de materia seca (CMS) y digestibilidad aparente (DA) de bloques multinutricionales (BM) con frutos de *Acacia farnesiana* (Huizache) y *Acacia cochliacantha* (Cubata) en ovinos como fuente de alimento. Las variables evaluadas fueron consumo de BM (CBM), consumo de concentrado (CC), consumo de heno de avena (CHA), consumo total (CT) y la digestibilidad aparente de la MS, MO, PC, EE, FDN y FDA, se analizaron por modelos lineales generales (MLG) en diseños completamente al azar. Las medias se compararon por tukey ($P \leq 0.05$). No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) por efecto de tratamiento para el CBM (256.9 a 272.9 g/animal/día), CC (161.6 a 200.0 g/animal/día), CHA (420.3 a 490.6 g/animal/día) y de CT (854.8 a 958.9 g/animal/día). En la DA no se encontraron diferencias ($P > 0.05$) por efecto de tratamiento para MS (62.4 a 66.0%), MO (65.9 a 69.3%), PC (70.0 a 78.4%), FDN (55.9 a 61.1%) y FDA (47.4 a 52.7%), se encontraron diferencias ($P > 0.05$) por efecto de tratamiento para la DA del EE siendo superior en el tratamiento testigo (T3: 83.9 %) en comparación con el T1 que contenía el BM con fruto de *A. farnesiana* (54.3 %). Se concluye que los frutos de *acacias* pueden sustituir ingredientes en los BM, sin afectar el consumo de los alimentos, ni la digestibilidad aparente en ovinos.

INTRODUCCIÓN

Las arbustivas leguminosas y no leguminosas como *Gliricidia sepium*, *Guazima ulmifolia*, *Crescentia alata*, *Acacia cochliacantha* y *Acacia farnesiana* son especies nativas del trópico de Guerrero y se encuentra dispersas en potreros y en arreglo de cercos vivos donde los rumiantes cosechan sus frutos directamente para alimentarse en la época de secas (Rojas *et al.*, 2012; Olivares *et al.*, 2011). Con esto surge la necesidad de buscar alternativas para el uso estratégico de este recurso arbóreo como alimento en dietas integrales y en bloques multinutricionales (BM), substituyendo ingredientes de alto valor económico pero sin afectar la productividad animal (Rojas *et al.*, 2012; Olivares *et al.*, 2012a). En este estudio se evaluó el consumo de materia seca y la digestibilidad aparente de dietas de ovinos, alimentados con frutos de *Acacias* integrados en BM como ingredientes sustitutos de pasta de soya y mazorca molida.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de Los Limones, municipio de Pungarabato, Guerrero, México, localizado en la Región de la Tierra Caliente a 18° 20' latitud Norte y 100° 39' longitud Oeste, a una altitud de 250 msnm. El clima predominante es AW₀, con temperatura mínima y máxima anual de 28 °C a 46 °C y precipitación anual de 750 mm.

Las dietas de los tratamientos evaluados fueron: T1= Dieta basal+ BM con fruto de *A. farnesiana* (DB+BM1); T2= Dieta basal + BM con fruto de *A. cochliacantha* (DB+BM2); y T3= Dieta basal + BM Testigo (DB+BM3) (Cuadro 1). A los diferentes tratamientos se les determinó el contenido de materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC), extracto etéreo (EE) (AOAC,

2000) y la fibra detergente neutro y ácido (FDN y FDA) (Van Soest *et al.*, 1991). Se utilizaron 9 ovinos F1 (cruza Pelibuey x Dorper) con peso vivo de 23.93 ± 1.4 kg y 7 meses de edad, distribuidos aleatoriamente en grupos de tres animales y se alojaron en corraletas individuales (1.20 X 1.0 m), los cuales recibieron los tres tratamientos y se les dio siete días de adaptación y siete días de evaluación. Para estimar la digestibilidad aparente de los tratamientos, diariamente se colectaron las heces de cada ovino con ayuda de un arnés y se les determinó su composición química por los procedimientos ya mencionados.

Cuadro 1. Inclusión de ingredientes del concentrado y del BM de los tratamientos y su composición química.

Ingredientes (%)	Concentrado	BM1	BM2	BM3
Pasta de coco	15.0	-	-	-
Grano de sorgo	14.0	-	-	-
Pasta de soya	13.0	-	-	5.7
Mazorca molida	58.0	14.0	14.0	38.3
Melaza	-	38.0	38.0	38.0
Cemento	-	10.0	10.0	10.0
Urea	-	6.0	6.0	6.0
Sal mineral	-	2.0	2.0	2.0
<i>A. farnesiana</i> *	-	30.0	-	-
<i>A. cochliacantha</i> *	-	-	30.0	-

Tratamientos	Composición química (%)					
	MS	MO	PC	EE	FDN	FDA
BM1	91.18	84.12	26.87	1.12	39.29	45.94
BM2	90.82	82.91	25.79	1.30	44.95	47.37
BM3	90.80	83.53	27.30	2.02	48.26	35.09
Concentrado	90.10	97.23	15.18	4.85	58.75	44.23
HA	92.10	96.61	5.40	0.97	74.11	57.18

* Fruto, BM1: Bloque multinutricional con fruto de *A. farnesiana*, MB2: Bloque multinutricional con fruto de *A. cochliacantha*, BM3: Bloque multinutricional testigo, HA: Heno de avena, MS: Materia seca, MO: Materia orgánica, PC: Proteína cruda, EE: Extracto etéreo, FDN: Fibra detergente neutra, FDA: Fibra detergente acida.

Variables medidas: El consumo de concentrado, bloque multinutricional y heno de avena se midió restando al ofrecido el rechazado. La digestibilidad aparente de la materia seca (DAMS), materia orgánica (DAMO), proteína cruda (DAPC), extracto etéreo (DAEE), fibra detergente neutro (DAFDN) y fibra detergente ácido (DAFDA) se realizó por los procedimientos descritos por Shimada (2003).

Diseño experimental: Para el caso del consumo de BM, dieta base, consumo total y la digestibilidad aparente de los nutrientes se utilizó un diseño completamente al azar y la prueba de tukey para comparación de medias ($P \leq 0.05$) (SAS, 2001).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se Observó que los frutos de las *Acacias* no afectaron ($P > 0.05$) el consumo de MS (Cuadro 2), lo que se atribuyó a la similitud en la composición química de los tratamientos. Vázquez *et al.* (2012) reportaron resultados similares en esta variable. Además reportes indican que el contenido

de taninos condensados del fruto de las *Acacia* es menor a 5 % (Velázquez *et al.*, 2011; Olivares *et al.*, 2012a), lo que no fue suficiente para afectar el consumo de materia seca final.

Cuadro 2. Consumo de Alimentos y digestibilidad aparente de las diferentes fracciones químicas en ovinos alimentados con BM con frutos de *Acacias*.

Consumo de dietas (g MS/día)	T1	T2	T3	EEM	Pr>F
Bloque multinutricional	272.9	256.9	268.5	50.22	0.668
Concentrado	161.6	200.0	199.9	35.88	0.475
Heno de avena	420.3	478.8	490.6	50.11	0.061
Total	854.8	935.7	958.9	-	-
Digestibilidad aparente (%)					
Materia seca	64.2	62.4	66.0	8.62	0.960
Materia orgánica	65.9	65.9	69.3	7.86	0.944
Proteína cruda	70.0	78.4	73.0	7.75	0.745
Extracto etéreo	54.3 ^b	75.6 ^{ab}	83.9 ^a	10.19	0.050
Fibra detergente neutro	59.1	55.9	61.1	9.48	0.873
Fibra detergente ácido	52.7	47.4	50.9	11.51	0.903

^{a, b} Medias con la misma literal en la misma fila son estadísticamente diferentes (Tukey < 0.05). T1= Dieta basal + BM con *A. farnesiana* (DB+BM1); T2= Dieta basal + BM con *A. cochliacantha* (DB+BM2); y T3= Dieta basal + BM Testigo (DB+BM3).

La digestibilidad aparente de la MS, MO, PC, FDN y FDA no fue diferente entre tratamientos (P>0.05) (Cuadro 2). Sin embargo, la digestibilidad aparente del EE fue mayor (83.9%; P<0.05) en ovinos que recibieron el T3, lo que se atribuye probablemente a que el EE proveniente de la pasta de soya y de la mazorca de maíz es más digestible. En general se observa que la adición del 30.0 % de frutos de las *Acacias* a los bloques multinutricionales no disminuyó el consumo de materia seca ni la digestibilidad de la dieta final en los ovinos, lo que indica una opción para sustituir ingredientes de alto valor económico como la soya y la mazorca molida en la dieta de ovinos, resultados similares reportó Olivares *et al.* (2012b).

CONCLUSIONES

Se concluye que los frutos de las acacias adicionados al 30.0 % en bloques multinutricionales pueden sustituir el uso de soya hasta en un 5.7 % y la mazorca molida hasta en un 44.0 %, sin afectar el consumo de materia seca y la digestibilidad aparente de la dieta total de los ovinos.

REFERENCIAS

- AOAC. 2000. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analysis Chemists, Washington, DC, USA, p 2044.
- Olivares P.J., M.E.J Míreles, H.S. Rojas y I.A. Córdova. 2012b. Respuesta productiva de corderos en pastoreo complementados con concentrado con fruto de *Acacia cochliacantha* como sustituto del maíz en el trópico seco de México. Memorias de la 3ª Reunión Mesoamericana de Ciencia Animal. Villahermosa, Tabasco. Pág. 55.
- Olivares P.J., N.F. Avilés, H.S. Rojas, P.B. Albarrán and O.O.A. Castelán. 2011. Identification, uses and measurement of fodders legumes trees in south farmers of the States of Mexico. Tropical and Subtropical Agroecosystems.14:739-748.

- Olivares P.J., N.F. Avilés, P.B. Albarrán, O.O. Castelán y H.S. Rojas. 1012a. Caracterización nutricional el fruto de *Pithecellobium dulce* y *Acacia cocliacantha* y análisis de preferencia por cabras en el trópico mexicano. Págs. 77-101. En: Hernández, C. E. 2012. Tópicos agropecuarios y sobre conservación de recursos naturales (Ganadería y forestaría). Editorial Universidad Autónoma de Guerrero. ISBN: 978-607-7760-65-8.
- Rojas H.S., N.F. Avilés, O.O. Castelán, M.A. García, P.J. Olivares y A.M.T. Valencia. 2012. Chemical Composition, In vitro Digestibility of foliage *Guazuma ulmifolia* and *Crescentia alata* and its use in feeding lambs. *Pakistan Journal of Nutrition*. 11(12):1139-1145.
- Shimada M.A. 2003. Nutrición animal. Editorial Trillas. México, D. F. Pág. 397
- Statistical Analysis System (SAS). 2001. SAS/STAT. In: Guide for Personal Computers Version Ver 9.0. Institute Inc. Cary, NC, USA. 956 p.
- Van Soest P.J., J.B. Robertson and B.A. Lewis. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non- starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal Dairy Science*. 74:3583- 3592.
- Vázquez M.P., O.O.A Castelán, M.A. García y N.F. Avilés. 2012. Uso de bloques nutricionales como complemento para ovinos en el trópico seco del Altiplano Central de México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15:87-96.
- Velázquez A.J., R.M. González, J. Bórquez, I.A. Domínguez, y G.R. Pérez. 2011. Composición química y producción de gas in vitro de dietas con vainas de *Acacia farnesiana*. *Archivos de Zootecnia*. 60(231):637-645.

GERMINACION, DENSIDAD Y EMERGENCIA DE *Leucaena leucocephala* EN UNA PRADERA DE ZACATE *Panicum Maximum* CV TANZANIA.

L. Hernández-Sánchez¹, I. López-Guerrero², Y. Villegas-Aparicio*¹, J.C. Carrillo-Rodríguez¹, T. García-Peniche²

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Ex-Hacienda Nazareno. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. ²CE “La Posta” INIFAP, Veracruz.
E-mail: yurivil37@yahoo.com.mx

RESUMEN

El trópico mexicano presenta condiciones climáticas favorables para la producción de forrajes, el cual no alcanza el potencial de producción y calidad que demanda la alimentación del ganado, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de métodos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala*, y el comportamiento de la inclusión de la misma en una pradera formada con base de zacate Tanzania (*Panicum maximum* cv Tanzania) con clima cálido subhúmedo y suelo tipo migajón arcillo-arenoso. Teniendo 28 tratamientos para los métodos pregerminativos, utilizando agua a temperatura ambiente por 12, 24 y 36 horas y a 80 °C por 2, 4 y 6 minutos, en cuatro momentos diferentes de siembra. Y 13 tratamientos en la pradera, siendo esta dividida en unidades experimentales (U.E) con tres surcos de leucaena a 3, 5, 7 m y plántulas a 25, 50 y 75 cm de distancia en un diseño al azar. Se analizó los datos con SAS mediante pruebas de Duncan. El mejor tratamiento pregerminativo fue en agua a 80 °C por cuatro minutos con 55.66 % de germinación y cuya velocidad la presento a los seis días. Encontrándose en una segunda fase, que con un 57.25 % de cobertura aérea (COB A), 10 667 y 3 235.5 kg ha⁻¹ de rendimiento de forraje fresco (RFF) y seco (RFS) respectivamente y un 32.22 % de materia seca (MS), con la inclusión de la leguminosa la cual no afecta la altura del pasto y su rendimiento de forraje pero si a la COB A.

Palabras clave: Velocidad, viabilidad de germinación, rendimiento, materia seca.

INTRODUCCIÓN

Las regiones tropicales subhúmedas presentan condiciones climáticas favorables para una intensa producción de forraje, sin embargo a pesar de su gran potencial de producción, la calidad del forraje que producen las gramíneas tropicales no alcanza a satisfacer la demanda nutricional de animales con mediano o alto potencial productivo, por lo cual se han utilizado leguminosas dentro de la pradera para mejorar, el aporte de proteína en la dieta. Sin embargo es necesario tener presente que el manejo de la pradera generalmente favorece casi siempre a la gramínea y por lo tanto, es difícil lograr la persistencia. En este sentido, es posible que la leguminosa arbustiva leucaena o guaje (*Leucaena leucocephala*) se asocie y persista bien en praderas de zacate Tanzania dado que son capaces de establecerse en condiciones de suelo y clima parecidos y requieren más o menos los mismos días de descanso después de una defoliación. Uno de los principales problemas para el establecimiento y propagación de las leguminosas es la presencia de la cutícula impermeable al agua y al oxígeno y los inhibidores del crecimiento, sin embargo se ha observado que la escarificación de las semillas disminuye su latencia y acelera la germinación de las mismas, independientemente del método utilizado (Sanabria, *et al*; 2012.). A esta situación hay que añadir, que los suelos destinados al cultivo de pastos en su mayoría son de baja fertilidad y mal drenaje, que conjuntamente, con el clima ejercen efectos negativos en la productividad,

calidad y persistencia de las especies de pastos (Verdecia, *et al.*, 2008). Por tal motivo y debido a los resultados obtenidos en estudios anteriores se llevó a cabo este estudio, con el objetivo de conocer el efecto de diferentes métodos pregerminativos que ayuden a eliminar la mayor cantidad de inhibidores e incrementen el porcentaje de germinación de la semilla obteniendo de esta manera el mejor método a utilizar en campo, así también el comportamiento de la inclusión de la misma en una pradera formada de zacate Tanzania (*Panicum maximum* cv Tanzania).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en septiembre 2011 – julio 2012, en terrenos del Centro Experimental “La Posta” de Paso del Toro, Veracruz, km. 22.5 de la carretera libre Veracruz-Córdoba, en la coordenadas que forman el paralelo 19° 02´ de latitud Norte con el meridiano 96° 08´ de longitud Oeste (López, 1988). En dos fases, la primera abarcó las pruebas de germinación con diferentes tratamientos pregerminativos. Utilizando semillas de leucaena nativa de seis diferentes bolsas con seis meses de edad, colectadas en Tizimin, Yucatán, México y sembradas en cuatro momentos, el primero fue terminada la escarificación cero días, el segundo se realizó a los 15, el tercero a los 119, y el cuarto 239 días después de la escarificación, dando de esta manera 28 tratamientos en total (siete tratamientos por cuatro momentos igual a 28 tratamientos). Los tratamientos que se evaluaron son: 1. Semillas escarificadas en agua a temperatura ambiente por 36 h. 2. Semillas escarificadas en agua a temperatura ambiente por 24 h. 3. Semillas escarificadas en agua a temperatura ambiente por 12 h. 4. Semillas escarificadas en agua a 80 °C por 2 minutos. 5. Semillas escarificadas en agua a 80°C por 4 minutos. 6. Semillas escarificadas en agua a 80 °C por 6 minutos. 7. Testigo. Las unidades experimentales fueron un grupo de 80 semillas de leucaena de cada bolsa (repeticiones), y las unidades que se observaron fueron cada plántula. Los datos se analizaron usando el SAS con un Diseños Completamente al Azar, y un análisis de varianza (ANVA) y prueba de medias por Duncan. Las variables de estudio son: la densidad, viabilidad y velocidad de germinación de las semillas de leucaena escarificadas a través del tiempo. Llevando un registro diario del número de semillas que germinaban por día y por tratamiento durante el periodo de tres semanas.

La fase dos, estudió el comportamiento de la inclusión de leucaena en una pradera formada con base de zacate Tanzania que se estableció un año antes (emergencia), el cual se realizó a campo abierto utilizando un diseño experimental completamente al azar con cuatro repeticiones, los tratamientos que se evaluaron son: T1. Tres surcos de leucaena cada tres m y plantas a 25 cm entre sí. T2. Tres surcos de leucaena cada 3 m y plantas a 50 cm entre sí. T3. Tres surcos de leucaena cada 3 m y plantas a 75 cm entre sí. T4. Tres surcos de leucaena cada 5 m y plantas a 25 cm entre sí. T5. Tres surcos de leucaena cada 5 m y plantas a 50 cm entre sí. T6. Tres surcos de leucaena cada 5 m y plantas a 75 cm entre sí. T7. Tres surcos de leucaena cada 7 m y plantas a 25 cm entre sí. T8. Tres surcos de leucaena cada 7 m y plantas a 50 cm entre sí. T9. Tres surcos de leucaena cada 7 m y plantas a 75 cm entre. T10. Testigo. Pradera de Tanzania en monocultivo. T11. Testigo, pradera en mono cultivo de leucaena a 25 cm. T12. Testigo, pradera en monocultivo de leucaena a 50 cm. T13. Testigo, pradera en mono cultivo de leucaena a 75 cm. Se utilizaron parcelas o unidades experimentales (U.E.) de 14 m de ancho por 44 m de largo con diferentes medidas de siembra de acuerdo al tratamiento. Se aplicó un herbicida selectivo para hoja ancha (Faena), con una dosis de 1 %, La siembra se realizó sobre las U.E cuadradas con franjas de tres surcos de leucaena a distancias de 3, 5 y 7 m entre franja y 25, 50 y 75 cm de distancia entre planta, cuya semilla se encontraba previamente inoculada con *Rhizobium* Sp y escarificadas en agua a temperatura ambiente por 12 h, y el método de siembra fue a espeque depositando de tres a cinco semillas a una profundidad de entre 2 y 3 cm. Los tratamientos testigo

fueron la parcela de zacate Tanzania sin la inclusión de la leucaena. Las variables de estudio, se considero la cobertura aérea de la pradera tomando en el caso del zacate un cuadro de un 1m^2 en el cual se determino la cobertura en porcentaje y en la leucaena se tomaron dos franjas de cada U.E contando cuantas plantas había en cada una y anotando este dato en formatos para después por medio de una regla de tres obtener el porcentaje en un metro cuadrado, la altura de ambas especies, considerando esta desde el suelo hasta la hoja más alta de la planta, el rendimiento de forraje fresco y seco (RFF y RFS) del pasto Tanzania, cortando el material vegetativo que se encontraba en un 1m^2 de cada unidad experimental (U.E.) a cinco cm a nivel del suelo, el cual fue pesado y registrado el dato como RFF para el RFS se obtuvo una muestra representativa de 200 g, que se envió al laboratorio para ser secada en la estufa de aire forzado a $55\text{ }^\circ\text{C}$ por 48 horas o hasta peso constante para después determinar el rendimiento de forraje seco, así mismo se consideró la materia seca del Tanzania, la cual se obtuvo por regla de tres una vez obtenido el rendimiento del forraje fresco y seco.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los tratamientos pregerminativos muestran diferencias significativa sobresaliendo los escarificados con agua a $80\text{ }^\circ\text{C}$ por dos (T4) y cuatro minutos (T5) con 52.37 y 55.66 % en promedio. Teniendo que las mejores fechas de siembra son inmediatamente después de la escarificación y a los 15 días con un promedio de 34.59 % de germinación. Así mismo se determino que las semillas son viables hasta los siete meses 27 días después de realizar los métodos pregerminativos con un 7.23 % de germinación. Respecto a la velocidad de germinación se observo que las semillas escarificadas con agua a $80\text{ }^\circ\text{C}$ por dos minutos presentan una velocidad de germinación tardía a los siete días promedio (T4) en comparación con las escarificadas con agua a temperatura ambiente por 36 h (T1) y 12 h (T3) presentando su germinación a los cinco días promedio y las semillas sin tratamiento alguno (testigo, T7) cuya germinación la realiza a los cuatro días en promedio.

En la segunda fase, el comportamiento del zacate *Panicum maximum* Tanzania y el inicial establecimiento de *leucaena Leucocephala* en la pradera. De acuerdo a las alturas de ambas especies estas no presentan diferencia significativa, así la cobertura aérea (COB A) presento una diferencia entre tratamientos, a los 47 días de rebrote del Tanzania y 34 días después de la siembra de la leucaena cuyo porcentaje mayor es de 78.50 % el cual se encontró en la unidad experimental con surcos a 7 m y plantas a 75 cm (T9) a diferencia del T11 (testigo: pradera de leucaena 25 cm ente plantas en monocultivo) y cuyo porcentaje de COB A es de 15 %, el cual es el valor mas bajo. De igual manera se comportaron la cobertura del Tanzania menos las leucaena (COB T-L), y la cobertura del Tanzania más la leucaena (COB T+L) presentando un porcentaje mayor de 57.25 % y 99.77 % con tres surcos de leucaena cada siete metros y plantas cada 75 cm entre sí, y cuyo porcentaje menor lo registro la pradera de leucaena a 25 cm entre plantas, testigo en monocultivo con un 15 % (Cuadro 1).

El rendimiento de forraje fresco (RFF) varía en los tratamientos a los 47 días de rebrote sobresaliendo la pradera con tres surcos de leucaena cada siete metros y plantas a 75 cm entre sí con $10,667\text{ kg ha}^{-1}$, seguido por el testigo (pradera en monocultivo) con $10,110\text{ kg ha}^{-1}$. Siendo la pradera con tres surcos de leucaena cada cinco metros y plantas a 50 cm la que presenta un rendimiento menor de 4296 kg ha^{-1} . Así mismo el rendimiento de forraje seco (RFS) mayor lo presentó la pradera con tres surcos de leucaena cada siete metros y plantas a 75 cm si, con 3225.5 kg ha^{-1} seguido por el testigo (pradera en monocultivo) con 3156.2 kg ha^{-1} , encontrándose que la pradera con tres surcos de leucaena cada cinco metros y plantas a 75 cm

entre si presenta un RFS menor con tan solo 1327.7 kg ha⁻¹ respecto a los demás tratamientos.. El rendimiento de materia seca (MS) del zacate no presento diferencia significativa.

Cuadro 1. Comportamiento de la leucaena en la pradera de *Panicum maximum*.

Tratamiento	COB. A. (%)	COB T-L (%)	COB. T+L (%)	H Tan (cm)	H Leuc. (cm)	RFF (kg ha ⁻¹)	RFS (kg ha ⁻¹)	MS (%)
T1	70.00 a	56.75 a	83.25 ab	72.9 a	7.2 a	5808 ab	1716.9 ab	30.175 a
T2	71.25 a	56.75 a	85.75 ab	60.0 a	7.9 a	6520 ab	2033.6 ab	31.400 a
T3	52.25 abcd	35.25 ab	69.25 ab	80.8 a	6.0 a	5857 ab	1845.3 ab	31.150 a
T4	41.25 abcd	26.50 ab	56.00 bc	64.5 a	6.7 a	5477 ab	1582.3 b	29.575 a
T5	43.75 abcd	24.75 ab	62.75 ab	78.4 a	7.7 a	7738 ab	2415.8 ab	32.100 a
T6	53.75 abcd	33.50 ab	74.00 ab	52.5 a	6.4 a	4296 b	1327.7 b	31.325 a
T7	67.50 a	52.50 ab	82.50 ab	62.0 a	6.5 a	6918 ab	2119.8 ab	31.400 a
T8	61.25 ab	46.25 ab	76.25 ab	52.9 a	14.2 a	5526 ab	1784.6 ab	32.675 a
T9	78.50 a	57.25 a	99.71 a	69.5 a	7.3 a	10667 a	3225.5 a	32.225 a
T10	56.25 a bc	56.25 a	56.25 bc	67.9 a	*	10110 a	3156.2 a	31.325 a
T11	15.00 d	15.00 b	15.00 d	++	++	++	++	++
T12	22.00 bcd	22.00 ab	22.00 cd	++	++	++	++	++
T13	19.00 cd	19.00 ab	19.00 cd	++	++	++	++	++

Trat: tratamiento, COB.A: cobertura aérea COB T-L: cobertura del Tanzania menos la cobertura de la leucaena, COB T+L: cobertura del Tanzania mas la leucaena, H Tan: altura del Tanzania, H Leuc.: altura de la leucaena, RFF: rendimiento de forraje fresco, RFS: rendimiento de forraje seco, MS: materia seca.

Literales de cada columna: muestran el análisis del SAS de cada variable que se tomo en cuenta en la pradera mediante la prueba de medias con Duncan.

*: No se reporta dato debido a que no se incluyo ya que esta pertenece a la U.E como testigo.

++: Estás solo se agregaron para estimar la cobertura en caso de que en la pradera se encontrara sembrada solamente de leucaena, por lo cual no se reportan datos para el Tanzania.

CONCLUSIÓN

El mejor método de escarificación utilizado es con agua a 80 °C por cuatro y seis minutos ya que en estos tratamientos sobresale un mayor porcentaje de germinación en las diferentes fechas aun cuando su velocidad de germinación es lenta. El establecimiento de la pradera no fue lo esperado; ya que la inclusión de la leucaena a los 34 días después de su germinación no afecta el rendimiento de la pradera.

REFERENCIAS

- López, G. I. 1988. Rendimiento de Materia Seca y Proteína Cruda de Siete Gramíneas Cosechadas a Cuatro Frecuencias de Corte en Clima Cálido Subhúmedo. Tesis. Licenciatura. Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro”. Saltillo, Coahuila, México. pág 67.
- Sanabria D. V., Ramón Silva-Acuña, Coromoto Alfaro y Miguel Oliveros. 2012 “Escarificación térmica de semillas de accesiones de *Leucaena leucocephala*”; FONAIAP. Centro de Investigaciones Agropecuarias del Edo. Monagas. Apartado Postal 184. Maturín, Z.P. 6201, Estado Monagas, Venezuela. Consultado el 04 de marzo de 2012; disponible en: http://sian.inea.gov.ve/repositorio/revistas_ci/ZootecniaTropical/zt150/texto/leucaena.htm

Verdecia, D. Ramírez, J. Leonard, I. Pascual, Y. López, Y. 2008. “Rendimiento y componentes del valor nutritivo y componentes del valor nutritivo del Panicum máximum cv Tanzania. REDVET Revista electrónica de Veterinaria, Vol. IX, Núm. 5 consultad: 17 de enero de 2012. Disponible en: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n050508/050807.pdf>.

NIVELES CRECIENTES DE HARINA DE HOJAS DE *Moringa oleifera* COMO FUENTE DE PROTEÍNA EN LA RACION DE POLLOS DE ENGORDA.

P. Lara y Lara*, G. Huan Escalante, J. Sanginés García, E. Aguilar Urquizo

Instituto Tecnológico de Conkal, km 16.3 Antigua carretera Mérida-Motul,

**E-mail: pedro.lara@itconkal.edu.mx*

RESUMEN

Con el fin de evaluar el comportamiento productivo de pollos de engorda, alimentados con niveles crecientes de harina de hojas de *Moringa oleifera* (PC = 29%) en sustitución de la pasta de soya, se utilizaron 200 pollos de la línea Ross 308 de un día de edad, los cuales se sortearon en cuatro tratamientos con cinco repeticiones según un diseño experimental completamente al azar: T-1 con 0% de HHMO (harina de hojas de *M. oleifera*), T-2 4% de HHMO, T-3 8% de HHMO, T-4 12% HHMO, quedando constituidas las unidades experimentales por 10 pollos. Las dietas experimentales fueron isocalóricas e isoproteicas, tanto en la fase de iniciación (PC y Energía de 23.10 y 3.05, 23.30 y 3.05, 23.14 y 3.05, 23.27 y 3.03 para T-1, T-2, T-3 y T-4 respectivamente) como finalización (PC y Energía de 20.09 y 3.04, 20.08 y 3.05, 20.08 y 3.03, 20.09 y 3.05 para T-1, T-2, T-3 y T-4 respectivamente), después de 42 días experimentales se encontró diferencia estadística ($P < 0.05$) en la ganancia diaria de peso por efecto de los tratamientos, con una tendencia a disminuir a medida que se incrementaba el nivel de HHMO (69.6, 63.5, 58.3 y 48.5 g d^{-1} para T-1, T-2, T-3 y T-4 respectivamente) en relación a la conversión alimenticia también se encontró diferencia ($P < 0.05$) siendo la mejor para el tratamiento testigo con 1.34 kg/kg y la peor para T-4 con 2.25 kg/kg. No se encontró efecto ($P > 0.05$) en el porcentaje de rendimiento pero si en la cantidad de carne comestible; de acuerdo a los resultados se considera factible incluir hasta 4% de harina de hojas de *M. oleifera* en la ración de pollos de engorda.

Palabras clave: nutrición aves, marango, harina de arbóreas.

INTRODUCCIÓN

El sistema avícola latinoamericano se ha desarrollado como una industria de ensamblaje con una fuerte dependencia de materias primas como maíz, sorgo y soya para la elaboración de alimentos balanceados, caracterizado por altos costos de inversión en la adquisición de las materias primas importadas y la utilización de alta tecnología, afectando considerablemente el proceso productivo de las explotaciones avícolas. La inclusión de fibra dietaria en las raciones de las especies monogástricas, se ha incrementado en los últimos años por la posibilidad de éstos de utilizar esta alternativa alimentaria de bajo costo que no compite con el hombre y contribuye a obtener velocidades de crecimiento satisfactorias (Savón et al., 2007). Por lo que el uso de plantas arbustivas que se puedan cultivar localmente, constituye una buena alternativa para sustituir importaciones y reducir la competitividad con la alimentación humana. *Moringa oleifera* Lam (sinónimo de *Moringa pterygosperma* Gaertner), comúnmente llamado “Marango”, es un árbol que crece en el trópico y es originaria del sur del Himalaya, en América Latina y Centroamérica, el Marango es utilizado como cerca viva y cortina rompevientos; es importante señalar el alto rendimiento de biomasa fresca total comestible (hojas, pecíolos, brotes y tallos con diámetro inferior a los 5 mm) que es de 68 ton/ha/año, equivalentes a 15 toneladas de materia seca por hectárea por año (Jarquín y Reyes, 2003). La importancia del uso como forrajera se debe a sus buenas características nutricionales, sus hojas y tallos presentan un 23 % y 9 % de proteína cruda,

respectivamente mientras que la digestibilidad en monogástricos reportada, es de 79 % y 57 %, respectivamente. Así lo corroboran Melesse *et al.*, (2011), quienes indican que la harina de hoja de *Moringa stenopetala* es un suplemento de proteína vegetal que puede ser incluido al 6% en la dieta de pollos de engorda en sustitución de fuentes proteicas convencionales de mayor precio. Abou Elezz *et al.*, (2011), evaluaron el efecto de incorporar diferentes niveles de harina de huaxim (*Leucaena leucocephala*) o harina de Moringa (*Moringa oleifera*) en las dietas de gallinas Rhode Island rojas en la producción y calidad de los huevos, y encontraron que la inclusión de 5% de harina de *Leucaena* o de Moringa no afecta la cantidad y calidad de los huevos, en tanto que el uso de niveles más altos (10 y 15 %) afectó de forma adversa la producción total de huevos. Por lo anteriormente citado el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de incluir niveles crecientes de harina de hojas de *M. oleifera* en la ración de pollos de engorda sobre el comportamiento productivo de los mismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en la Unidad de Producción e Investigación Pecuaria del Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán, para lo cual se utilizaron 200 pollos de la línea Ross 308 de un día de nacidos, los cuales se alojaron en corraletas de 1.5 x 2 m provistas de comederos y bebederos automáticos y cama de aserrín, de acuerdo a un diseño experimental completamente al azar en cuatro tratamientos: T-1, 0% de HHMO; T-2, 4% de HHMO; T-3, 8% de HHMO; T-4, 12% de HHMO. La fase de iniciación (PC (gr/100gr) y Energía (Mkal/kg MS) de 23.10 y 3.05; 23.30 y 3.05; 23.14 y 3.05; 23.27 y 3.03 para T-1, T-2, T-3 y T-4 respectivamente) y finalización (PC (gr/100gr) y Energía (Mkal/kg MS) de 20.09 y 3.04; 20.08 y 3.05; 20.08 y 3.03; 20.09 y 3.05 para T-1, T-2, T-3 y T-4 respectivamente), tuvieron una duración de cuatro y dos semanas cada una. Se evaluaron las ganancias de peso, para lo cual, los animales se pesaron semanalmente y para estimar el consumo se pesaba tres veces por semana el alimento ofrecido y el rechazado, al final de la fase experimental se seleccionaron aleatoriamente cinco pollos por tratamiento, previo al sacrificio se dejaron en ayuno por 12 horas y se determinó el peso vivo y posteriormente fueron sacrificados (por dislocación cervical con base en la NOM-033-ZOO-1995), posteriormente se determinó el peso desplumado, peso eviscerado, peso del tracto digestivo y carne comestible (suma del peso de la carne de pechuga, muslo y pierna); las medias de ganancia de peso, conversión alimenticia y porcentaje de rendimiento se sometieron a una prueba de Tukey ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1, se puede observar que el peso corporal, así como la ganancia diaria de peso disminuye a medida que se incrementa el nivel de inclusión de harina de hojas de marango, de 69.63 a 48.35 g d⁻¹ para T-1 y T-4 respectivamente, resultados contrarios a los reportados por Melesse *et al.*, (2011) quienes al sustituir el 0, 3, 5.9 y 8.8% de la proteína de la ración de pollos de engorda con harina de *Moringa stenopetala* obtuvieron mayores ganancias de peso por día por ave a medida que se incrementaba el nivel de harina en la dieta. Es importante señalar que el ritmo de crecimiento (GDP) del T-1 y T2 son similares ($P \geq 0.05$), lo que sugiere que la inclusión de la harina de marango al 4 % en sustitución de la pasta de soya puede ser utilizada sin modificar estadísticamente las GDP. En relación a la CA se encontró efecto de los tratamientos ($P < 0.05$) con una tendencia a aumentar la cantidad de alimento consumido por unidad de peso ganado, lo cual coincide con lo reportado por Itzá *et al.*, (2010) al incluir harina de morera en niveles de 0, 4, 8 y 12% en la ración de pollos de engorda.

En el Cuadro 2, puede observarse que no hubo diferencia ($P < 0.05$) en el porcentaje de rendimiento de la canal, con promedio general de 78.1%, sin embargo la cantidad de carne comestible tiende a disminuir a medida que se incrementa la cantidad de harina de marango en la ración, lo cual puede atribuirse al efecto de la fibra, que aumenta el tránsito intestinal, provocando una menor absorción de nutrientes y energía (Saura-Calixto, 1988) y el incremento en el tránsito de la digesta ocasiona un aumento en el peso y volumen de las excretas (Eastwood, 1992), por lo que se incrementa el consumo de alimento como se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Comportamiento productivo de pollos de engorda alimentados con niveles crecientes de harina de *M. oleifera*.

Tratamiento	Peso corporal (kg)	GDP gd^{-1} por ave	CA (kg/kg)
0% HHMO	2.965 ^a ±0.061	69.63 ^a ±2.22	1.34 ^a
4% HHMO	2.714 ^b ±0.086	63.65 ^a ±3.03	1.54 ^a
8% HHMO	2.493 ^c ±0.097	58.28 ^b ±2.76	1.70 ^b
12% HHMO	2.084 ^d ±0.130	48.55 ^c ±3.15	2.25 ^c

Literales diferentes entre filas indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

Cuadro 2. Porcentaje de rendimiento y carne comestible de pollos alimentados con niveles crecientes de harina de *M. oleifera*.

Tratamiento	Peso vivo (kg)	Peso canal (kg)	% Rendimiento	Carne comestible (g)
0% HHMO	3.056 ^a ±0.10	2.442 ^a ±0.90	79.9 ^a	622 ^a
4% HHMO	2.932 ^{ab} ±0.21	2.252 ^{ab} ±0.10	76.8 ^a	600 ^a
8% HHMO	2.829 ^{ab} ±0.27	2.143 ^b ±0.11	75.8 ^a	560 ^{ab}
12% HHMO	2.597 ^b ±0.23	2.075 ^b ±0.20	79.9 ^a	483 ^b

Literales diferentes entre filas indican diferencia significativa ($P < 0.05$)

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados, al incluir un cuatro por ciento de harina de *M. oleifera* en la ración del pollo de engorda, el comportamiento productivo de los pollos es igual que los alimentados con una ración que tiene como fuente de proteína pasta de soya.

REFERENCIAS

- Abou-Elezz F. M. K., Sarmiento-Franco L., Santos-Ricalde R. Solorio-Sanchez.F. 2011. Efectos nutricionales de la inclusión dietética de harina de hojas de *Leucaena leucocephala* y *Moringa oleifera* en el comportamiento de gallinas Rhode Island Red. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 45(2): 163-170.
- Eastwood, M. A. 1992. The physiological effect of dietary fibre. Ann.Rev.Nutr. 12:19.
- Itzá O. M. F., Lara L. P. E., Magaña M. M. A. y Sanginés G. J. R. 2010. Evaluación de la harina de hoja de morera (*Morus alba*) en la alimentación de pollos de engorda. Zootecnia Tropical. 28(4): 477-487
- Jarquín, S. J., Jarquín, C. M., Reyes, N. 2003. Producción de biomasa de *Moringa Oleifera*, bajo diferentes densidades de siembra y frecuencias de corte en el trópico seco de Nicaragua. Tesis Ing. Agron. Facultad de Ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Nicaragua. 59 p.

- Melesse, A., Tiruneh, W. & Negesse, T. 2011. Effects of feeding *Moringa stenopetala* leaf meal on nutrient intake and growth performance of Rhode Island Red chicks under tropical climate. Tropical. and Subtropical. Agroecosystems.14: 485-492.
- Saura-Calixto, F., 1988. Effect of condensed tannins in the análisis of dietary fiber in carob pods. Journal of food science. 53:1769-1771.
- Savón, L., Scull, I., Orta, M. y Martínez, M. 2007. Harinas de follajes integrales de tres leguminosas tropicales para la alimentación avícola. Composición química, propiedades físicas y tamizaje fitoquímico. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 41(4):359-361.

IMPACTO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN EN LA PRODUCTIVIDAD PECUARIA, EL CASO SOLVER® EN NUTRICIÓN ANIMAL

M.Z. Romero Figueroa, C. Landa Torralba, P. Tadeo Cruz, J.A. Fernández Figueroa

Campo Experimental Cotaxtla CIRGOC-INIFAP-SAGARPA

E-mail: romero.maximino@inifap.gob.mx

RESUMEN

El objetivo es demostrar la importancia de aplicar los desarrollos tecnológicos de manera directa en los sistemas de producción agropecuaria para mejorar la eficiencia y por consecuencia la economía de los productores, tomando como ejemplo los resultados de trabajos realizados en el trópico húmedo para validar la herramienta Solver® del programa de cómputo Excell® en la formulación de raciones por programación lineal a mínimo costo, para alimentación animal con ingredientes y subproductos regionales. El análisis indica que las raciones elaboradas con esa herramienta se pueden aplicar en las principales especies pecuarias y sistemas de producción de la región, con similares o mejores resultados productivos que las raciones comerciales, siendo en promedio 18.8% más baratas y por consecuencia incrementando la rentabilidad sobre costos de alimentación en 31.6 puntos porcentuales promedio más que el testigo, sin inversiones adicionales y a corto plazo, lo que supera cualquier alternativa bancaria.

Palabras clave: raciones, bovinos, cerdos, borregos.

INTRODUCCIÓN

Está documentado que algunos principios o desarrollos tecnológicos de las tecnologías de información y comunicación (TIC's) requieren años para aplicarse cotidianamente; es el caso de algunas herramientas de programas computacionales que en la actualidad superan la capacidad de la sociedad en general para aprovecharlas. En sectores productivos agropecuarios utilizarlas de manera directa en la producción puede incrementar la eficiencia del sistema con el consecuente beneficio económico, desconocer su aplicación práctica significa perder la oportunidad para hacerlos más eficientes; por lo tanto el reto es utilizarlas para responder las preguntas básicas de los productores (Morrow, 2002). Corresponde a las instituciones de investigación y educación, discutir, adaptar y validar las potencialidades de las TIC's, integrar los conocimientos de las diferentes especialidades, desarrollar las capacidades de los profesionistas, técnicos, alumnos, vincularse con los sectores correspondientes, y promover el empoderamiento de estos desarrollos para beneficio de los productores.

Este es el caso de la línea de trabajo desarrollada por el Campo Experimental Cotaxtla del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CECOT-INIFAP), y la Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad Veracruzana (FISPA-UV), que tiene como objetivo validar la utilización de la herramienta Solver® de la hoja de cálculo Excell®, para formular raciones por programación lineal a mínimo costo (PLMC) con ingredientes regionales, para la alimentación animal en los principales sistemas de producción agropecuaria del sur de Veracruz.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los trabajos de validación se realizaron en explotaciones comerciales del año 2007 al 2012, todas en el sur de Veracruz con climas correspondientes al trópico húmedo; se trabajó con las

principales especies pecuarias de la región y con los principales sistemas productos. En todos los casos el diseño experimental contó con 2 tratamientos donde uno era el testigo, generalmente la ración comercial de marca registrada utilizada por el productor, el otro la ración a validar formulada por PLMC con Solver® y elaborada con ingredientes y subproductos agroindustriales ofertados en la región, ambas proporcionadas en las misma cantidad; el número de repeticiones fue de 3 hasta 24, determinado por la cantidad de animales disponibles en la explotación; en función del sistema productivo se bloquearon factores como raza, peso, edad, producción, entre otros; el análisis estadístico fue la prueba de T (Infante y Zarate; 1995); en todo los casos se llevaron registros económicos para realizar análisis sobre costos de alimentación e ingresos por producción para cada tratamiento y se determinó la relación entre ellos.

Para la elaboración de la ración PLMC con Solver, se consideraron todos los ingredientes y subproductos agroindustriales de la región a los que el productor manifestó tener acceso, los costos de los mismos, los requerimientos de PC y ED de los animales, las relaciones “mayor o menor a” determinadas por los principios de nutrición animal, y la experiencia técnica de la región. Las variables evaluadas y los períodos de registros estuvieron en función del sistema y fueron: peso vivo, ganancia diaria de peso (GDP), conversión alimenticia, litros producidos, entre otras; cada 7, 14 ò 28 días, con básculas digitales, pesa leches, etc. Con los registros económicos de egresos e ingresos, se determinaron los costos por kg de alimento, costos de alimentación por kg producido de carne o leche, los ingresos por kg producido y la rentabilidad sobre costos de alimentación por kg producido (RCA).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1 se observa que se han realizado 8 trabajos en 5 municipios del sur de Veracruz, todos ellos con actividad económica preponderantemente agropecuaria; con 3 especies animales que en conjunto representan la mayoría del inventario regional, sin embargo falta trabajar con aves de traspatio; hasta la fecha se ha trabajado con 5 sistemas de producción siendo los más importantes y representativos de la región, aunque falta trabajar con los sistemas de finalización de bovinos machos y hembras de descarte; así como la producción en traspatio de carne y huevo, sistemas de importancia para el sector social; en tres casos la raciones evaluadas han sido integrales (ovinos y cerdos) y en los bovinos han sido complementos al pastoreo de gramíneas tropicales.

Cuadro 1. Generalidades de los trabajos para validar Solver® en la formulación por programación lineal a mínimo costo de raciones para alimentación animal.

Municipios	Especie	Sistema productivo	Trabajos	Tipo de ración
Sayula de Alemán	Bovinos	Lechería tropical	3	Complemento
Acayucan	Bovinos	Desarrollo de toretes	1	Complemento
Soconusco	Bovinos	Desarrollo de toretes	1	Complemento
Jaltipàn	Cerdos	Desarrollo de cerdos	1	Integral
Jaltipàn	Cerdos	Finalización cerdos	1	Integral
Las Choapas	Ovinos	Engorda de ovinos	1	Integral

Los resultados productivos (cuadro 2) indican que, en los sistemas donde las raciones fueron integrales, las elaboradas con ingredientes de la región y formuladas por PLMC con Solver®, fueron iguales estadísticamente a las de marcas registradas. En el caso de los bovinos donde las raciones fueron complemento del pastoreo superaron de manera significativa a las de marca comercial (41% en GDP de toretes y 9.6% en producción de leche en época seca), la razón es que

fueron formuladas para las necesidades específicas del caso y contenían mayor densidad proteica que las comerciales, la posibilidad de formular en función de los requerimientos es una ventaja importante de esta herramienta.

Cuadro 2. Resultados productivos obtenidos con raciones formuladas por programación lineal a mínimo costo con Solver®.

Estudio	Variable	Testigo	PLMC	Autor
Engorda de ovinos pelibuey	GDP (kg)	0.131a	0.150a	González, 2010
Desarrollo de cerdos	GDP (kg)	0.561a	0.509a	Pérez, 2011
Finalización de cerdos	GDP (kg)	0.694a	0.690a	Culebro, 2011
Desarrollo de toretes	GDP (kg)	0.511a	0.722b*	Sánchez, 2011
Lechería tropical seca	Kg/cab/día	10.4a	11.4b	Solís y Cruz, 2012
Lechería tropical lluvia	Kg/cab/día	10.4a	10.4a	Solís y Cruz, 2012
Lechería tropical nortes	Kg/cab/día	11.1a	10.8b	Solís y Cruz, 2012

*Literales diferentes en la misma fila indican diferencia significativa $P < 0.05$

En cuanto a los costos por kg de alimento (cuadro 3), el de marca registrada fue de 5.8 a 53.9% más caro que el elaborado con ingredientes de la región que incluye mano de obra para mezclarlo, la disminución de los costos es el objetivo de la formulación por PLMC y está en función de la capacidad y habilidad del dueño para acceder a ingredientes de bajo costo; las ventajas de utilizar Solver son:

- ✓ Determina en segundos la combinación más barata de todas las posibles,
- ✓ El profesionalista en nutrición no tiene que desarrollar manualmente las ecuaciones de PLMC, procedimiento matemático que generalmente no domina.
- ✓ Su acceso es del dominio público.
- ✓ El manejo de la herramienta es muy intuitivo.
- ✓ En la misma operación se pueden realizar análisis de expectativas (necesidades y costos por ingrediente en periodos determinados de tiempo y número de cabezas, entre otras)

Cuadro 3. Costos por kg de alimento formulado por PLMC con Solver® vs alimento comercial e incremento en la rentabilidad sobre costos de alimentación (IRCA)

Estudio	PLMC (\$)	Testigo (\$)	Diferencia %	IRCA %
Engorda de ovinos pelibuey	3.25	4.50	38,46	13
Desarrollo de cerdos	3.80	5.85	53,95	42
Finalización de cerdos	4.50	5.85	30,00	24
Desarrollo de toretes	4.20	5.00	19,05	84
Lechería tropical, seca	4.50	5.10	13,33	21
Lechería tropical, lluvias	4.53	5.10	11,35	11
Lechería tropical, nortes	4.82	5.10	5,81	8
Promedio	4.23	5.21	23,17	31.6

Las raciones comerciales fueron 23.17 % más caras que las formuladas por PLMC; el incremento de la rentabilidad sobre costos de alimentación (IRCA) fue en promedio de 31.6 puntos; cuando se usaron raciones PLMC formuladas por Solver; en toretes en desarrollo, la disminución de costos de alimentación en sinergia con el incremento en la producción permitió que el IRCA alcanzará hasta 84 puntos porcentuales más que el testigo, aunque con cerdos en desarrollo una

menor eficiencia alimenticias afecto ligeramente el impacto de disminuir los costos, a pesar de esto el IRCA mejoró de manera importante en relación al testigo (cuadro 3); el sistema de cerdos en finalización funcionaba con pérdidas sobre costos de alimentación, al disminuirlos se obtuvo ganancias (Culebro, 2011); en todos los casos el IRCA es superior a los intereses bancarios, sin inversiones adicionales, si se considera el período de estudio esto se magnifica por la revolvencia del capital; para que esto funcione el profesionista debe conocer:

- ✓ Los principios de nutrición animal.
- ✓ Las características nutricias de los ingredientes regionales.
- ✓ Los requerimientos de las diferentes especies por etapa fisiológica.
- ✓ Los aportes del pastizal, en su caso.
- ✓ El comportamiento de la ración en campo.

CONCLUSIONES

En los últimos años los nuevos conocimientos y los desarrollos tecnológicos de las TIC`s surgen de manera exponencial, los investigadores, académicos y profesionistas del sector agropecuario deben esforzarse para que se apliquen de manera práctica y directa en los sistemas de producción, en estos casos la herramienta Solver permitió incrementar la rentabilidad sobre costos de alimentación sin necesidad de inversiones adicionales.

REFERENCIAS

- Morrow K. 2002. La Agenda de Tecnología de información y comunicación (TIC): Planes de acción global y soluciones locales. LEISA. Vol18 No 2. p 15.
- Infante G. S. y Zarate de L. G. P. 1995. Prueba de hipótesis sobre la media de una distribución normal. Métodos estadísticos. Edt. Trillas. p 288-298.
- Solís M. D. y De la Cruz D. C. 2012. Validación de una ración balanceada por el método solver al mínimo costo en tres épocas del año para ganado lechero suizo americano en el municipio de Sayula de Alemán. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.
- Pérez N. G. y Manzanilla L. A. 2011. Evaluación de una ración comercial y otra balanceada por programación lineal a mínimo costo para desarrollo de cerdos en el rancho El Guayabillo municipio de Jaltipan, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.
- Culebro R. H. 2011. Comparación de dos raciones alimenticias para cerdos (*Sus scrofa domestica*) en etapa de finalización en el municipio de Jáltipan, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV
- Sánchez D. E. J. 2011. Validación de una ración para becerros en pastoreo elaborada por programación lineal a mínimo costo por el método de solver en Soconusco, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.
- González A. E. U. 2010. Evaluación y rentabilidad de dos raciones para finalizar borregos pelibuey en el municipio de las Choapas, Ver. Tesis para obtener el grado de Ingeniero en Sistemas de Producción Agropecuaria. FISPA-UV.

CARCASS COMPOSITION OF ADULT PELIBUEY EWES SUBMITTED TO THREE LEVELS OF METABOLIZABLE ENERGY INTAKE

A.J. Chay-Canul^{1*}, J.C. Ku-Vera², A.J. Ayala-Burgos², J.G. Magaña-Monforte², H.A. Escobar-Mazariegos¹ and R. Gonzalez-Garduño³

¹*División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa Km 25, R/a. La Huasteca 2^a. Sección, Villahermosa, Tabasco, México.* ²*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán. Carr. Mérida-Xmatkuil km 15.5, Apdo. 4-116 Itzimná, CP 97100, Mérida, Yucatán, México. Tel. +52 999 9 42 32 00; ext. 23 Fax +52 999 9 42 32 05.* ³*Unidad Regional Universitaria Sursureste Universidad Autónoma Chapingo Km 7.5, carretera Teapa-Vicente Guerrero Teapa, Tabasco, México, CP 86800*
E-mail: ajchc19@yahoo.com.mx

ABSTRACT

The aim of the present work was to evaluate carcass composition of adult Pelibuey ewes submitted to three levels of metabolizable energy intake (MEI). Eighteen 3-year-old Pelibuey ewes with similar body weight (BW) of 37.6±4.0 kg and body condition score (BCS) of 2.5±0.20 were randomly assigned to three groups of six ewes each in a completely randomized design. Ewes were housed in metabolic crates and fed three levels of MEI: low (L), medium (M), and high (H) for 65 days to achieve different BW and BCS. Feed offered was adjusted every 15 days based on BW of ewes. At the end of the experiment ewes were slaughtered. Carcass was split at the dorsal midline in two equal halves, weighed, and chilled at 6°C during 24 h. Then the left half of the carcass was divided in five parts and each part, was dissected into subcutaneous and intermuscular fat, muscle, bone and was weighed separately. Dissected tissues were adjusted as whole carcass. Weight of thorax and shoulder were different among treatments and increased in a linear trend with level of intake ($P<0.05$). The levels of MEI do not affect the dressing percentage, but affect the proportion of muscle and adipose tissues in the carcass in Pelibuey ewes.

Keywords: Pelibuey ewes, carcass composition.

INTRODUCTION

In ruminants climatic and physiological conditions frequently result in fluctuations in forage intake, inducing periods of underfeeding and refeeding throughout the year (Chilliard et al., 1998). These seasonal variations cause periodic live weight loss and gain in grazing animals, the weight of organs such as the gastrointestinal tract, liver and the carcass of those animals (Atti et al., 2000; Mahouachi and Atti, 2005). On the other hand, it has been reported that conformation and composition of the carcass of hair sheep is affected by factors such as sex, and nutritional level (Partida and Rojas, 2010), mainly. However, for adult Pelibuey ewes there is little information relative to carcass composition as well as regarding energy requirements (Chay Canul et al., 2013). In this context, Chay Canul et al., (2013) suggested that knowledge of body composition of productive animals is of great relevance in nutritional studies to be able to assess nutrient requirements. The aim of the present work was to evaluate the effect of metabolizable energy intake (MEI) on carcass composition of adult Pelibuey ewes under tropical conditions.

MATERIALS Y METHODS

Animals, diets, management, and experimental design

Eighteen 3-year-old Pelibuey ewes with similar body weight (BW) of 37.6 ± 4.0 kg and body condition score (BCS) of 2.5 ± 0.20 were randomly assigned to three groups of six ewes each in a completely randomized design. Ewes were individually housed in metabolic crates, and were fed at three levels of MEI: Low (L), Medium (M) and High (H) for 65 d, to achieve changes in BW and BCS. The MEI was, 0.247, 0.472 and 0.532 MJ/ $\text{kgBW}^{0.75}$ /day for L, M and H levels respectively (Chay-Canul et al., 2011).

Slaughter procedures and carcass measurements

Before slaughter, shrunk BW (SBW) was measured as the BW after feed and water was withdrawn during for 24 h. Data recorded at slaughter were weights carcass. The gastrointestinal tract (GIT) was weighed before and after emptying with flushing water. Empty BW (EBW) was computed as the difference between SBW at slaughter and GIT contents. Carcass was split at the dorsal midline in two equal halves, weighed, and chilled at 6°C during 24 h. Then the left half of the carcass was divided in five parts and each part, was dissected into subcutaneous and intermuscular fat, muscle, bone and was weighed separately. Dissected tissues were adjusted as whole carcass.

Statistical analyses

At the end of the experiment, one ewe from treatment L and another from treatment H were taken off the experiment and their data were not included in the analysis. Data on body and carcass composition were analyzed as a completely randomized design using analysis of variance and the Tukey test when significant differences among treatments were detected. Similarly the lineal (*L*) and quadratic (*Q*) effects of MEI on response variables were also tested. Statistical test were carried out with PROC GLM of SAS (SAS, 2002).

RESULTS

Weights of hot and chilled carcass were greater for the H group relative to L ($P < 0.05$), however they were not different from the M level of feeding; nonetheless, hot carcass, chilled carcass and true yield, were similar in feeding groups. Weight thorax and lumbar were different among treatment ($P < 0.05$), though for neck, shoulder and leg, H group was greater with respect to L ($P < 0.05$), M was similar to both groups. The weights of these parts had a linear trend with level of MEI ($P < 0.05$). When the weight of the components was expressed as percentage of dissected carcass weight, proportion of neck was similar among treatments. Shoulder was greater for L ($P < 0.05$). Thorax weight was smaller for L ($P < 0.05$) and similar among M and H treatments. Lumbar, was greater for the H treatment with respect to L ($P < 0.05$). For leg weight was greater for L with respect to H ($P < 0.05$), however, they were not different than M (Table 1). Carcass traits of the ewes are reported in Table 1. Weight of muscle was greater for H, with respect to L, however it did not differ from M ($P < 0.05$). Weight of carcass fat was different among treatments ($P < 0.05$) and showed a linear pattern with MEI. Weight of bone was similar among treatments ($P > 0.05$). Weight of bone expressed as proportion of the carcass, differences were found among group L with respect to H, however, and treatment M was similar to H. Percentage of bone showed a linear pattern with MEI. Proportion of carcass fat was different among treatments ($P < 0.05$) and showed a linear response to MEI.

Table 1. Carcass characteristics in adult Pelibuey ewes fed three level of MEI

	Low (n=5)	Medium (n=6)	High (n=5)	P	
				L	Q
Carcass traits					
Warm carcass weight (WCW), (kg)	12.4a	14.8ab	17.5b	0.0006	0.92
Cold carcass weight (CCW), (kg)	11.2a	14.3ab	17.0b	0.0008	0.98
Commercial dressing percentage (CDP1)	41.7	42.6	43.2	0.336	0.89
Commercial dressing percentage (CDP2)	37.8	41.1	41.9	0.1519	0.77
Real dressing percentage (RDP)	53.13	55.4	54.04	0.5296	0.76
Components of left carcass (kg)					
Neck	0.42a	0.49ab	0.65b	0.005	0.43
Shoulder	1.14a	1.32ab	1.54b	0.01	0.62
Thorax	1.50a	2.09b	2.56c	<0.001	0.90
Lumbar (loin)	0.40a	0.61b	0.82c	<0.001	0.88
Leg	2.24a	2.76ab	3.14b	0.0004	0.91
Proportions of left carcass					
Neck	7.1	6.8	7.5	0.536	0.34
Shoulder	20.1b	18.2a	17.8a	0.005	0.14
Thorax	26.5a	28.9b	29.6b	0.00	0.31
Lumbar	7.1a	8.4ab	9.5b	0.002	0.87
Leg	39.5b	38.2ab	36.2a	0.007	0.74
Tissues in left carcass					
Carcass muscle (kg)	7.17a	9.13b	10.68b	0.0002	0.78
Carcass fat (kg)	0.81a	1.47b	2.17c	<0.0001	0.81
Carcass bone (kg)	3.82	3.79	4.22	0.045	0.25
Proportions in the left carcass					
Muscle	61.2a	63.4b	62.5ab	0.086	0.052
Fat	6.6a	10.3b	12.4c	<0.0001	0.59
Bone	32.3b	26.3a	25.1a	0.0004	0.12

^{a-c} Means with different superscript letter in a row differ (P<0.05).

Commercial and real dressing percentage (CDP1, CDP2 and RDP) were calculated according to the following equations:

$$\text{CDP1 (\%)} = 100 \times \text{WCW} / \text{SBW}$$

$$\text{CDP2 (\%)} = 100 \times \text{CCW} / \text{SBW}$$

$$\text{RDP (\%)} = 100 \times \text{WCW} / \text{EBW}.$$

DISCUSSION

Carcass yield of Pelibuey ewes in this work was similar to that reported for adult culled Santa Ines ewes (40-45%) at slaughter (Pinheiro et al., 2009). Nonetheless, in culled Ideal and Texel ewes, average carcass yield was 45% (Pelegri et al., 2009), slightly higher than those recorded in this work, although in the last study, ewes were not subjected to nutritional stress. In this respect, it has been reported that carcass yield is lower in underfed animals (Atti et al., 2000). Weights of carcass of the ewes in this work were lower than the weights registered for culled ewes of the Ideal and Texel breeds (Pelegri et al., 2009). Weight of carcass of the ewes was increased with level of feeding, which agrees with that reported by other authors (Atti et al., 2000; Mahouachi and Atti, 2005). Average yields registered in the present work were greater to

those registered previously in adult Pelibuey ewes (Martinez et al., 1987). Atti et al. (2000) reported that carcass yield was low when animals were underfed; this was due to the increase in the proportions of offals and also to mobilisation of fat in underfed animals. On the other hand, Yañez et al. (2007) reported true yield or biological yield represents more accurately development of parts that which comprise live weight, however, this parameter is untraceable under production conditions, reason for which it is limited only to research.

Weights of the components and percentage of components in relation to the dissected carcass for sheep of treatment L in this work were similar to those reported by Martinez et al. (1987). However, with respect to the weights of groups M and H, these were lower. Similarly, percentage leg, shoulder and neck in relation to weight of the carcass were similar to those reported by Pelegrini et al. (2009). Values for the percentage muscle in the carcass of Pelibuey sheep reported by Martinez et al. (1987) were higher to those reported in this work, similarly, percentage bones reported by that author were comparable to treatment L and higher to those of H and M treatments. Weight of muscle was higher for H with respect to L treatment, however it was not different from M ($P>0.05$). Weight of fat in the carcass was different among treatments ($P<0.05$) and showed a linear response to MEI, which agrees with that reported for growing animals given three levels of feeding (Atti et al., 2005). Weight of bone was similar among treatments ($P>0.05$), in this context it has been reported that in adult animals, weight of bone is not affected by level of feeding, this is due to the fact that the bone is an early maturing tissue, which is more a function of age of the animal than to the nutritional level to which it is being imposed (Atti et al., 2003; Atti et al., 2005). Percentage of muscle of the carcass components obtained in the present work were lower than those reported by Martinez et al. (1987), however data from the present study for the proportion of bones were similar to those reported by these authors. Yañez et al. (2007) found that the proportion of bone was increased while proportion of muscle and fat were decreased with feed restriction in kids, which agrees with what has been found in the present work.

CONCLUSION

The level of MEI does not affect the dressing percentage, but affect the proportion of muscle and adipose tissues in the carcass in Pelibuey ewes.

REFERENCES

- Atti, N., P. Nozière, M. Doreau, C. Kayouli and F. Bocquier. 2000. Effects of underfeeding and refeeding on offals weight in the Barbary ewes. *Small Rumin. Res.* 38: 37–43.
- Atti, N., Rouissi, H., Mahouachi, M., 2005. Effects of restricted feeding and re-feeding of Barbarine lambs: carcass composition and fatty acid composition. *Anim. Sci.*, 81:313-318.
- Chay-Canul A. J.; J. C. Ku-Vera; A. J. Ayala-Burgos; C.F. Aguilar-Pérez; J. G. Magaña-Monforte; M. L. Chizzotti; L. O. Tedeschi; N. F. Ojeda-Robertos¹; C. Luna-Palomera. 2013. Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America: past, present and future. Reunion AMPA, 2013.
- Chay-Canul, A. J., Ayala-Burgos, A. J., Kú-Vera, J. C., Magaña-Monforte, J. G., Ferrell, C. L., 2011. Metabolizable energy intake and changes in body weight and body condition of Pelibuey ewes fed three levels of roughage diets under tropical conditions. *Trop. Subtrop. Agroecosyst.* 14, 777-786.
- Chilliard Y., F. Bocquier, M. Doreau. 1998. Digestive and metabolic adaptations of ruminants to undernutrition, and consequences on reproduction. A review. *Reprod. Nutr. Dev.* 38: 129–150.

- Mahouachi, M., Atti, N., 2005. Effects of restricted feeding and re-feeding of Barbarine lambs: intake, growth and non-carcass components. *Anim. Sci.*, 81:305-312.
- Martínez, A., R. Bores, y A. Castellanos. 1987. Zoometría y predicción de la composición corporal de la borrega Pelibuey. *Tec. Pecu. Mex.* 25:72-84
- Partida P. J. A., D. Braña V., L. Martínez R., 2009. Desempeño productivo y propiedades de la canal en ovinos Pelibuey y sus cruzas con Suffolk o Dorset. *Tec. Pecu. Mex.* 3:313-322.
- Partida, de la P. J. A., L. M. Rojas. 2010. Composición corporal de corderos Pelibuey en función de la concentración energética de la dieta y del peso al sacrificio [Body composition in Pelibuey lambs in terms of feed energy concentration and slaughter weight]. *Veterinaria Mexico.* 41: 117-190.
- Pelegri L., F., C. Pires, D. Galvani, A. Bolzan y G. da Silva. 2008b. Carcass traits of culling ewes from Texel and Polwarth breeds submitted to two feeding systems. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37: 2024-2030.
- Pinheiro B. R. S., André Mendes Jorge, Hirasilva Borba Alves de Souza. 2009. Carcass and non-components of carcass characteristics of discarded ewes slaughtered at different physiological stages. *R. Bras. Zootec.*, 38: 1322-1328.
- SAS. 2002. Institute Inc., SAS/STAT. Software, Ver. 9.00, Cary, NC27512-8000. USA.
- Yáñez E. A., K. T. Resende, Â. C. D. Ferreira, A. N. Medeiros, A. G. da Silva Sobrinho, S. M. B. Artoni. 2007. Effects of feed restriction on yield, retail cuts and tissue composition of carcass of Saanen kids. *R. Bras. Zootec.*, 3:666-673.

EVALUACIÓN DE UNA MEZCLA ENZIMÁTICA EN DIETAS PARA GALLINAS DE POSTURA

Ronald Santos Ricalde ^{1*}, José Segura Correa¹, Luis Sarmiento Franco¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán*
rsantos@uady.mx

RESUMEN

Se evaluaron durante ocho semanas tres niveles de energía (2800, 2716 y 2660 kcal de EM/kg) y dos niveles de la mezcla enzimática Optizyme (OP) (0 y 1.0 kg/t) en dietas para gallinas de postura. Se utilizaron 270 gallinas Isa-Babcock B-300 de 56 semanas de edad. Se encontraron interacciones ($P < 0.05$) que indican que hubo efecto de OP solamente en el nivel más bajo de energía (2660 kcal EM/kg) sobre el peso del huevo (g) (62.5 vs 63.7), peso de la clara (g) (35.4 vs 36.5), peso de la yema (16.8 vs 17.5), consumo de alimento (g/día) (109.2 vs 98.7), conversión alimenticia (2.3 vs 1.8) y costo de producción de huevo (4.71 vs 3.76 pesos). Los resultados obtenidos indican que la inclusión de OP en la dieta con menos energía, mejoró las características del huevo, la conversión alimenticia y el costo producción.

Palabras clave: Huevo, enzima, energía.

INTRODUCCIÓN

Diversos métodos para incrementar el aprovechamiento de las dietas en aves comerciales han sido estudiados. Uno de estos es el uso de complejos enzimáticos (xylanasa, amilasa, beta-manasa, hemicelulasa y proteasas), para incrementar la digestibilidad de las dietas y mejorar comportamiento productivo de las aves (Cowieson and Adeola, 2005). Se ha reportado en diversos estudios donde las dietas de las aves han sido suplementadas con mezclas enzimáticas, un incremento en valor energético y proteico de las dietas, reducción en la conversión alimenticia, incremento en el peso del huevo y de la albumina, y mejora significativa en la digestibilidad ileal de la proteína y energía (Silversides et al., 2006; Novak et al., 2007; Troche et al., 2007; Cowieson y Ravindram, 2008). Los resultados encontrados en diversos estudios indican que la utilización de complejos multienzimáticos permitiría elaborar dietas bajas en energía, más económicas y con menos efecto sobre el estrés calórico en las aves.

El objetivo de este trabajo fue el evaluar el efecto del Optizyme® (OP) en dietas con tres niveles de energía, sobre la calidad del huevo en gallinas de postura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 270 gallinas de la línea Isa-Babcock B-300 de 56 semanas de edad. Se asignaron a cada tratamiento 45 gallinas distribuidas en 15 repeticiones por tratamiento. Las dietas se elaboraron a base de sorgo, soya y aceite de soya. El contenido de calcio, fósforo total, aminoácidos azufrados y lisina fue similar en todas las dietas (Cuadro 1). A las dietas se les adicionó 0 o 1.0 kg/t del complejo multienzimático según correspondía al tratamiento. El consumo de alimento y la conversión alimenticia fueron registradas semanalmente. El costo de producción de huevo se calculó a partir de la conversión alimenticia multiplicado por el costo del kg de alimento. Para evaluar el peso de huevo; altura y peso de clara y yema, así como ancho de la clara, se tomó al azar un huevo de cada jaula una vez por semana. Las variables evaluadas cada semana en los huevos se analizaron como un diseño experimental con arreglo factorial 2 x 3,

utilizando el procedimiento MIXED para medidas repetidas del programa estadístico SAS (2006). Las variables de consumo de alimento, conversión alimenticia y costo de producción de huevo, se analizaron como un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 X 3, utilizando el procedimiento GLM del programa estadístico SAS (2006). Los factores considerados en ambos análisis fueron dos niveles de complejo enzimático OP a base de xylanasas, amilasas y proteasas (0 y 1.0 kg/t de alimento) y el nivel de energía en la dieta (2800, 2716 y 2660 kcal de EM/kg).

Cuadro 1. Formulación y análisis calculado de las dietas utilizadas¹

	Nivel de energía		
	2800	2716	2660
Sorgo	57.20	59.9	61.40
Pasta de Soya	26.00	25.50	25.20
CaCO ₃	9.80	9.82	9.87
Fosfato dicalcico	1.80	1.70	1.70
Aceite de soya	4.13	1.90	0.43
NaCl	0.30	0.30	0.30
Flavomicyn	0.25	0.25	0.25
Premezcla de minerales ²	0.10	0.10	0.10
Premezcla de vitaminas ³	0.10	0.10	0.10
DL-Metionina	0.23	0.23	0.23
Cloruro de Colina ⁴	0.05	0.05	0.05
Pigmento	0.03	0.03	0.03
Análisis calculado			
EM (kcal/kg)	2800	2716	2660
Calcio (%)	4.19	4.20	4.19
Fosforo disponible (%)	0.45	0.45	0.45
Análisis calculado de PC y aminoácidos totales (%)			
Metionina	0.39	0.39	0.39
Metionina + Cistina	0.71	0.71	0.71
Lisina	0.90	0.90	0.90
Proteína cruda	16.96	16.99	16.99

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que el peso del huevo, clara y yema se incrementaron por la utilización de OP solamente en la dieta con el nivel más bajo de energía (interacción energía X enzima significativa $P < 0.05$). Estos resultados probablemente se asocian a la cantidad de energía adicional que es liberada por el complejo multienzimático (Adeola et al., 2010).

No se encontraron diferencias significativas ($P > 0.05$) entre tratamientos en consumo de alimento (Cuadro 3). Sin embargo, se encontró una interacción significativa energía X enzima ($P < 0.06$) que muestra que la conversión alimenticia y el costo de producción de un kg de huevo por concepto de alimento disminuyó en el nivel más bajo de energía (2660 kcal EM/kg) cuando se suplementó la dieta de las gallinas con OP.

Cuadro 2. Peso del huevo y características del huevo de gallinas alimentadas con tres niveles de energía y suplementadas con un complejo multienzimático

Factores		Peso(g)			Altura (mm)		Largo (mm)
Energía (kcalEM/kg)	Enzima (kg/t)	Huevo	Clara	Yema	Clara	Yema	Clara
2660	0	62.5	35.4	16.8	10.3	15.5	75.1
2660	1	63.7	36.5	17.5	10.3	16.0	75.5
2716	0	63.7	35.8	17.2	10.2	15.6	75.0
2716	1	64.3	37.4	16.8	10.2	16.0	76.8
2800	0	64.6	36.8	16.8	10.4	15.5	76.2
2800	1	62.9	35.9	17.1	10.1	15.6	75.9
EEM		0.74	0.56	0.24	0.18	0.26	0.86
Efectos principales							
Energía		0.2038	0.2370	0.4498	0.8711	0.2747	0.4563
Enzima		0.8949	0.0626	0.1379	0.5614	0.0269	0.2337
Energía X Enzima		0.0144	0.0032	0.0092	0.5564	0.4885	0.2813

Cuadro 3. Consumo de alimento, conversión alimenticia y costo de producción de huevo de gallinas alimentadas con tres niveles de energía y suplementadas con un complejo multienzimático

Factor		Costo prod. Kg de huevo		
Energía (Kcal EM/kg)	Enzima (Kg/t)	Consumo de Alimento (g)	Conversión (kg/kg)	de huevo (\$/kg)
2660	0	109.2	2.3	14.13
2660	1	98.7	1.8	11.25
2716	0	94.1	1.8	11.31
2716	1	98.1	1.9	12.15
2880	0	102.8	1.8	11.67
2880	1	103.2	1.9	12.45
EEM		3.03	0.08	0.48
Efectos principales				
Energía		0.2995	0.2353	0.5000
Enzima		0.6397	0.2850	0.5342
Energía X Enzima		0.3891	0.0596	0.0653

CONCLUSIONES

Los resultados encontrados en este trabajo indican que el nivel de energía no tuvo un efecto importante sobre las características evaluadas en el huevo. La utilización dietas menos densas energéticamente en regiones tropicales permite por un lado tener dietas más económicas y por otro lado la posibilidad de estudiar programas de alimentación tendientes a reducir el incremento calórico por efecto del metabolismo, durante las épocas de más calor.

REFERENCIAS

- Adeola O, Jendza JA, Southern LL, Powell S and Owusu-Asiedu A. Contribution of exogenous dietary carbohydrases to the metabolizable energy value of corn distillers grains for broiler chickens. *Poult Sci* 2010; 89:1947–1954.
- Cowieson AJ and Adeola O. Carbohydrases, protease, and phytase have an additive beneficial effect in nutritionally marginal diets for broiler chicks. *Poult Sci* 2005; 84:1860–1867.
- Cowieson AJ and Ravindran V. Sensitivity of broiler starters to three doses of an enzyme cocktail in maize-based diets. *Br Poult Sci* 2008; 49:340-346.
- Novak CL, Yakout HM, and Remus J. Response to varying dietary energy and protein with or without enzyme supplementation on growth and performance of leghorns: growing period. *J Appl Poult Res* 2007; 16:481–493.
- SAS/STAT-User's Guide. Cary, NC, USA: SAS Inst. Inc; 2006.
- Silversides FG, Scott TA, Korver DR, Afsharmanesh M, and Hruby M. A study on the interaction of xylanase and phytase enzymes in wheat-based diets fed to commercial white and brown egg laying hens. *Poult Sci* 2006; 85:297–305.
- Troche C, Sun X, McElroy AP, Remus J, and Novak CL. Supplementation of avizyme 1502 to corn-soybean meal-wheat diets fed to turkey tom poults: the first fifty-six days of age. *Poult Sci* 2007; 86:496–502.

CONSUMO Y DIGESTIBILIDAD DE RACIONES CON INCORPORACIÓN DE LA VAINA INTEGRAL MOLIDA DE *Enterolobium cyclocarpum* EN OVINOS DE PELO

A.T. Piñeiro-Vázquez¹, A. J. Ayala-Burgos¹, A. J. Chay-Canul² y J. C. Ku-Vera*¹.

¹ *Departamento de Nutrición Animal, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Carretera Mérida-Xmatkuil km 15.5, Apdo. Postal 4-116 Itzimná, C.P. 97100, Mérida, Yucatán,* ² *División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carretera Villahermosa-Teapa km 25, Ranchería la Huasteca 2ª sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco.*
E-mail: kvera@uady.mx

RESUMEN

El objetivo fue evaluar el efecto de la incorporación de la vaina integral molida de *Enterolobium cyclocarpum* en la ración sobre el consumo y digestibilidad aparente de la materia seca (MS) y materia orgánica (MO) en ovinos Pelibuey. Los tratamientos fueron cinco niveles de la harina de *E. cyclocarpum* (0, 20, 30, 40 y 50% de la MS) siendo el resto de la ración sorgo molido, harina de soya, pasto molido, minerales y melaza de caña. Cinco ovinos Pelibuey machos enteros (34 ± 2 kg PV) fueron empleados en un diseño de cuadrado latino 5 × 5 con 7 días de adaptación y 5 para mediciones. Los consumos de MS y MO fueron similares (P > 0.05) entre los tratamientos (86.6 y 81.2 g/kg^{0.75}, respectivamente). El consumo de EM no difirió (P > 0.05) entre tratamientos (0.976 MJ/kg^{0.75}). Los consumos de MS y MO digestible fueron similares (P > 0.05) entre los tratamientos (65 y 61 g/kg^{0.75}, respectivamente). No se observaron diferencias (P > 0.05) en la digestibilidad de la MS (748.4 g/kg MS). La digestibilidad de la MO fue diferente (P < 0.05) sólo entre 0 y 50% de los niveles de la inclusión de harina. Conforme el nivel de incorporación de *E. cyclocarpum* se incrementó el consumo voluntario de MS y MO fue mayor, sin embargo, la digestibilidad aparente de la MS y MO disminuyeron linealmente conforme el nivel de *E. cyclocarpum* en la ración aumentó.

Palabras clave: digestibilidad, consumo, ovinos, *Enterolobium cyclocarpum*

INTRODUCCIÓN

En el trópico de México, el principal factor que determina el aumento en los costos de alimentación en las granjas es el uso de concentrados, que en su mayoría son elaborados a base de granos de importación a precios elevados, lo que incrementa los costos de producción provocando una reducción en la rentabilidad de la ovinocultura (Chay-Canul et al., 2009). En los últimos años el precio de los granos se ha venido incrementando debido al uso cada vez mayor de tierras destinadas para la producción de biocombustibles, lo que determina que una menor superficie de suelo esté dedicada a la producción de granos forrajeros. Las arbóreas y arbustivas tropicales, por ejemplo el árbol leguminoso de *E. cyclocarpum*, que además de brindar sombra y follaje provee de frutos (Andrade et al., 2008) con alto potencial en la alimentación animal (16.7 % PC y 35.3 % FDN). Moscoso et al. (1995) Evaluaron el consumo voluntario de una ración que contenía el 36 % de la materia seca (MS) como harina de vaina integral de *E. cyclocarpum* en ovinos Blackbelly × Katahdín, encontrando que el consumo voluntario de MS fue de 1.6 kg/d con una ganancia diaria de peso de 223 g/d. Bonilla (1999) registro ganancias de peso de 100 y 127 g/d con la inclusión de 12 y 24 % de la harina de la vaina integral del *E. cyclocarpum*. Pérez (1991) encontró una ganancia diaria de 101 y 141 g con 10 y 20 % de inclusión de la harina de la

vaina integral de *E. cyclocarpum*. El objetivo de este trabajo fue evaluar el consumo voluntario y la digestibilidad de la MS de raciones con niveles crecientes de incorporación de la harina de la vaina integral de *E. cyclocarpum* en ovinos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la UADY. El clima de la región es de tipo AW_O (García, 1973). Se utilizaron cinco ovinos Pelibuey con un peso promedio de 34 ± 2 kg alojados en jaulas metabólicas. El experimento tuvo una duración de 60 días divididos en cinco periodos experimentales de 12 días (7 días de adaptación y 5 para la medición de las variables). Las raciones experimentales fueron formuladas de acuerdo al AFRC (1993), para ovinos de 34 kg con un requerimiento de energía metabolizable de 13.5 MJ/d, proteína metabolizable de 102 g/d y un consumo estimado de materia seca de 1.1 kg/d. Las raciones consistieron en mezclas de sorgo, soya, melaza minerales y niveles crecientes de la harina del fruto de *E. cyclocarpum*. Los tratamientos fueron cinco niveles de incorporación de la harina de *E. cyclocarpum* en la ración (0, 20, 30, 40 y 50 %) en un diseño de cuadro latino 5×5 (Cochran y Cox 1991).

Los ovinos fueron alimentados *ad libitum*, el consumo voluntario de MS se determinó por diferencia entre el alimento ofrecido y el rechazado en un periodo de 24 h. La digestibilidad aparente de la MS y MO se realizó mediante el método de recolección total de heces (Schneider y Flatt, 1975).

Los datos del consumo voluntario y la digestibilidad aparente fueron sujetos a un análisis de varianza para un cuadro latino (5 × 5) (Cochran y Cox 1991). Las medias de los tratamientos se compararon con la prueba de Tukey. Se realizaron análisis de superficie de respuesta con el fin de determinar la tendencia (lineal y/o cuadrática) (SAS, 2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias ($P > 0.05$) en el consumo de MS, MO en $\text{g/kg}^{0.75}$ y en el consumo de MSD y MOD digestibles entre tratamientos, sin embargo, se observó un aumento lineal ($P < 0.05$) en el consumo de MS y MO en $\text{g/kg}^{0.75}$ con forme el nivel de inclusión se incrementó (Cuadro 1). Con niveles de incorporación de 0, 20, 30, 40 y 50 % los consumos de MS fueron de 73, 87, 88, 97, 91 $\text{g/kg}^{0.75}$. El consumo de MS fue menor al encontrado por Moscoso et al. (1995) quienes con niveles de inclusión de 0, 12, 24 y 36 % obtuvieron consumos mayores (105.7, 105.6, 110.0, 114.8 $\text{g/kg}^{0.75}$) comparado con lo encontrado en este experimento. Peralta et al. (2004) Al evaluar el consumo voluntario de ovinos con raciones con 0, 10, 20 y 30 % de la harina de *E. cyclocarpum* como parte de una ración, encontraron consumos de MS de 88.1, 79.3, 68.3 y 64.9 $\text{g/kg}^{0.75}$ respectivamente, estos consumos fueron menores y siguieron una tendencia lineal negativa conforme el nivel de incorporación de la harina se incrementó, contraria a lo encontrado en este experimento y a lo observado por Moscoso et al. (1995). En este experimento el consumo de MS promedio con el nivel de 50 % fue de 91 $\text{g/kg}^{0.75}$, superior al encontrado por Álvarez et al. (2003) quienes determinaron un consumo de 62.13 $\text{g/kg}^{0.75}$ con una dieta con 30 % de *E. cyclocarpum*. El consumo de MO siguió la misma tendencia al de la MS.

No se encontró diferencia ($P > 0.05$) en la digestibilidad de la MS entre tratamientos; encontrándose únicamente diferencias en la digestibilidad de la MO entre el control y el 50 % inclusión. Sin embargo, la digestibilidad de la MS y MO disminuyó linealmente ($P < 0.05$) conforme el nivel del *E. cyclocarpum* se incrementó (Cuadro 1). La digestibilidad aparente de la MS mostró una tendencia a reducirse en un 12.5 % en la ración con 50 % de la incorporación de la harina de *E. cyclocarpum* con respecto al tratamiento control (0 %) sin embargo, no se observó

diferencia ($P>0.05$) entre los tratamientos. La digestibilidad de la MO encontrada en este experimento con 40% de la harina del fruto de *E. cyclocarpum* es similar a la digestibilidad *in vitro* encontrada por Moscoso et al. (1995) con el 36% de la incorporación de la harina de *E. cyclocarpum* (723 vs 733 g/kg MS, respectivamente). La digestibilidad de la MO muestra la misma tendencia lineal ($P<0.05$) hacia una reducción, similar a la observada para la DMS, aunque solo se observó diferencia estadística entre los tratamientos con 0 y 50 % de *E. cyclocarpum* en la ración.

Cuadro 1. Consumo voluntario y digestibilidad de la MS en ovinos alimentados con niveles crecientes de *E. cyclocarpum* en la ración.

Variable	Tratamientos					SEM	Efecto lineal
	0	20	30	40	50		
Consumo (g/kg ^{0.75})							
MS	73	87	88	94	91	6.0	<0.05
MO	69	81	83	88	85	5.7	<0.05
Digestibilidad aparente (g/kg MS)							
MS	780	772	758	722	710	21.9	<0.05
MO	795 ^a	776 ^{ab}	760 ^{ab}	723 ^{ab}	709 ^b	19.9	<0.05
Consumo (g/kg ^{0.75})							
MSD	58.88	67.29	66.85	67.59	64.65	5.02	>0.05
MOD	55.82	63.45	62.70	63.21	60.17	4.74	>0.05

^{a,b} medias en la misma fila con superíndices diferentes indican diferencia estadística Tukey ($P<0.05$).

CONCLUSIÓN

El incremento de los niveles de la harina de *E. cyclocarpum* no afectó el consumo sin embargo, se observó un incremento lineal. En la digestibilidad de la MS y MO se observó una disminución lineal conforme se incrementó en nivel de inclusión de *E. cyclocarpum* en la ración sin embargo, solo se observó diferencia estadística en la digestibilidad de la MO entre los tratamientos con 0 y 50% de la incorporación, con lo cual se concluye que la harina de *E. cyclocarpum* puede ser incorporada hasta en un 50% en la ración de ovinos.

REFERENCIAS

- AFRC., 1993. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, U. K. p. 160.
- Álvarez, M. G, Melgarejo, V. L y Castañeda, N. Y., 2003. Ganancia de peso, conversión y eficiencia alimentaria en ovinos alimentados con fruto (semilla con vaina) de (*Enterolobium cyclocarpum*) y pollinaza. Veterinaria México. 34, 39 - 46.
- Andrade, J. H., Esquivel, H., Ibrahim, M., 2008. Disponibilidad de forrajes en sistemas silvopastoriles con especies arbóreas nativas en el trópico seco de Costa Rica. Zootecnia Tropical. 26, 289 - 292.
- Chay-Canul, A. J, Ayala-Burgos, A. J., Ku-Vera, J. C., Magaña-Monforte, J. G., 2009. Efecto del tamaño de partícula sobre consumo, digestibilidad y balance del nitrógeno en ovinos Pelibuey alimentados con dietas basadas en frijol terciopelo (*Mucuna pruriens*) y grano de maíz. Tropical and Subtropical Agroecosystems. 10, 383 - 392.

- Cochran, W. G y Cox, G. M. 1991. Diseños Experimentales. 2ª Ed.-México. Trillas. p 661.
- García, E. 1973. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (Para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). Segunda edición. Instituto de Geografía de la Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. p 246.
- Moscoso, C., Veles, M., Flores, A. and Angudelo, N., 1995. Effects of guanacaste tree *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq. Griseb).Fruit as replacement for sorghum grain and cotton-seed meal in lambs diets. Small Ruminant. Research.18, 121 - 124.
- Peralta, N. M., Palma, J. M. y Macedo, R., 2004. Efecto de diferentes niveles de inclusión de *Enterolobium cyclocarpum* en el desarrollo de ovinos en estabulación. Livestock. Research for Rural and Develoment. 16, 1 - 10.
- Pérez, E., 1991.Utilización del fruto de guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum* Jacq. Griseb) en la alimentación de ovinos criollos en los Altos de Chiapas. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma de Chiapas. Villaflores, Chiapas, México. p. 61.
- SAS., 2004. Statical Analysis System, Users. SAS Institute, Cary, N. C. USA.
- Schneider, B. H. and Flatt, W. P. 1975. The Evaluation of Feeds through Digestibility Experiments. The University of Georgia Press. Athens, pp. 423.

COMPARACION DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA LA EVALUACION DE LA CINÉTICA DE PRODUCCIÓN DE GAS *In Vitro* DE GRAMINEAS FORRAJERAS

M. Murillo Ortiz^{1*}, M. Aroña Ríos¹, E. Herrera Torres¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Juárez del Estado de Durango.
korima99@hotmail.com*

RESUMEN

Se evaluó la capacidad de ajuste de los modelos propuestos por Orskov y McDonald (M1), McDonald (M2), France (M4) y Gompertz (M4), para describir la cinética de producción de gas *in vitro* de gramíneas forrajeras. Muestras de ryegrass anual, ryegrass perenne, bromo y orchard se incubaron a intervalos de 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h en un módulo automatizado para la determinación de gas *in vitro*. Como criterios estadísticos de ajuste de los modelos, se utilizaron el cuadrado medio residual (CME) y el coeficiente de determinación (R^2). Los resultados mostraron que el modelo M1 presentó la mejor capacidad ajuste para describir la cinética de producción de gas *in vitro*. Sin embargo, los criterios estadísticos de ajuste mostraron, que cualquiera de los modelos que se evaluaron es este estudio, pueden utilizarse para ajustar cinéticas de producción de gas *in vitro*.

Palabras clave: forrajes, fermentación, parámetros, calidad nutricional

INTRODUCCIÓN

Dentro las distintas metodologías utilizadas para determinar la calidad nutricional de los forrajes se encuentra la técnica de producción de gas *in vitro* la cual consiste en la fermentación de muestras de forrajes bajo condiciones controladas (Menke y Steingass, 1988). En general la fermentación de las fracciones nutricionales de los forrajes responde a una fase inicial de digestión lenta, seguida de una fase de aceleración y otra de desaceleración hasta alcanzar un valor asintótico. La descripción cuantitativa de los procesos fermentativos puede realizarse mediante modelaciones que expliquen de la mejor manera, los procesos biológicos relacionados con las cinéticas fermentativas. Los modelos propuestos por Orskov y McDonald (1979), McDonald (1981), France (2000) y Gompertz (1994), son de los más ampliamente utilizados para la descripción de la cinética de producción de gas *in vitro*. En nuestro país son escasos los trabajos relacionados con el papel que cumplen los modelos matemáticos en la estimación de los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de los forrajes. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue comparar la capacidad de ajuste de cuatro modelos matemáticos para estimar los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* de gramíneas forrajeras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en las instalaciones de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, la cual se ubica en el km 12.5 de la carretera Durango-Mezquital. Se determinó la producción de gas *in vitro* con un sistema automatizado (ANKOM, Technology) de las siguientes gramíneas de clima templado: ryegrass anual (*Lilium multiflorum*) (PC= 19.5 %; FDN= 52.8 %); ryegrass perenne (*Lolium perenne*) (PC= 15.7 %; FDN= 55.2 %); bromo (*Bromus willdenowii*) (PC= 18.2 %; FDN= 56.4 %) y orchard (*Dactylis glomerata*) (PC= 15.5 %; FDN= 56.5 %). Cada forraje se sembró en cajones de madera de 0.5 m². La siembra se realizó en el ciclo otoño – invierno, en seco y al boleto, luego las semillas se

taparon con un paso de rastra de ramas, procurando que la semilla quedara a una profundidad de 2 a 3 cm. Cuando las plantas alcanzaron una altura de 25 cm (70 días después de la siembra) se cortaron con tijeras de acero inoxidable y se tomaron muestras las cuales se depositaron en bolsas de papel, luego se secaron bajo sombra a temperatura ambiente hasta obtener peso constante. Las muestras se molieron en un molino Wiley, a través de una malla de 1 mm para la determinación de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN) y gas *in vitro* a intervalos de 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72 y 96 h.

Modelos matemáticos:

Para la estimación de los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* se utilizaron los siguientes modelos:

(M1) Orskov y McDonald (1979)

$$PG = a + b * [1 - e^{-kd(t)}]$$

Donde:

PG= Producción acumulativa de gas al tiempo t; a= Gas producido por la fracción soluble; b= Gas producido por la fracción potencialmente fermentable; Kd= Tasa constante de producción de gas

(M2) McDonald (1981)

$$PG = a + b * [1 - e^{-kd(t-L)}]$$

Donde:

PG= Producción acumulativa de gas al tiempo t; a= Gas producido por la fracción soluble; b= Gas producido por la fracción potencialmente fermentable; Kd= Tasa constante de producción de gas; L= Fase prefermentativa

(M3) France *et al.* (2000)

$$PG = A * [1 - e^{-kd(t-L)}]$$

Donde:

PG= Producción acumulativa de gas al tiempo t; a= Máxima producción de gas (Asintota) (ml); Kd= tasa de producción (mL/h); L= Fase prefermentativa

(M4) Gompertz (Schofield *et al.*, 1994)

$$PG = A * e[-e * (1^{kd(L-t)})]$$

Donde:

PG= Producción acumulativa de gas al tiempo t; a= Máxima producción de gas (Asintota) (ml); Kd= tasa de producción (mL/h); L= Fase prefermentativa

Análisis estadístico

Las estimaciones de los parámetros de producción de gas *in vitro* de cada uno de los modelos se obtuvieron con el procedimiento NLIN de SAS (2009). Los parámetros de cada modelo se sometieron a un diseño completamente al azar y se utilizó la prueba de Tukey para detectar diferencias entre forrajes. Los criterios estadísticos para la selección del mejor modelo fueron el cuadrado medio residual (CMR) y el coeficiente de determinación (R^2).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los parámetros de la cinética de producción de gas *in vitro* que fueron obtenidos con los modelos evaluados. Con el modelo M1 no se observaron diferencias en la fracción soluble “a” en el ryegrass anual, ryegrass perenne y bromo ($P > 0.05$). Sin embargo, la fracción “b” fue diferente en todos los forrajes ($P < 0.05$) y el valor de “c” fue más alto en ryegrass anual y más bajo en el orchard ($P < 0.05$). Con el modelo M2 el valor más alto de la fracción “a” se registró en el ryegrass anual y el más bajo en el orchard ($P < 0.05$); mientras que la fracción “b”

fue diferente en todos los forrajes ($P < 0.05$). Con este modelo los valores de “c” fueron iguales ($P > 0.05$). Con el modelo M3 la fracción “A” fue diferente entre todos los forrajes ($P < 0.05$); pero no se registraron diferencias en los valores de “c” ($P > 0.05$). De igual manera, con el modelo M4 la fracción “A” fue diferente entre todos los forrajes ($P < 0.05$) y no se registraron diferencias en los valores de “c” ($P > 0.05$).

Cuadro 1. Estimación de parámetros de la cinética de la producción de gas *in vitro* con los modelos evaluados.

	R.G. Anual	R.G. Perenne	Bromo	Orchard
(M1) Orskov y McDonald (1979)				
a (ml 200 mg ⁻¹)	8.32 ^a	7.9 ^{ab}	8.1 ^{ab}	7.7 ^b
b (ml 200 mg ⁻¹)	82.2 ^a	58.3 ^d	79.4 ^b	49.26 ^c
Kd (ml h ⁻¹)	0.05 ^a	0.04 ^b	0.04 ^b	0.03 ^b
(M2) McDonald(1981)				
a (ml 200 mg ⁻¹)	13.5 ^a	13.1 ^a	13.5 ^a	12.5 ^b
b (ml 200 mg ⁻¹)	77.0 ^a	44.5 ^b	32.5 ^d	38.1 ^c
Kd (ml h ⁻¹)	0.05 ^a	0.04 ^a	0.05 ^a	0.04 ^a
L (h)	0	0	0	0
(M3) France et al. (2000)				
A (ml 200 mg ⁻¹)	90.6 ^a	57.7 ^c	82.3 ^b	50.7 ^d
Kd (ml h ⁻¹)	0.05 ^a	0.05 ^a	0.5 ^a	0.04 ^a
L h)	0	0	0	0
(M4) Gompertz (1994)				
A (ml 200 mg ⁻¹)	84.7 ^a	68.3 ^c	74.6 ^b	59.1 ^d
Kd (ml h ⁻¹)	0.05 ^a	0.04 ^a	0.05 ^a	0.04 ^a
L (h)	0	0	0	0

^{abc}Medias dentro de las hileras con distinta literal son diferentes ($P < 0.05$)

De igual manera, con el modelo M4 la fracción “A” fue diferente entre todos los forrajes ($P < 0.05$) y no se registraron diferencias en los valores de “c” ($P > 0.05$). En general, los valores del gas producido a partir de la fracción soluble “a” estimada con los modelos M1 y M2 y la máxima producción de gas “A” obtenida con los modelos M3 y M4 se observaron en el ryegrass anual. Lo anterior puede atribuirse a que el contenido de FDN en el ryegrass anual es menor comparada con los otros forrajes (Andrighetto *et al.*, 1993). También, como puede observarse en los parámetros obtenidos con los diferentes modelos, los modelos M2, M3 y M4 que contemplan una fase prefermentativa, mostraron valores de cero en este parámetro. Lo anterior puede atribuirse a que los forrajes evaluados son altamente digestibles y como consecuencia el inicio de su fermentación es inmediata (Hoffman *et al.*, 1993).

En el cuadro 2 se presenta la bondad de ajuste de los modelos evaluados. De acuerdo con los criterios estadísticos establecidos en el presente trabajo, el modelo M1 presentó el mejor ajuste en comparación con los modelos M2, M3 y M4; aunque todos los modelos presentaron altos coeficientes de determinación. Los valores de los coeficientes de determinación indican que estos modelos explican un alto porcentaje de la variación de los valores observados de la cinética de producción de gas *in vitro*. A pesar de que el modelo M1 presentó la mejor capacidad ajuste, los

resultados obtenidos indican que cualquiera de los modelos puede utilizarse para describir la cinética de producción de gas *in vitro* de gramíneas forrajeras.

Cuadro 2. Bondad de ajuste de la cinética de producción de gas *in vitro* de los modelos evaluados

	CMR	R ²
Orskov y McDonald (1979)	1.4	0.98
McDonald(1981)	1.6	0.96
France <i>et al.</i> (2000)	1.9	0.99
Gompertz (1994)	3.2	0.95

CMR= Cuadrado Medio residual

R²= Coeficiente de determinación

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos muestran, que el modelo de Orskov y McDonald (1979) presentó la mejor capacidad de ajuste, lo cual sugiere que describe con mejor precisión las características nutricionales intrínsecas de los forrajes así como los procesos biológicos a los que están sujetos los forrajes una vez que ingresan al rumen. También, se concluye que cualquiera de los modelos que se evaluaron en el presente trabajo, puede utilizarse para describir la cinética de producción de gas *in vitro* de los forrajes.

REFERENCIAS

- Andrighetto, I., L. Bailoni., G. Coozzi and F. Tolosa. 1993. Observation on *situ* degradation of forage cell components in alfalfa and italian ryegrass. *J. Dairy. Sci.* 76:2624-2631.
- France, J., J. Dijkstra, M. S. Dhanoa, S. Lopez and A. Bannink. 2000. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas production profiles observed *in vitro*: derivation of models and other mathematical considerations. *Brist. J. Nut.* 83:143-150.
- Hoffman, P. C., S. J. Sievert., R. D. Shaver., D. A. Welch and D. K. Combs. 1993. *In situ* dry matter, protein and fiber degradation of perennial forages. *J. Dairy. Sci.* 76: 2632-2643.
- McDonald, I. 1981. Short note: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. *J. Agric. Sci.* 96:251-252.
- Menke K.H., Steingass H. (1988): Estimation of the energetic feed value obtained from chemical analysis and *in vitro* gas production using rumen fluid. *Anim. Res. Develop.* 28: 7-55.
- Orskov, E. R. and I. McDonald. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weight according to rate of passage. *J. Agric. Sci.* 92:449-503.
- SAS. 2009. SAS User's Guide (Release 9.1): SAS Inst, Inc., Cary, NC.
- Shofield, P., R.E. Pitt and A. N. Pell. 1994. Kinetics of fiber digestion from *in vitro* gas production. *J. Anim. Sci.* 72:2980-2991.

CRECIMIENTO PREDESTETE, RENDIMIENTO DE LA CANAL Y COMPOSICIÓN CORPORAL DE CORDEROS GEMELOS BLACKBELLY × PELIBUEY

I.C. García-Osorio¹, J Oliva-Hernández^{2,3}, M Guzmán-Oliveros³, MM Osorio-Arce¹, G Torres-Hernández⁴, JA Hinojosa-Cuéllar³, R González-Garduño⁵

¹Colegio de Postgraduados Campus Tabasco. ²INIFAP; ³UPCH; ⁴CP-Campus Montecillo; ⁵URUSSE-UACH. E-mail: prisionera_de_askaban@hotmail.com;

RESUMEN

El objetivo del presente estudio consistió en determinar la influencia del género sobre el crecimiento predestete, rendimiento de la canal y cortes primarios en la canal de corderos gemelos Blackbelly x Pelibuey provenientes de ovejas multíparas. En las ovejas se evaluó el peso vivo (PV) al parto y al finalizar la lactancia y la ganancia diaria de peso (GDP) durante la lactancia. En los corderos, se estudió el PV al nacimiento, PV a los 56 días de edad, GDP predestete, rendimiento de la canal y peso de cinco cortes primarios (cuello, brazo-brazuelo, tórax, abdomen, pierna). La información de los corderos se analizó con un modelo mixto, en donde el factor fijo fue el género de la cría y el aleatorio la madre. Las ovejas mostraron una reducción de peso (-2.7 ± 0.79 kg) durante la lactancia. El género del cordero gemelo influyó ($P < 0.05$) el PV al destete, la GDP predestete y el área transversal del músculo *Longissimus dorsi*. El único corte primario de la canal que resultó afectado ($P < 0.05$) por el género fue el brazo-brazuelo. Se concluye que en corderos gemelos Blackbelly x Pelibuey provenientes de ovejas multíparas, el género ejerce influencia sobre el peso al destete, la GDP predestete, el peso del brazo-brazuelo, área transversal del músculo *L. dorsi* y la grasa cavitaria.

Palabras clave: músculo, grasa cavitaria, cordero lactante, trópico húmedo

INTRODUCCIÓN

El estudio del crecimiento predestete en los corderos de razas de pelo, generalmente se ha realizado con base en el peso vivo al nacimiento y al destete, la GDP predestete (Hinojosa-Cuellar *et al.*, 2011) y los cambios en la GDP durante la lactancia (Oliva-Hernández y García-Osorio, 2011), desconociéndose en las razas Pelibuey, Blackbelly y sus cruces, el nivel de participación de diversos factores, entre ellos género, tipo de parto, edad del cordero y número de parto de la oveja, en la variación de la composición corporal de los corderos al finalizar la lactancia.

Por otra parte, se requiere diversificar los productos cárnicos de origen ovino que puedan comercializarse y que ofrezcan una mayor calidad y aceptación con respecto al ovino finalizado con edades entre cinco y 18 meses. De ahí que los productos cárnicos derivados de un cordero joven (56 días) pudieran resultar más atractivos para un consumidor exigente que demanda calidad y un producto diferente al tradicional (por ejemplo, barbacoa y birria elaborada con ovinos con más de cinco meses).

Con base en lo señalado previamente, el objetivo del presente estudio consistió en determinar la influencia del género sobre el crecimiento predestete, rendimiento de la canal y peso de los cortes primarios en corderos gemelos Blackbelly x Pelibuey provenientes de ovejas multíparas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en una unidad ovina experimental (INIFAP) localizada en Huimanguillo, Tabasco (17° 50' N, 93° 23' O). El clima es cálido húmedo con lluvias todo el año (Af) y una temperatura ambiente media anual de 27.8 °C (INEGI, 2007).

Se estudiaron ocho ovejas multíparas Blackbelly x Pelibuey en su octavo parto y 16 corderos gemelos provenientes de las ovejas multíparas. Durante la lactancia (56 d), las ovejas se alimentaron con base en el pastoreo en *Cynodon plectostachyus* y una complementación alimenticia (0.5 kg d⁻¹ oveja⁻¹ de alimento comercial; 15% de PC).

Los corderos se mantuvieron durante toda la lactancia en estabulación; su alimentación se basó en el amamantamiento controlado, acceso a un complemento alimenticio de tipo comercial (15% de PC) y heno de *C. plectostachyus* y *Gliricidia sepium*. El control en el acceso al amamantamiento se aplicó a partir de la segunda semana de vida de los corderos durante seis horas (8:00 a 14:00 h), posteriormente se incrementó a diez horas (8:00 a 18:00 h) hasta concluir la lactancia. Durante el período de control del amamantamiento, las ovejas se mantuvieron en pastoreo.

Composición corporal de los corderos

Los corderos se sacrificaron al destete (56 días) con previo ayuno de alimento no lácteo de 14 horas. Posteriormente, se procedió a retirar la piel, cabeza, las dos patas delanteras y las dos patas traseras, se retiraron las vísceras abdominales y torácicas, incluyendo ambos riñones. Se pesaron (Báscula tipo reloj TecnoCor® México; precisión de 0.025 kg): la canal entera y la grasa interna en las cavidades abdominal y pélvica (omentomeséntérica y perirenal) (Martínez-Ávalos *et al.*, 1987; Hernández-Espinoza *et al.*, 2012).

Para obtener los cortes primarios en la canal, se utilizó la metodología descrita por Martínez-Ávalos *et al.* (1987) con algunas modificaciones. El cuello se separó de la canal y se pesó entero. En la canal se efectuó un corte perpendicular a la columna vertebral a la altura de la articulación de la última vertebra torácica y la primera lumbar, después se separaron los miembros anteriores y posteriores con lo que quedaron las siguientes regiones: brazo-brazuelo (incluye la masa muscular y los huesos escapula, húmero, radio, cubito y carpianos), tórax (incluye masa muscular y los huesos costillas, esternón y vertebra torácicas), abdomen (incluye masa muscular y vértebras lumbares y sacras) y pierna (masa muscular y huesos fémur, tibia, rotula, peroné y tarsianos). Cada una de las regiones se pesó individualmente.

El peso vacío correspondió a la diferencia en kg entre el peso al sacrificio y el peso del contenido digestivo, este último se obtuvo como resultado de obtener la diferencia entre el peso del tracto gastrointestinal (rumen, retículo, omaso, abomaso, intestino delgado e intestino grueso) lleno y vacío.

El peso de la canal se obtuvo por pesaje. La canal no incluye cabeza, piel, patas y contenido de las cavidades torácica, abdominal y pélvica.

El rendimiento en canal (%) se obtuvo por la ecuación (peso de la canal/ peso al sacrificio) x100. El rendimiento verdadero (%) fue la relación (peso de la canal/ peso vacío) x 100 (Martínez-Ávalos *et al.*, 1987).

El área transversal del músculo largo dorsal (*Longissimus dorsi*) se midió entre la 12^a y 13^a costilla por medio de una película plástica cuadrículada en cm² (García-Macías *et al.*, 1998).

La grasa interna o cavitaria, correspondió a la grasa localizada en las cavidades abdominal y pélvica.

Variables evaluadas en las ovejas.

- a) PV (kg) al parto y al día 56 posparto, b) cambio de peso (kg) entre el parto y los 56 días de lactancia, c) GDP (g) en 56 días de lactancia y d) condición corporal. Se utilizaron cinco escalas para medir la condición corporal. La condición corporal uno correspondió a un animal emaciado (muy flaco), dos= flaco, tres= regular, cuatro= bueno, cinco= muy bueno (Thompson y Meyer, 1994). Esta variable se medio previo al parto y al finalizar la lactancia.

Variables evaluadas en los corderos

PV (kg) al nacimiento y 56 días de edad; GDP (g); peso y rendimiento de la canal (kg y %), rendimiento verdadero (%); área del músculo *L. dorsi* (cm²); cortes primarios (kg): cuello, brazo-brazuelo, tórax, abdomen, pierna; grasa cavitaria (g); cabeza y piel (kg) (Hernández-Espinoza *et al.*, 2012).

Análisis estadístico

La información de los corderos se analizó con un modelo mixto, en donde el factor fijo fue el género de la cría y el aleatorio la madre. En las variables PV al destete y GDP el modelo incluyó el PV al nacimiento (P<0.05) como covariable. Mientras que en los cortes primarios el modelo incluyó el peso de la canal (P<0.05) como covariable. Para el análisis de la información se utilizó el procedimiento MIXED (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las medias \pm desviación estándar para pesos al parto y al finalizar la lactancia en las ovejas estudiadas fueron 41.5 \pm 1.6 y 38.8 \pm 1.4 kg, respectivamente. Mientras que la condición corporal al parto y al finalizar la lactancia fueron 3.1 \pm 0.24 y 2.5 \pm 0.27 kg, respectivamente.

Las ovejas mostraron una pérdida de peso (-48 \pm 14 g d⁻¹) durante la lactancia, circunstancia que se reflejó en una reducción de peso de -2.7 \pm 0.79 kg y una disminución en la condición corporal de -0.56 unidades al finalizar la lactancia.

El género del cordero gemelo no influyó (P>0.05) sobre el PV al nacimiento, pero, si afectó (P<0.05) la GDP predestete y PV al destete (Cuadro 1).

Cuadro 1. Influencia del género en la eficiencia de crecimiento predestete del cordero gemelo Blackbelly \times Pelibuey

Variable	Género	
	Macho	Hembra
Peso al nacimiento, en kg	2.8 \pm 0.15 ^{a 1}	2.8 \pm 0.16 ^a
Peso al destete (56 d), en kg	13.2 \pm 0.66 ^a	12.2 \pm 0.68 ^b
Ganancia diaria de peso predestete, en g	187 \pm 12 ^a	168 \pm 12 ^b
Número de observaciones	9	7

1, Medias de cuadrados mínimos \pm error estándar; a, b Letras diferentes dentro de la misma hilera indican diferencia significativa (P<0.05)

Las variables peso vacío y de la canal, rendimiento verdadero y en canal, y los cortes primarios cuello, piernas, tórax y abdomen, no fueron afectados por el género de los corderos gemelos (P>0.05). Sin embargo, el peso del brazo-brazuelo y el área transversal del músculo *L. dorsi*

fueron afectados ($P<0.05$) por el género. Por otra parte, las corderas depositaron una mayor cantidad de grasa cavitaria ($P<0.05$) con relación a los corderos (Cuadro 2).

CONCLUSIÓN

Se concluye que en corderos gemelos Blackbelly x Pelibuey provenientes de ovejas multíparas, el género no afecta el peso al nacimiento. Sin embargo, la GDP predestete, el PV al destete, peso del brazo-brazuelo y el área transversal del músculo *L. dorsi* resulta mayor en los corderos con respecto a las corderas. Las corderas depositan mayor cantidad de grasa cavitaria en comparación con los corderos.

Cuadro 2. Influencia del género en la composición corporal del cordero gemelo Blackbelly × Pelibuey al destete

Variable	Género	
	Macho	Hembra
Edad al sacrificio, en días	56	56
Peso vacío, en kg	11.6±0.61 ^{1a}	10.9±0.66 ^a
Peso de la canal, en kg	6.0±0.33 ^a	5.7±0.35 ^a
Rendimiento verdadero, en %	51.8±0.44 ^a	51.9±0.50 ^a
Rendimiento en canal, en %	45.6±0.47 ^a	46.3±0.53 ^a
Área transversal del músculo <i>Longissimus dorsi</i> , en cm ²	11.5±0.73 ^a	9.3±0.73 ^b
Cuello, en kg	0.44±0.04 ^a	0.39±0.04 ^a
Brazo-brazuelo*, en kg	1.15±0.03 ^a	1.06±0.03 ^b
Pierna*, en kg	1.45±0.03 ^a	1.44±0.04 ^a
Tórax, en kg	1.56±0.05 ^a	1.53±0.05 ^a
Abdomen, en kg	1.27±0.04 ^a	1.26±0.04 ^a
Grasa cavitaria, en g	198±47 ^a	282±48 ^b
Cabeza, en kg	0.64±0.03 ^a	0.59±0.03 ^a
Piel, en kg	1.3±0.12 ^a	1.3±0.11 ^a
Número de observaciones	9	7

1, Medias de cuadrados mínimos ± error estándar; a, b Letras diferentes dentro de la misma hilera indican diferencia significativa ($P<0.05$); * se refiere al peso de las dos extremidades

REFERENCIAS

- García-Macías JA, Núñez-González FA, Rodríguez-Almeida FA, Prieto C, Molina-Domínguez NI. 1998. Calidad de la canal y de la carne de borregos Pelibuey castrados. *Téc Pec Méx* 36: 225- 232.
- Hernández-Espinoza DF, Oliva-Hernández J, Pascual-Córdova A y Hinojosa-Cuéllar JA. 2012. Descripción de medidas corporales y composición de la canal en corderas Pelibuey. *Revista Científica, FCV-LUZ XXII*, 1: 24-31.
- Hinojosa-Cuéllar JA, Torres-Hernández G, Oliva-Hernández J, Aranda-Ibáñez E, Segura-Correa JC, González-Camacho JM. 2011. Pre-weaning performance of lambs from purebred and crossbred hair ewes under humid tropical conditions of Tabasco, México. *J Anim Vet Adv* 10, 23:3149-3154.
- INEGI. 2007. Anuario Estadístico Tabasco. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática. Gobierno del estado de Tabasco, México. 574 p.

- Martínez-Ávalos A, Bores-Quintero R, Castellanos-Ruelas A. 1987. Zoometría y predicción de la composición corporal de la borrega Pelibuey. *Téc Pec Méx* 25:72-84.
- Oliva-Hernández J, García-Osorio I del C. 2011. Crecimiento predestete de corderos Pelibuey en el trópico húmedo. VIII Seminario Internacional de Producción de Ovinos en el Trópico, Villahermosa, Tabasco, México.
- SAS. 1999. Statistical Analysis System, Users. SAS Institute, Cary, N.C. USA.
- Thompson J, Meyer H. 1994. Body condition scoring of sheep. Oregon State University Extension Service. 4 p.

MESA: REPRODUCCIÓN Y GENÉTICA

INTEGRIDAD DE LA MEMBRANA, VIABILIDAD Y PARÁMETROS DE MOTILIDAD ESPERMÁTICA AL DESCONGELADO EN OVINOS DE PELO.

E. Barrera Gonzalez, A. Maza Gamboa, S. Pech Pool, A. Aguiar Loría y H. Magaña Sevilla*.

*División de estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Conkal
E-mail: hectorms68@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue identificar las correlaciones entre la integridad de la membrana, la viabilidad espermática y los parámetros de motilidad en el semen descongelado de ovinos de pelo. Se utilizaron 10 sementales ovinos de pelo, a los que se les eyaculó con el método de vagina artificial, una muestra por animal (10 muestras). El semen fue diluido y congelado en pajillas de 0.25 ml a 100 millones de espermatozoides por ml, y almacenado a -196°C por tres meses. Se realizaron pruebas de endósmosis, la proporción de vivos y muertos, Concentración espermática y los parámetros motilidad individual, con el sistema de Análisis de Semen Asistido por Computadora (CASA). Para la Velocidad Curvilínea, las correlaciones fueron positivas ($P<0.01$) con las Velocidades Rectilínea (0.857) y Velocidad Media (0.973) y la Frecuencia de Batido (0.766). La correlación de VCL fue significativa ($P<0.05$) de manera negativa con el Índice de Oscilación ($P<0.05$, -0.763). La frecuencia de batido es un componente importante para la velocidad del espermatozoide ($P<0.01$) al tener una relación positiva con VAP y VSL (0.948 y 0.856); mientras que la amplitud del desplazamiento de la cabeza del espermatozoide ALH, se relaciona con la comparación de las trayectorias en línea recta y curvilínea (LIN) (0.649; $P<0.05$). Los parámetros de motilidad en semen de ovinos de pelo al descongelado no se correlacionaron con los resultados de las pruebas de viabilidad y permeabilidad de la membrana espermática, en cuanto a la motilidad, mayor frecuencia de batido por el flagelo produce mayor velocidad en el desplazamiento relativo (VCL y VAP) y total (VSL), Los factores que mejoren la frecuencia de batido en los sementales ovinos producirán mayores desplazamientos del espermatozoide.

Palabras clave: Endósmosis, velocidad media, velocidad rectilínea, índice de oscilación, frecuencia de batido.

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial es una técnica que permite a los productores aumentar el número de crías de animales de alto valor genético, en comparación con la monta natural. El éxito de la IA con semen congelado depende de la fisiología de esperma, transporte y supervivencia de los espermatozoides en el tracto reproductivo de la oveja, además de las tasas de refrigeración y congelación, el tipo de agentes crioprotectores, concentración del agente crioprotector, las tasas de dilución, temperatura a la que se añade glicerol al semen, tiempo de equilibrio con crioprotector, y tasa de descongelación (Kemal *et al.*, 2007). Características espermáticas específicas pueden ser estudiadas por el sistema de análisis de semen asistido por computadora (CASA) el cual proporciona toda una serie de datos relativos a la velocidad y trayectoria de cada espermatozoide (Abaigar *et al.*, 1999). El objetivo del presente trabajo fue determinar las correlaciones entre los parámetros de motilidad, integridad de la membrana y viabilidad en semen descongelado de ovinos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones del Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO), perteneciente al Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. 10 sementales ovinos de 3 razas diferentes, Black Belly (n=3), Dorper (n=3) y Pelibuey (n=4) edad 39 ± 18 meses, peso 62.9 ± 26 kg, condición corporal 3.1 ± 1 y diámetro testicular 32.6 ± 13 cm fueron agrupados en un diseño completamente al azar con la raza como efecto fijo. Se colectó con el método de vagina artificial, una muestra por animal (10 muestras). La evaluación seminal se dividió en dos partes: examen macroscópico y examen microscópico. Se realizaron pruebas de endósmosis según el procedimiento descrito por Domínguez *et al.*, (2008), la proporción de vivos y muertos se obtuvo con la tinción de eosina y nigrosina (Maxwell *et al.*, 1990). La Concentración espermática se obtuvo con el sistema de Análisis de Semen Asistido por Computadora (CASA), así como la motilidad individual, utilizando una Cámara Makler con dilución 1:40. El medio de conservación de semen usado fue en base TRIS. En microtubo de 0.5 ml se colocó 200 μ l de diluyente y 5 μ l de semen puro se mezcló gentilmente y con micropipeta de 0.5 μ l – 10 μ l, se tomó una pequeña muestra colocándola en la Cámara Makler para su lectura en microscopio con objetivo 10x – 2PH. Una vez preparada una dilución final respecto a la concentración y el número de pajillas deseadas, se pasaron las muestras a la cámara frigorífica a 5°C, donde se dejaron por un tiempo de 3 h, como tiempo de equilibrio, con el fin de disminuir los riesgos de un choque térmico al congelado del semen (Félix-Pérez, 1966). El semen fue empaquetado en pajuelas de 0.25 ml y congeladas en vapores de nitrógeno líquido, colocándolas en posición horizontal sobre una raqueta de congelación a 7 cm de distancia de la superficie del nitrógeno líquido durante 10 minutos, tras los cuales las pajuelas son almacenadas en tanques de nitrógeno líquido a -196°C donde se almacenaron hasta su descongelación. Para este proceso, las pajuelas fueron colocadas en agua a 65 °C por 6 minutos (Watson, 1990). Los parámetros de motilidad obtenidos fueron velocidad curvilínea (VCL), la velocidad en línea recta (VSL) y la velocidad media de la ruta (VAP); linealidad (LIN), una comparación de las trayectorias en línea recta y curvilínea, la rectitud (STR), una comparación de las trayectorias en línea recta y media, y movimiento lateral (WOB) una comparación de los trayectos curvilíneos y media y dos parámetros de angularidad y oscilación de la cabeza: ALH (Amplitud de desplazamiento de la cabeza): es la anchura del movimiento lateral de la cabeza del espermatozoide en micrómetros y BCF (Frecuencia del golpe de cruz) en hertz. Se realizó un análisis de correlación de las variables de endósmosis, viabilidad y motilidad individual.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las correlaciones de espermatozoides con membrana íntegra o funcional con los parámetros de motilidad, no fueron significativas ($P > 0.05$). Para la Velocidad Curvilínea, las correlaciones fueron positivas ($P < 0.01$) con las Velocidades Rectilínea (0.857) y Velocidad Media (0.973) y la Frecuencia de Batido (0.766). La correlación de VCL fue significativa ($P < 0.05$) de manera negativa con el Índice de Oscilación ($P < 0.05$, -0.763). Esto indica que la velocidad con la que se desplaza el espermatozoide depende de la frecuencia de batido, mientras que la relación porcentual entre la Velocidad Media y la Velocidad Rectilínea afecta de manera inversa a la velocidad curvilínea, es decir, a mayor amplitud del movimiento, menor velocidad. Además de correlacionarse positivamente con VCL, la frecuencia de batido es un componente importante para la velocidad del espermatozoide ($P < 0.01$) al tener una relación positiva con VAP y VSL (0.948 y 0.856). La frecuencia de batido es entonces un componente determinante de la velocidad de desplazamiento: a mayor frecuencia, mayor desplazamiento.

La amplitud del desplazamiento de la cabeza del espermatozoide ALH, se relaciona con la comparación de las trayectorias en línea recta y curvilínea (LIN) (0.649; $P < 0.05$) aumentando la relación entre el índice de linealidad y la amplitud del desplazamiento de la cabeza. Es decir, mientras mayor sea la amplitud del desplazamiento de la cabeza, mayor será la relación porcentual entre la Velocidad Rectilínea y la Velocidad Curvilínea que presentará el desplazamiento de los espermatozoides o mayor índice de linealidad. La correlación con LIN fue altamente significativa ($P < 0.01$) con el Índice de Oscilación (0.834) y el Índice de Rectitud (0.874) por lo que LIN es afectado por las velocidades en línea recta del espermatozoide Cuadro 1).

Cuadro 1. Correlaciones entre las pruebas de endósmosis, viabilidad y parámetros de motilidad del análisis de semen asistido por computadora

	V	VCL	VSL	VAP	LIN	STR	WOB	ALH
END	0.018	0.326	0.154	0.275	-0.374	-0.241	-0.378	-0.034
MI	1	-0.369	-0.341	-0.345	0.038	-0.193	0.321	0.22
VCL	-0.369	1	.851(**)	.973(**)	-0.36	0.089	-.763(*)	-0.221
VSL	-0.341	.851(**)	1	.940(**)	0.176	0.583	-0.339	0.157
VAP	-0.345	.973(**)	.940(**)	1	-0.154	0.273	-0.594	-0.053
LIN	0.038	-0.36	0.176	-0.154	1	.874(**)	.834(**)	.649(*)
STR	-0.193	0.089	0.583	0.273	.874(**)	1	0.463	0.549
WOB	0.321	-.763(*)	-0.339	-0.594	.834(**)	0.463	1	0.573
ALH	0.22	-0.221	0.157	-0.053	.649(*)	0.549	0.573	1
BCF	-0.363	.766(**)	.948(**)	.856(**)	0.214	0.613	-0.29	0.273

** La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

* La correlación es significativa al nivel 0,05 (bilateral).

END= Respuesta a medio hipotónico, MI= Membrana íntegra, VCL =Velocidad Curvilínea, VSL=Velocidad Rectilínea, VAP=Velocidad Media, STR=Índice de Rectitud, WOB=Índice de Oscilación, ALH=Amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza, BCF=Frecuencia de batido, LIN=Índice de linealidad, SVI=Índice de Velocidad, SMI=Índice de Movimiento.

Mouñío *et al.* (2006) hacen referencia que el porcentaje de espermatozoides móviles de un eyaculado o de una dosis de semen congelado está correlacionado con la capacidad fecundante de esa muestra, pero normalmente explica una fracción muy pequeña de la variación de la fertilidad de ese semen. Ante ello, si se incluyen colectivamente varios parámetros determinados con un sistema CASA (especialmente aquellos que muestran mayores diferencias) en una ecuación de regresión múltiple, la correlación con la fertilidad del semen permite explicar hasta el 98% de su varianza.

Puchades *et al.* (2004) en un estudio realizado en ovinos de la raza Guirra encontraron que los resultados obtenidos para el semen descongelado (50 eyaculados) perteneciente al banco (excluyendo el obtenido mediante electroeyaculación) fueron: células móviles; 51.6 ± 5.5 p.100, acrosomas intactos; 56.2 ± 6.0 p.100 y los diferentes parámetros cinéticos: VCL (μms^{-1}) 140 ± 2.3 ; VAP (μms^{-1}) 91.8 ± 1.1 ; VSL (μms^{-1}), 111.6 ± 1.7 ; LIN, 75.4 ± 2.1 ; ALH (μms), 6.7 ± 0.7 ; BCF (Hz), 12.7 ± 0.2 .

En lo que se refiere a las correlaciones, Tilley (2007) quién trabajó con cerdos de las razas Duroc, Landrace y Yorkshire, empleando el sistema CASA encontraron correlación positiva entre VAP, VCL, VSL, BCF Y LIN.

Al respecto de la integridad de la membrana espermática, Quintero (2003) menciona que es uno de los parámetros más estudiados, por su papel clave en la función espermática. De hecho, el estado de la membrana espermática marca la integridad morfológica y funcional de la célula.

CONCLUSIONES

Los parámetros de motilidad en semen de ovinos de pelo al descongelado no se correlacionaron con los resultados de las pruebas de viabilidad y permeabilidad de la membrana espermática, en cuanto a la motilidad, mayor frecuencia de batido por el flagelo produce mayor velocidad en el desplazamiento relativo total, mientras que una mayor velocidad curvilínea afecta negativamente a la distancia que recorre en un tiempo entre dos puntos determinados. Los factores que mejoren la frecuencia de batido en los sementales ovinos producirán mayores desplazamientos del espermatozoide.

REFERENCIAS

- Abaigar T., W. V., Holt; R. A. P., Harrison and G., Barrio. 1999. Sperm Subpopulations in Boar (*Sus scrofa*) and Gazelle (*Gazella dama mhorr*) Semen as Revealed by Pattern Analysis of Computer-Assisted Motility Assessments. *Biology of Reproduction*, 60: 32-41.
- Domínguez M. P., A., Falcinelli., F., Hozbor., E., Sanchez. A., Cesari, and R. H., Alberio. 2008. Seasonal variations in the composition of ram seminal plasma and its effect on frozen-thawed ram sperm. *Theriogenology*, 69(5): 564-573.
- Kemal A. K., K. S., Mustafa; N. B., Zekariya; I. D., Ustuner and S. U. G., Hakan. 2007. Effects Of Various Cryoprotective Agents And Extender Osmolality On Post-Thawed Ram Semen. *Bull Vet Inst Pulawy*, 51: 241-246.
- Maxwell W. M. C. y O., Evans. 1990. Inseminación Artificial de ovejas y cabras. Ed. Acribia S.A. (Madrid). *Can.*, 34: 19-32.
- Mouñío R., M., Fernández y A. I. Peña. 2006. Parámetros cinéticos con eyaculados bovinos de toros de raza frisona y rubia gallega. *ITEA*. 102(1): 55-66.
- Puchades S., J. F., Marco. M., Rodriguez. y J. S., Vicente. 2004. Adiestramiento y caracterización seminal de moruecos de la raza ovina guirra. *Arch. Zootec.*, 53: 225-228.
- Quintero M. A. 2003. Estudio sobre la dinámica de poblaciones espermáticas en semen de caballo, cerdo, y conejo. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona. Facultad de Veterinaria.
- Félix-Pérez, 1966. Reproducción e inseminación artificial ganadera. Editorial Científico Médica. Pp. 234-235.
- Watson P. F., 1990. Artificial insemination and the preservation of semen. En: Lamming, G.E.(Ed.) *Marshall's Physiology of Reproduction*. 2:Reproduction in the male. Churchill Livingstone. (Ed). Edimburgo, 747-869.

PGF2 α y D-CLOPROSTENOL EN LA SINCRONIZACIÓN DE ESTROS EN OVINOS DE PELO: ESTUDIO DE CASO

E. Sosa Arredondo¹, A. Alavez Ramírez², R. López Ramírez¹, B. Ortiz de la Rosa¹ y H. Magaña Sevilla^{1*}.

*Instituto Tecnológico de Conkal, Km 16.3 antigua Carr. Mérida-Motul, CP 97345
Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5 Carr. Mérida-Xmatkuil. CP 97300
E-mail: hectorms68@hotmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la sincronización de estros a tiempo fijo con el uso de Prostaglandina F2alfa (dinoprost trometamina) y cloprostenol dextrógiro en ovejas de pelo. Se utilizaron 70 ovejas de pelo cíclicas, con una edad promedio de 4 ± 0.5 años, condición corporal de 2.5 ± 0.5 y 40.5 ± 1.4 kg de peso, que fueron asignadas al azar a dos tratamientos: 1 CONTROL (n=35), se administraron dos dosis de 50 μ g de Dinoprost con un intervalo de 12 días entre ambas aplicaciones; Tratamiento 2 (n= 35), se aplicaron dos dosis de 50 μ g Cloprostenol Dextrógiro con un intervalo de 12 días entre cada aplicación. Los parámetros a evaluar fueron la cantidad de hembras que presentaron celo al intervalo establecido de 48 h después de la última aplicación del tratamiento, y el total de hembras gestantes. Se utilizó el test exacto de Fischer para analizar los datos obtenidos. Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la cantidad de ovejas que respondieron a la sincronización entre ambos tratamientos (T1, 37.1% vs T2, 65.7%). Mientras que en hembras gestantes no se presentaron diferencias significativas ($P > 0.05$) (T1, 38.4% vs T2, 52.1%). Se concluye que con la aplicación de doble dosis de Cloprostenol Dextrógiro se tiene una mayor proporción de ovejas en estro, sin embargo, no tiene efecto sobre el total de hembras gestantes.

Palabras clave: luteólisis, cloprostenol, ovejas, trópico

INTRODUCCIÓN

La sincronización del ciclo estral permite que un grupo de ovejas manifieste estro en determinado momento, para realizar la monta natural o inseminación artificial, agrupar nacimientos, programar destetes y vender animales por grupos. Esto permite a los productores tener un mayor control y mejorar su manejo, por eso la importancia de manipular el ciclo estral principalmente la fase lútea, ya que es la más sensible y con mayor duración. Existen diversos métodos para simular y extender la fase lútea como progesterona o bien para acortarla induciendo luteólisis mediante el uso de prostaglandinas y sus análogos (Wildeus 2000).

Debido a que la estacionalidad es poco marcada en regiones tropicales, los protocolos de sincronización en ovinos de pelo con prostaglandinas pueden ser efectivos la mayor parte del año, lo que permite su uso de manera continua (Arroyo *et al.*, 2012).

Los tratamientos a base de PGF2 α son metabolizados rápidamente (Letelier *et al.*, 2011). Además Esguerra (2004), menciona que el uso de cloprostenol dextrógiro formulado en base a alcohol permite una mayor absorción incrementando la respuesta luteolítica en ganado bovino. Alavez-Ramírez *et al.* (2012) compararon un análogo de PGF2 α vs un análogo de progesterona presentándose el mayor número de ovejas en estro a las 48 h posteriores a la segunda dosis en ambos tratamientos. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue validar el efecto de la aplicación

del cloprostenol dextrógiro y Dinoprost, en la sincronización del estro con detección a tiempo fijo (48h) en ovinos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante el mes de Diciembre, en las instalaciones del Rancho San Enrique municipio de Mococho, Yucatán, México; el cual queda comprendido entre los paralelos 20° 58' 04" latitud norte y 89° 37' 18" longitud oeste. Se utilizaron 70 ovejas de pelo adultas, clínicamente sanas, con un peso promedio de 40.5 ± 1.4 kg y condición corporal 2.5 ± 0.5 con base en una escala de 1 a 5 (Russel *et al.*, 1969) y edad promedio de 4 años.

Las ovejas fueron divididas aleatoriamente en dos tratamientos, control (T1, n= 35): Ovejas que recibieron dos dosis de 50 µg de PGF2α Dinoprost trometamina (Lutalyse® Pfizer, E.U.A) con un intervalo de 12 días entre ambas aplicaciones, y tratamiento dos (T2, n= 35): Ovejas que recibieron dos dosis de 50 µg de un análogo sintético dextrógiro de PGF2α (Dalmaprost® Fatro, Italia) con un intervalo de 12 días entre ambas aplicaciones. Se evaluó la manifestación del estro utilizando dos carneros adultos provistos de mandil. La revisión se realizó 48 h después de la segunda aplicación de ambos tratamientos introduciendo a las ovejas con el macho y posteriormente se realizó inseminación cervical con semen congelado a las 56 h a todas las hembras.

Para evaluar la diferencia entre las proporciones de ovejas que presentaron o no celo y que quedaron gestantes, se utilizó un test exacto de Fisher. El programa estadístico GraphPad Prism 5.0 para Windows fue utilizado para aplicar los métodos estadísticos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción de ovejas en estro fue para el T1 37.1% y para el T2 65.7% (Tabla 1). Los trabajos que comparen el efecto de la PGF2α natural vs el análogo sintético dextrógiro en la sincronización de celos en ovinos son escasos, si es que existen. Sin embargo Camacho *et al.* (2008) presentan resultados diferentes al sincronizar ovejas mediante la combinación de PGF2α y esponjas intravaginales. En cuanto a la cantidad de ovejas que resultaron gestantes no se encontró diferencia entre los grupos ($P>0.05$) y fue menor en T1 (38.4%) que en T2 (52.1%). Estos resultados difieren de los reportados por Menchaca *et al.* (2004) que encontraron porcentajes menores al evaluar tiempos de inseminación artificial 42, 48 y 54 h después de la segunda aplicación de dos dosis de PGF2α en la que obtuvieron 36.8%, 25.8% y 22.6% respectivamente.

Tabla 1. Proporción de hembras sometidas a dos diferentes tratamientos de sincronización. (T1= doble dosis de PGF2α natural y T2= doble dosis de PGF2α dextrógiro) y de ovejas gestantes después de la inseminación cervical.

Tratamiento	Ovejas en Estro (%)	Intervalo de celo	Ovejas gestantes (%)
T1 (n=35)	37.1 (13/35) ^a	48	38.4 (5/13) ^a
T2 (n=35)	65.7 (23/35) ^b	48	52.1 (12/23) ^a

Literales diferentes en cada columna indican diferencia significativa ($P<0.05$)

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran una baja respuesta a la sincronización en ovejas tratadas con PGF2α, y que con el uso del Cloprostenol Dextrógiro se tiene una mayor proporción

de hembras en celo a las 48 h de detectado el estro y que no hay diferencia entre prostaglandinas en la proporción de hembras gestantes en ovinos de pelo bajo condiciones de trópico.

REFERENCIAS

- Alavez-Ramírez, A., R. López-Ramírez., A. Sierra-Vázquez., H. Magaña-Sevilla., J. Arroyo-Ledezma., R. Montes-Pérez. 2012. Doble aplicación de D-cloprostenol para sincronizar celos en ovejas de pelo en el trópico. III Congreso internacional en Ciencias Veterinarias y Zootecnia. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. Puebla, Puebla, México. 22-24 de Febrero de 2012. pp. 26-30.
- Arroyo, L.J., G.U. Cortes., B.J. De la Torre., L. Hernández., 2012. Control artificial de la reproducción en ovinos de pelo. Reunión bianual sobre reproducción animal 37-58
- Esguerra, J., T. 2004. Aplicación de D-cloprostenol y carbetoxina y su repercusión en los parámetros reproductivos en la Laguna, Coah. Congreso Nacional de Buiatría. Morelia, Michoacán.
- Letelier, C. A., I. Contreras-Solis., R.A. García-Fernández., M.A. Sánchez., J.M. Flores., A. González-Bulnes. 2011. Effects of oestrus induction with progestagens or prostaglandin analogues on ovarian and pituitary function in sheep. *Animal Reproduction Science* 126:61–69.
- Menchaca, A., V. Miller., J. Gil., A. Pinczak., M. Laca, E. Rubianes. 2004. Prostaglandin F2 α treatment associated with timed artificial insemination in ewes. *Reproduction in Domestic Animals*. 39(5): 352-355.
- Russel, A.J.F., J.M. Doney. and R.G. Gunn. 1969. Subjective assessment of fat in live sheep. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 72: 451-454.
- Wildeus, S. 2000. Current concepts in synchronization of estrus: Sheep and goats. *Journal Animal Science*. 77: 1-14.

PROGESTERONA PLASMÁTICA EN CABRAS TRATADAS CON DISPOSITIVOS CIDR RECICLADOS

E. Perez-Luna E¹, L. Alvarez-Ramírez^{2*}, J. Herrera-Camacho^{3**}

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Nacional Autónoma de México. ³Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales- Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

*E-mail: alorenzo@unam.mx

RESUMEN

El objetivo fue comparar la concentración plasmática de progesterona (P_4) en cabras tratadas con dispositivos CIDR reciclados y sometidos a autoclave o desinfectados químicamente. 15 cabras fueron tratadas con un CIDR durante 5 días. El grupo CIDR-N ($n=5$) recibió un dispositivo nuevo; el grupo CIDR-uA ($n=5$) recibió un implante de segundo uso, previamente esterilizado mediante autoclave (121°C , 724mmHg , 20min); el grupo CIDR-uD ($n=5$) recibió un dispositivo de segundo uso, previamente desinfectado mediante inmersión en agua con iodo-povidona al 0.5% por 2 h. En los tres grupos, la concentración de P_4 alcanzó su nivel más elevado a las 12 h después de la inserción del dispositivo, siendo mayor ($P<0.05$) en los grupos CIDR-N (9.8 ± 0.88 , $\text{ng/dl}\pm\text{ee}$) y CIDR-uA (7.462 ± 0.88), que en el grupo CIDR-uD (3.81 ± 0.88). La concentración de P_4 después del retiro del CIDR y hasta el final del muestreo no fue diferente entre tratamientos ($P>0.05$). La concentración de P_4 durante todo el estudio fue superior ($P<0.05$) en el grupo CIDR-N (4.67 ± 0.3) que en los grupos CIDR-uA (2.97 ± 0.3) y CIDR-uD (1.86 ± 0.3 ng/ml). El área bajo la curva de P_4 fue diferente entre grupos ($P<0.05$), siendo mayor en el grupo CIDR-N (51.41 ± 3.6), seguido por el CIDR-uA (32.67 ± 3.63) y el CIDR-uD (20.48 ± 3.63). La esterilización mediante autoclave del dispositivo CIDR reciclado, previo uso de 10 días, permitió una mayor absorción de progesterona que los dispositivos desinfectados de manera química.

Palabras clave: CIDR, autoclave, progesterona, reciclado.

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos intravaginales con progesterona (P_4) se han utilizado para controlar el ciclo estral en rumiantes domésticos y facilitar la incorporación de diversas técnicas reproductivas. En cabras y ovejas, el dispositivo CIDR (Controlled Internal Drug Releasing) contiene P_4 y es ampliamente utilizado en la inducción-sincronización estral del rebaño (Ungerfeld, 2009). Al insertarse, los niveles de P_4 se incrementan y se mantienen altos durante el tratamiento, simulando un diestro natural. Aunque el fabricante del dispositivo recomienda un solo uso, estos se han reutilizado luego de diversos procedimientos de limpieza-desinfección y esterilización (Martínez *et al.*, 2007; Zuluaga y Williams, 2008) para garantizar la inocuidad del implante reciclado (Padula y Macmillan, 2006). Con dichos procedimientos se han obtenido respuestas aceptables (Colazo *et al.*, 2004), tanto en ovejas como en bovinos, generando ahorros convenientes al productor sin afectar los resultados.

La hormona presente en el dispositivo no se agota luego de su primer uso, ya que en vacas, la cantidad de progesterona en el implante usado es de al menos 50% del contenido cuando nuevo (Rathbone *et al.*, 2002). En esta especie, Zuluaga y Williams (2008) encontraron que la esterilización del implante mediante autoclave aumenta la progesterona que se absorbe por los

animales tratados, lo que resulta positivo en un dispositivo de segundo uso. Al parecer, la temperatura y presión a la que se somete el material en dicho procedimiento mejora la exposición del esteroide en el implante para ser absorbido (Zuluaga y Williams, 2008), en comparación con la desinfección química. En ovejas, el dispositivo pierde sólo el 50% de su contenido original luego del primer uso durante 12 días (Wheaton *et al.*, 1993), mientras que en cabras se ha reportado que un segundo o tercer uso en protocolos cortos puede inducir respuestas aceptables (Vilariño *et al.*, 2008). El objetivo del estudio fue comparar los niveles sanguíneos de progesterona en cabras tratadas con dispositivos CIDR nuevos y reciclados esterilizados mediante autoclave o desinfectados químicamente.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó durante los meses de noviembre y diciembre en el Centro de Enseñanza Práctica, Investigación y Extensión en Producción Animal (CEPIPSA), ubicado en el sur de la Ciudad de México. Quince cabras (1–1.5 años, >35kg de peso) fueron distribuidas en tres grupos (n=5) y tratadas con un CIDR durante 5 días. El grupo CIDR-N recibió un dispositivo nuevo; el grupo CIDR-uA recibió un implante de segundo uso, previamente esterilizado mediante autoclave (121°C, 724mmHg, 20min); el grupo CIDR-uD recibió un dispositivo de segundo uso, previamente desinfectado mediante inmersión en agua con yodo-povidona al 0.5% por 2h. Todos los dispositivos de segundo uso habían sido utilizados previamente por 10 días.

El día de la inserción de los dispositivos vaginales fue considerado como día 0 del estudio. Con el objetivo de inhibir la ovulación y que la progesterona endógena no confundiera los resultados, en el día -7 del estudio se inició en todos los animales un tratamiento con acetato de melengestrol (MGA, 0.11 mg animal) que terminó el día 0. En el día -2, las cabras recibieron una inyección de prostaglandina para eliminar un posible cuerpo lúteo que pudiera estar presente. La determinación de P₄ se realizó en muestras de sangre colectadas una vez al día durante el tratamiento con el CIDR (5 días). Adicionalmente, el día 0 del estudio las muestras se colectaron a las 6 y 12 h de la colocación del dispositivo; y en el día 5 se colectaron muestras a 0, 2, 6, 12, 24 h después del retiro del dispositivo. Las muestras fueron centrifugadas a 3000 rpm durante 10 minutos inmediatamente después de su colección y el plasma se congeló hasta su análisis mediante radioinmunoanálisis de fase sólida utilizando un kit comercial (DPC, Diagnostic Products, Palo Alto, Calif. USA). Los valores de la P₄ en cada muestreo se sumaron para obtener el área bajo la curva (ABC) de progesterona en cada grupo como indicador del total de progesterona liberado por el dispositivo. Durante todo el estudio se detectó diariamente la presencia de conducta estral una vez por día (07:00) con el tratamiento de MGA, mañana y tarde (07:00 y 18:00 h) durante el tratamiento con CIDR, mediante el uso de un macho con mandil. Los resultados de la concentración de progesterona fueron analizados mediante el procedimiento para modelos mixtos (PROC MIXED) para medidas repetidas, donde la cabra fue el efecto fijo, el tratamiento (CIDR-N, CIDR-uA y CIDR-uD) el efecto aleatorio y cada una de las muestras como medida repetida (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ninguna de las cabras presentó conducta estral durante los tratamientos, tanto de MGA como con el CIDR. En los tres grupos, la concentración media de progesterona ($\mu \pm ee$) alcanzó, su nivel más elevado a las 12 h después de la inserción del dispositivo, siendo mayor ($P < 0.05$) en los grupos CIDR-N (9.8 ± 0.88 , ng/dl $\pm ee$) y CIDR-uA (7.462 ± 0.88), que en el grupo CIDR-uD (3.81 ± 0.88 ; figura 1). Durante los primeros dos días del tratamiento, los niveles de la hormona fueron más

altos en el grupo CIDR-uA que en el CIDR-uD. La concentración de P_4 después del retiro del CIDR no fue diferente entre tratamientos ($P>0.05$), encontrando de manera constante niveles menores de 1 ng/ml (figura 1). La concentración media de P_4 durante el estudio fue diferente ($P<0.05$) entre tratamientos, encontrando 4.67 ± 0.3 , 2.97 ± 0.3 , 1.86 ± 0.3 ng/ml en el grupo CIDR-N, CIDR-uA y CIDR-uD respectivamente. Del mismo modo, el ABC de P_4 fue diferente entre los tres grupos ($P<0.05$), siendo mayor en el grupo CIDR-N (51.41 ± 3.6), seguido por el CIDR-uA (32.67 ± 3.63) y el CIDR-uD (20.48 ± 3.63).

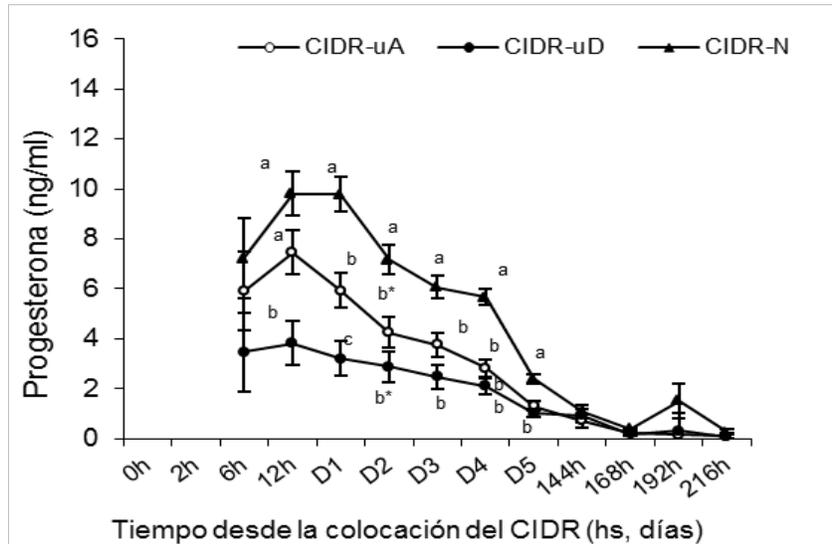


Figura 1. Concentración media (ng/ml) de progesterona plasmática en cabras tratadas con dispositivos CIDR nuevos (CIDR-N), reciclados esterilizados mediante autoclave (CIDR-uA) y desinfectados (CIDR-uD). Literales distintas indican diferencia estadística entre grupos para cada muestreo ($P<0.05$). * ($P<0.07$).

Los valores de progesterona en las cabras tratadas con el dispositivo nuevo fueron similares a los encontrados por varios autores con el mismo tratamiento (Oliveira y Guido, 2001; Menchaca y Rubianes, 2004). Dichos valores de la hormona no fueron diferentes a los vistos en los animales con el dispositivo esterilizado en los primeros dos días del tratamiento. En todos los casos, los niveles hormonales alcanzaron su máximo valor a las 12 h desde la inserción de los dispositivos y comenzaron un descenso continuo hasta el día de su retiro. Dichos resultados coinciden con lo encontrado por varios autores utilizando los mismos implantes vaginales (Wheaton *et al.*, 1993). Durante los primeros dos días de tratamiento, los valores de progesterona fueron mayores en las cabras tratadas con el dispositivo CIDR-uA que con el CIDR-uD. Zuluaga y Williams (2008) mencionaron que el proceso de esterilización mediante autoclave modificaría la estructura del implante, o la disposición de la progesterona micronizada que contiene, de modo que se permitiría una mayor absorción en las primeras horas desde su inserción. En otros dispositivos vaginales (PRID) de uso en animales, resultados similares han sido atribuidos a la cristalización de la progesterona en la superficie del artefacto (McPhee *et al.*, 1983), dado que en ambos dispositivos se utiliza progesterona micronizada impregnada en cuerpos de silicón, es posible que el mismo fenómeno ocurra en el CIDR como respuesta a tratamientos térmicos.

La concentración elevada de P_4 plasmática tiene un papel importante en la fertilidad (Mann y Lamming, 2001) y se ha asociado con embriones más grandes y una mayor producción de

interferón- τ (Mann y Lamming, 2006) mejorando la tasa de gestación. Se ha demostrado que la administración de P₄ inmediatamente después de la ovulación puede ser una estrategia para mejorar la calidad embrionaria (Akinlosotu y Wilder, 1993, Lopez-Gatius *et al.*, 2004) y la fertilidad en el ganado (Binelli *et al.*, 2001). En dichos tratamientos, el uso del dispositivo CIDR reciclado esterilizado puede representar una oportunidad importante para conseguir los resultados mencionados. La esterilización mediante autoclave del dispositivo CIDR reciclado, previo uso de 10 días, permitió una mayor absorción de progesterona que los dispositivos desinfectados de manera química.

REFERENCIAS

- Akinlosotu, B.A., Wilder, C.D. 1993. Fertility and blood progesterone levels following LHRH-induced superovulation in FSH-treated anestrus goats. *Theriogenology* 40:895-904.
- Binelli, M., Thatcher, W.W., Mattos, R., Baruselli, P.S. 2001. Antiluteolytic strategies to improve fertility in cattle. *Theriogenology* 56:1451-1463.
- Colazo, M.G., Kastelic, J.P., Whittaker, P.R., Gavaga, Q.A., Wilde, R., Mapletoft, R.J. 2004. Fertility in beef cattle given a new or previously used CIDR insert and estradiol, with or without progesterone. *Anim. Reprod. Sci.* 81:25-34.
- Lopez-Gatius, F., Santolaria, P., Yaniz, J.L., Hunter, R.H.F. 2004. Progesterone supplementation during the early fetal period reduces pregnancy loss in high-yielding dairy cattle. *Theriogenology* 62:1529-1535.
- Mann, G., Frayb, M., Lamming G. 2006. Effects of time of progesterone supplementation on embryo development and interferon- τ production in the cow. *Vet. J.* 171:500-503.
- Mann, G.E., Lamming G.E. 2001. Relationship between maternal endocrine environment, early embryo development and inhibition of the luteolytic mechanism in cows. *Reproduction* 121:175-180.
- Martínez, M.F., Kastelic, J.P., Colazo, M.G., Mapletoft, R.J. 2007. Effects of estradiol on gonadotrophin release, estrus and ovulation in CIDR-treated beef cattle. *Domest. Anim. Endocrinol.* 33:77-90.
- McPhee, S. R., Doyle M. W., Davfs I. F., Chamley W. A., 1983. Multiple use of progesterone releasing intravaginal devices for synchronization of oestrus and ovulation in cattle. *Aust. Vet. J.* 60:40-43.
- Menchaca, A., Rubianes, E., 2004. New treatments associated with timed artificial insemination in small ruminants. *Reprod. Fert. Develop.* 16:403-413.
- Oliveira, S. I., Guido, P. F. 2001. Comparison of different protocols used to induce and synchronise estrus cycle of Saanen goats. *Small Rumin. Res.* 40:149-153.
- Padula, A., Macmillan, K. 2006. Effect of treatment with two intravaginal inserts on the uterine and vaginal microflora of early postpartum beef cows. *Aust. Vet. J.* 84: 204-208.
- Rathbone, M.J., Bunt, C.R., Ogle, C.R., Burggraaf, S., Macmillan, K.L., Burke, C.R., Pickering, K.L. 2002. Reengineering of a commercially available bovine intravaginal insert (CIDR insert) containing progesterone. *J. Control Release* 85: 105-115.
- SAS. 1999. User's guide. Statistics. SAS Institute Inc., Cary NC, USA.
- Ungerfeld, R. 2009. The induction de oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 β treatment. *Small Rumin. Res.* 84: 129-131.
- Vilariño, M., Menchaca, A., Rubianes, E. 2008. Reutilization of CIDR-G using the short-term protocol in goats: I. Serum progesterone concentrations with devices of first, second or third use. In: Aguilar A, Torres F, Ducoing A, Cerrillo A, Juárez A, G, M. (Eds.), 9th

International Conference on Goats. International Goat Association, Querétaro, México, p. 234.

Wheaton, J.E., Carlson, K.M., Windels, H.F., Johnston, L.J. 1993. CIDR: A new progesterone-releasing intravaginal device for induction of estrus and cycle control in sheep and goats. *Anim. Reprod. Sci.* 33:127-141.

Zuluaga, J.F., Williams, G.L. 2008. High-pressure steam sterilization of previously used CIDR inserts enhances the magnitude of the acute increase in circulating progesterone after insertion in cows. *Anim. Reprod. Sci.* 107:30-35.

EFEECTO DE LA VÍA DE ADMINISTRACIÓN DE PROSTAGLANDINAS EN LA SINCRONIZACIÓN DE ESTROS Y PORCENTAJE DE GESTACIÓN EN BECERRAS LECHERAS

A. Córdova-Izquierdo^{1,7*}, V. Xolalpa-Campos¹, G. Ruiz-Lang¹, R. Espinosa-Cervantes¹, M. Méndez-Mendoza², R. Huerta-Crispín², A. Villa-Mancera², M. Juárez-Mosqueda³, P. Sánchez-Aparicio⁴, J. Olivares-Pérez⁵, J. Guerra-Liera⁶, G. Cansino-Arroyo⁷, W. Méndez-Hernández⁷, M. Bernardo-Clemente⁷ y J. López-Naranjo⁷

¹*Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.* ²*Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.*

³*Departamento de Morfología. FVZ-UNAM, México.* ⁴*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM-Mex. Toluca, México. Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies UAEM. Toluca, México.* ⁵*Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.* ⁶*Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México.* ⁷*División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.*

E-mail: acordova@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue valorar el efecto de la vía de administración (intramuscular e intravulvar) de prostaglandina sobre el porcentaje de gestación en becerras lecheras. El estudio se llevó a cabo en una unidad de producción de bovinos lecheros ubicada en el Estado de México, México. Se seleccionaron un total de 29 becerras Holstein Friesian con presencia de CL a la palpación rectal, los animales se dividieron en dos grupos; el grupo 1 (T1) con 13 becerras a las que se les administró el día 0 una inyección intramuscular de PGF_{2α} (Clorprostenol 530 mcg/2 ml) y al grupo 2 (T2) con 16 becerras, se les administro el día 0 una inyección intravulvar de PGF_{2α} (Dinoprost 10mg/ 2ml).El diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal. Los resultados fueron: 77% y 93% de gestaciones para el grupo T1 y T2, respectivamente. En conclusión, los mejores resultados fueron obtenidos cuando la vía de administración fue la intravulvar.

Palabras clave: Prostaglandinas, vías de administración, becerras.

INTRODUCCIÓN

El estro puede ser inducido mediante la administración de PGF_{2α} (Xiang-Dong, 2003), en la actualidad, las PGF_{2α} tienen gran importancia en esta actividad debido a su poder luteolítico y porque su uso ha sido aprobado y difundido principalmente en bovino lechero (Gumen y Seguin, 2003); son ácidos hidroxilados, insaturados con acción luteolítica en diferentes especies, de tal manera que su acción es ejercida principalmente cuando existe un cuerpo lúteo funcional en los ovarios (Hirsbrunner, 2003).

La utilización de prostaglandinas para la sincronización de estros es una herramienta excelente (Cavestany, 2004), también es comúnmente usada durante el posparto temprano para mejorar la involución uterina y la fertilidad en el ganado lechero (Meléndez *et al.*, 2004). En la vaca como en otras especies de abasto, es esencial asegurar total fertilidad cuando se sincroniza el estro. La detección del estro, en grupos de animales sincronizados, puede ser difícil porque muchos de

ellos pueden presentar calores al mismo tiempo y sobre todo en unidades de producción extensivas (Peters y Pursley, 2002; Bartolomé *et al.*, 2005). Se sabe que la vía de administración de las prostaglandinas, tienen que ver con su efectividad (Martineau, 2003).

El objetivo del trabajo fue valorar el efecto de la vía de administración (intramuscular e intravulvar) de prostaglandina sobre el porcentaje de gestación en becerras lecheras.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en una unidad de producción de bovinos lecheros en el municipio de Ixtapaluca, Estado de México, México. El clima de la región es templado subhúmedo, la temperatura presenta variaciones, debido a que en el municipio hay zonas con mayor altura, teniendo como media 15.1°C.

Se seleccionaron un total de 29 becerras Holstein Friesan, bajo condiciones de estabulación, el criterio de selección fue becerras con presencia de cuerpo lúteo (CL) a la palpación rectal con una condición corporal de 2.5 y 3 (escala 1-5), con una edad promedio de 1.5 años y con alimentación y manejo convencional (López *et al.*, 2007).

Para el estudio, los animales se dividieron en dos grupos aplicándoles prostaglandinas sintéticas por dos vías, intramuscular (IM) e intravulvar (IV).

Tratamiento 1 (T1)

Se utilizaron 13 becerras a las que se les administró el día 0 una inyección intramuscular de PGF_{2α} (Clorprostenol 530 mcg/2 ml) la cual es sintética y análoga, estructuralmente relacionada con la PGF_{2α}. El día 0 se cuenta como el día de aplicación de PGF_{2α} a las becerras que presentaron CL (cuerpo lúteo) funcional a la palpación rectal, se esperó 96 horas para llevar a cabo la inseminación artificial (IA) a tiempo fijo, el diagnóstico de gestación se realizó por palpación rectal a los 45 días después de la IA.

Tratamiento 2 (T2)

Se utilizaron 16 becerras a las que se les administro el día 0 una inyección intravulvar de PGF_{2α} (Dinoprost 10mg/ 2ml) y se realizó el procedimiento utilizado en el T1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el cuadro 1, se puede observar que de un total de 13 becerras tratadas con cloprostenol vía intramuscular (T1), 10 fueron positivas a diagnostico de gestación y que de 16 becerras tratadas con dinoprost vía intravulvar (T2), 15 resultaron positivas al diagnostico de gestación; con un porcentaje de gestación de 77 y 93, respectivamente (Cuadro 1)

La utilización de esquemas de sincronización de estro e inseminación artificial a tiempo fijo en forma práctica en unidades de producción lechera sometidos a sistemas de producción intensivos podría mejorar la eficiencia reproductiva ya que uno de los principales problemas que afectan a estos hatos, está asociado a la baja tasa de detección de estros según Sepúlveda *et al.* (2003).

Los protocolos de sincronización que se realizan en las unidades de producción animal de ganado lechero, proporcionan ventajas para la eficiencia reproductiva, mediante una adecuada detección de estros. Éstos protocolos sincronización de estro, usualmente aumentan los porcentajes de gestaciones, en hatos con bajos rangos de detección de estro (Cerri *et al.*, 2004).

El protocolo utilizado en el presente trabajo, para sincronización de estro, proporciona mayor ventaja en el aumento del porcentaje gestación y reduce la posibilidad de error humano en la detección de estros; lo cual se demuestra con los resultados obtenidos de un 77% en el T1 y 93% en el T2, ambos resultaron en buenos porcentajes de gestación al inseminar a tiempo fijo. En un estudio Cerri *et al.* (2004) indicaron que cuando se realiza la IA a tiempo fijo, aumenta los resultados en los porcentajes de gestaciones en vacas elegidas mediante la presencia de cuerpo

lúteo funcional, pero esos resultados bajan, cuando las de las vacas fueron inseminadas tras la detección de estros. A diferencia de Fricke (2001) quien indicó que la sincronización de estro con PGF_{2α}, ha sido exitosa si el ganado se insemina en un estro detectado debido a que se incrementa la tasa de detección de estro y el manejo de la IA, es más eficiente comparado con la detección diaria del estro. Además, cuando las vacas reciben una IA a tiempo fijo, la tasa de preñez por IA fue aproximadamente la mitad de las vacas servidas con celo detectado.

Cuadro 1. Diagnóstico de gestación en ambos tratamientos

Tratamiento (n)	Vía	Producto	No. de hembras gestantes	No. de hembras vacías	% de gestación
T1 (13)	Intramuscula	Cloprostenol	10	3	77
T2 (16)	Intravulvar	Dinoprost	15	1	93
TOTAL			25	4	

Los resultados obtenidos de porcentajes de gestaciones en nuestro trabajo, indicaron que la vía de administración de la prostaglandina fue mejor cuando la vía fue intravulvar. Por otro lado, Martineau (2003) reportó que la vía de administración IM de PGF_{2α} es práctica en su aplicación, aunque su resultado no es muy efectivo en la respuesta al estro y porcentaje de gestaciones tras la IA a tiempo fijo.

CONCLUSIONES

El tipo usado de prostaglandina (dinoprost) por vía intravulvar, mejoró el porcentaje de gestación en comparación al obtenido con cloprostenol por vía intramuscular.

REFERENCIAS

- Bartolomé, J.; Sozzi, A.; McHale, J.; Meléndez, P.; Arteché, A.C.M.; Silvestre, F. T.; Kelbert, D.; Swift, K.; Archbald, L. F. y Thatcher, W. W. 2005. Resynchronization of ovulation and timed insemination in lactating dairy cows I: use of the ovsynch and heatsynch protocols after non-pregnancy diagnosis by ultrasonography. *Theriogenology* 63: 1617-1627.
- Cavestany, D. 2004. Resultados experimentales en lechería. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. La Estanzuela. Pp 1-20.
- Cerri, R. L. A.; Santos, J. E. P.; Juchem, S. O.; Galvão, K. N. y Chebel, R. C. 2004. Timed Artificial Insemination with estradiol Cypionate or insemination at estrus in high-producing dairy cows. *Journal of Dairy Science* 87: 3704-3715.
- Fricke, M.P. 2001. Manipulación de la función ovárica. Instituto Babcock, Universidad de Wisconsin. Novedades lácteas, Reproducción y selección genética N.605, pp 1-14.
- Gumen, A.; Seguin, B. 2003. Ovulation rate alter GnRH or PGF_{2α} administration in early postpartum dairy cows. *Theriogenology* 60: 341-348.
- Hirsbrunner, G. 2002. Effect of prostaglandin E2, DL-cloprostenol, and prostaglandin E2 in combination with D-cloprostenol on uterine motility during diestrus in experimental cows. *Animal Reproduction Science* 79: 17-32.
- O. López, L. Lamela y Tania Sánchez. 2007. Influencia de la condición corporal de novillas Mambí al parto en el comportamiento reproductivo posparto. *Pastos y Forrajes* 30 (2): 251-265.

- Martineau, R. 2003. Dinopros versus clorprotenol: Does route of injection modulate their efficacy in dairy cattle. *The Bovine Practitioner* 37 (1): 10-19.
- Meléndez, P.; McHale, J.; Bartolomé, J.; Archbald, L. F. y Donovan, G. A. 2004. Uterine involution and fertility of holstein cows subsequent to early postpartum PGF_{2α} treatment for acute. *Journal of Dairy Science* 87: 3238-3246.
- Peters, M. y Pursley, J. 2002. Fertility of lactating dairy cows treated with ovsynch after presynchronization injections of PGF_{2α} and GnRH. *Journal of Dairy Science* 85 (9): 2403-2405.
- Sepúlveda, N.; Risopatrón, J.; Rodríguez, F. y Rodero, E. 2003. Fertilidad en vacas lecheras asociada a la sincronización de celos e inseminación a tiempo Fijo utilizando GnRh y PGF_{2 α}. *Revista Científica, FCV-LUZ* 13 (3): 182-186.
- Xiang-Dong, Z. 2003. Reproduction in female yaks (*Bos grunniens*) and opportunities for improvement. *Theriogenology* 59: 1303-1321.

EFFECTO DE METRITIS Y PIÓMETRA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE EN VACAS LECHERAS

A. Córdova-Izquierdo^{1,7*}, V. Xolalpa-Campos¹, G. Ruiz-Lang¹, R. Espinosa-Cervantes¹, M. Méndez-Mendoza², R. Huerta-Crspín², A. Villa-Mancera², M. Juárez-Mosqueda³, P. Sánchez-Aparicio⁴, J. Olivares-Pérez⁵, J. Guerra-Liera⁶, G. Cansino-Arroyo⁷, W. Méndez-Hernández⁷, M. Bernardo-Clemente⁷ y J. López-Naranjo⁷

¹*Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.* ²*Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.*

³*Departamento de Morfología. FVZ-UNAM, México.* ⁴*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM-Mex. Toluca, México. Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies UAEM. Toluca, México.* ⁵*Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.* ⁶*Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México.* ⁷*División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.*

*E-mail: acordova@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Las infecciones peripartales como metritis y piómetra, son de vital importancia, ya que se sabe su repercusión sobre la producción de leche en vacas lecheras, tienen efectos perjudiciales. El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto de metritis y piómetra sobre la producción de leche en vacas lecheras. Se analizaron 301 registros de vacas en producción en una Unidad de producción lechera del Estado de Hidalgo, México. Las variables analizadas fueron total de animales con metritis, piómetra y producción de leche en tres ciclos. Las variables fueron analizadas mediante una prueba estadística de T de Student pareada. Las vacas que presentaron metritis produjeron 8868 litros de leche, mientras que las sanas produjeron 9227.5 litros, con diferencia significativa de ($P < 0.05$) entre la lactancia con problema y lactancia normal. Las que presentaron piómetra produjeron 9588, mientras que las sanas 10391 litros ($P < 0.002$). En conclusión, según los resultados obtenidos, la metritis y la piómetra disminuyeron significativamente la producción de leche.

Palabras clave: Metritis, endometritis, producción lechera, vacas lecheras.

INTRODUCCIÓN

La metritis postparto es una enfermedad severa que afecta negativamente la producción de leche y la reproducción, y predispone a las vacas al riesgo de desarrollar numerosos desórdenes metabólicos que potencialmente ponen en peligro su vida. Puede ser definida como una inflamación de las paredes musculares del útero y del endometrio. Puede ocurrir durante los primeros 10-14 días postparto; también puede llamarse metritis toxica puerperal, metritis aguda postparto o simplemente metritis puerperal. La incidencia de metritis tóxica varía desde 2,2 % a 37,3 %. Los animales afectados, exhiben diferentes grados de depresión, inapetencia y disminución de la producción de leche y están predispuestas a sufrir desórdenes de abomaso.

El desempeño reproductivo afecta directamente la rentabilidad de la explotación porque afecta la producción lechera por vaca-día, la tasa de eliminación de vacas y las necesidades de hembras de reemplazo. Los problemas de la vaca post parto causan pérdidas significativas en los rebaños bovinos ya que tienen efecto a corto y largo plazo. En consecuencia, el diagnóstico apropiado,

tratamiento y control de las patologías post parto mejorará la rentabilidad de la explotación (García *et al.*, 2002). Tanto en los Estados Unidos de América como en México, las causas principales de desecho en el ganado lechero son: primero un comportamiento reproductivo pobre y luego la baja producción de leche (Wonchee *et al.*, 2002).

Las afecciones más frecuentes en las etapas del puerperio son: la retención placentaria, prolapso de los órganos genitales, metritis agudas, cervicitis, endometritis y piómetra. De todas estas patologías reproductivas una de las más importante es la metritis puerperal, ya que se encuentra entre las cinco enfermedades más frecuentes del ganado bovino y dentro de las siete enfermedades más importantes que causan eliminación de animales de las fincas (García *et al.*, 2002). El objetivo de este trabajo fue valorar el efecto de metritis y piómetra sobre la producción de leche en vacas lecheras.

MATERIAL Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con el análisis de 100 registros de dos ciclos productivos de vacas en producción de una Unidad de ganado lechero del Estado de Hidalgo, México. Se estimó la incidencia de problemas de metritis y piómetra y la respectiva producción de leche.

Se comparó la producción de leche de las vacas sin afección de problemas contra las que tenían problemas reproductivos de metritis y de piómetra. Los resultados fueron analizados mediante una prueba estadística de T de Student pareada.

RESULTADOS

En el siguiente cuadro, se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Producción de leche de vacas sanas, con metritis y piómetra

Lactancia	Sana	Metritis	Piómetra	Diferencia
Litros de leche	9227.5	8868		2583.5
Litros de leche	10391		9588	1731

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La metritis y piómetra, son los principales padecimientos de las vacas lecheras que pueden ocurrir en el periodo postparto, afectando gravemente la producción de leche; sobre todo en aquellas Unidades de Producción Animal en donde las condiciones del manejo higiénico-sanitarios son pobres, repercutiendo de manera negativa importante la economía del productor lechero.

En este trabajo, se encontró que la metritis y piómetra, baja la producción de leche, datos que coinciden con lo reportado por (Xolalpa *et al.*, 2003). Por otro lado, Palmer (2007) también indicó que la metritis y la piómetra son patologías que tienen efecto negativo sobre la cantidad de leche producida; datos que concuerdan con lo econtrado en este trabajo.

El mayor rendimiento de producción de leche también puede aumentar el riesgo de disminución de la fertilidad por la presencia de enfermedades metabólicas y/o patologías relacionadas con deficiencias en el manejo higiénico-sanitario, como podrían ser metritis y piómetra.

En conclusión, según los resultados obtenidos, la metritis y la piómetra disminuyeron significativamente la producción de leche.

REFERENCIAS

- Cervantes Escoto Fernando; Cesín Vargas Alfredo; Perez Sanchez Sandra Laura.2007. El abandono de la ganadería lechera y reconversión productiva en Chipilo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 45(2):195-208.
- García B, Dionel; Vivas, Isis; Pino R, Disney; Sánchez V, Alfredo; Villarroel N, Regina; Gutiérrez, Juan C.2002. Efecto de la antibioterapia por vías endoarterial (aortopunción) e intrauterina sobre los parámetros reproductivos de vacas lecheras afectadas por metritis puerperal aguda. *Revista Científica, FCV-LUZ* 12(4): 304-307.
- Ordaz López, R; Vite Cristóbal, C; García Muñoz, J.G, Martínez Hernández, P.A. 2009. Reproducción y producción de leche de vacas don distinta proporción de genes Bos Taurus. *Arch. Zootec.* 58 (224): 683-694.
- Palmer, Colin. 2007. Metritis postparto en vacas lechera. *Taurus* 9(36): 20-37.
- Wonchee Solórzano Zita, Lozano Domínguez Renato Raúl, González Padilla Everardo. 2002. Evaluación de diferentes tratamientos en el posparto temprano a vacas lecheras con infecciones uterinas. *Técnica Pecuaria en México* 40(1):105-117.
- Xolalpa, C V. M. Pérez Ruano y O.C. García. 2003. Incidencia de eventos de falla reproductiva y su impacto sobre el intervalo parto concepción (días abiertos) de bovinos hembras de la Cuenca lechera de Tizayuca Hidalgo, México, durante los años 2001 y 2002. *Rev. Salud Anim.* 25(1): 45 – 49.

EFFECTO DEL TIPO DE FABRICACIÓN DE ESPONJAS INTRAVAGINALES EN LA SINCRONIZACIÓN DE ESTRO, FERTILIDAD Y PROLIFICIDAD EN OVEJAS ANÉSTRICAS

A. Córdova-Izquierdo^{1,7*}, V. Xolalpa-Campos¹, G. Ruiz-Lang¹, R. Espinosa-Cervantes¹, M. Méndez-Mendoza², R. Huerta-Crspín², A. Villa-Mancera², M. Juárez-Mosqueda³, P. Sánchez-Aparicio⁴, J. Olivares-Pérez⁵, J. Guerra-Liera⁶, G. Cansino-Arroyo⁷, W. Méndez-Hernández⁷, M. Bernardo-Clemente⁷, J. López-Naranjo⁷ y L. Soria-Rojas⁸

¹*Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.* ²*Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.*

³*Departamento de Morfología. FVZ-UNAM, México.* ⁴*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM-Mex. Toluca, México. Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies UAEM. Toluca, México.* ⁵*Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.* ⁶*Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México.* ⁷*División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.* ⁸*Práctica privada*

E-mail: acordova@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de esponjas de elaboración doméstica y comercial sobre el porcentaje de estro, fertilidad y prolificidad en ovejas anéstricas. Se utilizaron 60 ovejas suffolk/hampshire anéstricas estacionales, divididas en dos grupos. Tratamiento 1 (T1), 25 ovejas, a cada una se le colocó una esponja intravaginal de elaboración doméstica con 40 mg de Progesterona; Tratamiento 2 (T2) con 25 ovejas, se les colocaron esponjas intravaginales comerciales con 20 mg de Cronolone. En ambos tratamientos, las esponjas permanecieron en las ovejas durante 12 días y éstas recibieron 400 U.I de eCG vía intramuscular 24 horas antes de retirar las esponjas. El porcentaje de presentación de estro fue diferente entre grupos (T1=72%, T2=92). En cuanto al porcentaje de fertilidad, se observaron diferencias (T1=64%, T2=76%). No se observaron diferencias en el porcentaje de prolificidad; en todos los tratamientos los partos fueron simples. En conclusión, las ovejas anéstricas tratadas con esponjas intravaginales de elaboración doméstica son inducidas al estro de forma eficiente y mostraron un porcentaje de gestación aceptable en comparación con las esponjas de elaboración comercial.

Palabras clave: Ovejas anéstricas, esponjas intravaginales, fertilidad.

INTRODUCCIÓN

La sincronización de estros permite inducir al estro a un número determinado de borregas en un periodo de tiempo programado, para así obtener hasta tres partos en dos años; esta práctica de inducción es muy efectiva cuando las ovejas están fuera de época reproductiva, por esta razón es ampliamente utilizada en el mundo. Existe una gran variedad de métodos y productos hormonales que son eficientes y mejoran la reproducción en animales domésticos. Sin embargo, en sistemas de producción rural con baja tecnificación, la sincronización no se aplica principalmente por la baja disponibilidad y el alto costo de los productos, que resultan incosteables para el pequeño productor, así como el desconocimiento de la metodología para la fabricación y aplicación de protocolos de sincronización (Dogan *et al.*, 2005), por lo que la implementación de técnicas

caseras permitirán al pequeño productor obtener a bajo costo beneficios similares a los que ofrecen los productos comerciales.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del uso de esponjas de elaboración doméstica y comercial sobre el porcentaje de estro, fertilidad y prolificidad en ovejas suffolk/hampshire anéstricas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 60 ovejas Suffolk/Hampshire de entre 2 y 5 años de edad (de dos a cuatro partos) divididas en tres grupos:

Tratamiento 1 (T1), 25 ovejas con esponja intravaginal de elaboración doméstica impregnada con 40 mg de Progesterona por 12 días, más 400 U.I de eCG vía intramuscular 24 horas antes de retirar las esponjas.

Tratamiento 2 (T2), 25 ovejas con esponja intravaginal de elaboración comercial impregnada con 20 mg de cronolone por 12 días, más 400 U.I de eCG vía intramuscular 24 horas antes del retiro de las esponjas.

Para la detección de estros, se repartieron las ovejas en tres corrales con 20 animales, cada uno con un semental entero destinado a montar, marcar y cubrir a las ovejas. La detección se llevó a cabo por observación directa (6:00am-11:00 y 3:00pm-8:00pm) durante 3 días a partir de las 24 horas posteriores al retiro de las esponjas.

El diagnóstico de gestación se determinó mediante la observación del no retorno al estro de 15 a 18 días posteriores a la monta, se confirmó al parto, en donde se registró el número de crías nacidas.

Las variables evaluadas fueron: porcentaje de estro (porcentaje de animales que permitieron la monta dentro del periodo de detección de estros sobre el total de hembras tratadas), porcentaje de fertilidad (número de ovejas no repetidoras/paridas entre el total de ovejas tratadas) y porcentaje de prolificidad (número de crías nacidas sobre el total de ovejas gestantes/paridas).que análisis estadístico se utilizó para compararlos.

Fabricación doméstica de las esponjas

Se cortó la esponja (tapicería) en círculos iguales de 4 cms de diámetro mediante un sacabocados de cobre, se atravesó cada una de ellas con 60 cm de hilo de algodón con una aguja a lo largo y de regreso. Luego de atravesar la esponja se anudaron los hilos, se esterilizaron mediante la introducción en agua en ebullición por 15min y posteriormente se pusieron a escurrir. Cada una de las esponjas secas se colocó en cada compartimento de un molde para cubos de hielo y se les administraron 40 mg de progesterona por esponja, se dejaron reposar por 60 minutos y se les colocó 1 ml de enrofloxacin al 5%, posteriormente se cubrieron con una bolsa nueva.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, se presentan en los cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Presentación de estro.

Horas de presentación	T1		T2	
	n	%	n	%
24	2	8%	0	0%
48	11	44%	14	56%
72	5	20%	9	36%
Total	18	72%	23	92%

T1=Esponjas de fabricación doméstica. T2=Esponjas Comerciales.

Caudro 2. Fertilidad.

Fertilidad	T1		T2	
	n	%	n	%
Ovejas				
Gestantes/Paridas	16	64%	19	76%

T1=Esponjas de fabricación doméstica. T2=Esponjas Comerciales

En el presente trabajo, no se obtuvieron resultados en cuanto a prolificidad, ya que todas las hembras, consideradas en el trabajo, tuvieron partos simples.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados de presentación de estro, encontrados en este trabajo (Cuadro 1) coinciden con los reportados por Uribe-Velásquez *et al.*, (2008), quienes trabajando con ovejas Bergancia, indicaron que el suministro de FGA más PMSG induce a la presencia de estro de 36-72 horas posteriores al retiro del implante.

Estrada *et al.*, (2009) obtuvieron con el uso de esponjas fabricadas de forma doméstica, porcentaje de estro y fecundación similares a los reportados en este estudio, en donde se utilizaron esponjas comerciales para sincronizar estros; en el trabajo de estos autores con esponjas de fabricación doméstica, obtuvieron al retiro, un resultado de 79 % estro y 58 % de gestación. En el presente trabajo, con esponjas de fabricación doméstica, se obtuvo como resultado 72 % en la presentación de estros y 64 % de gestación (Cuadro 1 y 2), aún con los resultados obtenidos de menor porcentaje de estro, al compararlo con los que obtuvieron los autores antes citados.

En el presente trabajo, no se encontraron diferencias en cuanto a prolificidad, ya que todas las hembras paridas de los dos grupos, tuvieron partos simples. Esto difiere con lo presentado por Raso *et al.* (2006), quienes al utilizar esponjas impregnadas con Acetato de Medroxiprogesterona (MAP) durante 12 días más 300 U.I. de PMSG, obtuvieron 14 crías de 10 hembras. En nuestro trabajo, se esperaba obtener diferencias en cuanto a la prolificidad; sin embargo, probablemente la condición corporal de los animales fue una de las causas de estos resultados.

En conclusión, se puede decir que la sincronización de ovejas suffolk/hampshire anéstricas con esponjas de fabricación doméstica, es un método.

REFERENCIAS

- Anwar M., Riaz A., Ullah N. and Rafiq M. 2008. Use of ultrasonography for pregnancy diagnosis in balkhi sheep. *Vet. J.* 28(3): 144-146.
- Arroyo I.J., Gallegos-Sánchez J., Villa, G.A., Valencia M.J. 2006. Sistemas neurales de retroalimentación durante el ciclo reproductivo anual de la oveja. *INCI.* 3 (1): 8-15.
- Azevedo J.M., Valentim R.C., Correia T.M. 2006. Control hormonal de la actividad ovárica en ovinos. *Albéitar. Publicación para Veterinarios y Técnicos del sector de animales de producción No.98:* 6-8.inducción de celos. Facultad de Ciencias Veterinarias. UNCPBA. Campus Universitario.
- Dogan Z., Nur U., Gunay H., Sagirkaya M.K., Soyly C., Sonmez. 2005. Estrous synchronization during the natural breeding season in anatolian black does, Department of Reproduction and Artificial Insemination, Veterinary Faculty, Uludag University, Gorukle/bursa, Turkey *Vetifarm Veteriner Ilaclari tic. A.S. Harbiye, Istanbul, Turkeyvet. Med. Czech* 50 (1): 33-38.

- Estrada G.M., Tintori R.C.B., Mariñelarena F., Corral FG, Anchondo AG., Rodríguez MC., Grado AAJ y Ramírez GA. 2009. Propuesta para la fabricación y uso de una esponja para sincronizar estros y su respuesta a la fertilidad en ovejas. *Tecnociencia chihuahua* Vol. III (3): 154-159.
- Raso M, Buratovich C, Villa M. 2006. Comparación de cuatro tratamientos de sincronización de celos en ovinos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria Estación Experimental Agropecuaria (INTA EEA) Bariloche. *Argentina Ganadería* 9: 1:6.
- Uribe-Velásquez I.F., Lenz Souza M.I., Loaiza Echeverría A.M. 2008. Efecto de la sincronización del estro con Prostaglandina F₂-VS CIDR + 500 UI de ECG en ovejas Bergamacia durante el inicio de la fase luteal. *Revista Científica FCV-LUZ* Vol. XVIII (4): 368-373.

EL ABORTO EN LOS ESTIMADORES DE EFICIENCIA REPRODUCTIVA DE VACAS LECHERAS

A. Córdova-Izquierdo^{1,7*}, V. Xolalpa-Campos¹, G. Ruiz-Lang¹, R. Espinosa-Cervantes¹, M. Méndez-Mendoza², R. Huerta-Crispín², A. Villa-Mancera², M. Juárez-Mosqueda³, P. Sánchez-Aparicio⁴, J. Olivares-Pérez⁵, J. Guerra-Liera⁶, G. Cansino-Arroyo⁷, W. Méndez-Hernández⁷, M. Bernardo-Clemente⁷ y J. López-Naranjo⁷

¹*Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco.* ²*Facultad de Veterinaria. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.*

³*Departamento de Morfología. FVZ-UNAM, México.* ⁴*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma del Estado de México UAEM-Mex. Toluca, México. Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies UAEM. Toluca, México.* ⁵*Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.* ⁶*Facultad de Agronomía. Universidad Autónoma de Sinaloa, México.* ⁷*División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.*

*E-mail: acordova@correo.xoc.uam.mx

RESUMEN

Con información procedente de los registros reproductivos de 152 vacas de 6 unidades de producción lechera del Complejo Agropecuario e Industrial de Tizayuca, Hidalgo México (CAITSA), elegidas al azar y bajo un estudio de “casos y controles” se consideró como unidad experimental a un ciclo reproductivo, sin eventos de falla reproductiva como “control” y con aborto como “caso”. Se analizaron días abiertos (DA), Intervalo entre partos (IP) y Número de Servicios por Concepción (NSPC) para un total de 304 ciclos reproductivos. Para el análisis estadístico se usó modelo lineal generalizado y regresión lineal simple. Se determinó diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) entre “casos” y “controles”. Se calcularon DA, IP y NSPC para “controles”: 78.99, 358.70 y 1.82 respectivamente; y para “casos”: 398.72, 676.44 y 2.62, respectivamente. Se hace especial referencia sobre los beneficios de la metodología utilizada y la necesidad de considerar al aborto como el principal evento de falla reproductiva que impacta los estimadores de eficiencia reproductiva del CAITSA. Se considera al aborto como uno de los eventos de falla reproductiva que más afecta los indicadores de eficiencia reproductiva del CAITSA debidos a los altos coeficientes de determinación encontrados: 0.74 para DA y 0.69 para IP.

INTRODUCCIÓN

El aborto significa desde el punto de vista económico una importante pérdida para las unidades productoras de leche debido principalmente al alargamiento de ciclos productivos con bajos niveles de producción láctea, incremento de los costos por medicamentos y servicio veterinario, alimentación y manejo (Cabell, 2007; Vries, 2006).

En el CAITSA las estimaciones sobre la incidencia del aborto (6.6%) parecen estar ligeramente por arriba del rango considerado como normal, sin embargo desde el punto de vista de los días en que incrementa los días abiertos y el intervalo entre partos existen antecedentes que indican que podría ser el evento más significativo (Xolalpa et al., 2003). Hasta este momento son muy pocos los trabajos que cuantifican el impacto regional del aborto sobre la eficiencia reproductiva y las estrategias específicas sobre la prevención y control de cada cuenca lechera de México (Escamilla et al., 2007) y en particular para el CAITSA. La evaluación del impacto del aborto es

necesaria en el CAITSA ya que esto permitirá implementar o reorientar programas de salud que reduzcan la incidencia de este evento de falla y mejoren la economía de los ganaderos. El monitoreo de los efectos de eventos de falla reproductiva y en particular del aborto no se ha realizado desde el año 2003 en el CAITSA (Xolalpa et al., 2003) por lo que es necesario actualizar la información para esta cuenca lechera.

El objetivo de este trabajo fue el de cuantificar el efecto causado por el aborto, sobre los estimadores de eficiencia reproductiva: DA, IP, NSPC del CAITSA.

MATERIAL Y MÉTODOS

EL CAITSA se encuentra constituido por 110 establos y una población animal de 20 000 vacas en producción, de la raza holstein y bajo sistema de producción intensivo y tecnificado. Se ubica en el Municipio de Tizayuca, Estado de Hidalgo, México.

El trabajo se realizó con información procedente de 6 unidades de producción lechera del CAITSA y un total de 304 ciclos reproductivos de 152 vacas que reunieron el requisito de tener ciclos reproductivos con aborto y por lo menos un ciclo reproductivo sin eventos de falla reproductiva

Bajo un estudio de casos y controles, se consideró a un ciclo productivo como la unidad experimental, se identificó a aquellas vacas que padecieron aborto en algún ciclo reproductivo, y un ciclo reproductivo en el que no se hubiera reportado la ocurrencia de aborto o algún otro evento de falla reproductiva, no más antiguo a 5 ciclos, de tal manera que el ciclo con aborto se consideró “el caso” y el ciclo reproductivo sin aborto se consideró “el control”; esto con la idea de reducir posibles factores de confusión en la mayor medida posible. Ya que ambos ciclos reproductivos pertenecieron a la misma vaca se asumió que el manejo, el ambiente y la alimentación tuvieron diferencias no significativas. Se consideró solo a vacas con un aborto por ciclo reproductivo.

Se registró la fecha del parto anterior al aborto, la fecha del aborto, la fecha de la última inseminación con la que se dio por gestante la vaca y la fecha del parto posterior al aborto.

También se contabilizaron todos los servicios (inseminaciones) aplicados hasta lograr la gestación. Para los ciclos productivos en donde no hubo aborto (“control”) se registró la fecha del parto previa a la fecha del último servicio con el que se consideró quedó gestante la vaca, la fecha del último servicio (inseminación) con la cual gestó y la fecha del parto posterior a la gestación.

También se contabilizaron los servicios practicados en todo el ciclo (para el “caso” y el “control”) realizados hasta lograr la gestación con la cual se logró la gestación que llevó al nacimiento de un becerro vivo. Con esta información se calcularon Da, IP y NSPC. Los días abiertos (DA): Tiempo transcurrido en días desde la fecha del parto hasta la fecha del último servicio (inseminación) con el que se logró la gestación que llevó a nacimiento de becerro vivo.

Intervalo entre partos (IP): Tiempo transcurrido en días entre parto con el que se inició el ciclo productivo y fecha del parto con el que se concluye el ciclo productivo.

Número de Servicios por Concepción (NSPC): Número de inseminaciones con las que se logró la gestación que llevó al nacimiento de un becerro vivo en el ciclo productivo (caso o control), se consideró para efectos de este estudio como un servicio a la aplicación de una o más dosis de semen aplicadas por celo.

Se realizó comparación de medias entre los casos y los controles de los tres estimadores de eficiencia, mediante un modelo lineal generalizado y se calculó la dependencia entre variables usando un modelo de regresión lineal simple. Se utilizó un nivel de significación estadístico menor a 0.05. Para el análisis estadístico se utilizó el Paquete estadístico JMP ver. 8.0 de SAS (SAS, 2008).

RESULTADOS

Se encontró para DA, en ciclos reproductivos con aborto, “casos”: 398.72 días y ciclos reproductivos, sin aborto, “controles”: 78.99 días, la diferencia fue estadísticamente significativa ($p=0.001$), se calculó un $R^2=0.74$.

Para IP, se encontró, para ciclos reproductivos con aborto: 676.44 días en promedio y para ciclos sin aborto: 358.70 días en promedio; la diferencia entre promedios fue estadísticamente significativa ($p=0.0001$), se calculó $R^2=0.69$.

Se determinó el promedio de SPC para ciclos reproductivos con aborto: 2.62 y para ciclos sin aborto: 1.82; la diferencia fue estadísticamente significativa ($p=0.0001$) y $R^2=0.08$.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Con la metodología utilizada creemos que disminuimos considerablemente los posibles factores de confusión ya que bajo el enfoque de un diseño de casos y controles se eliminaron factores de confusión como lo es el manejo, grupo racial, medidas preventivas y sanitarias, ya que los ciclos reproductivos pertenecen al mismo animal. Se puede observar que los valores obtenidos para los “controles” en los cálculos de los diferentes estimadores de eficiencia reproductiva son similares a los reportados como óptimos por otros autores (Grusenmeyer, 1989; Sepúlveda, 1995), por lo que en este trabajo se asume que los valores calculados para los casos son muy aproximados a la realidad. En trabajo previo sobre el tema se utilizó una metodología diferente ya que se consideró como unidad experimental a ciclos reproductivos con aborto y sin aborto de vacas diferentes (Xolalpa et al., 2003), por lo que los resultados en cuanto a las diferencias pudieron estar menos próximos a los valores reales. La metodología utilizada en este trabajo parece ser más recomendable y confiable.

Como puede observarse en los resultados los coeficientes de regresión (R^2) para DA y el IP son muy altos. 0.74 y 0.69, respectivamente; esto indica que el aborto tiene una influencia directa considerable sobre la eficiencia reproductiva, también se ha hecho notar con anterioridad este hallazgo, por lo que debe considerarse al aborto como el evento de falla reproductiva de más impacto sobre la eficiencia reproductiva del CAITSA.

El coeficiente de regresión calculado para NSP fue de 0.08 lo que indica que tienen más importancia explicativa otros factores diferentes al aborto como podría ser la detección de celo o el manejo de la inseminación, sería deseable estudiar este hallazgo.

En conclusión, el aborto aumenta considerablemente los DA en 319.73 días, el IP en 317.74 días y en 0.8 SPC más en promedio; por lo que se puede decir que el aborto, afecta considerablemente los estimadores de eficiencia reproductiva en vacas lecheras del CAITSA.

REFERENCIAS

- Cabell, E. 2007. Bovine abortion: aetiology and investigations. In Practice 29:455-463.
- Escamilla, H.P., M.J.J. Martinez, C.M. Medina, and S.E. Morales. 2007. Frequency and causes of infectious abortion in a dairy herd in Queretaro, Mexico, pp. 314, In H. P. Escamilla, (ed.) Canadian Journal of Veterinary Research, Vol. 71.
- Grusenmeyer, D.C.a.J.K.H. 1989. Evaluating the dairy herd's reproductive status. National Cooperative Dairy Herd Improvement Program Handbook Factsheet I-9.
- SAS, I.C. 2008. User manual. JMP , ver. 8.0.
- Sepúlveda, N. 1995. Eficiencia reproductiva en vacas lecheras. Frontera Agrícola 3:47-50.
- Vries, A.d. 2006. Economic value of pregnancy in dairy cattle. Journal of Dairy Science 89:3876-3885.

Xolalpa, C.V., M. Perez Ruano, and O.C. Garcia. 2003. Events of reproductive failure and their impact on the calving-conception interval (open days) of bovine females from the Industrial Complex of Tizayuca CORP. (CAITSA), Tizayuca Hidalgo, Mexico, during 2001 and 2002, *Revista de Salud Animal*, Vol. 25, pp. 45.

USO DE FSH_p, eCG Y FSH+LH Y SU EFECTO EN LA PRODUCCIÓN DE EMBRIONES EN OVEJAS PELIBUEY DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA

J. Martínez Tinajero*, F. Izaguirre Flores, A. Ley de Coss, C. García Castillo, M. Ramón Castro

*Cuerpo Académico de Ganadería Tropical Sustentable. Facultad de Ciencias Agrícolas.
Universidad Autónoma de Chiapas.
E-mail: jaimejorge@gmail.com*

RESUMEN

Para evaluar el efecto de FSH_p, eCG y FSH_p+LH en la producción de embriones se utilizaron 12 ovejas de dos partos con un peso aproximado de 34±5.5 kg, cíclicas y con un mínimo de 60 días post-parto de la raza Pelibuey, las cuales fueron sometidas a un protocolo de sincronización de estros durante 12 días. Se utilizó un diseño completamente al azar con 3 tratamientos y 4 repeticiones considerando una oveja como la unidad experimental. El tratamiento 1 (T1; n=4): consistió en superovulación con dosis decrecientes de FSH_p; T2 (n=4): superovulación con 1000 UI de eCG y T3 (n=4): superovulación con dosis decrecientes de FSH+LH. El promedio general de cuerpos lúteos encontrados en el presente estudio fue de 12.66±0.70, siendo de 19.75±0.53, 7.5±1.41 y 10.75±0.17 para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias estadísticas (P<0.05) entre tratamientos. El promedio general de embriones encontrados fue de 7.5±0.58, siendo de 13.25±0.53, 3±1.05 y 6.25±0.17 para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias estadísticas (P<0.05) entre tratamientos. El total de embriones recuperados de las 12 ovejas donadoras fue 90 de 152 cuerpos lúteos encontrados (59.2% porcentaje de recuperación). Estos consistieron de acuerdo a su calidad y desarrollo en 48 (53.3%) embriones transferibles y 42 (46.6%) de embriones no transferibles. De los embriones transferibles, 23 fueron mórulas y 25 blastocistos. Se concluye que La hormona FSH_p presentó la mayor respuesta superovulatoria en producción, desarrollo y calidad de embriones, por lo que se recomienda el uso de esta hormona para programas de transferencia de embriones.

Palabras clave: Reproducción, fotoperiodo, borregas, cuerpo lúteo

INTRODUCCIÓN

La ovulación múltiple y transferencia de embriones (OMTE) es una técnica que permite aumentar la productividad de las especies domésticas, asegurar la conservación de los recursos genéticos, difundir material genético de alto valor comercial, además de reducir riesgos en la transmisión de enfermedades, debido a que en los primeros estadios de su desarrollo los embriones presentan una protección natural contra los agentes infecciosos. Sin embargo, a pesar de sus beneficios, la introducción de nuevas tecnologías en la reproducción de ovinos, muchas veces se dificulta debido al bajo nivel técnico de la mayoría de los criadores.

Por otra parte, el uso práctico del sistema OMTE está limitado por la gran variabilidad que se observa en la respuesta al tratamiento superovulatorio además del variable y bajo número de embriones recuperados transferibles. Esta variabilidad está relacionada con factores extrínsecos, como el origen y pureza de las hormonas superovulatorias utilizadas y del protocolo de administración, e intrínsecos como la raza, edad, estado nutricional y reproductivo de la hembra.

Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el uso de FSHp, eCG y FSH+LH y su efecto en el número, desarrollo y calidad de embriones en ovejas Pelibuey superovuladas en la época reproductiva en condiciones tropicales.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en las instalaciones de la Facultad de Ciencias Agrícolas, Campus IV, localizado en el municipio de Huehuetán, Chiapas. Sus coordenadas geográficas son: 92° 00' longitud oeste y 14° 30' latitud norte y a 44msnm.

El clima se encuentra clasificado como Am(w)ig, lo cual indica que es húmedo, con lluvias en verano (de mayo a octubre en las zonas serranas que en la llanura) los meses más calurosos son abril y mayo. La cabecera registra una temperatura media anual de 28° C y una precipitación pluvial de 2,367.7 mm al año.

Se utilizaron 12 ovejas de dos partos con un peso aproximado de 34±5.5 kg, cíclicas y con un mínimo de 60 días post-parto de la raza Pelibuey, que se asignaron a tres tratamientos con cuatro repeticiones.

Todas las hembras en el momento de la llegada a las instalaciones de manejo, fueron tratadas con Albendazole al 4%, una dosis intramuscular de 1 ml de vitamina ADE y cada oveja recibió una dosis parenteral individual preventiva de 2.5 ml de bacterina toxoide.

Las ovejas fueron sincronizadas durante 12 días utilizando esponjas intravaginales impregnadas con 65 mg de acetato de medroxiprogesterona. En el tratamiento 1 se aplicaron dosis decrecientes de FSHp del día 10 al 13, al tratamiento 2 en el día 10 se aplicó 1000 UI de eCG y en el tratamiento 3 se aplicaron 350 UI en dosis decrecientes de FSH + LH del día 10 al 13.

Una vez realizado el tratamiento hormonal superovulatorio, se retiró la esponja el día 12 postinserción y a las 12 horas después de haber retirado la esponja, en los tres tratamientos se utilizó el servicio de monta natural ya que brinda los mejores resultados en cuanto a índices de preñez obtenidos. El servicio natural debe realizarse cada 12 horas, desde el comienzo del celo hasta la finalización (Gibbons y Cueto, 1995).

A los seis días después de realizada la monta, se realizó una laparotomía media supraumbilical donde se aplicó 0.5 ml de xilacina al 2% (intramuscular) y 0.1 ml de ketamina (intravenosa), se depiló la zona craneal a la ubre y se desinfectó con una solución yodada y se realizó una incisión de 5 a 7 cm, y 3 cm por delante de la ubre. Inmediatamente después se expuso el cuerno uterino y a nivel de la unión útero tubárica se realizó la primera punción con un catéter número 14 y se colocó la sonda Foley número 10 french y se suministró 3 ml de aire para fijar la sonda. En el extremo de cuerno se realizó la segunda punción con un catéter número 18 en la cual se inyectó 25 ml de solución Hartmann, cada cuerno fue lavado dos veces; ya realizado el lavado, se suturó lo planos quirúrgicos, se aplicó una dosis de 8 mg de Dinoprost Trometamina y se prosiguió con la clasificación de los embriones (Herrera *et al.*, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este estudio se encontraron diferencias estadísticas en la respuesta superovulatoria de las ovejas tratadas con FSHp, ya que presentó un mayor número de cuerpos lúteos, embriones recolectados y embriones transferibles que las ovejas tratadas con eCG y FSH+LH. Esta diferencia puede deberse, en parte, a que se utilizó una hormona que contiene una alta proporción entre la hormona folículo estimulante y la hormona luteinizante.

El promedio general de cuerpos lúteos encontrados en el presente estudio fue de 12.66±0.70, siendo de 19.75±0.53, 7.5±1.41 y 10.75±0.17 para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias estadísticas (P<0.05) entre tratamientos.

El promedio general de embriones encontrados fue de 7.5 ± 0.58 , siendo de 13.25 ± 0.53 , 3 ± 1.05 y 6.25 ± 0.17 para T1, T2 y T3, respectivamente, existiendo diferencias estadísticas ($P < 0.05$) entre tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Respuesta superovulatoria de ovejas Pelibuey tratadas con diferentes esquemas hormonales bajo condiciones de trópico húmedo de México

Variable	FSHp (n= 4)	eCG (n=4)	FSH + LH (n= 4)
Cuerpos lúteos			
Ovario derecho	38	11	21
Ovario izquierdo	41	19	22
Total	$79 \pm 2,12$	$30 \pm 5,65$	$43 \pm 0,70$
Promedio por oveja \pm D.E	$19,75 \pm 0,53$	$7,5 \pm 1,41$	$10,75 \pm 0,17$
Número de embriones			
Ovario derecho	28	3	12
Ovario izquierdo	25	9	13
Total	$53.0 \pm 2,12$	$12.0 \pm 4,2$	$25 \pm 0,7$
Promedio por oveja \pm D.E	$13.25 \pm 0,53$	$3.0 \pm 1,05$	$6,25 \pm 0,17$

La respuesta obtenida coincide con otra investigación realizada bajo condiciones tropicales donde se utilizaron ovejas de la Raza Pelibuey. En este estudio, utilizaron dos grupos de ovejas, uno superovulado con 25 mg de hormona folículo estimulante y el otro con 500 UI de hormona folículo estimulante más 500 UI de hormona luteinizante. En el primer grupo obtuvieron un total de 8.28 ± 7.78 cuerpos lúteos y 6.28 ± 4.79 de embriones transferibles, mientras que en el segundo grupo encontraron 12.41 ± 8.10 cuerpos lúteos y 4.0 ± 4.86 embriones transferibles. Estos resultados también coinciden a los reportados por Mejía *et al.* (1997) quienes encontraron promedios de 6.5 embriones al utilizar ovejas Pelibuey superovuladas con 500 UI de FSH+500 UI de LH.

El total de embriones recuperados de las 12 ovejas donadoras fue 90 de 152 cuerpos lúteos encontrados (59.2% porcentaje de recuperación). Estos consistieron de acuerdo a su calidad y desarrollo en 48 (53.3%) embriones transferibles y 42 (46.6%) de embriones no transferibles. De los embriones transferibles, 23 fueron mórulas y 25 blastocistos.

En otros estudios se han reportado resultados superiores a los obtenidos en el presente experimento con respecto a la calidad, desarrollo y recuperación de embriones transferibles; 82.9 y 64% de embriones transferibles y 16.9 y 16% de embriones no transferibles al superovular 7 y 12 ovejas donadoras de la raza Pelibuey con FSHp y FSH + LH, respectivamente.

El hecho de haber recuperado más de la mitad de los embriones producidos en relación a los cuerpos lúteos encontrados indica que el régimen de monta utilizado fue el apropiado. Esto sin embargo, requerirá confirmación en la medida que se mejore la eficiencia en la colección de embriones.

CONCLUSIÓN

La hormona FSHp presentó la mayor respuesta superovulatoria en número, desarrollo y calidad de embriones al ser aplicada en tratamientos superovulatorios en ovejas Pelibuey durante la época

reproductiva en condiciones tropicales, por lo que se recomienda el uso de esta hormona para programas de transferencia de embriones.

REFERENCIAS

- Gibbons A. y Cueto M. 1995. Transferencia de embriones en ovinos y caprinos. INTA. EEA. Bariloche. Documento en línea <http://www.inta.gov.ar/bariloche/info/documentos/animal/reproduc/pa290.htm>
- Herrera C.J., Aké L.R., Ku V.J.C., Williams G.L., Quintal F.J.A. 2008. Respuesta ovulatoria, estado de desarrollo y calidad de embriones de ovejas Pelibuey superovuladas suplementadas con ácidos grasos poliinsaturados. Tec. Pecu. Méx. 46(2): 107-117.
- Mejía V.O., Angulo M.R., Valencia M.J., Becerril C.M. 1997. Superovulación de ovejas donadoras de embriones utilizando PLUSET. En: Memorias de la XXXIII Reunión nacional de Investigación Pecuaria. Del 3 al 8 de noviembre, Veracruz, Ver., México. 145 p.

PRODUCCIÓN DE LECHE Y COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO EN NOVILLONAS PARDO SUIZO LACTOINDUCIDAS

J. Coll Morales¹, C. Luna Palomera^{1*}, A. Villa Godoy², J. Aguilar Cabrales¹, J. Peralta Torres¹

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad S/N Zona de la Cultura, Villahermosa, Tab. ²FMVZ, Universidad Nacional Autónoma de México, *E-mail: coll_990@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo fue evaluar la lactoinducción con CIDR sobre la producción de leche, cambios de peso, condición corporal (CC) y % de gestación en novillonas Pardo Suizo. Se indujo a lactar a novillonas (n=10) con peso promedio de 340 kg para mediante un dispositivo intravaginal (CIDR). A un grupo se aplicó somatotropina bovina (STb) cada 14 d posterior al inicio de la lactancia (CIDR+STb, n=5), y otro grupo sin STb (CIDR, n=5). El grupo control fueron 5 vacas de primera lactancia (LN, n=5). No se observaron diferencias estadísticas (P>0.05) en la producción de leche entre los tratamientos CIDR y CIDR+STb; sin embargo, si las hubo (P<0.05) entre los tratamientos anteriores comparados con las de LN (5.25 kg d⁻¹, 5.49 kg d⁻¹ y 9.50 kg d⁻¹ respectivamente). El peso vivo (323.8 kg vs. 323.4 kg) y CC (3.0 vs. 3.2) al inicio del experimento fueron similares (P>0.05) entre CIDR y CIDR+STb, pero diferentes (P<0.05) con las de LN (419.5 kg). La CC al final incrementó en CIDR (4.0) y CDR+STb (4.0) comparadas con las de LN que perdieron CC (2.6; P<0.05), lo cual posiblemente influyó sobre el porcentaje de gestación observado a los 120 días para las vaquillas lactoinducidas (80 %) comparadas con las vacas de LN (20 %; P<0.05).

Palabras clave: lactoinducción, producción de leche, somatotropina bovina

INTRODUCCIÓN

La inducción hormonal de la lactancia ha sido usada originalmente para reducir la tasa de desechos, prolongar la vida productiva de las vacas y reducir los costos de producción en vacas lecheras especializados. En el caso de vaquillas se pretende, al menos, reducir la compra de reemplazos y pagar los costos de crecimiento, ya que se ha determinado que la lactoinducción compite ventajosamente sobre la compra de vaquillas de reemplazo (Magliaro *et al.*, 2004).

En México (Isidro *et al.*, 2001; Espinosa, 2005; Yañez., 2005) los resultados indican que el 100% de las vacas Holstein responden a la lactoinducción con CIDR con niveles de producción mayores a 9 kg/día. En Tabasco (Luna *et al.*, 2009) comparando protocolos de inducción con CIDR, y progesterona inyectada en novillonas Holstein x Cebú encontraron una respuesta del 100 % en la inducción y niveles de producción de leche entre un 80 y 85 % comparadas con las de lactancia natural; sin embargo, el costo de inducción resultan más barato usando CIDR en comparación con progesterona inyectada (Centeno *et al.*, 2012).

Por otra parte, de las vacas Holstein lactoinducidas entre 47.6 y 64 % resultaron gestantes (Espinosa, 2005). Consecuentemente alrededor de la mitad de las hembras que se hubieran programado para enviar al rastro por fallas reproductivas, son rescatadas para el hato reproductivo y se generan algunos reemplazos que no habían sido considerados. Sin embargo, en el trópico (Luna *et al.*, 2010) los resultados reproductivos no han sido alentadores, ya que a los 120 días solo se logró gestar un 4.5 % de las novillonas lactoinducidas comparadas con un 40.9

% en vacas de de primera lactancia testigos, lo cual es atribuido a pérdida de condición corporal durante el periodo de prueba.

Por lo anterior, es importante validar el protocolo de inducción con CIDR en razas tales como la Pardo Suizo existente en las latitudes tropicales, y evaluar su comportamiento reproductivo poniendo especial cuidado en el manteniendo de la condición corporal de las novillonas durante la lactancia.

El objetivo fue evaluar el protocolo de inducción con CIDR y aplicación de STb durante la lactancia sobre la respuesta productiva, cambios de peso, condición corporal y % de gestaciones a los 120 días en novillonas Pardo Suizo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio. El experimento se llevó a cabo en el Rancho El 40 ubicado en la Ranchería Caobanal 2ª sección, municipio de Huimanguillo, Tabasco. El hato incluye 25 vacas en línea con doble ordeña. El hato produce sus propios reemplazo mediante I.A. y monta directa, tanto hembras como machos son criados bajo amamantamiento controlado y pastoreo durante su desarrollo.

Animales Se usaron 10 novillonas nulíparas Pardo Suizo Americanas, clínicamente sanas con peso corporal promedio de 340 kg y CC de 3.5, las cuales se encontraban con actividad ovárica a la palpación. Paralelamente se incluyeron al estudio vacas de primer parto con ± 30 días de parto con nivel de encaste similar, peso corporal de 420 kg y CC de 3.

Tratamientos y manejo. Los animales fueron mantenidos bajo pastoreo rotacional en praderas de *Brachiaria chontalpo* y recibieron 4 kg (2 kg en la mañana y 2 kg en la tarde) de alimento comercial con 18 % de PC. Las novillonas fueron agrupadas bajo un diseño de bloques al azar en base al peso, y distribuidas a los siguientes tratamientos: El grupo 1 correspondió a la inducción mediante un dispositivo intravaginal (CIDR, n=5) con 1.9 mg de progesterona que permaneció *in situ* del día 1 al 7. Complementariamente, se administró vía IM 30 mg animal⁻¹ día⁻¹ de cipionato de estradiol del día 1 al 7, aplicación subcutánea de 500 mg animal⁻¹ de somatotropina bovina (STb)-zinc los días 1, 7, 14 y 21, 15 mg animal⁻¹ día⁻¹ de cipionato de estradiol vía IM del día 8 al 14, del día 15 al 17 no se aplicó nada, y los días 18 al 20 se administraron vía IM 2.5 mg animal⁻¹ día⁻¹ de flumetasona. En el grupo 2 se usó un protocolo similar al anterior, pero adicionalmente las novillonas recibieron aplicación de STb (CIDR+STb, n=5), cada 14 d posterior al inicio de la lactancia. Aquellas vacas de primera lactancia cuyo parto se presentó ± 30 días con relación al inicio de la ordeña de las vaquillas inducidas, fueron consideradas como testigos absolutos (lactancia natural, LN, n= 5).

Los estros se monitorearon a.m. y p.m. por 120 d se monitorearon y se dio I.A. bajo el sistema de detección de estro en la mañana se inseminaba por la tarde y viceversa, anotando la información en sus registros individuales. La producción de leche, CC y el peso de las vaquillas se registraron cada 15 días.

Variables medidas y análisis estadístico. Las variables de respuesta analizadas fueron producción de leche por día de lactancia, cambios en el peso corporal y en la condición corporal, las cuales fueron analizadas por ANOVA mediante PROC MIXED del paquete estadístico SAS (1999) y en el modelo estadístico se consideró el tratamiento, periodos y sus interacciones como efectos principales, y vaca dentro de tratamiento fueron considerados como efectos aleatorios. Adicionalmente se evaluó el comportamiento reproductivo a través del % de gestaciones a los 120 días de lactación mediante una prueba exacta de Fisher mediante el procedimiento FREQ (SAS, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las novillonas respondieron a la lactoinducción en un 100 % abriendo lactancia con $3.34 \pm .56$, $3.40 \pm .56$ y $11.25 \pm .63$ kg leche⁻¹ d⁻¹ para CIDR, CIDR+STb y LN, respectivamente ($P < 0.05$), lo cual representó alrededor del 30 % de la producción de las novillonas lactoinducidas sobre las de LN. Finalmente, el nivel de producción promedio durante el periodo evaluado fue de 5.25, 5.49 y 9.50 kg d⁻¹ para CIDR, CIDR+STb y LN, respectivamente ($P < 0.05$), representando alrededor de un 55% para la producción de las inducidas sobre las de LN. No se observó efecto de la STb aplicada posterior al inicio de la lactancia sobre la producción de leche.

Estos resultados fueron diferentes a los encontrados por Luna *et al.*, (2009) en novillonas cruzadas Holstein x Cebú bajo condiciones tropicales, donde los niveles de producción de las novillonas inducidas en promedio fue de un 80 % sobre las de LN. Al igual son diferentes a los resultados reportados por Rodríguez (2005) con vacas Holstein y Jersey donde se reportaron niveles de producción similar entre vacas lactoinducidas y de LN.

De acuerdo a los resultados de este experimento las novillonas lactoinducidas a los 120 días posterior a la inducción se observó un 80 % de gestaciones comparadas con un 20 % en vacas de LN ($P < 0.05$); sin embargo las novillonas mantuvieron la CC, incluso posteriormente se observaron ganancias de pesos en las de CIDR (323.8 kg de peso inicial vs. 369 de peso final) y CIDR+STb (323.4 kg de peso inicial vs. 347.0 de peso final), pero no así en el caso de las vacas de LN (419.5 kg de peso inicial vs. 408 kg de peso final). Lo misma ganancia se observó para la CC en las de CIDR (3.0 inicial vs. 4.0 final) y las de CIDR+STb (3.2 inicial vs. 4.0 final), pero las vacas de LN también observaron pérdida de CC (3.0 inicial vs. 2.6 final). Estos resultados fueron superiores a los reportados en vacas Holstein en el altiplano en las cuales se gestaron hasta un 64 % por I.A., y a los obtenidos por Luna *et al.* (2010) bajo condiciones de trópico húmedo con novillonas Holstein x Cebú, donde la CC parece fue un aspecto determinante.

CONCLUSIONES

Se logró inducir la lactancia artificial en el 100 % de las novillonas tratadas con protocolos que incluyeron CIDR. Si embargo, en promedio solo se logró un 55 % de la producción de leche comparadas con las de LN.

Las novillonas lactoinducidas con CIDR y CIDR+STb ganaron peso y CC, logrando gestarse de manera eficiente; sin embargo las vacas de LN perdieron peso y CC, por lo que el % de gestaciones observado fue bajo.

REFERENCIAS

- Centeno Bautista S., Luna Palomera C., Aguilar Cabrales J.A., Pérez Mora A, Rodríguez Hernández K., Villa Godoy A. y Trueta Santiago R. 2012. Evaluación económica de dos variaciones de un tratamiento lactoinductor en vaquillas de reemplazo en un sistema de doble propósito tropical. *Vet. Mex.* 43(49): 295-316.
- Enríquez Q.J.F. 1994. Memorias del XVIII Simposium de Ganadería Tropical, Veracruz, Pág. 57-76.
- Espinosa U.J. 2005. Evaluación reproductiva de vacas y vaquillas Holstein con problemas de infertilidad, tratadas o no con progesterona al inicio de una lactación inducida hormonalmente. Tesis maestría. Universidad Nacional Autónoma de México, FMVZ. México, D. F.
- Isidro V.R., Villa-Godoy A., González P.E. y Ruiz D.R. 2001. Inducción de la lactancia por medios hormonales en vacas Holstein. Datos preliminares. En memorias del XXV Congreso Internacional de Buiatría. Veracruz, Ver. México. 18-20

- Luna Palomera C., Aguilar C.J.A., Villa G.A., Pérez M.A. y Priego N.J. 2009. Inducción de la lactancia en novillonas en el trópico con dos fuentes de progesterona y aplicación de somatotropina. En memorias del XXXIII Congreso Nacional de Buiatría. Tuxtla Gutiérrez, Chis.
- Luna Palomera C., Aguilar C.J.A. y Villa G.A. 2010. Informe final del proyecto “Inducción de la Lactación en Vaquillas de Doble Propósito: Estrategia para una Recría Autosostenible en el Trópico Húmedo Mexicano”. DIP-UJAT. Vhsa, Tab., México
- Magliaro A.L., Kensingern R.S., Ford S.A., O’Connor M.L., Muller L.D., and Graboski R. 2004. Induced lactation in nonpregnant cows: profitability and response to bovine somatotropin. *J Dairy Sci* 87: 3290-3297.
- Rodríguez H.K., Villa-Godoy A., González-Padilla E., Ruiz L.F., Espinosa U.J., Ramírez P.J.S. 2005. Inducción a la lactación: uso de un dispositivo intravaginal de liberación de progesterona. Resultados preliminares. XXX Congreso Internacional de Buiatría. Puebla, Pue. México.
- SAS. 1999. Statical Analysis System version 9. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA
- Yañez M.A. 2005. Efectos de la aplicación de progesterona durante las etapas tempranas de una lactación inducida sobre el desarrollo mamario y la producción láctea de vacas y vaquillas Holstein. Tesis maestría. UNAM, FESC. Ajuchitlán, Querétaro.

CARACTERIZACIÓN DE LAS PUBLICACIONES SOBRE MEJORAMIENTO GENÉTICO ANIMAL EN REVISTAS CIENTÍFICAS DE MÉXICO

R. Ramírez Valverde*, R. Núñez Domínguez y E. Fabián Barrios

*Universidad Autónoma Chapingo
E-mail: rodolfo@correo.chapingo.mx*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue caracterizar las publicaciones sobre mejoramiento genético animal realizada por investigadores mexicanos en las revistas científicas que pertenecen al *Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica* del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. El estudio consideró los artículos publicados en las revistas *Agrociencia* (n=48), *Técnica Pecuaria en México* (n=119), *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (n=17) y *Veterinaria México* (n=78), hasta 2012. En casi 50 años de publicaciones, los estudios en mejoramiento genético animal se han enfocado principalmente a bovinos, zonas tropicales, y en los estados de Veracruz, México y Yucatán. El área de genética cuantitativa ha sido la más estudiada y las características con mayor investigación han sido las relacionadas directamente con la producción. Los temas más estudiados han sido las caracterizaciones fenotípicas y ambientales, estimaciones de parámetros genéticos, comparaciones de genotipos y metodologías para realizar evaluaciones genéticas. La mitad de la investigación ha sido publicada por dos o más instituciones y en la mayoría con la participación de dos o más investigadores (promedio de 3.8 autores por artículo). Las instituciones que más han publicado artículos (64%) son: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Universidad Nacional Autónoma de México, Colegio de Postgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Universidad Autónoma de Yucatán y Universidad Autónoma de Baja California Sur. La caracterización y el análisis sobre la evolución de las publicaciones científicas son importantes para el diseño de estrategias de mejoramiento genético animal y priorización de la investigación futura.

Palabras clave: *Agrociencia, Técnica Pecuaria en México, Tropical and Subtropical Agroecosystems, Veterinaria México.*

INTRODUCCIÓN

Las revistas científicas son el mejor medio de comunicación y difusión de la ciencia entre los miembros de la comunidad científica; en ellas los investigadores tienen la oportunidad de publicar los resultados de sus estudios, y como consecuencia, los estudiantes, profesionistas e interesados pueden consultarlas para actualizarse en el avance del conocimiento y de los desarrollos tecnológicos.

En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) mantiene un índice con revistas científicas, como reconocimiento a su calidad y excelencia editorial. Dentro de este índice se encuentran cuatro revistas que publican artículos relacionados con mejoramiento genético animal: *Agrociencia, Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, Tropical and Subtropical Agroecosystems, y Veterinaria México*. El conocimiento actualizado de las contribuciones científicas en las disciplinas de mejoramiento genético animal, es de gran utilidad para evaluar el trabajo que han estado realizando los investigadores mexicanos, así como identificar áreas de oportunidad en investigación para la planeación y el manejo sostenible de los recursos genéticos pecuarios. El objetivo principal de este estudio fue caracterizar las

publicaciones sobre mejoramiento genético animal realizadas por investigadores mexicanos en las revistas científicas mexicanas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio consideró los artículos científicos (con información del país y participación de investigadores mexicanos) publicados en las revistas mexicanas pecuarias reconocidas por el Índice de Revistas Mexicanas de Investigación Científica y Tecnológica del CONACyT, hasta el año de 2012. La información provino de las páginas electrónicas y los artículos publicados en cada revista, para especies animales en cautiverio y de importancia zootécnica. Los años de publicación revisados incluyeron desde 1966, 1963, 2008 y 1970, para las revistas *Agrociencia* (CP, 2012), *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* (INIFAP, 2012), *Tropical and Subtropical Agroecosystems* (UADY, 2012) y *Veterinaria México* (UNAM, 2012), respectivamente. La *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* surge a partir de 2010; sin embargo, dado que anteriormente tuvo el título de *Técnica Pecuaria en México*, en este trabajo se refiere a ella con la denominación actual.

Se generó una base de datos con los artículos revisados, agrupándose de acuerdo con el área de estudio, temática particular, característica estudiada, técnica de investigación, especie y raza estudiada, sistema de producción, lugar geográfico de donde proviene la información para la investigación, institución a la que pertenecen los autores, y número de instituciones y autores que participaron en el estudio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En casi 50 años de publicaciones, el número total de artículos científicos en mejoramiento genético animal fue 262. Durante las décadas de los 60 y 70 se observa una contribución pequeña, y es a partir de los 80, 90 y el presente siglo cuando se detectan cantidades importantes de artículos publicados. La revista *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* tuvo la mayor participación (45%), seguida por *Veterinaria México* (30%) y *Agrociencia* (18%). En el caso de *Tropical and Subtropical Agroecosystems* su contribución es pequeña (7%), dado que su reconocimiento por CONACyT es relativamente reciente. Aproximadamente 90% de los estudios estuvieron enfocados al área de la genética cuantitativa tradicional, mientras que el restante 10% a la genética molecular. Esta situación está cambiando rápidamente, ya que los trabajos de genética molecular prácticamente iniciaron a partir del presente siglo.

Los tipos de análisis que involucran principalmente datos provenientes de poblaciones ocuparon el 87% de los estudios, mientras que el 13% restante son revisiones de literatura y estudios de simulación. Se requiere incrementar la cantidad de trabajos usando la simulación, ya que son importantes para definir programas pertinentes y sostenibles de mejoramiento genético animal a largo plazo, por lo que se recomienda mayor investigación al respecto. Asimismo, se requiere incrementar los artículos de revisión de literatura, donde se analice el estado del conocimiento en temas específicos de interés, y se hagan propuestas para el uso de la información y estrategias para su implementación a nivel nacional o regional.

La especie más estudiada es la bovina (60%), seguida por ovinos (14%), porcinos (9%) y aves (8%). Este desbalance en la distribución por especie estudiada refleja la priorización hacia el estudio de los bovinos y la necesidad de fomentar la atención a otras especies. Las principales razas estudiadas en bovinos fueron Holstein, cruzas de *Bos Taurus* x *Bos indicus*, Suizo Americano, Charolais e Indobrasil; en ovinos fueron Pelibuey, cruzas con Suffolk y Criollos; en caprinos fueron Nubia, Alpina y cruzas; en porcinos fueron Yorkshire, Duroc y cruzas; en aves fueron Criollas y Large White; y en conejos fueron Nueva Zelanda, California y sus cruzas. En

general, para todas las especies; del total de artículos publicados sólo en el 17% se estudiaron razas criollas o nativas. El estudio de las razas criollas y nativas es una prioridad nacional, por lo que debiese ser producto de planes nacionales debidamente articulados.

Los sistemas de producción más estudiados han sido los que involucraron manejo intensivo (42%) o pastoreo extensivo (40%), lo que refleja en cierto modo los sistemas de producción más utilizados o importantes en las distintas especies animales; sin embargo, la creciente diversidad en demandas de los consumidores y de considerar el bienestar animal, acicatean la necesidad de priorizar la investigación hacia sistemas de producción no intensivos.

La mayor parte de los estudios han sido realizados para las zonas tropicales (53%), seguidas por zonas templadas (31%) y áridas y semiáridas (16%). Aproximadamente un tercio de la investigación ha sido realizada en tres Estados (Veracruz, Estado de México y Yucatán; 19, 11 y 8%, respectivamente). Además, el 8% de la investigación ha sido realizada con información nacional. Esta distribución refleja los lugares en donde las instituciones de investigación tienen influencia, lo que no necesariamente se relaciona con la distribución de los sistemas de producción animal en el país. Cabe resaltar la necesidad de investigación para Estados con alta producción animal, como Jalisco, Chiapas y Michoacán, entre otros.

La investigación en mejoramiento genético animal ha sido dirigida principalmente hacia características relacionadas con la producción (crecimiento, producción de leche, huevo y miel). Las características estudiadas en forma secundaria pueden agruparse en las relacionadas con aspectos reproductivos (26%), con la calidad de los productos (7%) y las funcionales (20%). Hasta la fecha, en México el avance en las características no productivas es limitado por la falta de información, por lo que es una necesidad mayor investigación en el estudio de características funcionales y de calidad de los productos.

Las caracterizaciones y evaluaciones fenotípicas y ambientales ha sido el tema más estudiado (37%). Otros de los temas más estudiados han sido las estimaciones de parámetros genéticos (13%), las comparaciones de genotipos o razas (14%) y las metodologías para realizar evaluaciones genéticas (11%). Estos cuatro temas ocupan el 75% de lo estudiado. La poca diversidad en temas estudiados sugiere la necesidad de considerar temas contemporáneos y de trascendencia internacional, como la evolución de la consanguinidad, la resistencia a enfermedades, la estimación de parámetros de cruzamiento, la evaluación de interacción genotipo por ambiente, entre otros. Dadas las tendencias de los años recientes en los mercados de productos de origen animal y los posibles ambientes futuros del planeta, el mejoramiento genético deberá proveer de animales mejor adaptados para mantener la biodiversidad en condiciones específicas.

Las investigaciones que involucraron sólo una institución representan el 47% de los estudios, mientras que las investigaciones colaborativas (interinstitucionales) el 53% restante. En aproximadamente 2/3 de las publicaciones (64%) han participado seis instituciones nacionales. El INIFAP ha contribuido con el 23%, la UNAM con el 17%, el CP con el 11%, la UACH con el 7%, y la UADY y la UABC con el 3% cada una. Las tres primeras instituciones con mayor participación basan su productividad prioritariamente en una revista; así, por ejemplo, el INIFAP publica el 80% de sus artículos en la *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, la UNAM publica el 63% de sus estudios en *Veterinaria México*, mientras que el CP publica el 59% de sus artículos en *Agrociencia*. Se recomienda que los investigadores o instituciones diversifiquen el espectro de publicación hacia todas las revistas.

La mayoría de artículos han sido publicados por dos o más investigadores (93%). El promedio de investigadores por artículo fue 3.8; sin embargo, el número ha aumentado paulatinamente a través del tiempo; desde iniciar en la década de los 60 con 1.4 hasta finalizar en los años más recientes

con 5.8. El total de autores que han publicado en algunas de las cuatro revistas mexicanas es 437 (396 nacionales); sin embargo, en el 46% de los artículos participaron 38 investigadores (autores que participaron en 5 ó más artículos, siendo 25 artículos para el autor con más publicaciones).

CONCLUSIÓN

En el presente siglo, el número de especialistas en mejoramiento animal ha aumentado considerablemente en el país, pero se requiere consolidar a investigadores en formación. Algunos desafíos importantes son conjuntar esfuerzos para aumentar el trabajo interinstitucional; ampliar la cobertura de estudios a otras especies, especialmente para recursos genéticos criollos y nativos; incrementar el estudio en ambientes específicos y evaluar sus interacciones con los genotipos, especialmente en ambientes con poca tecnificación y hacia zonas o Estados con alta producción animal; fomentar el estudio de características no productivas, como las funcionales y de calidad de los productos; e incorporar temas contemporáneos, como la resistencia a enfermedades, y la identificación de polimorfismos y frecuencias génicas de poblaciones.

REFERENCIAS

- CP (Colegio de Postgraduados). 2012. Revista Agrociencia. <http://www.colpos.mx/agrocien/agrociencia.htm>. Consultada en julio y diciembre de 2012.
- INIFAP (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias). 2012. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. <http://www.tecnicapecuaria.org.mx/index2.php>. Consultada en junio y diciembre de 2012.
- UADY (Universidad Autónoma de Yucatán). Tropical and Subtropical Agroecosystems. 2012. <http://www.veterinaria.uady.mx/ojs/index.php/TSA>. Consultada en junio y diciembre de 2012.
- UNAM (Universidad Nacional Autónoma de México). 2012. Revista Veterinaria México. <http://revistaveterinaria.fmvz.unam.mx/>. Consultada en junio y diciembre de 2012.

EVALUACION SEMINAL EN OVINOS JÓVENES SUPLEMENTADOS CON GRASA ANIMAL O ACEITE DE PALMA (*Elaeis guineensis*)

R. Castillo Bracamonte¹, C. Luna Palomera², A. Aguilar Cabrales², R. Urbina Cortés³ y H. Magaña Sevilla²

¹Instituto Tecnológico de Conkal. ²Profesores-Investigadores. ³Técnico Académico. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
E-mail: naci.cas@hotmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la inclusión del aceite de palma en la dieta de ovinos de pelo púberes se realizó el presente trabajo. Se utilizaron 8 machos de ovinos de pelo, con edad promedio de 7 meses. Se dividieron en dos tratamientos según la fuente de energía suplementaria, un grupo (n=4) recibió 500 gr animal/d de un complemento que incluyó 3% de grasa animal (GA). Un segundo grupo (n=4) recibió la misma proporción de suplemento con un 3% de aceite crudo de palma *Elaeis guineensis* (AP). La complementación se inició 3 meses antes de la primera colecta. Éstas se realizaron dos veces al día por siete semanas. Se evaluaron el volumen, color, concentración, motilidad masal e individual, % de anomalías primarias, y % de vivos. El análisis estadístico se hizo por el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS. No se encontraron diferencias en las variables mencionadas, excepto en el porcentaje de espermatozoides vivos, siendo menor en los animales que recibieron aceite de palma (GA 81.3±1.4 vs AP 76.0±1.5; Media ± DE respectivamente). No se recomienda la inclusión del aceite de palma al 3% en la dieta de ovinos púberes destinados a la reproducción, debido que disminuye el porcentaje de espermatozoides vivos.

Palabras clave: Semen, Ovinos de pelo, Aceite de palma.

INTRODUCCIÓN

El estado de Tabasco cuenta con una amplia tradición ganadera, y la ovinocultura ha cobrado gran importancia en los últimos años. La producción ovina en la zona está basada en el pastoreo, sin embargo, no cubre las necesidades nutrimentales requeridas para el crecimiento de corderos prospectos a sementales, por lo que es conveniente complementar estratégicamente para asegurar un adecuado desarrollo testicular y espermatogénico. Esto cobra importancia debido a que el semental debe ser capaz de cubrir un elevado número de hembras, y si este proceso falla, el nivel reproductivo y productivo de todo el rebaño se verá afectado y por tanto la rentabilidad de la empresa (Luna *et al.*, 2008).

En la alimentación, se reporta que los ácidos grasos saturados e insaturados juegan un papel importante en la calidad seminal (De Graff, *et al.*, 2007). Debido a su composición de bioquímica de ácidos grasos saturados e insaturados (Hammond, 2000), el aceite de palma es una alternativa energética disponible en el trópico para ser incorporada en la alimentación animal. Por lo anterior, el objetivo fue evaluar el efecto de la complementación energética con aceite de palma o grasa animal sobre la calidad seminal de machos ovinos de pelo púberes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Reproducción de la DACA-UJAT. Se utilizaron 8 machos con edad promedio de 7 meses, BB y cruza de Kathadin x Black Belly (KTxBB) y

Kathadin x Pelibuey (KTxB), los cuales fueron entrenados para la recolección de semen mediante vagina artificial. El manejo incluyó 8 h de pastoreo por la mañana, y posteriormente un grupo (n=4) recibió 500 gr animal⁻¹ d⁻¹ de un complemento que incluyó 3% de grasa animal (GA). Un segundo grupo (n=4) recibió la misma proporción de suplemento con un 3% de aceite crudo de palma *Elaeis guineensis* (AP). La suplementación se inició 3 meses antes de la primera colecta. Los sementales se colectaron dos veces al día durante la semana por siete semanas. La temperatura de la vagina fue de 42-45°C. Las muestras fueron transportadas y mantenidas en condiciones isotermas (35-37°C).

El semen se evaluó macroscópica y microscópicamente (Salomón et al., 1990; De Lucas y Santos, 2006). La concentración se determinó por el método de hemocitómetro haciendo diluciones 1:200 y 1:1000 (Salomon et al., 1990; De Lucas y Santos, 2006)

Las variables que se midieron fueron, peso vivo, condición corporal, circunferencia escrotal, volumen de eyaculado, color, concentración, motilidad masal e individual, % de anomalías primarias, y % de vivos. Se utilizó un modelo de bloques al azar, donde el bloque fue el peso inicial. El análisis estadístico se hizo por el procedimiento MIXED del programa estadístico SAS, los efectos fijos fueron tratamiento, número de eyaculado y semana de muestreo. Los efectos aleatorios fueron bloque y semental dentro de tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados (Cuadro 1) muestran que no hubo diferencia estadística entre animales complementados con GA o AP para peso, CC, CE, Vol., MM, MI, concentración y anomalías. Sin embargo, se encontraron diferencias en el % de espermatozoides vivos aunque los valores encontrados para las variables relacionadas con la fertilidad están dentro de los rangos reportados por otros autores (Hulet y Shelton, 1980), y son comparables con los encontrados en Yucatán por Victoria *et al.* (2009) en machos Pelibuey y Kathadin entre 6 y 12 meses de edad.

Cuadro 1. Parámetros seminales (Media \pm DE) en semen fresco en ovinos de pelo púberes complementados con grasa animal (GA) o aceite de palma (AP).

Parámetros	Tratamientos	
	GA	AP
Peso (kg)	34.75 \pm 1.9	31.75 \pm 1.9
Cc	2.62 \pm 0.1	2.85 \pm 0.1
Ce (cm)	28.73 \pm 1.2	28.88 \pm 1.2
Vol (mL)	0.68 \pm 0.06	0.59 \pm 0.06
Mm (0 A 5)	3.67 \pm 0.1	3.39 \pm 0.1
Mi (0 A 5)	3.53 \pm 0.1	3.25 \pm 0.1
% Vivos	81.3 \pm 1.4 a	76.0 \pm 1.5 b
Concen X 106/MI	3,690 \pm 515	3,709 \pm 521
% Anor	3.0 \pm 1.9	6.1 \pm 2.0

^{a,b} Literales diferentes en hileras difieren estadísticamente (P<0.05). CC: Condición Corporal, CE: Circunferencia Escrotal, VOL: Volumen, MM: Motilidad Masal, MI: Motilidad Individual, CONCEN: Concentración, ANOR: anomalías primarias.

A pesar de que el aceite de palma presenta una relación aproximada de 1:1 en el contenido de ácidos grasos saturados e insaturados, la diferencia en la calidad seminal es posible atribuirla a la

biohidrogenación de lípidos en el rumen, especialmente los ácidos grasos insaturados. A nivel celular, la peroxidación se relaciona con la formación de radicales libres reactivos e inestables a nivel de membrana celular, con reacciones en cadena subsiguientes que dan pie a oxidación y muerte celular, lo cual puede impactar el % de espermatozoides vivos y por lo tanto las demás variables relacionadas. En este sentido, de Graaf *et al.* (2007) encontró que los espermatozoides en carneros complementados con aceite de oliva (ácidos grasos oleico) y aceite de girasol (ácidos grasos linoleico) observaron un decremento en el % de espermatozoides viables.

CONCLUSIONES

No se recomienda la inclusión del aceite de palma al 3% en la dieta de ovinos púberes destinados a la reproducción, debido que disminuye el porcentaje de espermatozoides vivos.

REFERENCIAS

- Angulo Mejorada R. B. 2004. Evaluación del macho: Examen clínica del semen y libido. La revista del borrego, año 6 No 30.
- De Lucas Tron J., Arbiza Aguirre. 2006. Sistema de apareamiento e inseminación artificial en ovinos. Manual Técnico. UNAM
- De Graaf S.P., K. Peake, W.M.C. Maxwell, J.K. O'Brien, G. Evans. 2006. Influence of supplementing diet with Oleic and Linoleic acid on the freezing ability and sex-sorting parameters of ram semen; The University of Sydney
- Hammond, E.G. 2000 Sources of fats and oils. En: introduction to Fats and oils technology. (Ed. O'Brien, R.D., Farr, W.E. and Wan, P.J.). AOCS Press. Champaign Illinois, USA.
- Hulet C.V. and Shelton M. 1980. Sheep and Goat. In Reproduction in farm animals. Edited by E.S.E. Hafez. Ed. Lea & Febiger. 4^a Edition.
- Luna Palomera C., Berumen Alatorre A.C1, Miranda Vidal M.G., Ávila Peña S.E. y Cano Asencio L. 2008. Crecimiento pos destete de ovejas Pelibuey y Black Belly con diferentes niveles de inclusión de harina de palmiste. En: Memorias de. XIV Congreso Nacional de Producción Ovina. Tuxtla Gutiérrez, Chis.
- Salomon Steve, G. Evans, W.M.C. Maxwell. 1990. Inseminación artificial de ovejas y cabras. Editorial ACRIBIA, S.A. ZARAGOZA (España).
- Victoria, S., J; Zapata, K., I, Navarrete, L; Erosa, D., S, Avilez A., V; Péres, L, P; Aguiar, L., A. 2009. Producción espermática en ovinos entre los seis y doce meses de edad. III Congreso internacional de las ciencias agropecuarias, La Habana, Cuba.

CONSERVACIÓN DE SEMEN DE BORREGO A 5°C UTILIZANDO MEDIO SUPLEMENTADO CON GLUTATION REDUCIDO (GSH)

A.Trejo Córdoba¹, I. Abad Benítez², C. Antonio Estrada³

¹Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita. Laboratorio de Reproducción Animal Asistida. ³Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita. Ingeniería en Acuicultura.

²Estudiante de la Licenciatura en Zootecnia, Universidad del Papaloapan.

E-mail: pectoral7@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se utilizaron un total de 12 eyaculados, cada eyaculado fue dividido en 4 alícuotas correspondientes a las concentraciones de GSH evaluadas (control, 0.5, 1.0 y 5mM). Las alícuotas fueron almacenadas en refrigeración (5°C) durante 24hrs, la evaluación de la movilidad y viabilidad se realizó a las 0, 1, 2 y 24hrs de almacenamiento. A las 24hrs también se evaluó la movilidad espermática a 37°C (reactivación). A las 0, 1 y 2 hrs de almacenamiento no hubo diferencias significativas en cuanto a la movilidad espermática cuando se utilizaron las diferentes concentraciones de GSH. A las 24hrs, la concentración de 5mM ha mostrado mejor efectividad para mantener la movilidad espermática (29.22%). En cuanto a la viabilidad, a las 24 hrs de almacenamiento las muestras que fueron diluidas en 5mM de GSH tuvieron un 81.67% de espermatozoides vivos. Se concluye que la actividad del GSH como antioxidante y como crioprotector durante la conservación a 5°C es dependiente de la concentración y del tiempo de almacenamiento.

Palabras clave: ovino, antioxidante, semen.

INTRODUCCIÓN

La metodología más utilizada cuando se desea conservar semen en forma líquida por periodos no mayores de 24hrs es mediante la refrigeración a 5°C, proceso con el cual se obtiene una reducción en la movilidad y actividad metabólica. Esta reducción en la movilidad puede restablecerse a niveles casi normales cuando los daños producidos por el choque térmico sean mínimos (Vivianco, 1998). Cuando el semen es conservado a temperaturas cercanas a los 0°C, se debe de tener en cuenta que los espermatozoides se someten a un choque térmico, lo cual puede causar cambios irreversibles en la célula espermática (Salomón y Maxwell, 2000), como son deshidratación, distorsión de la membrana, formación de cristales intracelulares y quizás el más importante un estrés oxidativo. El estrés oxidativo es causado por un incremento en la producción de radicales libres (ROS) (Villa, 2009). Sin embargo, los espermatozoides están equipados con sistemas antioxidantes para contrarrestar los efectos tóxicos de las ROS (Hicks *et al.*, 2006). Membrillo *et al.* (2003) indicaron que el glutatión reducido (GSH) es un agente antioxidante que está presente en el ambiente que rodea al espermatozoide. Los resultados del uso de GSH como antioxidante son variados en cuanto a la cantidad utilizada, por ejemplo en el ciervo rojo se ha establecido el GSH a concentraciones de 1mM y 5mM tienen un efecto benéfico para la movilidad post-descongelación (Anel-López *et al.*, 2012), resultados similares han sido reportados por Gadea *et al.* (2011) para la criopreservación de semen humano. Por su parte Munsí *et al.* (2007) reportaron que una concentración de 0.5mM mejora la movilidad espermática cuando los eyaculados de toro son almacenados a 5°C. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue

determinar la concentración más recomendable a ser utilizada durante la refrigeración a 5°C del semen de ovino.

MATERIAL Y MÉTODOS

Animales. Se utilizaron 2 sementales de la raza Pelibuey con una edad promedio de 2.5 años y una condición corporal de 3.0 – 3.5, alimentados por las mañanas con pastos nativos de la región (mulato, insurgente, llanero, etc.), el agua fue ofrecida a libre acceso.

Obtención de eyaculados. Se obtuvieron un total de 12 eyaculados (dos por semana) para lo cual se utilizó una vagina artificial. Una vez obtenidos los eyaculados fueron trasladados inmediatamente al laboratorio para ser evaluados y procesados. Se procesaron únicamente aquellas muestras con un volumen > 0.8 mL, movilidad en masa igual o mayor a 4 (Naim et al., 2009).

Preparación de diluyente. Se prepararon 50 mL de la solución base del diluyente de la siguiente manera: leche descremada (6.0grs), glicerol (100 µL) y citrato de sodio (0.43 grs), esta solución se mantuvo en refrigeración a 5°C por un tiempo no mayor a dos días. Esta solución base fue mezclada en una proporción 1:1 con agua de coco para formar el diluyente.

Tratamientos. En cuatro tubos cónicos se colocaron 4mL del diluyente (2mL de solución base y 2 mL de agua de coco) y fueron suplementados con las siguientes concentraciones de GSH 0 mM (control), 0.5 mM, 1.0 mM y 5.0 mM.

Dilución. Cada eyaculado fue dividido en 4 alícuotas, cada alícuota fue diluida en una proporción 1:2 (semen:diluyente) utilizando cada uno diluyentes suplementados con GSH. Las muestras fueron mantenidas a 37°C hasta su enfriamiento. Para realizar el enfriamiento de los eyaculados se siguió la técnica propuesta por Naim et al (2009), para disminuir la temperatura de las muestras utilizo agua fría. El tiempo total del enfriamiento (de los 37°C hasta los 5°C) fue aproximadamente 1.5 horas. Una vez alcanzado la temperatura de 5°C las muestras fueron almacenadas en refrigeración (5°C). La movilidad progresiva y viabilidad espermática fueron evaluadas a los siguientes tiempos: 0hr (recién diluido), 1hr, 2hrs y 24hrs de refrigeración, a las 24hrs también se realizó la evaluación de la movilidad progresiva pero a una temperatura de 37°C (reactivación de la movilidad) para lo cual 5 µL de muestra fueron diluidos en 100 µL de TCM-199.

Movilidad en Masa. Se evaluó mediante la observación directa de una gota de semen fresco a 100x con la ayuda de un microscopio óptico, calculándose de forma subjetiva en una escala de 0 a 5 (Ax y col., 2000).

Movilidad Progresiva. Se tomaron 5 µL de semen y fueron colocados en un portaobjeto, la motilidad fue observada en un microscopio óptico a 400x calculando el porcentaje de espermatozoides con movimiento.

Viabilidad espermática. Para determinar la viabilidad se colocó una gota (aproximadamente 10µl) de semen en un portaobjetos, se agrego aproximadamente la misma cantidad de una solución de eosina-nigrosina al 5% (Roberson y Watson, 1986). Después de hacer una homogenización se realizó un frotis, se realizó el conteo de 100 espermatozoides bajo el microscopio (40X)

Reactivación de la movilidad. Se tomaron 5 µL de semen y se adicionaron a 100 µL de medio TCM199 (a 37°C), se colocó en un portaobjeto 25 uL de la dilución anterior y la motilidad fue observada en un microscopio óptico a 400x calculando el porcentaje de espermatozoides con movimiento hacia delante

Análisis estadístico. Se utilizó la prueba de análisis de varianza (ANOVA) para evaluar el efecto de las diferentes concentraciones de GSH sobre los porcentajes de movilidad y viabilidad

espermática. La prueba de Tukey fue utilizada para determinar diferencias significativas entre los grupos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la evaluación de la movilidad y viabilidad fue realizada en semen almacenado a 5°C, durante 0, 1, 2 y 24 hrs se muestran en los Cuadros 1 y 2.

Cuadro 1. Evaluación de la movilidad espermática (\pm DE) durante la refrigeración a 5°C bajo diferentes concentraciones de GSH.

Concentración de GSH	Tiempo de Refrigeración (5°C)				Reactivación
	0hrs	1hr	2hrs	24hrs	
Control	91.61 \pm 5.48 ^a	82.22 \pm 4.08 ^a	81.11 \pm 5.16 ^a	16.44 \pm 2.74 ^a	52.43 \pm 3.51 ^a
0.5mM	90.56 \pm 4.18 ^a	82.22 \pm 6.32 ^a	77.22 \pm 9.28 ^a	12.00 \pm 2.79 ^a	43.71 \pm 2.65 ^b
1mM	91.67 \pm 4.08 ^a	86.33 \pm 3.01 ^a	84.44 \pm 2.00 ^a	21.44 \pm 2.04 ^b	74.29 \pm 4.01 ^c
5mM	92.78 \pm 4.32 ^a	88.00 \pm 4.02 ^a	83.89 \pm 4.46 ^a	29.22 \pm 2.04 ^c	80.29 \pm 6.10 ^b

Literal diferente en una fila indica diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

La membrana del espermatozoide tiene altas concentraciones de ácidos grasos poli-insaturados, esta característica lo hace más propenso a sufrir el proceso de peroxidación lipídica debido al estrés oxidativo inducido por el choque térmico. Durante los procesos de refrigeración, congelación y descongelación los sistemas antioxidantes que presentan los espermatozoides se ven afectados disminuyendo su efectividad, por lo tanto la adición de un antioxidante exógeno podría ayudar a mejorar el sistema antioxidante del semen durante el proceso de conservación. No se encontró efecto de la adición de 0.5, 1.0 y 5 mM de GSH al medio de dilución, ya que la movilidad y viabilidad espermática fue mejor en el grupo control durante las dos primeras horas de almacenamiento a 5°C (Cuadro 1 y 2), e incluso a las 24 horas posdilución. Este efecto del GSH en la movilidad espermática durante las dos primeras horas del enfriamiento ha sido reportado en especies como los cerdos cuando se utilizan concentraciones de 1 y 5mM del antioxidante (Gadea et al., 2005).

Cuadro 2. Evaluación de la viabilidad espermática (\pm DE) durante la refrigeración a 5°C bajo diferentes concentraciones de GSH.

Concentración de GSH	Tiempo de Refrigeración			
	0hrs	1hr	2hrs	24hrs
Control	88.11 \pm 5.67 ^a	77.22 \pm 4.92 ^a	73.33 \pm 8.80 ^a	66.56 \pm 7.07 ^a
0.5mM	88.56 \pm 3.43 ^a	77.22 \pm 8.15 ^a	77.22 \pm 4.92 ^a	67.78 \pm 8.46 ^a
1mM	91.56 \pm 6.01 ^a	79.67 \pm 4.08 ^a	78.44 \pm 5.85 ^a	74.22 \pm 4.92 ^b
5mM	95.11 \pm 3.02 ^a	85.44 \pm 3.76 ^a	81.67 \pm 4.18 ^a	81.44 \pm 2.88 ^c

Literal diferente en una fila indica diferencia estadística significativa ($p < 0.05$)

A las 24hrs se observa una disminución significativa de la movilidad espermática en las tres concentraciones de GSH (Cuadro 1). Sin embargo, a una concentración de 5mM y el control mostraron una mayor movilidad en comparación con las concentraciones de 1mM y 0.5mM. Esta disminución en la movilidad en eyaculados almacenados a 5°C durante 24 hrs ha sido reportado por Aguado et al (1998) en ovinos de la especie Manchego. Después de las 24hrs de refrigeración se realizó la reactivación de las muestras, las muestras que conservadas con concentraciones de

5mM y control (0mM) de GSH mostraron mejor movilidad espermática en comparación con las concentraciones de 1mM y 0.5mM, lo cual nos indica que el GSH puede tener un efecto detrimental sobre la movilidad y viabilidad espermática y que puede depender de la concentración utilizada.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo se puede concluir que el uso de glutatión reducido (GSH) a una concentración de 5mM durante la conservación de semen de ovino a 5°C tiene un efecto sobre la movilidad y viabilidad espermática hasta por 24hrs de almacenamiento.

REFERENCIAS

- Anel-López L, Alvarez-Rodriguez M, García-Álvarez O, Álvarez M, Maroto-Morales A, Anel L, de Paz P, Garde JJ, Martínez-Pastor F. 2012. Reduced glutathione and Trolox (vitamin E) as extender supplements in cryopreservation of red deer epididymal spermatozoa. *Anim Reprod Sci Nov*;135(1-4):37-46.
- Hicks, J.J.; Torres,R.Y.; Sierra,V. M.2006 Estrés oxidante.Concepto y clasificación *Revista de Endocrinología y Nutrición* Vol. 14, No. 4 pp 223-226
- Gadea J, Molla M, Selles E, Marco MA, García-Vazquez FA, Gardon JC. 2011. Reduced glutathione content in human sperm is decreased after cryopreservation: Effect of the addition of reduced glutathione to the freezing and thawing extenders. *Cryobiology* 62(1):40-6
- Membrillo, O.A.,Córdova, I.A.,Hicks,G.J.J.,Olivares,C.I.M.,Martínez, T.V.M., Valencia, M.J.J.2003.Peroxidación lípídica y antioxidantes en la preservación de semen.*Interciencia*. 28(12):699-704.
- Munsi MN, Bhuiyan MM, Majumder S, Alam MG. 2007. Effects of exogenous glutathione on the quality of chilled bull semen. *Reprod. Domest. Anim.* 42(4):358-362.
- Niam, P., Cueto M., Gibbons A. 2009. Inseminación artificial a tiempo fijo con semen ovino refrigerado. *Archivos de Zootecnia* 58(223): 435-440.
- Salmon, S. and Maxwell, W.M.C. 2000. Storage of ram semen. *Anim Reprod Sci*, 62: 77-111.
- Vivanco, M. H. W. 1998. Inseminación artificial en ovinos. *Memorias del Seminario Internacional: Aplicaciones de Técnicas Biotecnológicas en la Reproducción de Ovinos y Caprinos*. Universidad Autónoma Chapingo, México. pp: 135-194.

SELENIO Y VITAMINA E EN LA FERTILIDAD DE OVEJAS PELIBUEY SINCRONIZADAS CON PROGESTERONA

S. Fraire-Cordero*, J. Gallegos-Sánchez y A. Pró-Martínez

Ganadería. Colegio de Postgraduados. Km 36.5 Carretera Federal México-Texcoco. Montecillo, Texcoco. Edo de México. CP. 56230.

**E-mail: frairec@colpos.mx.*

RESUMEN

Se realizó un experimento con la finalidad de evaluar el efecto de la administración exógena de selenio-vitamina E (Se-VE), alimentación dirigida (AD), y aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG), al desarrollar un protocolo de sincronización del estro por nueve días, en la fertilidad de ovejas Pelibuey. Se observó el inicio del estro, fertilidad, parición y prolificidad. Se utilizaron 125 hembras, asignadas al azar a uno de ocho tratamientos. P (T1; n=12), P+Se-VE (T2; n=12), P+Gonadotropina coriónica equina (eCG; T3; n=12), P+Alimentación dirigida (AD; T4; n=12), P+Se-VE+eCG (T5; n=12), P+Se-VE+AD (T6; n=12), P+eCG+AD (T7; n=12) y P+Se-VE+eCG+AD (T8; n=12), posteriormente se adicionó un noveno tratamiento (T9, Sin fármacos (SF), n=29). El análisis de datos se realizó mediante pruebas de Chi-cuadrada para las variables en porcentaje y análisis de varianza para las variables cuantitativas. Los resultados obtenidos fueron para el inicio al estro T3 y T5 fueron los mejores con un inicio del estro de 23.5 ± 2.1 y 23.6 ± 2.0 h respectivamente. No se observaron diferencias ($p > 0.05$) para fertilidad, parición y prolificidad, dentro del factorial. El tratamiento SF fue diferente al resto de los tratamientos ($p \leq 0.05$) para fertilidad y parición. Se sugiere que la administración de Se-VE+eCG puede utilizarse como una estrategia para mejorar la sincronización de estros y homogenizar su presentación en un menor tiempo, sin disminuir la eficiencia reproductiva en ovejas Pelibuey.

Palabras clave: Antioxidantes, gestación, alimentación dirigida, oveja de pelo.

INTRODUCCIÓN

El organismo está bajo el ataque constante de radicales libres, formados como consecuencia de la actividad metabólica normal. Estos factores pueden afectar varios procesos asociados con el potencial reproductivo de la hembra, entre los que destacan: la maduración del ovocito, la fertilidad (Agarwal *et al.*, 2005) y el desarrollo embrionario (Das *et al.*, 2006). Como protección contra estos eventos, el organismo cuenta con sistemas antioxidantes que evitan el daño ocasionado por los radicales libres. La administración de antioxidantes como el selenio (Se) y la vitamina E pueden ayudar a mejorar la función reproductiva, ya que tienen una función complementaria en estos sistemas catalizando la destrucción de peróxidos y manteniendo la integridad de la membrana celular (Combs, 1998). Por otra parte, numerosos estudios muestran la influencia de la aplicación de la hormona gonadotropina coriónica equina (eCG) en la sincronización de estros, la ovulación y prolificidad (Martínez *et al.*, 2007); de igual forma se reporta que una suplementación con concentrados energéticos o proteínicos en el periodo antes de la inseminación está asociada a un incremento en el desarrollo folicular y el número de cuerpos lúteos (Scaramuzzi *et al.*, 1999). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de la administración exógena de selenio-vitamina E (Se-VE), alimentación dirigida (AD), y

aplicación de gonadotropina coriónica equina (eCG), al desarrollar un protocolo de sincronización del estro por nueve días, en la fertilidad de ovejas Pelibuey.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó de septiembre de 2008 a enero de 2009 en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, localizado en Montecillo, estado de México, México. El lugar de estudio se ubica a 2250 msnm, en las coordenadas geográficas 19° 29' LN y 98° 53' LO, siendo el clima predominante templado subhúmedo con lluvias en verano (García, 1988). Se utilizaron 125 ovejas Pelibuey primiparas, con una edad aproximada de 11 meses y 33.9 ± 0.3 kg de peso, las cuales fueron distribuidas de manera aleatoria a uno de los siguientes tratamientos: solo progesterona (P; T1; n=12), P+Se-VE (T2; n=12), P+eCG (T3; n=12), P+AD (T4; n=12), P+Se-VE+eCG (T5; n=12), P+Se-VE+AD (T6; n=12), P+eCG+AD (T7; n=12) y P+Se-VE+eCG+AD (T8; n=12) y posteriormente se adicionó un noveno tratamiento, sin fármacos (SF; T9; n=29), el cual se estudio de forma contemporánea con los ocho tratamientos y consistió en presincronizar un grupo de ovejas, con CIDR+PGF2 α un mes antes de iniciar el experimento, con la finalidad de que las ovejas presentaran el estro natural sincronizado. La frecuencia de alimentación fue de dos veces al día, ofreciéndoles cada vez 700 g oveja⁻¹ de un alimento balanceado con 2.4 Mcal de EM Kg⁻¹ de MS y 14 % de proteína cruda (PC). En caso de las ovejas sometidas a AD, el alimento fue proporcionado dos veces al día, cada vez proporcionando 1.2 kg oveja⁻¹ durante 3 d, este alimento contenía 2.9 Mcal de EM Kg⁻¹ de MS y 17 % de PC.

Protocolo de sincronización. Las ovejas fueron sincronizadas al estro con un dispositivo intravaginal (CIDR®) con 0.3 g de P, durante nueve días. El séptimo día se aplicó, vía intramuscular un ml de un análogo de PGF2 α (Lutalyse®) a todas las ovejas. En el sexto día se inicio con la estrategia de alimentación. En el día ocho del protocolo de sincronización se aplicaron por vía intramuscular 300 UI de eCG (Folligon®), de manera adicional, se aplicó una dosis por vía subcutánea de 0.77 ± 0.03 ml en promedio del producto MuSe® por animal, a razón de 1 ml 50⁻¹ kg de peso vivo. El día nueve del protocolo de sincronización de estros, se retiraron los dispositivos de P, iniciando la detección de estros 12 h después. Para la detección de estros, se utilizaron carneros provistos con mandil. Cuando la oveja permaneció inmóvil y permitió la monta del carnero, se consideró que estaba en estro. Posteriormente, a las 18 h de detectado el estro, las hembras fueron inseminadas artificialmente de forma intrauterina con 0.25 ml de semen refrigerado diluido. El semen utilizado fue colectado de cuatro carneros de la raza Pelibuey a los cuales previamente se les había verificado la calidad seminal. Para el tratamiento SF, las ovejas fueron pre-sincronizadas con CIDR durante nueve días y aplicación de PGF2 α dos días antes del retiro. Al momento del retiro del CIDR, se detectaron estros por 35 d, al igual que al resto de los tratamientos. Las ovejas (SF) se inseminaron hasta la presentación del segundo estro post-retiro del CIDR. Se utilizaron cuatro sementales (mismos que proporcionaron semen para el resto de los tratamientos) para proporcionar montas controladas y dando una monta a cada oveja. En este tratamiento se observaron las variables fertilidad, parición y prolificidad. Las variables de respuesta para el resto de los tratamientos fueron: inicio del estro, fertilidad, parición y prolificidad. El inicio del estro se calculó como el tiempo al estro de las ovejas, después de retirado el CIDR; la fertilidad se calculó como el número de ovejas que no retornaron a estro durante los 35 d post-inseminación, la parición fue calculada como el número de ovejas que parieron, después del primer servicio, del total de ovejas en el tratamiento y la prolificidad fue medida con el número de corderos nacidos por oveja parida.

Análisis estadístico. Las variables expresadas en porcentaje se analizaron mediante pruebas de Chi-cuadrada y análisis de varianza para las variables cuantitativas por el procedimiento de modelos lineales general (GLM) del paquete estadístico SAS (SAS, 2002). Se comparó la media del factorial generada por los tratamientos con fármacos contra el tratamiento sin fármacos y se realizó la prueba de Tukey para comparar las medias en las variables que resultaron significativamente afectadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) para el T3 y T5 con un tiempo de inicio del estro de 23.5 ± 2.1 y 23.6 ± 2.0 h respectivamente, con respecto a los otros tratamientos (T1: 50.3 ± 8.2 ; T2: 41.1 ± 4.8 ; T4: 46.7 ± 3.8 ; T6: 42.8 ± 2.2 ; T7: 31.5 ± 4.3 ; T8: 37.0 ± 5.1 h). El inicio del estro observado ocurrió por el efecto de la eCG dos días antes de retirar el dispositivo con P. La aplicación de eCG, 48 h antes del protocolo de sincronización, favorece el crecimiento y desarrollo folicular al actuar principalmente como la hormona folículo estimulante (FSH), lo cual se refleja en una mayor producción de estrógenos y en la aparición más temprana de la actividad del estro (Sharkey *et al.*, 2001), por lo que es de esperar que cuando se retira el progestágeno, la concentración de progesterona en sangre decaiga de forma rápida, con lo cual, el animal de manera sincronizada entra en estro por acción de la eCG. Al respecto Córdova-Izquierdo *et al.* (2008) mencionaron que el inicio del estro y el momento de la ovulación se presentan más rápido y son menos variables cuando a las ovejas se les aplica eCG, reduciendo el tiempo de presentación del estro de 48 a 24 h, lo cual coincide con los resultados del presente estudio.

Para el porcentaje de fertilidad se encontró que las ovejas del tratamiento sin fármacos (T9), fue mayor y diferente estadísticamente ($p \leq 0.05$) en un 89.7 % en comparación con la media del factorial del experimento con fármacos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Variables reproductivas en ovejas Pelibuey tratadas con selenio más vitamina E, eCG, Alimentación dirigida y sus combinaciones.

Tratamiento	No. de animales inseminados/Total	% Fertilidad	% Parición	Media \pm EE Prolificidad
T 1	12/ 12	58.3 ^a	50.0 ^a	1.5 \pm 0.2 ^a
T 2	12/ 12	58.3 ^a	58.3 ^a	1.7 \pm 0.2 ^a
T 3	12/ 12	75.0 ^a	50.0 ^a	1.7 \pm 0.2 ^a
T 4	12/ 12	66.7 ^a	50.0 ^a	1.3 \pm 0.2 ^a
T 5	12/ 12	75.0 ^a	66.7 ^a	1.8 \pm 0.2 ^a
T 6	11/ 12	72.7 ^a	63.6 ^a	1.6 \pm 0.2 ^a
T 7	12/ 12	91.7 ^a	75.0 ^a	1.6 \pm 0.2 ^a
T 8	12/ 12	66.7 ^a	58.3 ^a	1.7 \pm 0.3 ^a
Con Fármacos	95/ 96	70.5 ^a	59.0 ^a	1.6 \pm 0.1 ^a
Sin Fármacos (T9)	29/ 29	89.7 ^b	89.7 ^b	1.7 \pm 0.1 ^a

^{a, b}. Letra diferente dentro de cada columna indica diferencia ($p \leq 0.05$).

T1: Progesterona (P); T2: P+Selenio y vitamina E (Se-VE); T3: P+Gonadotropina coriónica equina (eCG); T4: P+Alimentación Dirigida (AD); T5: P+Se-VE+eCG; T6: P+Se-VE+AD; T7: P+eCG+AD; T8: P+Se-VE+eCG+AD y T9: Sin Fármacos (SF).

Los porcentajes de fertilidad más altos encontrados para SF, posiblemente se debe a que las manifestaciones de estro y ovulación fueron de manera “natural” y que la inseminación se realizó por monta natural (mayor concentraciones de espermatozoides que son depositados en la hembra), lo que aumenta la posibilidad de fertilización del óvulo. En ovejas Pelibuey, utilizando monta natural, dando el primer servicio a las 20 h de detectado el estro, se encontraron valores de 70 a 82 % de fertilidad (Acosta, 1995). Resultados similares fueron encontrados en este experimento. La baja fertilidad observada en algunos tratamientos (Cuadro 1), podría deberse primero a la asincronía entre las manifestaciones externas de estro y la ovulación y segundo a la utilización de semen fresco durante la inseminación artificial. La suplementación con Se y vitamina E a pesar de no encontrarse diferencias pudo coadyuvar en proteger la integridad de los ovocitos de las hembras, lo que evitó la muerte celular prematura, además de disminuir los índices de mortalidad embrionaria (Agarwal *et al.*, 2005; Das *et al.*, 2006), lo que se ve reflejado en el porcentaje de parición (Cuadro 1).

El porcentaje de parición para el T9 (SF) resultó diferente en relación con la media del factorial ($p \leq 0.05$; Cuadro 1). Los porcentajes de parición encontrados, son similares a los valores de 87 % reportados en época reproductiva en ovejas Pelibuey fertilizadas mediante monta natural (Crosby *et al.*, 1991). Los resultados obtenidos en esta variable se relacionan con los porcentajes de fertilidad que fueron obtenidos en el experimento. Hay evidencias, de estudios *in vitro*, donde se muestra que los embriones antes de la implantación son muy sensibles al estrés oxidativo lo que induce un retraso en su desarrollo o provoca reabsorción embrionaria (Das *et al.*, 2006), es posible que esto haya ocurrido en los tratamientos sin Se y vitamina E. La prolificidad obtenida fue mayor a los 1.1 y 1.4 corderos por hembra, reportados para las ovejas Pelibuey usando progestágenos y eCG (González *et al.*, 2000) y similares a valores entre 1.7 y 1.8 reportados en la época reproductiva (Ataman *et al.*, 2006), sin embargo, no se observaron diferencias ($p > 0.05$; Cuadro 1) para esta variable en el experimento.

CONCLUSIÓN

De acuerdo con las condiciones del experimento y el protocolo de sincronización, se sugiere que la administración de Se-VE+eCG puede utilizarse como una estrategia para mejorar la sincronización de estros y homogenizar su presentación en un menor tiempo, en ovejas Pelibuey, ya que, los resultados obtenidos son similares a los observados en el tratamiento sin fármacos.

REFERENCIAS

- Acosta, J. 1995. Comportamiento reproductivo de ovejas Pelibuey en diferentes períodos de apareamiento. *Rev. Cub. Reprod. Anim.* 21:47-49.
- Agarwal, A., S. Gupta and R.K. Sharma. 2005. Role of oxidative stress in female reproduction. *Reprod. Biol. Endocrinol.* 3:28-48.
- Ataman, M.B., M. Aköz and O. Akman. 2006. Induction of synchronized oestrus in Akkaraman cross-bred ewes during breeding and anestrus seasons: the use of short-term and longterm progesterone treatments. *Rev. Med. Vet.* 157: 257-260.
- Combs, J.G.F. 1998. The vitamins. *Fundamental Aspects in nutrition and Health*. Ed. Academic Press. 2nd Ed. California, USA. 618 p.
- Córdova-Izquierdo, A., J. Córdova., J. Córdova y L. Guerra. 2008. Procedimientos para aumentar el potencial reproductivo en ovejas y cabras. *Rev. Vet.* 19: 67-79.
- Crosby, T.F., M.P. Boland and I. Gordon. 1991. Effect of progestagen treatments on the incidence of oestrus and pregnancy rates in ewes. *Anim. Reprod. Sci.* 24: 109-118.

- Das, S., R. Chattopadhyay., S. Ghosh., S.K. Goswami., B.N. Chakravarty and K. Chaudhury. 2006. Reactive oxygen species level in follicular fluid-embryo quality marker in IVF. *Hum. Reprod.* 21(9): 2403-2407.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Ed. FOCET. 3a. Ed. México. 246 p.
- González, R.G., M. Vázquez., A.O. Duarte y R.A. González. 2000. Efecto del morueco y la época de empadre sobre el comportamiento reproductivo en ovejas Pelibuey y Blackbelly. En: XXVIII. Reunión Nacional de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Chiapas, México. 150 p.
- Martínez, T.J.J., F.F. Izaguirre., O.L. Sánchez., G.C.G. Castillo., P.G. Martínez y H.G. Torres. 2007. Comportamiento reproductivo de ovejas barbadas barriga negra sincronizadas con MPA y diferentes tiempos de aplicación de eCG durante la época de baja fertilidad. *Rev. Científ. FCV-LUZ.* 17(1): 47-52.
- SAS. 2002. User Guide Statistics, version 9.0. SAS ONLINEDOC®9. Institute Inc., Cary, N. Y. pp: 209-243.
- Scaramuzzi, R.J., J.F. Murray., J.A. Downing and B.K. Cambell. 1999. The effects of exogenous growth hormone on follicular steroid secretion and ovulation rate in sheep. *Domest. Anim. Endocrinol.* 17(2-3): 269-277.
- Sharkey, S., R.J. Callan., R. Mortimer and C. Kimberling. 2001. Reproductive techniques in sheep. *Vet. Clin. North. Am. Food. Anim. Pract.* 17(2): 435-455.

MOTILIDAD ESPERMÁTICA A DIFERENTES TIEMPOS DE ESTABILIZACIÓN EN OVINOS DE PELO

E. Barrera González¹, A. Alavéz Ramírez², J.A. Maza Gamboa¹, R. Montes Pérez², R. Zamora Bustillos¹, H. Magaña Sevilla*¹

Instituto Tecnológico de Conkal. Km. 16.5 antigua carretera Mérida- Motul, Conkal, Yucatán.C.P. 97345. ²Unidad de Posgrado e Investigación, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, UADY

**E-mail: hectorms68@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo del presente estudio determinar los tiempos óptimos de estabilización para los parámetros de motilidad espermática durante el proceso de congelación. Se colectaron 40 eyaculados de 10 machos ovinos de las razas Black Belly (n=3), Dorper (n=4) y Pelibuey (n=3). La motilidad individual fue evaluada para cada periodo de equilibrio (1,2 3 y 4h) a 5°C con el Análisis de Semen Asistido por Computadora (CASA), obteniendo los parámetros de motilidad para cada espermatozoide: VCL (Velocidad curvilínea), VSL (Velocidad rectilínea), VAP (Velocidad promedio), LIN (Índice de linealidad), STR (Índice de rectitud) y WOB (Índice de oscilación), así como angularidad y oscilación de la cabeza: ALH (Amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza) y BCF (Frecuencia de batido). Se realizó un análisis de los parámetros principales a través del procedimiento de Reducción de Factores a 2 variables: IM (Índice de Movimiento) e IV (Índice de Velocidad), clasificando dichos parámetros con el procedimiento de clasificación en dos fases y determinando las subpoblaciones espermáticas para cada raza. Cada raza tiene diferentes periodos de equilibrio óptimos en cuanto a la mayor calificación de los índices de motilidad. Las mejores respuestas por raza fueron a las 4,1 y 3h para Pelibuey, Dorper y Black Belly respectivamente. La agrupación por subpoblaciones permite interpretar la gran cantidad de información generada por los sistemas CASA.

Palabras clave: Subpoblaciones espermáticas, Semen Ovino, motilidad individual.

INTRODUCCIÓN

En el ganado ovino se presenta una vida útil relativamente corta del semen diluido refrigerado (24 horas frente a 3 días en bovinos), y el limitado uso de semen congelado debido a las bajas tasas de fecundidad obtenidos (Vivanco,1986). El éxito de la IA con semen congelado depende de la fisiología de esperma, transporte y la supervivencia de los espermatozoides en el tracto reproductivo de la oveja, además de las tasas de refrigeración y congelación, el tipo de agentes crioprotectores, concentración del agente crioprotector, las tasas de dilución, temperatura a la que se añade glicerol al semen, punto de equilibrio con crioprotector, y tasa de descongelación (Kemal *et al.*, 2007). Algunos autores observaron que la motilidad a la descongelación y la fertilidad de los espermatozoides bovinos se incrementaban si se prolongaba el periodo comprendido entre la adición del glicerol y el comienzo de la congelación. Este intervalo, que normalmente transcurría a 5°C, se denominó “periodo de equilibrado del glicerol” porque se creía que era necesario para que el glicerol penetrara en el interior de los espermatozoides y se equilibrara su concentración a ambos lados de la membrana plasmática. Algunos estudios diseñados para determinar la influencia de este periodo sobre la fertilidad, claramente establecieron que un periodo de equilibrado de varias horas era beneficioso (Salisbury *et al.*,

1978), en la motilidad espermática, el análisis de los parámetros auxiliado por computadora (CASA), y un procedimiento estadístico multivariado (ESHRE, 1998) para identificar las subpoblaciones de espermatozoides (Núñez-Martínez *et al.*, 2006) han permitido evaluaciones objetivas de diferentes variables jerárquicas. El objetivo del presente trabajo fue determinar los tiempos óptimos de estabilización espermática en el proceso de congelado, según la motilidad espermática.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en las instalaciones del CeSyRO (Centro de Selección y Reproducción Ovina) perteneciente al Instituto Tecnológico de Conkal, Yucatán. Se colectó semen de 10 machos ovinos de 3 razas (Dorper n=4, Pelibuey n=4 y Blackbelly n=2) de 18 ± 4 meses de edad, los cuales se dividieron de acuerdo a la raza en 3 grupos, de un total de 40 eyaculados. La colecta de semen se realizó con vagina artificial. Una vez preparada una dilución final respecto a la concentración espermática y el número de pajillas deseadas, el semen fue almacenado en pajuelas de 0.25 ml y se llevaron a la cámara frigorífica a 5°C. Se obtuvieron los parámetros de motilidad espermática con el análisis de semen asistido por computadora a 1, 2, 3 y 4 h de tiempo de estabilización. La evaluación de la motilidad se realizó a cada hora señalada, con una disolución 1:40, en una cámara Makler. Se capturaron 4 campos al azar por eyaculado, se obtuvieron los parámetros de velocidades curvilínea, rectilínea y media, Índices de linealidad, rectitud y oscilación, amplitud media del desplazamiento lateral de la cabeza y frecuencia de batido. A estos datos se les aplicó el proceso de reducción de factores, con rotación VARIMAX para obtener los componentes de los índices de velocidad (IV) y de motilidad (IM) y su ponderación. Los resultados de los índices por cada espermatozoide fueron clasificados mediante el procedimiento de clasificación en dos fases, utilizando como variable jerárquica la raza de ovino.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Motilidad espermática medida con los índices determinados y la clasificación en dos fases, muestra diferentes agrupaciones dependiendo del periodo de estabilización que se maneje, en este caso, el periodo ideal de estabilización para la motilidad individual varió según la raza de ovino de pelo. Senger *et al.*, (1976), tomaron en cuenta para la congelación de pajillas de 0.25 ml un tiempo de estabilización de 4 horas a 5°C, el cual resultó significativa ($P < 0.10$) en el daño acrosomal y la reducción de la motilidad. Aunque se ha demostrado que el glicerol penetra en los espermatozoides de toro, a 25°C ó a 5°C, en 3-5 min, Berndstone y Foote (1972) señalan la máxima supervivencia postdescongelación con un tiempo de exposición al glicerol de sólo 10 seg, siendo peor con exposiciones de 2 min. o más. Otros autores encontraron que los resultados de motilidad y fertilidad eran prácticamente idénticos, tanto con exposiciones cortas (<1min.) como largas (varias horas). Estos hallazgos cambiaron el concepto del "tiempo de equilibrado", indicando que este periodo de almacenaje a 5°C probablemente era más necesario para que las membranas espermáticas se adaptasen a las bajas temperaturas, que para la penetración del glicerol.

La raza Black Belly presentó mejores índices de motilidad espermática a las 3 horas de refrigerado a 5°C.

Cuadro 1. Frecuencia (FK) y porcentajes de las subpoblaciones espermáticas por motilidad en la raza Pelibuey en cuatro diferentes tiempos de estabilización

Subpoblaciones	1 hora		2 horas		3 horas		4 horas	
	FK	%	FK	%	FK	%	FK	%
1	0	0	0	0	0	0	1,151	100.0
2	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1,791	100.0	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	1,071	100.0	0	0
5	0	0	1,365	100.0	0	0	0	0

La raza Pelibuey presentó mejores índices de motilidad espermática a las 4 horas de refrigerado a 5°C.

Cuadro 2. Frecuencia (FK) y porcentajes de las subpoblaciones espermáticas por motilidad en la raza Dorper en cuatro diferentes tiempos de estabilización

Subpoblaciones	1 hora		2 horas		3 horas		4 horas	
	FK	%	FK	%	FK	%	FK	%
1	10820	91.7	0	0	0	0	0	0
2	976	8.3	1086	10.0	0	0	2810	32.4
3	0	0	0	0	14110	77.1	0	0
4	0	0	0	0	4187	22.9	0	0
5	0	0	9790	90.0	0	0	5867	67.6

La raza Dorper presentó mejores índices de motilidad espermática a la hora de refrigerado a 5°C.

Cuadro 3. Frecuencia (FK) y porcentajes de las subpoblaciones espermáticas por motilidad en la raza Blackbelly en cuatro diferentes tiempos de estabilización

Subpoblaciones	1 hora		2 horas		3 horas		4 horas	
	FK	%	FK	%	FK	%	FK	%
1	0	0	0	0	5113	83.5	0	0
2	1096	9.5	443	9.3	1007	16.5	259	6.4
3	10487	90.5	0	0	0	0	0	0
4	0	0	4333	90.7	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0	0	3811	93.6

CONCLUSIONES

La raza Pelibuey, Dorper y Blackbelly presentan mejores índices de motilidad espermática a las cuatro, una y tres horas de refrigerado a 5°C como periodo de equilibrio, respectivamente. Es necesario determinar los parámetros de procesamiento de semen utilizando herramientas como el CASA y enfoques estadísticos como la clasificación posterior a la reducción de factores para poner a punto los protocolos adecuados según las características de los animales.

REFERENCIAS

- Berndtson, W.E. and R.H. Foote. 1972. The freezability of spermatozoa after minimal pre-freezing exposure to glycerol or lactose. *Cryobiology*. 9: 57-60.
- Eshre andrology Special Interest Group. 1998. Guidelines on the application of CASA technology in the analysis of spermatozoa. *Hum Reprod.*;13:142-145.

- Kemal A. K., U. Gunay, H. Sagirkaya, I Dogan, B. Ustuner, Z. Nur and M. K. Soylu. 2007. Effects Of Various Cryoprotective Agents And Extender Osmolality On Post-Thawed Ram Semen. *Bull Vet Inst Pulawy* 51: 241-246.
- Nuñez-Martínez I., J. M. Moran, F. J. Peña. 2006. Two-step cluster procedure after principal component analysis identifies sperm subpopulations in canine ejaculates and its relation of cryoresistance. *Journal of Andrology*. 27: 596-603.
- Salisbury, G.W., N.L. VanDemark and J.R Lodge. 1978. *Physiology of reproduction and artificial insemination of cattle. Principles and techniques of freezing spermatozoa.* (2ed). Freeman and Company. San Francisco. pp. 494-554.
- Senger P. L., Becker W. C. and Hillers J. K. 1976. Effect of Thawing Rate and Post-Thaw Temperature on Motility Straws and Acrosomal Maintenance in Bovine Semen Frozen in Plastic. *Journal of Animal Science*. 42:932-936.
- Vivanco H.W. 1986. Recent developments in reproductive techniques of sheep and goats. In VM Timon, JP Hanrahan, *Small ruminant production in the developing countries*, FAO, Rome, p. 31-51.

EFFECTO DE UNA VACUNA DE ADN CONTRA INHIBINA SOBRE LA TASA OVULATORIA EN OVEJAS DE PELO SUPEROVULADAS

E. Grimaldo-Viesca¹, C. Luna-Palomera¹, R. Alonso-Morales², J. Aguilar-Cabrales¹, J. Peralta-Torres¹, A. Gayosso-Vásquez², A. Chay-Canúl¹, N. Ojeda-Robertos¹ y O. Torres-Chable¹

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Av. Universidad S/N Zona de la Cultura, Villahermosa, Tabasco. ²FMVZ, Universidad Nacional Autónoma de México.

*E-mail: grimaldoviesca@gmail.com

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de una vacuna de ADN contra la cadena α de inhibina (INHA) en un programa de superovulación (SOV) y su efecto sobre la sincronización del estro y la tasa ovulatoria en ovejas. Se emplearon 15 ovejas de pelo (Pelibuey y BlackBelly) nulíparas de 12 meses de edad, CC de 3.0 y 25 kg de peso promedio. Las ovejas fueron asignadas aleatoriamente a uno de dos grupos. El grupo de las ovejas control (FSH, n=5) fueron superovuladas con una dosis total de 160 mg de FSH aplicada en dosis descendentes por 4 días en un protocolo estándar de superovulación. El segundo grupo recibió una inmunización vía I.M. y dos refuerzos con 100 μ g del ADN de plásmido con la secuencia del péptido maduro de INHA (n=10). Se sincronizó el estro 14 d posterior al segundo refuerzo, insertando un CIDR-G, y removido 12 d después con la aplicación de 100 UI oveja⁻¹ de eCG vía I.M. Se monitoreó la presentación de estros dos veces al día (7 a.m. y 6 p.m.) con la ayuda de un carnero, se registró el día y hora del celo. El día 7 posterior al estro se evaluó por laparoscopia, la tasa ovulatoria, contanto el número de CL's de ambos ovarios, Se observaron diferencias estadísticas significativas ($P < 0.05$) en cuanto al tiempo del retiro al estro, y la tasa ovulatoria entre las ovejas del grupo INHA y tratadas con FSH. Se concluye que no se logró inducir una SOV con la vacuna de ADN contra INHA.

Palabras clave: superovulación, vacunas de ADN, inhibina.

INTRODUCCIÓN

La superovulación y transferencia embrionaria de los animales de alto valor genético es una estrategia útil para incrementar la reproducción de estos animales. Sin embargo, el uso de FSH representa más del 50% de los costos de producción de embriones (Bolívar *et al* 2008) y pueden incrementarse dependiendo del éxito reproductivo (Ruvuna *et al.*, 1992).

Luna-Palomera (2011) documenta otras alternativas como la inmunización activa o pasiva contra inhibina, a partir de fluido folicular purificado, péptidos sintéticos, proteínas recombinantes a partir de fragmentos cortos N-terminal o la secuencia que codifica para el péptido maduro (165-300) de la subunidad α de inhibina bovina, porcina, ovina y humana, conjugada con proteínas capaces de mejorar la respuesta inmune con muy buenas respuestas en el incremento en los niveles de FSH y la tasa ovulatoria (150 a 330%) en ovejas, cabras y vacas (Medan *et al.*, 2003; Medan *et al.*, 2006; Padilla *et al.*, 2007).

Una alternativa es la construcción de vacunas de ADN capaz de inducir una repuestas humoral y celular fuerte y actualmente usadas en inmunoterapia específica en tratamientos de diversas enfermedades y agentes infecciosos (Bonura y Colombo, 2011). Hasta el momento se reporta una vacuna de ADN con incremento del 39% de partos gemelares (Han *et al.*, 2010). Sin embargo, se

piensa que una vacuna con el péptido maduro (165-300) de la cadena α de inhibina, asociado a determinantes antigénicos (epítomos) del toxoide tetánico (P2 y P30), es capaz de incrementar la tasa ovulatoria. El objetivo fue evaluar la respuesta superovulatoria y el comportamiento al estro en ovejas de pelo tratadas con una vacuna de ADN contra inhibina en comparación a un protocolo con FSH.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación geográfica. El estudio se llevó a cabo de Julio a Octubre de 2012 en la posta de producción en la División Académica de Ciencias Agropecuarias, UJAT localizada en la Ranchería Huasteca 2ª sección municipio de Centro, Tabasco.

Animales y manejo. Se emplearon 15 ovejas de pelo Pelibuey y Black Belly, nulíparas, con 12 meses de edad, CC 3.0 y 25 kg de peso corporal. Fueron alojadas en corraletas de piso elevado donde recibieron 1 kg animal⁻¹ d⁻¹ de alimento comercial (13% de PC y 2.6 Mcal kg⁻¹ de EM), pasto verde y agua a libertad.

Tratamientos. Las ovejas fueron asignadas aleatoriamente al grupo experimental (INHA; n=10), para recibir I.M. una inmunización inicial con 100 μ g del ADN de plásmido con la secuencia codificante del péptido maduro de inhibina y los epítomos P2 y P30. Se emplearon dos refuerzos a intervalos de 14 días con la misma dosis de la primera inmunización. Diez días posterior al segundo refuerzo, se sincronizó el estro de las ovejas mediante dispositivo intravaginal (CIDR-G, día 0) el cual fue removido 12 días después y se aplicó a cada oveja 100 UI de eCG vía I.M. Posterior al retiro de la esponja, se monitoreo la presentación de estros dos veces al día (7 a.m. y 6 p.m.) y se dio monta con un carnero fértil. Se registro la fecha y hora de inicio y fin del celo.

El grupo de ovejas control (FSH; n=5) fueron sincronizadas con un CIDR-G (día 0), el cual fue removido el día 13. Las ovejas fueron superovuladas con una dosis total de 160 mg de FSH (Folltropin-V®), administradas en dosis descendentes los días 11, 12, 13 y 14. Posterior al retiro del CIDR-G, se monitoreo el estro dos veces al día (7 am y 6 am). Se registró la fecha y hora del inicio y fin del estro. Se dio monta al momento del estro y 12 horas después.

Variables evaluadas y análisis estadístico. Las variables evaluadas fueron el porcentaje de ovejas en estro, tiempo de retiro a la presentación del estro (h) y duración del estro (h). El número de cuerpos lúteos fue determinado, por laparoscopia, a través del conteo de CL's de ambos ovarios el día 7 posterior al estro. El tiempo retiro CIDR/estro, la duración del estro y el número de cuerpos lúteos fueron evaluados mediante una prueba de T mediante el procedimiento T-TEST del paquete estadístico (SAS, 1999 V8). Los porcentajes de ovejas en estro, proporción de ovejas ovulan y las que responden a la superovulación fueron evaluadas mediante una prueba exacta de Fisher mediante el procedimiento FREQ del paquete estadístico (SAS, 1999 V8).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todas las ovejas inmunizadas contra INHA, así como las de tratadas con FSH respondieron a la sincronización (100%; $P>0.05$). El tiempo de retiro a la presentación del estro, en ovejas con FSH fue más corto ($P=0.001$; 19.44 h) en comparación con las ovejas inmunizadas contra inhibina (39.23 hs; Cuadro 1). La duración del estro fue similar en ambos grupos de ovejas de pelo (Cuadro 1). La tasa de ovulación en las ovejas con FSH fue mayor ($P>0.05$) que las ovejas tratadas con la vacuna contra INHA (Cuadro 1).

La respuesta ovárica medida a través de la tasa de ovulación en las ovejas SOV con FSH es bastante conocida y los resultados obtenidos en nuestro trabajo son compatibles con los reportados con otros autores (Menchaca *et al.*, 2009).

En el caso de la superovulación con la vacuna de ADN contra INHA, se esperaban resultados similares a los reportados por otros investigadores (Medan *et al.*, 2003; Medan *et al.*, 2006; Padilla *et al.*, 2007) con incrementos la tasa de ovulación como los que se reportan en ovejas y cabras y otras especies domésticas. Pero nuestros resultados no avalan tal respuesta, lo cual posiblemente se debió a diversos factores ente los cuales se puede encontrar la dosis empleada, ya que según Luna-Palomera (2011) refiere que investigadores han usado dosis iniciales de hasta 600 µg.

Cuadro 1. Media ± EE de la respuesta a la sincronización del estro y tasa ovulatoria en ovejas superovuladas con FSH o contra INHA

Variables evaluadas	Tratamientos		P-value
	INHA	FSH	
Ovejas tratadas	10	5	
Ovejas en estro (%)	10 (100)	5 (100)	NS
Ovejas que ovularon (%)	10 (100)	5 (100)	NS
Ovejas superovuladas	0 (0)	5 (100)	0.01
CL's por oveja	1.40 ± 0.52	8.8 ± 0.73	0.0001
Tiempo Retiro -Estro (h)	39.23 ± 2.74	19.44 ± 3.88	0.001
Duración del estro (h)	68.99 ± 3.22	59.95 ± 2.35	0.08

CONCLUSIONES

La inmunización de los animales con la vacuna de ADN con los epítosos P2 y P30 contra la inhibina no indujo la superovulación, por lo que hasta el momento no se puede considerar un método alternativo para sustituir los protocolos actuales con FSH.

REFERENCIAS

- Bolivar PA, Maldonado-Estrada JG. 2008. Análisis de costos de esquemas de transferencia de embriones bovinos utilizados en Colombia. *Rev. Colomb. Cienc. Pecu.* 21: 351-364.
- Bonura A. and Colombo P. 2011. Novel strategies for the development of a vaccine for *Parietaria* allergy. *Int J Immunopathol Pharmacol.* 24(2):297-304.
- Han L., D.G. Mao, D.K. Zhang, A.X. Liang, M. Fang, Muhammad Moaen-ud-Din, L.G. Yang. 2010. Development and evaluation of a novel DNA vaccine expressing inhibin a (1–32) fragment for improving the fertility in rats and sheep. *Anim. Reprod. Sci.* 109:251–265.
- Luna Palomera C. 2011. Aplicación de biotecnologías moleculares en la reproducción animal. En: *Tópicos selectos en producción ovina*. UACH. Villahermosa, Tabasco, México. 95-108.
- Medan, M.S., Watanabe, G., Sasaki, K., Nagura, Y., Sakai, H., Fujita, M., Sharawy, S., Taya, K., 2003. Ovarian and hormonal response of female goats to active immunization against inhibin. *J. Endocrinol.* 177, 287–294.
- Medan, M.S., Takedom, T., Aoyagi, Y., Konishi, M., Yazawa, S., Watanabe, G., Taya, K., 2006. The effect of active immunization against inhibin on gonadotropin secretions and follicular dynamics during the estrous in cows. *J. Reprod. Dev.* 52, 107–113.
- Menchaca A., M. Vilarino, A. Pinczak, S. Kmaid y J.M. Saldaña. 2009. Progesterone treatment, FSH plus eCG, GnRH administration, and Day 0 Protocol for MOET programs in sheep. *Theriogenology.* 72(4):477-83.

- Padilla, G., Knight, P.G., Holtz, W., 2007. Superovulation and embryo collection in nulliparous Boer goat does immunized against a recombinant ovine α -subunit inhibin. *Small Ruminant Res.* 74: 159–164.
- Ruvuna, F., Taylor, J.F., Walter, J.P., Turner, J.W., Thallman, R.M. 1992. Bioeconomic evaluation of embryo transfer in beef production systems: II. Economic evaluation of steer production. *J. Anim. Sci.* 70:1084-1090.
- Martínez-Tinajero J.J., M.T. Sánchez Torres-Esqueda, G. Torres-Hernández, J.G. Herrera-Haro, L., Bucio-Alanís, R. Rojo-Rubio, J. Hernández-Martínez. 2008. Comportamiento reproductivo de ovejas F1 (Damara x Merino) sincronizadas con CIDR y dos tiempos de aplicación de GnRH. *U y C:* 24(3):175-182.

MARCADOR C530 DEL GENE DE CALPAINA EN *Bos taurus* y *Bos indicus*

¹A. Sánchez Mendoza, ¹A. Llorente Bousquets, ²M.A. Mariezcurrena Berasain, ²P. Sánchez Aparicio, ¹J. Montiel Sosa.

¹Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies de la Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex.
E-mail: anita_esm@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue estudiar la presencia del polimorfismo C-530 del gene de calpaína en ganado *Bos taurus* y *Bos indicus*, para establecer su asociación con la especie de ganado bovino, ya que en la literatura se ha reportado que ambas especies poseen diferencias destacando como la de mayor relevancia la concerniente a terneza. Esta diferencia es atribuida principalmente al proceso enzimático de proteólisis del musculo. Así, la extensión de la proteólisis inducida por las calpaínas en bovinos *Bos indicus* y ganado europeo (*Bos taurus*), se correlacionan con la textura, siendo mayor la proteólisis en *Bos taurus*, cuya carne posee mayor terneza. 120 muestras de tejido del musculo tensor de la fascia lata, 60 para cada especie, fueron procesadas, inicialmente se les extrajo DNA para su análisis. Posteriormente se amplificó el fragmento de interés del gen de calpaína (exón 14) por medio de PCR empleando los primers y condiciones propuestos por Casas (2005). Los amplificadores resultantes fueron sometidos a un análisis por RFLP con la enzima Ava II para obtener el genotipificado de cada una de las muestras. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante una prueba de independencia para datos categóricos con Xi-cuadrada, la cual demostró que estadísticamente no existe asociación entre la presencia del polimorfismo y la especie de ganado.

Palabras clave: Polimorfismo, Suavidad, proteólisis, PCR.

INTRODUCCIÓN

La mejora genética del ganado productor de carne ha recibido gran atención por parte de investigadores y productores. El interés radica en identificar, preservar y potenciar las características genéticas que incrementan la cantidad y calidad de la carne producida, conllevando a un incremento en el valor de la misma, otorgando beneficios al productor y consumidor (White *et al.*, 2005). Una de las características de mayor interés en cuanto a calidad de carne es la terneza ya que es considerada por el consumidor, como el atributo más importante durante la palatabilidad de la carne (Mintert *et al.*, 2000). Esta característica es difícil de predecir y su determinación es compleja ya que está influenciada por una serie de factores inherentes al animal. Las investigaciones realizadas para definir las causas genéticas que afectan a la terneza, señalan como principal responsable a una proteína calcio dependiente, la cisteína específica perteneciente al sistema proteolítico de las calpaínas, la μ -calpaína (CAPN1), la cual es una proenzima no activa, que se autoliza produciendo proteínas activas en presencia de calcio, esta proteína degrada la mayoría de las proteínas miofibrilares mostrando su actividad durante los primeros 7 a 10 días post mortem a 2-4°C con pH óptimo de 7.2-8.2 (Goll *et al.*, 2003). En los bovinos, el gen de calpaína está localizado en el cromosoma 29, estructuralmente, tiene 30 kb, contiene 22 exones y 21 intrones. A la fecha, se han logrado identificar más de 100 polimorfismos de nucleótidos de este gen en *Bos taurus* y recientemente en *Bos indicus*

(Juszczuk *et al.*, 2004). Sin embargo, se ha demostrado que de todos estos polimorfismos, solo 5 de ellos están asociados a características relacionadas a la calidad de la carne. El marcador C-530 localizado en el exón 14, es uno de estos marcadores, este polimorfismo se manifiesta por un cambio de adenosina por guanina en la posición 530 (GTC/ATC) dando como consecuencia el cambio de aminoácido; de valina por isoleucina. El objetivo de este trabajo fue corroborar la posible asociación del polimorfismo C-530 del gene de calpaína con la especie de ganado bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para llevar a cabo el estudio se emplearon 120 muestras de tejido provenientes del músculo Tensor de la fascia lata, 60 muestras para cada especie. Inicialmente se les extrajo el DNA mediante el protocolo clásico de Sambrook y Russel de 2001. Se cuantifico la cantidad de DNA extraída y su pureza empleando un nanospectrofotometro. Los primers utilizados para la amplificación del gene de calpaína fueron los propuestos y reportados Casas *et al.* (2005). Las secuencias correspondientes a estos primers fueron: Primer F; 5'-GTGACTTTGTGCTGCGTTTCT -3', primer R; 5'- CCTTGCTGGCTAGAGACCAA-3', esperando un amplificado de 261pb. La preparación de las muestras para la reacción se llevó a cabo de acuerdo con el protocolo que precisa promega para el kit de PCR. Los amplificados obtenidos por PCR fueron sometidos a RFLP usando la enzima Ava II a 37°C por 1 1/2 hora, los patrones de corte esperados fueron los siguientes:

- Individuo con mutación A/A: 182pb, 39pb y 40pb
- Individuo sin mutación G/G: 122pb, 60pb, 40pb y 39pb
- Individuo heterocigoto G/A: 182pb, 122pb, 60, 40pb, 39pb

Para analizar los resultados obtenidos de PCR y RFLP, se realizaron geles de agarosa al 2% y geles de poliacrilamida al 8% con tinción de bromuro de Etidio.

Los resultados obtenidos fueron analizados mediante una prueba de hipótesis para independencia de datos categóricos mediante la prueba de Chi-cuadrada, con ayuda del programa estadístico STATGRAPHICS Centurion, el valor P obtenido fue de 0.4585 con un nivel de confianza del 95%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La especificidad de cada uno de los primers a emplear, tuvo que ser comprobada, confrontando estos con DNA de diferentes especies como: ave, porcino, humano y soya. Mediante este análisis se pudo comprobar, que los primers empleados son eficientes y específicos para la identificación del gen de calpaína en bovinos. La amplificación de fragmentos del gene de calpaína se realizó a fin de obtener amplificados lo suficientemente definidos para poder ser sometidos a digestión.

Análisis por RFLP: Los amplificados obtenidos por PCR fueron sometidos a digestión con la enzima Ava II. Para el caso de *Bos taurus* se detectaron 3 muestras que presentaron el polimorfismo C-530 (cambio de Adenosina por Guanina), el patrón de corte que evidencia dicho polimorfismo pudo ser apreciado como se muestra en la figura 1, en la cual se observa que en la muestra 8 se detectó el polimorfismo A por G, el cual se confirmó por el patrón de bandas correspondiente (182pb y 40pb).

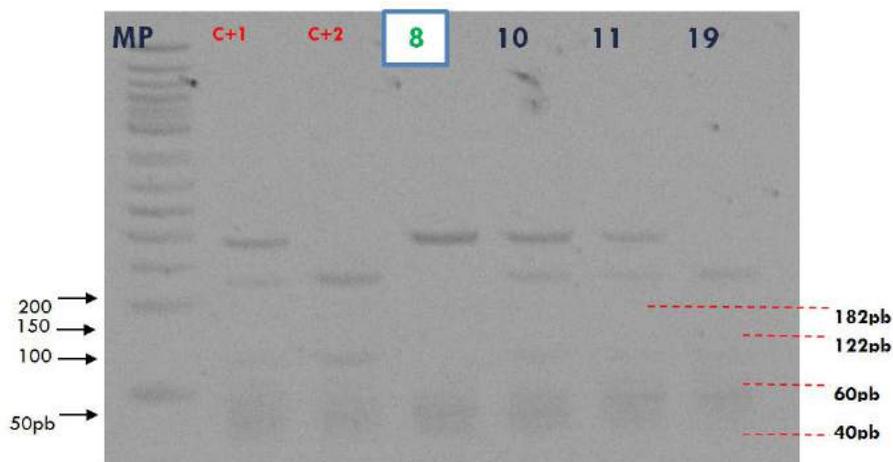


Figura 1. RFLP C-530, *Bos taurus*, 1) MP, 2) C+1, 3) C+2, 4) M8, 5) M10, 6) M11, 7) M19

En cuanto a las muestras de *Bos indicus* se detectó el polimorfismo C-530 solo en una muestra la cual se puede observar en la figura 2.

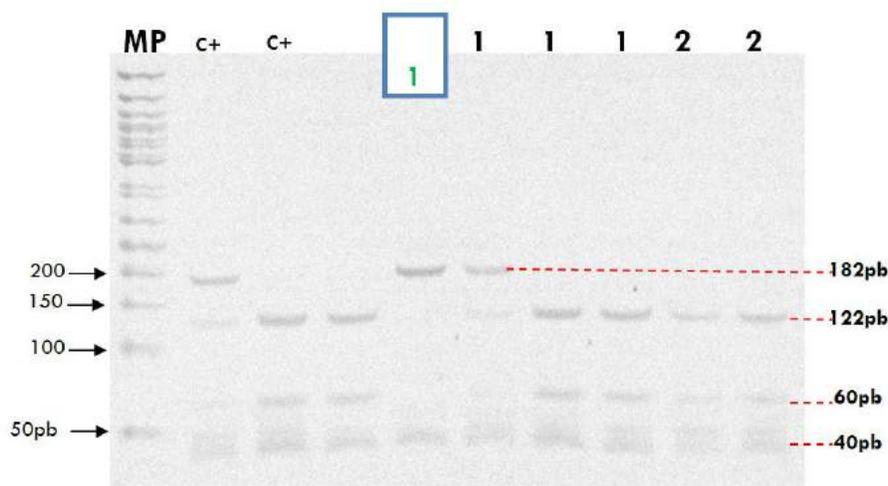


Figura 2. Análisis de RFLP C-530, *Bos indicus*, 1) MP, 2) C+1, 3) C+2, 4) M15, 5) M16, 6) M17, 7) M18, 8) M19, 9) M20, 10) M21.

Posteriormente se calcularon las frecuencias alélicas obtenidas para cada especie (cuadro 1). La selección asistida por marcadores tiene un gran potencial para mejorar rasgos de interés económico en ganado bovino. El reto actual es encontrar marcadores específicos para las diferentes especies bovinas y así poder dar un seguimiento a la heredabilidad de las características de interés y poder potencializarlas. El marcador C-530 ha sido ampliamente estudiado en ganado *Bos taurus* (Casas *et al.*, 2005) estableciendo que presenta una posible relación con la ternera de la carne, debido a que su presencia se ha detectado mayormente en este ganado del cual se obtiene carne con mayor suavidad. Sin embargo su estudio en *Bos indicus* ha sido menor, por lo que un estudio comparativo entre ambas especies y la prevalencia del polimorfismo es de importancia.

Cuadro1. Frecuencias alélicas obtenidas para cada especie.

	CALPAINA C-530			
	<i>Bos taurus</i>		<i>Bos indicus</i>	
	No. muestras	Frecuencia	No. muestras	Frecuencia
G/G (normal)	37	0.62	42	0.70
A/G o G/A	20	0.33	17	0.28
A/A (mutado)	3	0.05	1	0.02
Total	60	1.00	60	1.00

CONCLUSIÓN

El polimorfismo no presenta una relación con la especie de ganado, pero la distribución de frecuencias alélicas sí muestran diferencias. Por tanto, se presume que la presencia del marcador C-530 es ligeramente diferente entre especies. Se recomienda la ampliación del número de muestras a estudiar

REFERENCIAS

- Casas, E., White, S.N., Riley, D.G., Smith, T.P.L., Brenneman, R.A., Olson, T.A., Johnson, D.D., Coleman, S.W., Bennett, G.L., Chase, C.C. 2005. Assessment of single nucleotide polymorphisms in genes residing on chromosomes 14 and 29 for association with carcass composition traits in *Bos indicus* cattle. *Animal science*. 83:13-19.
- Goll, D.E., Thomsom, V.F., Hongqi, Li., Wei, W., Jinyang, C. 2003. The calpian system. *Physiol Rev*. 83:731-801.
- Juszczuk-Kubiak, E., Sakowski, T., Flisikowski, K., Wicinska, K., Oprzadek, J., Rosochacki, S.J. (2004) Bovine μ -calpain (CAPN1) gene: new SNP within intron 14. *Journal of applied genetics*, 45,457-460.
- Mintert, J., J.L. Lusk, T.C. Schroeder, J.A. Fox and M.Koohmaraie. 2000. Valuing beef tenderness. Department of Agricultural Economics, Kansas City University Agricultural Experiment Station and Cooperative Extension Service. Paper MF-2464 Beef Marketing. May. p.4.
- Sambrook J, Russel D, Molecular Cloning. A laboratory manual. E.U.A, Cold Spring Harbor Laboratory Press 2001.
- White, S.N., Casas, E., Wheeler, T.L., Shakelfold, S.D., Koohmaraie, M., Riley, D.G., Chase, C.C., Johnson, D.D., Keele, J.W., Smith. T.P.L. 2005. A new single nucleotide polymorphism in *CAPN1* extends the current tenderness marker test to include cattle of *Bos indicus*, *Bos taurus*, and crossbred descent. *Animal Science*. 83:2001-2008.

¿EL CONTROL DEL AMAMANTAMIENTO PUEDE ESTIMULAR EL DESARROLLO FOLICULAR POSTPARTO EN OVEJAS DE PELO?

J.A. Hernández-Marín*, C.A. Herrera-Corredor, S. Fraire-Cordero, F. Cruz-Espinoza, G. Maki-Díaz, J. Gallegos-Sánchez

Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

E-mail: joseantonio@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de determinar si el control del amamantamiento estimula la cantidad de folículos mayores de 3 mm de diámetro durante el postparto, se utilizaron 27 ovejas de pelo. A los siete días postparto los animales fueron asignados al azar a uno de dos tratamientos: T1: amamantamiento continuo (AC; n=9), las ovejas permanecieron 24 h d⁻¹ con sus crías; T2: amamantamiento controlado (Ac, n=8), los corderos recibieron amamantamiento durante 60 min d⁻¹; y T3: un grupo de ovejas no gestantes sin cría como testigo (NG, n=10). Se cuantificaron los folículos según el diámetro (2-3 mm y 4-5 mm) y los cuerpos lúteos por medio de ultrasonografía transrectal a tiempo real, y se registró el peso corporal de los corderos hasta el destete (63 d). Las ovejas con AC presentaron mayor número de folículos de 2-3 mm de diámetro (P<0.05), mientras que los de 4-5 mm fueron mayores en las ovejas con Ac (P<0.05). La modalidad de amamantamiento no influyó en el cambio de peso de los corderos (P>0.05). El amamantamiento controlado (60 min d⁻¹), estimula el desarrollo folicular (4-5 mm) postparto más pronto que el amamantamiento continuo, sin afectar el desarrollo del cordero.

Palabras clave: Pelibuey, folículo, tasa ovulatoria, ultrasonografía.

INTRODUCCIÓN

El manejo del amamantamiento puede ser utilizado para inducir el restablecimiento de la actividad ovárica postparto en la oveja de pelo (Morales-Terán *et al.*, 2004; 2011). El objetivo del presente estudio fue determinar si el control del amamantamiento desde los siete días postparto estimula el desarrollo de folículos mayores de 3 mm de diámetro, bajo el supuesto de que las ovejas con amamantamiento controlado iniciarán más pronto el restablecimiento de la actividad ovárica postparto.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de abril a julio en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, localizado a 19°29' N y 98° 53' O, a una altitud de 2250 msnm. El clima se describe como tipo Cb (wo) (w) (i') g, que corresponde a templado subhúmedo con lluvias en verano, precipitación y temperatura promedio anual de 636.5 mm y 15.2°C (García, 2004). Se utilizaron 27 ovejas de pelo de 4.0 ± 1.5 años de edad, de partos simples. A los siete días postparto (PP), los animales fueron asignados aleatoriamente a uno de dos tratamientos T1: amamantamiento continuo (AC; n=9 ovejas y 9 corderos), donde los corderos permanecieron junto con sus madres hasta el destete; T2: amamantamiento controlado (Ac, n=8 ovejas y 8 corderos), donde los corderos solo recibieron amamantamiento durante 60 min d⁻¹ por la tarde (16:00 h) y después permanecieron separados de sus madres, y T3: ovejas no gestantes sin cría (NG; n=10), como grupo testigo, para comparar el

desarrollo folicular que ocurre durante el PP y un ciclo estral normal. Todas las ovejas fueron alimentadas con forraje de avena *ad libitum*, 500 g oveja d^{-1} de alimento concentrado (15% de proteína) y sales minerales. Los corderos recibieron alimento tipo propelet *ad libitum* (<28% de proteína). A partir de los 12 d PP, se registró cada semana, la cantidad de folículos según su diámetro: chicos (2-3 mm), grandes (4-5 mm) y el número de cuerpos lúteos (CL) empleando un transductor de 7.0 Mhz integrado a un equipo de ultrasonografía de tiempo real (Sonovet 600, Medison); y el peso vivo de los corderos con AC y Ac. El destete se realizó a los 63 d. La cantidad de folículos chicos, grandes y CL se analizaron por medio del procedimiento GENMOD (SAS, 2010), donde se consideró el efecto de la interacción PP*T, en un diseño completamente al azar. El cambio de peso vivo se comparó con un análisis de covarianza por medio de mediciones repetidas, utilizando el procedimiento MIXED (SAS, 2010), donde la covariable fue el peso al nacimiento. Los resultados fueron representados gráficamente mediante SigmaPlot (Jandel Corporation, 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructuras ováricas

Las ovejas con AC presentaron mayor número de folículos de 2-3 mm de diámetro y la interacción PP*T tuvo efecto a los 12 y 26 d ($P<0.05$). El número de folículos de 4-5 mm de diámetro fue mayor en las ovejas con Ac y la interacción PP*T se observó a los 19 d ($P<0.05$, Figura 1).

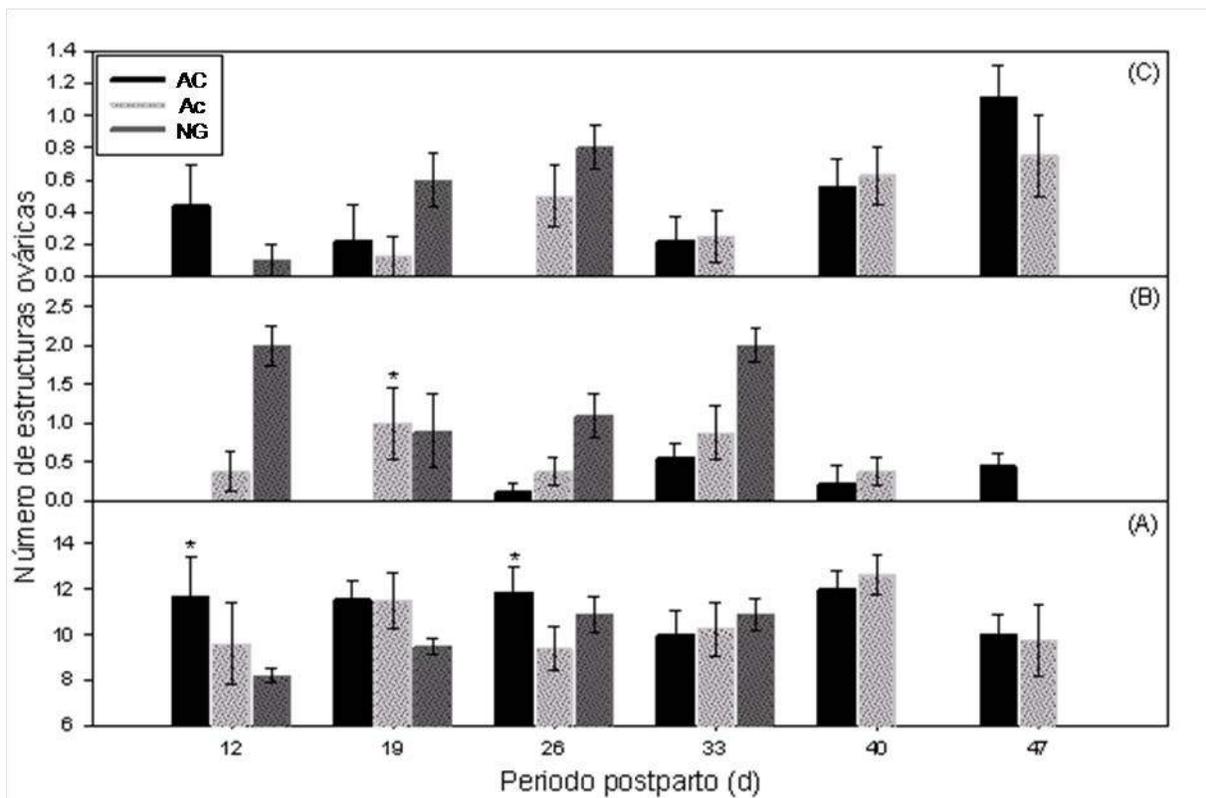


Figura 1. Folículos chicos (A), folículos grandes (B) y cuerpos lúteos (C), según tratamientos (AC: Amamantamiento continuo; Ac: Amamantamiento controlado; NG: Grupo testigo; *: $P<0.05$; Media \pm Error estándar).

Las ovejas adultas durante el periodo postparto están sujetas a fuertes estímulos negativos que no permiten el reinicio de la actividad reproductiva después del parto. Uno de los factores que prolongan el intervalo parto primera ovulación es el amamantamiento (Morales-Terán *et al.*, 2004, 2011). Así, Franco-Guerra *et al.* (2012) mencionaron que el Ac y el destete precoz (DP, donde las ovejas se separaron de sus crías desde los siete d PP) mejoraron la eficiencia reproductiva PP de ovejas Pelibuey respecto a las de AC. Sin embargo, la población folicular es muy sensible a la incorporación de nutrientes, por lo que la foliculogénesis y la tasa ovulatoria pueden ser incrementadas por medio de la nutrición (Martin *et al.*, 2004). En este sentido, los resultados del presente estudio difieren con lo reportado por Herrera-Corredor *et al.* (2010) quienes encontraron que el número de folículos de 2-3 mm de diámetro disminuyó por el efecto del suplemento del aceite de soya en la dieta, comparativamente con el concentrado comercial que recibieron ovejas de pelo; sin embargo, no afectó el número de folículos de 4-5 mm de diámetro. Por otro lado, no se encontraron diferencias en el número de CL entre tratamientos ($P>0.05$; Figura 1). Las ovejas NG presentaron una actividad ovárica característica de un ciclo estral normal, con lo que se comparó el desarrollo folicular PP y la tasa ovulatoria que mostraron las ovejas con AC y Ac. Se ha observado que el control del amamantamiento mejora la eficiencia reproductiva PP en ovejas Pelibuey (Morales-Terán *et al.*, 2011) debido a que retrasa la secreción pulsátil de hormona luteinizante (LH) y por lo tanto, la ocurrencia de la primera descarga preovulatoria de LH PP (Campbell, 2009).

Cambio de peso en corderos

No se encontraron diferencias ($P>0.05$) en el peso de los corderos con AC y Ac (Figura 2).

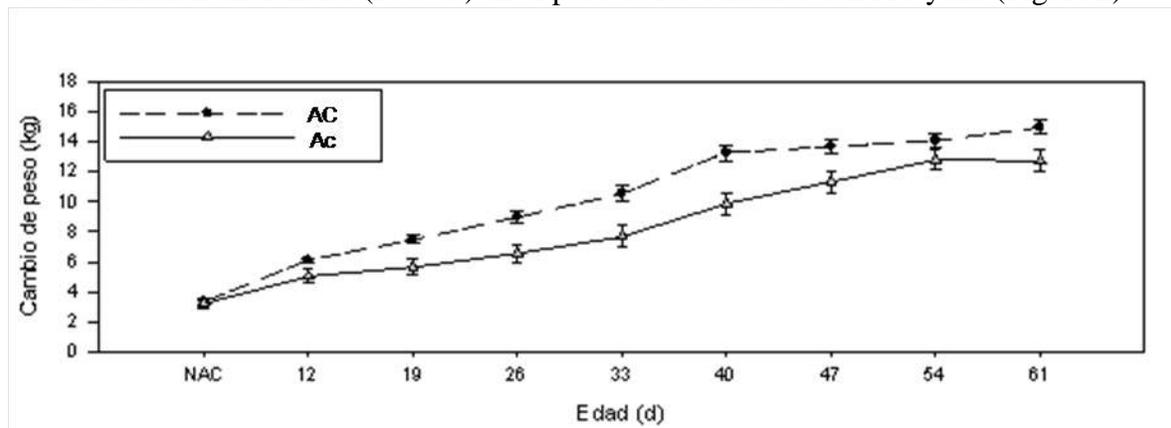


Figura 2. Cambio de peso corporal para corderos con diferente tipo de amamantamiento (NAC: Peso al nacimiento, Media \pm Error estándar).

Los resultados del presente estudio coinciden con lo reportado por Morales-Terán *et al.* (2011) quienes no encontraron diferencias en el peso corporal de corderos con AC y amamantamiento controlado, pero difiere con lo publicado por Pérez-Hernández *et al.* (2009) quienes mencionaron que se mejora el desarrollo de los corderos y el reinicio de la actividad reproductiva de las ovejas al controlar el amamantamiento durante los primeros tres meses PP. Aunque Franco-Guerra *et al.* (2012) reportaron que el peso a las ocho semanas de edad de los corderos Pelibuey con AC y Ac fue mayor que con DP (16.8, 16.5 y 11.9, respectivamente). Los resultados del presente estudio pueden atribuirse a que los corderos con Ac comenzaron el consumo temprano de alimento, no obstante, los de AC tuvieron la ventaja del consumo diario de leche más el alimento concentrado.

CONCLUSIÓN

El amamantamiento controlado durante 60 min al día, estimula una mayor tasa de crecimiento folicular (4-5 mm) postparto en la oveja de pelo y no afecta el cambio de peso de los corderos.

AGRADECIMIENTOS

Este proyecto fue financiado por el Colegio de Postgraduados a través del Fideicomiso No. 167304/2010, la LPI-5 y el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa).

REFERENCIAS

- Campbell, B. K. 2009. The endocrine and local control of ovarian follicle development in the ewe. *Animal Reproduction*. 6: 159-171.
- Franco-Guerra, F. J., Hernández, J.E., Villareal-Espinobarros, O. A., Quiroz-Ruíz, C., Gallegos-Sánchez, J., y Camacho-Ronquillo, J. C. 2012. Nota técnica: Variables productivas de corderos y ovejas Pelibuey inducidas al estro con hormonas exógenas y diferentes tipos de amamantamiento. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 20(1-2): 47-53.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 5ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 p.
- Herrera-Corredor, A., Salazar-Ortiz, J., Morales-Terán, G., Pro-Martínez, A., y Gallegos-Sánchez, J. 2010. Efecto del aceite de soya en la dieta y la condición corporal sobre la población folicular y tasa ovulatoria de ovejas Pelibuey en dos épocas reproductivas. *Universidad y Ciencia, Trópico Húmedo*. 26(2): 205-210.
- Jandel Corporation. 2008. Sigma Plot for Windows Version 11.0. San Rafael, C.A., U.S.A.
- Martin, G. B., Milton, J.T.B., Davidson, R.H., Banchemo Hunzicker, G.E., Lindsay, D.R., and Blache, D. 2004. Natural methods for increasing reproductive efficiency in small ruminants. *Animal Reproduction Science*. 82-83: 231-246.
- Morales-Terán, G., Pro-Martínez, A. Figueroa-Sandoval, B., Sánchez-del-Real, C., y Gallegos-Sánchez, J. 2004. Amamantamiento continuo o restringido y su relación con la duración del anestro postparto en ovejas Pelibuey. *Agrociencia*. 38(2):165-171.
- Morales-Terán, G., Herrera-Corredor, C. A., Pérez-Hernández, P., Salazar-Ortiz, J., and Gallegos-Sánchez, J. 2011. Influence of controlled suckling and the male effect on the resumption of postpartum ovarian activity in Pelibuey sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 13(3): 493-500.
- Pérez-Hernández, P., Hernández-Valdés, V. M., Figueroa-Sandoval, B., Torres-Hernández, G., Díaz-Rivera, P., y Gallegos-Sánchez, J. 2009. Efecto del tipo de amamantamiento en la actividad ovárica postparto de ovejas Pelibuey y tasas de crecimiento de corderos en los primeros 90 días. *Revista Científica, FCV-LUZ*. 12(4):343-349.
- SAS, Institute Inc. 2010. SAS user's Guide Statistics, version 9.3 (TS1MO). SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

LA NUTRICIÓN PRENATAL Y SU EFECTO EN LAS CARACTERÍSTICAS REPRODUCTIVAS DE MACHOS PELIBUEY

J.A. Hernández-Marín*, T. Arellano-Lezama, C. A. Herrera-Corredor, C. Cortez-Romero, J. Gallegos-Sánchez

Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.

E-mail: joseantonio@colpos.mx

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar las variables desarrollo testicular y las características del semen de machos Pelibuey, nacidos de ovejas con diferente alimentación durante la gestación (G), se utilizaron 56 ovejas adultas Pelibuey alimentadas durante los primeros 100 d G con pastoreo (P, n=28) y (S, n=28) P+500 g oveja⁻¹ d⁻¹ de concentrado nutricional (CN, 18% de proteína). A partir del día 100 de G, el grupo S se subdividió en los tratamientos: T1 (n=14, se eliminó CN), y T3 (n=14, continuó como P+CN); mientras que el grupo P, se subdividió en: T2 (n=14, se agregó CN), y T4 (n=14, continuó como P). Después del parto, 22 machos fueron seleccionados de los diferentes tratamientos. Se concluye que el desarrollo testicular y las características del semen no fueron afectadas (P>0.05) por la alimentación durante la gestación, pero si (P<0.05) por el efecto del periodo en el que se evaluaron.

Palabras clave: Espermatogénesis, nutrición, semen, testículo.

INTRODUCCIÓN

La nutrición de la oveja durante la gestación es importante para el desarrollo y crecimiento del feto (Cal-Pereyra *et al.*, 2011). Existe información que estudia la relación entre los factores ambientales y fisiológicos que participan en la disminución de la actividad reproductiva del carnero Pelibuey (Martínez *et al.*, 2012), y que la alimentación influye en los parámetros reproductivos del macho en época reproductiva (Kheradmand *et al.*, 2006). Sin embargo, se han reportado estudios que evalúan el efecto de la nutrición durante la gestación y sólo relacionan los problemas nutrimentales con tamaño y peso de los corderos al nacimiento (Rhind, 2004) o de las ovejas y sus crías hasta el destete (Boscaro de Castro *et al.*, 2012) pero no a la pubertad. Por lo anterior, se planteó la hipótesis de que la nutrición de la oveja Pelibuey durante la gestación, afecta el futuro desarrollo reproductivo de sus crías, así el objetivo fue evaluar el desarrollo testicular y las características del semen de machos Pelibuey, nacidos de ovejas con diferente alimentación durante la preñez.

MATERIALES Y MÉTODOS El estudio se realizó de septiembre a marzo en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) del Colegio de Postgraduados, localizado a 19°29' N y 98°53' O, a una altitud de 2250 m, con clima templado sub-húmedo y una precipitación media anual de 636.5 mm (García, 2004). Se utilizaron 56 ovejas adultas Pelibuey de 41.3±4.7 kg de peso. Las cuales fueron asignadas al azar a una de dos modalidades de alimentación durante los primeros 100 d de G. Las ovejas pastaron en praderas de *Paspalum* spp., *Cynodon plectostachyus* y *Panicum máximum*, con sistema de rotación clasificadas en el Grupo 1 (P; n=28): con pastoreo (P), y Grupo 2 (S; n=28): con P+500 g d⁻¹ oveja⁻¹ de concentrado

comercial (CN, con 18% de proteína). A los 100 d de G, las ovejas de S fueron asignadas a los siguientes tratamientos: T1 (n=14): P-500 g d⁻¹ oveja⁻¹ de CN, y T3 (n=14): continuó como P+500 g d⁻¹ oveja⁻¹ de CN; mientras que para el grupo P, los tratamientos fueron: T2 (n=14): P+500 g d⁻¹ oveja⁻¹ de CN, y T4 (n=14): continuó como P. Se seleccionaron 22 corderos provenientes de partos simples y se asignaron al azar a los mismos tratamientos de sus madres: T1 (n=7), T2 (n=4), T3 (n=7) y T4 (n=4). A los 155±17 d postparto (PP), las variables: características testiculares y calidad del semen fueron evaluadas. Se registró el peso y se midió el diámetro testicular cada siete días durante octubre a mayo. El diámetro de ambos testículos (DAT) se midió con una cinta métrica metálica, y los diámetros del testículo derecho (DD) e izquierdo (DI), longitud del testículo derecho (LD) e izquierdo (LI), se midieron con una cinta métrica de tela, donde LD y LI incluyeron la región del epidídimo. El semen se recolectó cada 10 d con un electroeyaculador durante marzo a mayo y se evaluó: motilidad espermática (MME), cantidad de espermatozoides vivos (EV), muertos (EM), normales (EN) y anormales (EA). Los datos fueron registrados en una hoja de cálculo Excel® y el análisis estadístico se realizó con el procedimiento de modelos lineales generalizados (GLM; SAS, 2010). Se estimó la relación entre el peso del carnero y las características testiculares con el coeficiente de correlación de Pearson mediante el procedimiento PROC CORR, y para el ANOVA, con la función LSMEANS; donde se consideró el efecto de: tratamiento, periodo de evaluación de las variables (periodo) y la interacción periodo*tratamiento, con un valor de alfa de 0.05 (SAS, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Desarrollo testicular

Las características del desarrollo testicular no fueron afectadas por la modalidad de alimentación durante la gestación de las ovejas (P>0.05, Cuadro 1); tampoco se observó diferencia en la interacción periodo*tratamiento (P>0.05). Sin embargo, el efecto del periodo si influyó (P<0.05).

Cuadro 1. Medias de mínimos cuadrados para las características del desarrollo testicular.

Tratamientos	DAT	DD	DI	LD	LI
T1	26.4±17.0	13.4±9.3	13.2±9.1	12.0±11.2	12.6±10.4
T2	27.5±17.0	14.0±9.3	13.7±9.1	12.9±11.2	13.5±10.4
T3	28.1±22.6	14.1±12.3	14.3±12.1	12.6±14.9	13.5±13.7
T4	26.2±22.6	13.4±12.3	13.0±12.1	11.8±14.9	12.2±13.7
Media ± D.E.	27.09±1.61	13.80±0.90	13.60±0.95	12.40±1.94	13.03±1.12

(Media ± D.E.: Media ± desviación estándar).

La alimentación postnatal del cordero es más importante que la ofrecida a la oveja durante la gestación para observar un mayor desarrollo testicular (Boscaro de Castro *et al.*, 2012). Así Martínez *et al.* (2012) reportaron un aumento en la circunferencia escrotal de 23, 22 y 21 cm, en carneros Pelibuey bajo condiciones de P rotacional intensivo más suplemento de CN (15% PC) que aquellos que no lo consumieron, en diferentes época del año. Por lo tanto, los carneros que consumen una dieta base de concentrado presentan mayor crecimiento gonadal, sin embargo, en este estudio no se observó este efecto. Por otro lado, se encontró una correlación positiva entre las características del desarrollo testicular y el peso corporal (Cuadro 2). La correlación entre peso corporal con diámetro testicular y longitud del testículo observado en este y otros estudios (Emsen y Davis, 2004) apoyan la sugerencia de que el tamaño testicular se puede utilizar como un predictor de la edad a la pubertad y la capacidad reproductiva de los carneros (Ridler *et al.*,

2012), pues conforme avanza la edad a la madurez sexual, se incrementa el diámetro testicular de los ovinos (Jiménez-Severiano *et al.*, 2010).

Cuadro 2. Correlación entre las características del desarrollo testicular y el peso corporal de machos Pelibuey.

	PC	LI	LD	DI	DD
DAT	0.85*	0.81*	0.76*	0.93*	0.95*
DD	0.82*	0.76*	0.71*	0.87*	
DI	0.77*	0.76*	0.66*		
LD	0.64*	0.90*			
LI	0.68*				

(PC: Peso corporal, *: P<0.0001).

Calidad del semen

Las características de la calidad del semen MME, EV y EM fueron afectadas por el efecto del periodo (P<0.001). Sin embargo, no se observó el efecto del tratamiento (Cuadro 3) ni de la interacción periodo*tratamiento (P>0.05).

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados para las características de la calidad del semen.

Tratamientos	MME	EV	EM	EA	EN
T1	51.9±4.0	84.4±1.0	15.4±1.3	2.6±0.3	97.3±0.3
T2	71.4±4.0	88.6±1.0	11.1±1.3	1.4±0.3	98.5±0.3
T3	64.6±5.4	87.8±1.4	15.2±1.8	2.8±0.5	97.1±0.5
T4	67.3±5.4	87.1±1.4	13.0±1.8	1.4±0.5	98.5±0.5
Media ± D.E.	63.2 ± 26.9	86.9 ± 6.8	13.7 ± 9.2	2.0 ± 2.0	97.9 ± 2.4

(Media±D.E.: Media ± desviación estándar).

Fourie *et al.* (2004) reportaron 80.5±2.3% de MME en los animales con manejo extensivo, valor que supera el 63.2±6.9% de MME promedio registrado en este estudio.

Al ofrecer una dieta con altos niveles de energía y proteína, los carneros durante la pubertad presentan mejor desarrollo reproductivo y se observa en las características del semen (Kheradmand *et al.*, 2006). Sin embargo, estos autores no encontraron diferencias (P>0.05) en EV al comparar la dieta ofrecida a cada carnero: 86.12±1.24% vs 86.64±0.91% (grupo testigo vs grupo con dieta mejorada). Lo que coincide con el 86.9±6.8% promedio de EV del presente estudio, que no fue diferente entre tratamientos (P>0.05). Los resultados sugieren que el efecto de la alimentación durante la gestación de las ovejas no repercute en las características seminales de las crías macho, ni durante su desarrollo con diferente ración alimenticia, pero existen factores ambientales como la variación estacional, donde el fotoperiodo puede afectar algunas características de la calidad del semen (Aguirre *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

La modalidad de alimentación durante el último tercio de gestación no afecta el desarrollo testicular ni las características del semen de carneros Pelibuey.

AGRADECIMIENTOS

Proyecto financiado por el Colegio de Postgraduados a través del Fideicomiso No. 167304/2010, la LPI-11 y el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa).

REFERENCIAS

- Aguirre, V., A. Orihuela, and R. Vázquez. 2007. Seasonal variations in sexual behavior, testosterone, testicular size and semen characteristics, as affected by social dominance, of tropical hair rams (*Ovis aries*). *Animal Science Journal*. 78: 417-423.
- Boscaro de Castro, F. A., E. L. de Azambuja Ribeiro, I. Yurika Mizubuti, L. D. Ferreira da Silva, M. A. Alves de Freitas Barbosa, C. Leandro de Sousa, F. H. Pereira da Paiva, and N. Albieri Koritiaki. 2012. Influence of pre and postnatal energy restriction on the productive performance of ewes and lambs. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 41(4): 951-958.
- Cal-Pereyra, L., A. Benech, S. Da Silva, A. Martín, J.R. González-Montaña. 2011. Metabolismo energético en ovejas gestantes esquiladas y no esquiladas sometidas a dos planos nutricionales. Efecto de las reservas energéticas de sus corderos. *Arch. Med. Vet.* 43: 277-285.
- Emsen, E., and M. E. Davis. 2004. Canonical correlation analysis of testicular and body measurements of Awassi ram lambs. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 3(12): 842-845.
- Fourie, P.J., L. M. Schwalbach, F. W. C. Naser, C. Van der Westhuizen. 2004. Scrotal, testicular and semen characteristics of young Dorper rams managed under intensive and extensive conditions. *Small Ruminant Research*. 54: 53-59.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 5ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 p.
- Jiménez-Severiano, H., M. L. Reynoso, S. I. Román-Ponce, and V. M. Robledo. 2010. Evaluation of mathematical models to describe testicular growth in Blackbelly ram lambs. *Theriogenology*. 74: 1107-1114.
- Kheradmand, A., H. Babaei, and R. A. Batavani. 2006. *Veterinarski Arhiv*. 76(4): 333-341.
- Martínez, J.M., B. Domínguez, M. Barrientos, R. Canseco, E. Ortega and C. Lamothe. 2011. Biometry and testicular growth influenced by nutrition on prepuberal Pelibuey lambs. *Online Journal of Animal and Feed Research*. 2: 314-321.
- Rhind, S. M. 2004. Effects of maternal nutrition on fetal and neonatal reproductive development and function. *Animal Reproduction Science*. 82-83: 169-181.
- Ridler, A. I., S. L. Smith, and D. M. West. 2012. Ram and buck management. *Animal Reproduction Science*. 130: 180-183.
- SAS, Institute Inc. 2010. SAS User's Guide Statistics, version 9.3 (TS1MO). SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.

FACTORES QUE AFECTAN LA CAÍDA DEL TAMAÑO DE CAMADA AL SEGUNDO PARTO EN CERDAS, EN LA PIEDAD MICHOACÁN, MÉXICO

J. Segura Correa, J. Herrera-Camacho, R.E. Pérez Sánchez, E. Gutiérrez Vázquez, R.C. Montes Pérez, R. Aké-López

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. Mérida, Yucatán. Instituto de investigaciones Agropecuarias y Forestales, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, km 9.5 carretera Morelia-Zinapécuaro, Tarimbaro, Michoacán.
E-mail: jose.segura52@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto de algunos factores ambientales y de grupo racial sobre la caída del tamaño de camada al segundo parto en cerdas de una granja comercial en La Piedad Michoacán, México. Se utilizaron datos de 6,809 cerdas, los cuales se analizaron mediante un modelo de regresión logística binomial. El modelo incluyó los efectos del año de parto (1999-2008), época de parto (primavera, verano, otoño, invierno), grupo racial (PIC, Yorkshire, 3/4Hampshire x Yorkshire), intervalo parto-servicio (<27, 27-30, 31-39, >39 días) y el número de cerdos nacidos vivos al primer parto (<7, 7-8, 9-10, >10). Cuarenta y ocho por ciento de las cerdas presentaron el síndrome. Se encontraron efectos significativos ($P < 0.05$) del año de parto, época de parto, intervalo parto-servicio y cerdos nacidos vivos al primer parto sobre el tamaño de la camada al segundo parto, pero no de grupo racial ($P > 0.05$). El riesgo de disminución del tamaño de camada fue mayor en los últimos años (2004-2008) y en las épocas de verano e invierno. Cerdas con más de 39 días de intervalo parto-servicio tuvieron un menor riesgo de una caída en el tamaño de la camada al segundo parto. Cerdas con camadas grandes al primer parto tuvieron mayor riesgo de camadas de tamaño menor al segundo parto.

Palabras clave: síndrome de la segunda camada, grupo racial, intervalo servicio al parto, lechones.

INTRODUCCIÓN

Las cerdas primerizas tienen mayores intervalos destete-estro y bajas tasas de preñez después del servicio. Otro problema asociado con las cerdas de primer parto es el síndrome de la caída de la segunda camada, esto significa que el número de lechones en la segunda camada de las cerdas es menor o similar a la primera camada (Morrow *et al.*, 1992), lo que influencia negativamente la eficiencia reproductiva de cerdas de segundo parto y por lo tanto la productividad de la granja. Morrow *et al.* (1992) notifican que el 40% de los hatos en los Estados Unidos de América presentan el síndrome de la segunda camada, muy probablemente debido a una baja tasa de ovulación o un aumento de la mortalidad embrionaria. Los tamaños de camada al parto y el número de lechones destetados han aumentado en la última década, debido a la mejora genética, por lo que las demandas metabólicas en cerdas primerizas han aumentado, no así la ingesta de alimento. Además, como resultado de la selección, los intervalos destete-estro se han reducido y más cerdas entran en estro 4-5 días después del destete. Este corto periodo no es suficiente para que las cerdas se recuperen de las elevadas pérdidas de peso en la lactancia. Por lo tanto, la mayor pérdida de peso y el corto intervalo de destete-estro pueden influir negativamente en el desarrollo del folículo y el ovocito y/o la supervivencia embrionaria, lo que afecta el tamaño de la

camada al segundo parto. El tamaño del hato, época y tamaño de la camada al primer parto se han reportado como factores de riesgo para el síndrome de la segunda camada (Morrow *et al.* 1992, Boulot *et al.*, 2013). En México, no se conoce la frecuencia y los factores que influyen en la caída del tamaño de la camada al segundo parto. Los objetivos de este estudio fueron estimar la frecuencia de las cerdas con el síndrome de la segunda camada y determinar el efecto de algunos factores ambientales y de grupo racial en una granja comercial en La Piedad, Michoacán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó la información de 1999 a 2008 de la base de datos de una granja de tres sitios con aproximadamente 2,400 cerdas en La Piedad, Michoacán México. Las cerdas de la granja pertenecían a los grupos raciales PIC, Yorkshire and HY3/4, y se vacunaron contra las enfermedades comunes de la región. Las cerdas se reprodujeron principalmente por monta natural. Según su etapa reproductiva las cerdas se alimentaron con 2,5 kg/día a 3.5 kg/día de un alimento comercial. Las cerdas se detectaron en estro dos veces al día usando un verraco maduro. Se utilizaron los registros de 6,809 cerdas, los cuales se dividieron en dos grupos: cerdas con camadas similares o con al menos 1 lechón menos y aquellas con un aumento del tamaño de camada (al menos 1 lechón más). Los factores de riesgo fueron: año de parto (1999-2008), época de parto (primavera, verano, otoño, invierno), grupo racial de la cerda (PIC, Yorkshire, HY3/4), intervalo parto- servicio (<27, 27-30, 31-39, >39) y número de lechones nacidos vivos (<7, 7-8, 9-10, >10).

Los datos de caída del tamaño de la camada se analizaron mediante un modelo de regresión logística binomial. El modelo incluyó el efecto del año de parto, época de parto, grupo racial, intervalo parto-servicio y el número de cerdos nacidos vivos al primer parto. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa SAS (SAS 2008).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aproximadamente 48% de las cerdas de primer parto mostraron el síndrome de la segunda camada. Este valor es ligeramente inferior al 49.5% reportado por Saito *et al.* (2010) en 106 granjas en Japón. Esto sugiere que un mejor manejo y cuidado para las cerdas del primer parto con el fin de mejorar la eficiencia y la rentabilidad de la granja. Un periodo más largo de descanso después del destete, es decir, después del primer servicio, puede reducir el síndrome de la caída de la segunda camada, pero podría incrementar el número promedio de días no productivos de la cerda. La caída en el tamaño de camada al segundo parto, en este estudio, está dentro del rango de reportes en diferentes países, donde del 40 a 60% de las cerdas de segundo parto lo muestran (Saito *et al.*, 2010).

El año de parto tuvo efecto sobre el síndrome de la caída de la segunda camada; sin embargo, es un factor complejo de poco valor práctico; su efecto probablemente esté asociado a prácticas de manejo y decisiones del productor. El mayor riesgo de la caída en el tamaño de camada al segundo parto para cerdas lactantes en el verano y otoño puede ser atribuido al posible efecto de las altas temperaturas que se presentan en las granjas en comparación con las temperaturas más confortables en primavera e invierno (Tabla 1). El efecto de la época sobre el síndrome de la caída de la segunda camada ha sido reportado por Boulot *et al.* (2013) en Francia. El efecto de grupo racial no fue significativo ($P < 0.05$) lo que sugiere que las cerdas de los grupos raciales aquí estudiados fueron afectadas de manera similar. Morrow *et al.* (1992) encontraron que 6 de los 13 grupos raciales estudiados mostraron el síndrome de la segunda camada.

Cuadro 1. Factores asociados con la caída de la segunda camada en una granja comercial de cerdos en Michoacán, México, usando un modelo logístico binomial.

Factor	N	Estimadores	Error estándar	Razón de momios	Límites de confianza 95%
Año de parto					
1999	809	0.0265	0.0934	0.785	0.624, 0.988
2000	770	-0.0379	0.0861	0.736	0.590, 0.917
2001	802	0.00731	0.0840	0.770	0.612, 0.968
2002	528	-0.2632	0.0994	0.587	0.454, 0.759
2003	269	-0.5895	0.1456	0.424	0.299, 0.602
2004	365	0.0677	0.1199	0.818	0.607, 1.102
2005	398	0.2765	0.1099	1.008	0.769, 1.319
2006	624	0.0793	0.0966	0.827	0.647, 1.057
2007	1095	0.1642	0.0747	0.901	0.740, 1.095
2008	1149	0		1	
Época de parto					
Primavera	1842	-0.0879	0.0499	1.029	0.879, 1.206
Verano	1535	0.0709	0.0516	1.206	1.024, 1.421
Otoño	1660	0.1338	0.0521	1.285	1.089, 1.516
Invierno	1772	0		1	
Genotipo					
PIC	3509	0.00827	0.0449	1.041	0.880, 1.232
Yorkshire	2178	0.0237	0.0506	1.057	0.878, 1.273
Hampshire x Yorkshire 3/4	1122	0		1	
Intervalo parto-servicio					
<27	1958	0.0304	0.0528	1.368	1.156, 1.619
27-30	1719	0.1411	0.0501	1.528	1.292, 1.807
31-39	1503	0.1115	0.0506	1.484	1.253, 1.757
>39	1629	0		1	
Número de cerdos nacidos vivos					
<7	1810	-1.7908	0.0669	0.024	0.019, 0.030
7-8	1761	-0.4459	0.0512	0.090	0.074, 0.111
9-10	2394	0.2785	0.0453	0.186	0.154, 0.226
>10	844	0		1	

Los mayores intervalos parto-servicio (> 39 días) tuvieron menos riesgo de caída de tamaño de la camada en comparación con intervalos parto-servicio más cortos. Morrows *et al.* (1992) menciona que la demora en la crianza de las cerdas primíparas después del destete se asocia con un incremento en el número de lechones nacidos vivos en su segundo parto. Además, algunos autores reportan que cuando el intervalo destete-estro es mayor de 11 días, y las cerdas quedan preñadas el tamaño de la camada es menor en el siguiente parto (Morrow *et al.*, 1992). Morrow *et al.* (1992) y Boulot *et al.* (2013) informaron que el tamaño de la primera camada fue el principal determinante del síndrome de la caída del tamaño de camada. Esto se explica parcialmente, por el hecho de que, como resultado de la mejora genética, las cerdas comerciales tienen una alta prolificidad que se expresa a partir del primer parto; y, como consecuencia, muestran un aumento en el intervalo destete-estro y una reducción en el tamaño de la camada en el segundo parto, debido a una baja tasa de ovulación y un aumento de la mortalidad embrionaria causada por la pérdida de peso durante la lactancia (Whittemore 1996). Además, las hembras primerizas que no han terminado de crecer, y son más susceptibles a la pérdida de peso durante la lactación (Whittemore 1996).

CONCLUSIÓN

Las cerdas con primer parto en verano u otoño y con intervalos parto servicio cortos tuvieron mayor probabilidad de una reducción en el tamaño de camada de su segundo parto. Asimismo, camadas muy grandes al primer parto aumentaron los momios del síndrome de la caída del segundo parto.

REFERENCIAS

- Boulot S., Despres Y., Badouard B, Sallé E. 2013. Le «syndrome de 2eme portée» dans le élevages français: prévalence de différents profils et facteurs de risque. Journées Recherche Porcine 45:79-80.r
- Morrow, W.E.M., Leman, A.D., Wiliamson, N.B., Morrison, R.B., Robinson, R.A. 1992. An epidemiological investigation of reduced second-litter size in swine. Preventive Veterinary Medicine 12:15-26.
- Saito H., Sasaki Y., Hoshino Y., koketsu Y. 2010. The occurrence of decreased numbers of pigs born alive in parity 2 sows does not negatively affect herd productivity in Japan. Livestock Science 128: 189-192.
- Statistical Analysis System (SAS), 2002. SAS/STAT User´s Guide, Version 9.1), (SAS Institute Inc, North Carolina).
- Whittmore, C.T. 1996. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. Livestock Production Science 46:65-83.

CARACTERÍSTICAS SEMINALES DE TOROS CRIOLLO LECHERO TROPICAL

R.J. Villatoro-Salinas¹, A. Rosendo-Ponce², R. Canseco-Sedano³, C. Cortez-Romero⁴,
G. Torres-Hernández¹, C. M. Becerril-Pérez^{1*}

¹Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Carr. Fed. México-Texcoco, km 36.5, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. ²Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados, Carr. Fed. Xalapa-Veracruz, km 88.5, 94251 Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.

³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Miguel Ángel de Quevedo s/n Esq. Yáñez, 91710 Veracruz, Veracruz, México. ⁴Campus San Luis, Colegio de Postgraduados, Iturbide No.73, 78600 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México

*E-mail: color@colpos.mx

RESUMEN

Se desconocen las características del semen de toros Criollo Lechero Tropical (CLT) y se requieren para producir dosis de semen y sementales. El objetivo del presente estudio fue caracterizar el semen de sementales CLT en dos épocas del año, fresca (enero) y calurosa (mayo) en la región central de Veracruz. Se utilizaron 70 muestras de semen provenientes de siete sementales de 25.6±1.68 meses y 319.14±6.24 kg. Se recolectaron cinco muestras de semen por semental en períodos de 4 d cada una y en cada época del año. Las variables de respuesta se analizaron utilizando los procedimientos MIXED y GLIMMIX del SAS. No hubo diferencias significativas ($p>0.05$) entre épocas para volumen de eyaculado y espermatozoides vivos, con media y porcentaje estimados superiores de 4.0, 80.0 y 82.0 %, para ambas épocas; en la época calurosa la concentración espermática $1196.6\pm 77.8 \times 10^6 \text{ mL}^{-1}$ ($p\leq 0.004$), la movilidad individual 75.7 ± 5.4 % ($p\leq 0.066$) y los espermatozoides normales 80.8 ± 1.5 % ($p\leq 0.014$) y fueron mayores que en la época fresca. No se presentaron efectos detrimentales de época en el semen de los toros CLT.

Palabras clave: *bovino criollo, climas cálidos, Veracruz.*

INTRODUCCIÓN

En México el núcleo de ganado CLT más importante es propiedad del Colegio de Postgraduados (CP). Este ható proviene del ganado introducido a México de Nicaragua y Costa Rica en la década de los 60 (de Alba, 2011). Características reproductivas de la hembra CLT fueron descritas por de Alba y Kennedy (1994) y Rosendo y Becerril (2002). Sin embargo, poco se conoce de las características seminales de los sementales CLT, las cuales son importantes por la necesidad de producir dosis de semen para inseminación artificial (IA) y para la distribución de sementales de alto valor genético. La capacidad reproductiva de toros de razas criollas similares al CLT se estudió en el Criollo Limonero de Venezuela (Madrid-Bury *et al.*, 2011), en razas lecheras *Bos taurus* de origen templado en una región subtropical (Fiaz *et al.*, 2010) y en mestizos *Bos taurus* x *Bos indicus* en la región tropical (Prieto *et al.*, 2007). El objetivo del presente estudio fue caracterizar el semen de sementales Criollo Lechero Tropical en dos épocas del año, una fresca y la otra calurosa.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campus Veracruz del CP, localizado a 19° 11' N y 96° 20' O, a una altura de 23 msnm. El clima de la región es Aw₀(w)(i)gw'', cálido subhúmedo con lluvias en

verano, precipitación y temperatura medias anuales de 1060 mm y 26.4 °C (García, 1988). Se consideraron dos épocas experimentales, una fresca y otra calurosa, con temperaturas medias y humedades relativas de 21.9 °C y 21.5 %, y 27.3 °C y 26.8 %. Se utilizaron 70 muestras de semen de siete sementales de 25.6±1.7 meses y 319.1±6.2 kg. El número de unidades de muestreo homogéneas disponibles para la experimentación animal es escasa. Sin embargo, el uso de mediciones repetidas en las unidades de muestreo permite tener un número suficiente de unidades experimentales y pruebas estadísticas potentes para detectar diferencias entre épocas a través del tiempo (Littel *et al.*, 1996). Los sementales se alojaron en potreros de pasto Pará (*Brachiaria mutica*) y agua a libertad y alimento comercial con 18 % de proteína cruda a razón de 4 kg d⁻¹ animal⁻¹. En cada época experimental se recolectaron cinco muestras de semen en períodos de 4 d cada una. Las características estudiadas fueron volumen de eyaculado (VE, mL), concentración espermática (COE, x 10⁶ mL⁻¹), movilidad individual (MI, %), espermatozoides normales (EN, %), espermatozoides vivos (EV, %) y potencial de hidrógeno (pH) y movilidad masal (MM). Para el análisis estadístico de los datos se utilizó un modelo con mediciones repetidas con efectos de época, semental, periodo de muestreo y covariables circunferencia escrotal y edad. Se utilizaron los procedimientos MIXED y GLIMMIX del SAS (SAS Institute, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A la edad de 25.6±1.7 meses y peso vivo de 319.1±6.2 kg los sementales CLT tuvieron una CE de 34.2±0.2 cm. La CE de los sementales CLT fue mayor a la estimada de 33.2±0.5 en toros Criollo Limonero de 30.6±3.8 meses en un clima cálido (Madrid-Bury *et al.*, 2011) y de 30.2±0.8 cm de toros mestizos Suizo Pardo x Cebú (Madrid-Bury *et al.*, 1997). Excepto al volumen de eyaculado, la CE no afectó significativamente ($p>0.05$) ninguna de las variables de respuesta, la edad tampoco afectó ($p>0.05$) ninguna de ellas. La CE de los sementales CLT estuvo acorde con especificaciones establecidas para diferentes genotipos (Irons *et al.*, 2007). En el Cuadro 1 se presentan las medias estimadas de las variables de respuesta. Aunque la época no afectó el volumen de eyaculado (VE), la covariable CE fue $\hat{\beta} = 0.37 \pm 0.17$ ($p \leq 0.03$). A pesar de las diferencias en temperatura media y humedad relativa de las dos épocas, los sementales produjeron VE similares de 4.0±0.4 mL. En Venezuela (Valle *et al.*, 2005) en un clima cálido toros Holstein y Suizo Pardo (n=10) de 24 a 36 meses tuvieron menor VE en la época seca 3.6±1.2 mL que en la húmeda 4.8±2.1 mL. Los sementales CLT tuvieron VE similar en las dos épocas del año. La concentración espermática (COE) fue diferente entre épocas. La COE superior de 1100 x 10⁶ mL⁻¹ en la época calurosa se considera satisfactoria en sementales para IA. Sin embargo, durante la época fresca la COE no alcanzó 800 x 10⁶ mL⁻¹. Toros criollos Costeño Con Cuernos (n=8) y Romosinuano (n=8) de 37 meses tuvieron una concentración espermática similar de 1.009±0.6 x 10⁹, aunque menor de 1196.6±77.8 x 10⁶ en época calurosa y mayor de 776.0±77.8 x 10⁶ mL⁻¹ en época fresca, a los sementales CLT (Palmieri *et al.*, 2004). La motilidad individual (MI) del semen de los sementales CLT fue de categoría buena y cercana a 77 % en la época calurosa; se mantuvo en la categoría buena en la época fresca, aunque fue menor ($p \leq 0.066$). En toros Costeño Con Cuernos y Romosinuano la MI fue 67.0±8.0 y 68.0±8.0 % (Palmieri *et al.*, 2004), similar a 68.3±5.4 % de los sementales CLT en la época fresca. Los sementales CLT observaron MI muy buena y buena de semen (Spitzer *et al.*, 1998).

En ambas épocas, fresca y calurosa, los EN se estimaron mayores de 75 % que se relaciona positivamente con la fertilidad de los sementales CLT (Irons *et al.*, 2007). Toros 75 % *Bos indicus* x 25 % *Bos taurus* menores de 30 meses tuvieron 70.9±14.7 % de EN (Prieto *et al.*, 2007). Los EV fueron similares entre épocas y superiores de 80 %. Sementales europeos tuvieron 72.3±22.0 % de EV (Valle *et al.*, 2005). El pH no presentó variabilidad, observando siete en todas

las mediciones realizadas. En el semen de toros europeos también se observó poca variabilidad de 6.7 ± 0.5 de pH durante las épocas seca y húmeda (Valle *et al.*, 2005). En sementales valores de 6.2 a 7.4 de pH del semen se consideran los más adecuados (Irons *et al.*, 2007).

Cuadro 1. Características seminales de sementales Criollo Lechero Tropical en dos épocas del año (medias mínimo cuadráticas \pm error estándar).

Época	Volumen de eyaculado (mL)	Concentración espermática ($\times 10^6 \text{ mL}^{-1}$)	Movilidad individual (%)	Espermatozoides normales (%)	Espermatozoides vivos (%)
Fresca (enero)	4.0 \pm 0.4	776.0 \pm 77.8	68.3 \pm 5.4	76.2 \pm 1.5	80.4 \pm 3.1
Calurosa (mayo)	4.1 \pm 0.4	1196.6 \pm 77.8	75.7 \pm 5.4	80.8 \pm 1.5	83.4 \pm 3.1
	(p>0.050)	(p \leq 0.004)	(p \leq 0.066)	(p \leq 0.014)	(p>0.050)

CONCLUSIONES

No se observaron efectos detrimentales en las características seminales atribuibles a la época calurosa de mayor temperatura y humedad relativa. Las características del semen en los sementales jóvenes CLT tuvieron valores medios que se consideran aptos para utilizarlos en IA y como sementales para monta natural.

REFERENCIAS

- de Alba, J. 2011. El Libro de los Bovinos Criollos de América. Biblioteca Básica de Agricultura. Ed. Colegio de Postgraduados. México. 444 p.
- de Alba, J., and B.W. Kennedy. 1994. Genetic parameters of purebred and crossbred Milking Criollo in tropical Mexico. *Animal Production* 58: 159-185.
- Fiaz, M., R. H. Usmani, M. Abdullah, and T. Ahmad. 2010. Evaluation of semen quality of Holstein Friesian and Jersey bulls maintained under subtropical environment. *Pakistan Veterinary Journal* 30(2): 75-78.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. 191 p.
- Irons, P. C., J. O. Nöthling, and H. J. Bertschinger. 2007. Bull breeding soundness evaluation in Southern Africa. *Theriogenology* 68: 842–847.
- Littel, R. C., G. A. Milliken, W.W. Stroup, and R. D. Wolfinger. 1996. SAS System for Mixed Models. SAS. Institute Inc., Cary, NC. USA. 663 p.
- Madrid-Bury, N., C. González-Stagnaro, J. A. Aranguren-Méndez, F. Yanez, y A. Quintero-Moreno. 2011. Comportamiento sexual en toros Criollo Limonero. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 28 Suplemento 1: 505-513.
- Madrid-Bury, N., S. Zambrano, A. Zambrano, E. Bohada, C. González-Stagnaro, y Z. Chirinos. 1997. Características reproductivas de toretes mestizos Pardo Suizo x Cebú en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal* 5(1): 350-352.
- Palmieri, R., D. Suárez, A. Espitia, M. González, y E. Prieto. 2004. Variables seminales en toros Criollos Colombianos Con Cuernos y Romosinuano. *Revista MVZ-Córdoba* 9(1): 381-385.

- Prieto M. E., A. Espitia P., y J. Cardozo N. 2007. Efecto del invierno y verano sobre el comportamiento reproductivo de toros cruzados. *Revista MVZ-Córdoba* 12(1): 921-928.
- Rosendo-Ponce, A., and C. M. Becerril-Pérez. 2002. Productive performance and genetic parameters in the Tropical Milking Criollo cattle in Mexico. *In: Proceedings of the 7th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production*. Montpellier, France. August, 19-23. Communication 25-25.
- SAS Institute. 2010. *Statistical Analysis System 9.3 for Windows*. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Spitzer J. C., F. M. Hopkins, and P. J. Chenoweth. 1998. New guidelines for breeding soundness evaluation (BSE) of bulls. *Clemson Cooperative Extension Service*. USA. 4 p.
- Valle, A., A. Fuentes, y M. Puerta. 2005. Influencia de factores climáticos sobre las características seminales de toros Holstein y Pardo Suizo nacidos en el trópico. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 22: 52-61.

CAMBIOS EN LA FLORA VAGINAL DE OVEJAS KATAHDIN DESPUÉS DE USAR ESPONJAS INTRAVAGINALES CON Y SIN ANTIBIÓTICO. Resultados preliminares

I. Magaña Arriaga, J. Herrera Camacho, J.B. Herrera Ojeda, K.E. Orozco Durán*

Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales-Universidad Michoacana De San Nicolás de Hidalgo.

E-mail: k-orozco@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar los cambios en la flora vaginal por efecto del uso de un antibiótico en esponjas intravaginales para la sincronización del estro, se formaron 2 grupos de ovejas asignándose aleatoriamente en dos tratamientos (T); T1 ó AB (n=6) al que se le aplicó 1 esponja intravaginal de cronolona impregnada de 1g de enrofloxacina) y T2 ó testigo (n=6) al que solamente se le aplicó una esponja intravaginal con acetato de cronolona. Previo a la aplicación de la esponja se tomó una muestra de mucosa vaginal mediante hisopado, dicho procedimiento se repitió, inmediatamente después de su retiro (día 9). Se realizaron cultivos bacterianos en cuatro medios agar sólidos diferentes: sangre, nutritivo, sabouraud (PDY) y McConkey. Las colonias cultivadas se tiñeron por el método de gram para determinar su tipo y forma. No se encontraron diferencias en el número de UFC en ambos grupos de ovejas antes de la aplicación de la esponja, ni después del retiro ($P>0.05$). Tampoco hubo diferencia estadística ($P>0.05$) en el número de UFC/ml entre los medios PDY (1363.6), agar sangre (1198.8) ni con el el medio PDY (807.9), aunque el agar McConkey presentó el promedio más bajo con 21.5 UFC/ml ($P= 0.018$). Se concluye que la aplicación de enrofloxacina a las esponjas antes de su aplicación no modificó el tipo y la carga microbial de la vagina al momento del retiro de las esponjas.

Palabras clave: borregas, sincronización de celo, microflora vaginal, antimicrobianos.

INTRODUCCIÓN

El uso de dispositivos intravaginales impregnados con progestágenos para la sincronización del ciclo estral en las ovejas es una práctica común en los sistemas de reproducción controlada y en la implementación de técnicas de reproducción asistida. La aplicación de esponjas intravaginales de poliuretano, se ha asociado a una disminución de la fertilidad en programas de sincronización del estro debido a distintos factores, entre los que se incluyen una acción mecánico-traumática sobre la mucosa vaginal, retención y acumulación del fluido vaginal, así como una infiltración local de células asociadas a la respuesta inflamatoria (Al-Saffar, 2010; Manes *et al.*, 2010). Se ha postulado que los progestágenos sintéticos de las esponjas causan inmunosupresión tisular a nivel local, provocando cambios en el pH y en la flora vaginal nativa, así como un posible aumento de flora patogénica, lo que a su vez se asocia con la inflamación y el olor fétido al momento de retirar éstos dispositivos (Suárez *et al.*, 2006). Algunos estudios reportan que en ovejas tratadas con esponjas, existe una disminución en la atracción sexual hacia los carneros (Gatty y Ungerfel, 2012); así como cambios en el volumen del moco cervical producido durante el estro (Rexroad y Barb, 1977). El uso de antibióticos en las esponjas al momento de su colocación se ha planteado como una alternativa de control para las bacterias asociadas a la vaginitis que ocurre por efecto de las esponjas (Martins *et al.*, 2009). No obstante, dichos fármacos pueden modificar las cantidades y tipos de microorganismos modificando de ésta manera las señales químicas asociadas con la atracción sexual y el equilibrio del medio ambiente vaginal. Los estudios

relativos al tipo de flora vaginal en las ovejas, y sus alteraciones por el uso de esponjas intravaginales con antibióticos tópicos, son escasos, por lo que es necesario ampliar la información al respecto para estimar la importancia de éstos factores sobre la fertilidad en los protocolos de sincronización del estro en las ovejas. El objetivo del estudio fue evaluar los cambios en la cantidad y tipo de flora vaginal por efecto del uso de esponjas intravaginales con y sin antibiótico en ovejas Kathadin.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación: El estudio se realizó durante el mes de diciembre de 2012 en una granja ovina ubicada al norte del municipio de Morelia, Michoacán, México. Región clasificada como CW1 (clima templado con lluvias en verano) ubicada entre los 19° 42' 08" de latitud norte y los 101° 11' 08" de longitud oeste, a una altitud media de 1921 snm (García, 1988).

Animales: Se seleccionaron 12 ovejas no gestantes de la raza Katahdin con más de 2 partos; un peso promedio de 40 kg y una condición corporal de 3 a 3.5 puntos en la escala propuesta por Russel (1983) (1=emaciada; 5 =obesa). Los animales se encontraban clínicamente sanos y sin descarga vaginal aparente. Se dividieron aleatoriamente en dos tratamientos (T): T1 ó AB (n=6), grupo en que se inserto intravaginalmente una esponja comercial con 20 mg de acetato de cronolona (Intervet, México) impregnada con 1g de enrofloxacin en solución inyectable (Bayer, México) y T2 ó testigo (n=6), solo inserto la esponja. Las esponjas en los grupos de ambos tratamientos se retiraron el día 9 después de su aplicación.

Toma de muestras: Con el empleo de un espéculo vaginal y un hisopo de algodón estéril, se llevó a cabo el barrido de aproximadamente 1 cm³ del fondo de la vagina de las ovejas, antes de colocar la esponja; dicho procedimiento se repitió al momento del retiro. El hisopo se colocó en 5ml de solución buffer fosfato estéril y se selló hasta el momento de la siembra.

Cultivo bacteriano: Para el cultivo e identificación de los microorganismos, se prepararon 4 medios sólidos distintos (MCD Lab. México): Agar nutritivo como medio no restrictivo; Agar Sangre para bacterias patógenas de actividad hemolítica; agar dextrosa sabouraud (PDY); para cultivar hongos y levaduras; y el agar McConkey, para crecer selectivamente enterobacterias. Los medios se reconstituyeron en agua desionizada, y se esterilizaron en autoclave durante 40 min. Después de la esterilización los medios se colocaron en cajas de Petri estériles bajo el flujo laminar de una campana. Las cajas se sellaron y se empacaron al vacío para su almacenamiento a 6°C hasta el momento de la siembra. El proceso de siembra se llevó a cabo en una campana de flujo laminar previamente desinfectada con luz ultravioleta por 15 min. En cada caja de cultivo se esparcieron sobre la superficie del agar 200µl de la solución buffer homogenizada con el empleo de un agitador de pulso eléctrico (Vórtex). El proceso se realizó por duplicado y el cultivo se llevó a cabo en una estufa de CO₂ a 38°C durante 24h. El conteo de las unidades formadoras de colonia (UFC) se realizó mediante una lupa de aumento (10X). Se realizó un análisis cualitativo de las colonias cultivadas en frotis representativos de 50 cajas tomadas aleatoriamente de los diferentes medios de cultivos en ambos grupos de ovejas antes y después del retiro de las esponjas, se tiñeron con la técnica de Gram, utilizando fucsina para la solución Ziel Nielsen como contratinción de acuerdo con el método propuesto por Henrickson y Krenz (1992), analizándose su forma por microscopia con un aumento de 100x.

Análisis estadístico: Para comparar el número de UFC/ml por tratamiento, se realizó un análisis de varianza para medidas repetidas, después de realizar una transformación logarítmica para normalizar los datos utilizando el paquete estadístico Statgraphics centurión XV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

No se encontraron diferencias significativas para el número total de UFC/ml entre el grupo testigo y el grupo AB al momento de colocar las esponjas (899.1 y 1310.4 UFC/ml respectivamente) ($P>0.05$). Tampoco se encontraron diferencias significativas entre los dos tratamientos al momento del retiro, con un promedio de 918.1 UFC/ml para el grupo testigo y de 1074.7 UFC/ml para el grupo AB ($P>0.05$).

El promedio de UFC/ml encontrado en el presente estudio se encuentra por debajo de los reportado por otros investigadores, quienes encontraron cargas de alrededor de 10000 UFC/ml antes de colocar las esponjas (Suárez *et al.*, 2006). Aunque no se observó efecto del antibiótico sobre la carga bacteriana en el presente trabajo, éste resultado es diferente a lo reportado por (Gatti *et al.*, 2011), quienes encontraron una disminución significativa en la carga bacteriana al momento de retirar esponjas impregnadas con oxitetraciclina, aunque dichos investigadores administraron el mismo antibiótico de manera sistémica durante el tratamiento, situación que pudo disminuir de manera importante la flora vaginal.

En cuanto al medio en el que se cultivaron la mayor cantidad de microorganismos fue el agar nutritivo con una media de 1363.6 UFC/ml, seguido del agar sangre con 1198.8 y el medio PDY con 807.9 UFC/ml sin que existiera diferencia estadística entre dichos medios ($P>0.05$). Resultados que muestran la existencia de una alta carga de bacterias hemolíticas gram positivas (agar sangre) y de hongos y levaduras (medio PDY). Por otra parte el agar McConkey mostró el promedio más bajo con 21.5 UFC/ml, resultando estadísticamente inferior al resto de los medios ($P = 0.018$). Situación que sugiere un bajo nivel de contaminación de las muestras, ya que dicho medio es específico para bacterias que se encuentran en las heces y tracto gastrointestinal.

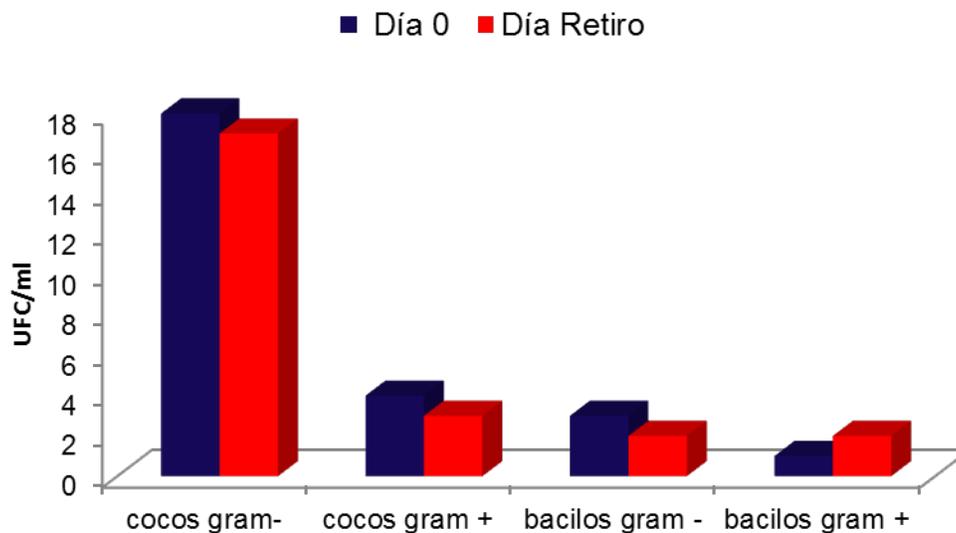


Figura 1. Tipos de bacterias aisladas de mucosa vaginal ovina antes y después del tratamiento con esponjas intravaginales con y sin antibiótico.

En el análisis cualitativo de las colonias se encontraron principalmente cocos y bacilos, predominando los gram negativos (Figura1). Resultado que coincide con lo reportado por Manes *et al* (2010), aunque dichos investigadores a diferencia del presente estudio encontraron una carga superior de microorganismos gram positivos y de enterobacterias al momento del retiro de las esponjas impregnadas con oxitetraciclina. La enrofloxacin tópica utilizada en esponjas

intravaginales para la sincronización del estro no tuvo efecto sobre el tipo y número de microorganismos vaginales al momento del retiro de las esponjas en el presente trabajo. Los medios agar sangre y PDY tuvieron una eficiencia comparable con el agar nutritivo que se usa convencionalmente para el cultivo de microflora vaginal. El uso de enfloxacin tópica en las esponjas intravaginales no modificó el tipo y la carga de microorganismos vaginales al momento del retiro en el presente estudio.

REFERENCIAS

- Al-Saffar, A.K. 2010. Effect of cervical flora during breeding season on future fertility in Iraqi Awassi ewes. *KUFA J. Vet. Med. Sci.* 1:1-8.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. UNAM. Instituto de Geografía. México. 217 pp.
- Gatti, M., Ungerfeld, R. 2012. Intravaginal sponges to synchronize estrus decrease sexual attractiveness in ewes. *Theriogenology* 78:1796-1799.
- Gatti, M., Zunino, P., Ungerfeld, R. 2011. Changes in the aerobic vaginal bacterial mucous load after treatment with intravaginal sponges in anoestrus ewes: Effect of medroxyprogesterone acetate and antibiotic treatment use. *Rep. Dom. Anim.* 46:205-208.
- Henrickson DA; Krenz MN.1992. Reagents and Stains. In: Balows A, Hausler Jr. WJ, Herrmann KL, Isenberg HD, Sadowy HJ. *Manual of Clinical Microbiology* 5^a ed. Washington DC. ASM. 1289-1314 pp.
- Manes, J., Fiorentino, M.A., Kaiser, G., Hozbor, F., Alberio, R., Sanchez, E., Paolicchi, F. 2010. Changes in the aerobic vaginal flora after treatment with different intravaginal devices in ewes. *Small Ruminant Res.* 94:201-204.
- Martins G, Figueira L, Penna B, Brandao F, Vargas R, Vasconcelos C, Lilenbaum W. 2009. Prevalence and antimicrobial susceptibility of vaginal bacteria from ewes treated with progestin-impregnated intravaginal sponges. *Small Ruminant Res.* 81:182-184.
- Rexroad CE, Barb CR. 1977. Cervical mucus in estrous ewes after treatment with estrogen, progestagens and intrauterine devices. *J. Anim. Sci.* 44:102-105.
- Russell A, 1984. Body condition scoring of sheep. In *Practice.* 5:91-93.
- Suárez G, Zunino P, Carol H, Ungerfeld R. 2006. Changes in the aerobic vaginal bacterial mucous load and assessment of the susceptibility to antibiotics after treatment with intravaginal sponges in anoestrus ewes. *Small Ruminant Res.* 63:39-43.

EFFECTO DEL ACEITE DE MAÍZ SOBRE TAMAÑO FOLICULAR Y CALIDAD OVOCITARIA EN OVEJAS PELIBUEY

V. Meza Villalvazo¹, H. Magaña Sevilla², C. Sandoval Castro³, A. Chay Canul⁴, A. Trejo Cordova¹

¹Universidad del Papaloapan, Avenida Ferrocarril S/N, ciudad universitaria, Loma Bonita Oaxaca. CP. 68400. ²Instituto Tecnológico de Conkal. Km 16.3 Antigua Carretera Mérida-Motul, Conkal Yucatán México. ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Apdo. 4-116 Itzimna, Mérida, Yucatán, México. ⁴División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, Km 25, R/a. La Huasteca 2ª. Sección, Villahermosa, Tabasco, México

RESUMEN

El presente estudio examinó el efecto de la adición de aceite de maíz en la dieta de ovejas Pelibuey sobre el número y tamaño de folículos y calidad de los ovocitos recuperados a partir de estos. Treinta ovejas adultas, fueron divididas al azar en tres tratamientos, y alimentadas con una dieta base (pasto y maíz) y 0, 3, 6 % de aceite de maíz, para TA0, TA3 y TA6 respectivamente. Los celos fueron sincronizados con tres inyecciones de PGF2 α a intervalo de siete días, primera aplicación el día de inicio del experimento (día 0), sobre celo detectado se aplicó la tercera dosis acompañada de la inserción de un esponja vaginal por 14 días. En el día 28 del experimento, los animales fueron sacrificados, se midieron los folículos y fueron clasificados en pequeños (2-2.99 mm) medianos (3 a 4.99 mm) y grandes (>5mm. Los complejos ovocito-cúmulos (COCs) se aspiraron mediante punción a partir de folículos ≥ 2 mm, se clasificaron en excelente, buena, regular y mala calidad. La media de la población total folicular y folículos grandes fue mayor en TA6, que en los TA0 y TA3 (P<0.05). La proporción de ovocitos de excelente calidad fue mayor (P<0.05) para TA3 yTA6. En conclusión, la adición de aceite de maíz en la dieta de ovejas de pelo, no modifica la talla y el número de folículos pequeños y medianos, pero si la población de folículos grandes, mejorando la calidad de los ovocitos recolectados.

Palabras clave: Ovocitos, folículos, ovejas pelibuey.

INTRODUCCIÓN

La nutrición es un factor importante que influye sobre la capacidad reproductiva de los animales, tiene un impacto significativo en numerosas funciones reproductivas; componentes específicos de la dieta, como la energía o la proteína pueden modificar la producción de hormonas, dinámica folicular y calidad ovocitaria. Los ácidos grasos han demostrado tener efectos concretos en diferentes tejidos, con beneficios potenciales para la fertilidad. Estos beneficios parecen ser independientes de la disposición de calorías y cambios en el estado energético del animal (Santos *et al.*, 2008). Los diferentes efectos de los ácidos grasos en los tejidos reproductivos han sido demostrados *In Vitro* e *In Vivo* en la esteroidogenesis, metabolismo de las células endometriales y desarrollo de embriones (Thangavelu *et al.*, 2007). Sin embargo, los resultados de los trabajos de investigación son contradictorios, ya que la composición de ácidos grasos de diferentes fuentes, varía en su perfil, existe poca información si estos cambios también ejercen su efecto sobre la calidad de los ovocitos, lo cual repercutiría en un efecto sobre la fertilidad de los animales. Aunado a lo anterior, se han realizado pocos estudios que evalúen el efecto de la suplementación grasa de origen vegetal sobre la función reproductiva de ovejas de pelo bajo

condiciones tropicales, motivo por el cual, el presente trabajo, tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición de diferentes niveles aceite de maíz en la dieta, sobre el número de folículos y la calidad de los ovocitos en ovejas Pelibuey.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó, en la posta zootécnica de la Universidad del Papaloapan del estado de Oaxaca. Se utilizaron 30 ovejas adultas multíparas (4 partos ó más), secas, de la raza Pelibuey, con una condición corporal (CC) al inicio del experimento de 3 puntos en la escala de 1 a 5 según Russel *et al.* (1969) y un peso vivo (PV) de 32.7 ± 1.87 kg. Las ovejas fueron mantenidas en estabulación completa por un periodo de 28 días, distribuidas al azar en tres tratamientos: Tratamiento testigo (TA0, n=10), 600 g de pasto Pangola + 400 g de maíz molido; Tratamiento aceite de maíz al 3% (TA3, n=10), 700 gr de pasto Pangola + 250 g de maíz molido + 30 gr de aceite de maíz; Tratamiento aceite de maíz al 6% (TA6, n=10) 820 g de pasto Pangola + 120 g de maíz molido + 60 g de aceite de maíz, las dietas fueron balanceadas de acuerdo al ARFC (1993), procurando que fueran isoenergéticas y que permitiera que los animales ganaran entre 60 y 80 g/d. Los ciclos estrales fueron sincronizados con PGF₂ α (Lutalyse, FIZER) en el día 0, seguido por una segunda aplicación el día 7, en los días 8 y 9, se detectaron celos, sobre celo detectado el día 14 se aplicó una tercera dosis de prostaglandina acompañado por la inserción de esponjas vaginales impregnadas de acetato de flurogestona FGA por 14 días (Chrono gesto CR Intervet). Para determinar la población folicular y obtención de ovocitos los animales fueron sacrificados el día 28 del experimento, coincidiendo este momento con el retiro del progestágeno. Los ovarios fueron recuperados y se colocaron en una bolsa de sellado hermético con 200 mL de suero fisiológico (Solución Hartmann, Pisa) y transportados al laboratorio en un recipiente isotérmico para su evaluación. La determinación el tamaño de folículos se realizó con un vernier digital (TRUPER, digital estándar y milimétrico Mod. 14388) y fueron clasificados en pequeños (2-2.99 mm) medianos (3 a 4.99 mm) y grandes (>5 mm). Los complejo ovocito-cúmulos (COC) fueron aspirados mediante punción, se aspiraron todos los folículos ≥ 2 mm con una jeringa de 5cc y aguja de $18 \times 1\frac{1}{2}$. El contenido folicular colectado fue vertido en una caja de Petri de 100 mm y diluido con solución fisiológica para facilitar su evaluación morfológica, la cual se realizó con un microscopio de contrastes de fase (Leica modelo DM300), mediante los criterios en el Atlas de reproducción asistida (Patricio *et al.*, 003). El tamaño y cantidad total de folículos fueron analizados mediante un análisis de varianza (ANOVA). La calidad de los ovocitos, fue analizada mediante una prueba de Chi-cuadrada con el programa estadístico Statistix (1996).

RESULTADOS Y DISCUSION

La media del tamaño folicular y el total de folículos correspondiente a cada tratamiento se presentan en el Cuadro 1. La media de la población total de folículos y folículos grandes fue mayor en el grupo TA6 ($P < 0.05$). Sin embargo, a pesar de las diferencias numéricas a favor de los grupos TA3 y TA6 para folículos de talla pequeña y media no se observó diferencia significativa ($P > 0.05$) con respecto al tratamiento TA0. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Herrera *et al.* (2003), quienes al suplementar ovejas Pelibuey con aceite de maíz observaron un mayor número de folículos grandes en ovejas que consumieron el aceite con respecto al testigo (2.28 ± 0.22 vs 1.0 ± 0.13 respectivamente). Los resultados del presente estudio son similares con otros trabajos donde se emplean distintas fuentes de suplementación grasa, teniendo como resultado un aumento constante en el número y tamaño de los folículos ováricos (De Fries *et al.*, 1998).

Cuadro 1. Población folicular de ovejas Pelibuey suplementadas con aceite de maíz

Variables	Tratamiento			EEM	P
	TA0	TA3	TA6		
Pequeños (2-2.99 mm)	2.2	2.5	3.2	0.059	0.122
Medianos (3-4.99mm)	1.2	1.8	1.8	0.045	0.060
Grandes (≥ 5 mm)	1.3 ^a	1.5 ^{ab}	2.2 ^b	0.051	0.029
Total	4.7 ^a	5.8 ^{ab}	7.2 ^b	0.038	0.001

EEM: Error estándar de la media

^{a,b} Medias con diferente literal entre columnas indican diferencia significativa (P<0.05).

Los resultados de la calidad ovocitaria, se presentan en el Cuadro 2. Los tratamientos TA3 y TA6 presentaron una mayor proporción de ovocitos de excelente calidad con respecto al grupo TT0. Zerón *et al.* (2002) reportaron una mayor calidad ovocitaria, mejor integridad de las membranas del ovocito y un incremento de la proporción de ácidos grasos poliinsaturados en el plasma, líquido folicular y células del cumulus, pero no en los ovocitos. De acuerdo con Sturmei *et al.* (2009), los lípidos de la dietas han demostrado tener influencia en la proporción de folículos ováricos y el micro ambiente de los ovocitos o embriones *In Vivo*, pero estos cambios de la composición lipídica de los ovocitos aún sigue siendo incierta. Sin embargo, Santos *et al.* (2008) sugieren la existencia de un proceso selectivo de protección, el cual se ha desarrollado para garantizar que la composición de ácidos grasos poliinsaturados del ovocito mantenga un nivel constante para evitar el riesgo de daño celular. Por otra parte, la excelente y buena calidad de los ovocitos, se ha correlacionado con aspectos morfológicos en las células del cumulus, correspondientes a los folículos preovulatorios que tienen mayor capacidad de desarrollo a etapa de blastocisto, posiblemente debido al aumento de la maduración citoplasmática (Blondin y Sirard, 1995).

Cuadro 2. Calidad de ovocitos obtenidos de ovejas Pelibuey alimentadas con aceite de maíz.

Calidad	Tratamientos					
	TA0		TA3		TA6	
Excelente	9 ^a	(26%)	18 ^b	(43%)	27 ^c	(56%)
buena	7 ^a	(20%)	13 ^a	(31%)	12 ^a	(25%)
Regular	11 ^a	(31%)	6 ^b	(14%)	5 ^b	(10%)
Mala	8 ^a	(23%)	5 ^a	(12%)	4 ^a	(9%)

^{a,b} Medias con diferente literal entre columnas indican diferencia significativa (P<0.05)

% Respecto al total de ovocitos recuperados

CONCLUSION

La adición de aceite de maíz en la dieta de ovejas de pelo, no modifica la talla y el número de folículos pequeños y medianos, pero si la población de folículos grandes, mejorando la calidad de los ovocitos recolectados.

REFERENCIAS

AFCR. 1993. Technical Committee on Response to Nutrients. Energy and Protein Requirements of Ruminants. CAB International, Wallingford, UK.

- Blondin, P., M. A. Serrard. 1995. Oocyte and follicular morphology as determining characteristics for developmental competence in bovine oocytes, *Molecular Reproduction Development*. 41: 54-62.
- De Fries, C. A., D. A. Neuendorff, R.D. Randel. 1998. Fat supplementation influences postpartum reproductive performance in Brahman cows. *Journal of Animal Science*.76: 864-870.
- Herrera, C. J. 2003. Efecto de la adición de ácidos grasos poliinsaturados sobre la dinámica folicular, tasa de gestación y respuesta ovárica en ovejas Pelibuey. *Tropical and subtropical agroecosystems*. 2: 101-104
- Patricio, P., M. J. Tucker, V. Guelman. 2003. Atlas de reproducción asistida. Editorial McGraw Hill, México.
- Russel, A. J. F., J. M. Doney, R. G. Gunn. 1969 Subjective assessment of fat in live sheep *Journal of Agricultural Science*. 72: 451-454.
- Santos, J. P. G., T. R. Bilby, W. W. Thatcher, C. R. Staples, F. T. Silvestre. 2008. Long chain fatty acids of diet as factors influencing reproduction in cattle. *Reproduction in Domestic Animals*. 43: 23-30.
- Statistix. Version 1.0 para Windows. 1996. Analytical Software.
- Sturmey, R. G., A. Reis, H. J. Leese, T. G. McEvoy. 2009. Role of fatty acids in energy provision during oocyte maturation an early embryo development. *Reproduction in Domestic Animals*. 44: 50-58.
- Thangavelu, G., M. G. Colazo, D. J. Ambrose, M. Oba, E. K. Okine, M. K. Dyck. 2007. Diets enriched in unsaturated fatty acids enhance early embryonic development in lactating Holstein cows. *Theriogenology*. 68: 949-957.
- Zeron, Y., D. Sklan, A. Arav. 2002. Effect of polyunsaturated fatty acid supplementation on biophysical parameters and chilling sensivity of ewe oocytes. *Molecular Reproduction Development*. 61: 271-278.

EFFECTO DEL PROTOCOLO DE LA SINCRONIZACIÓN Y EL DIÁMETRO UTERINO SOBRE LA CONCENTRACIÓN DE PROGESTERONA Y LH EN NOVILLONAS *Bos indicus*

D. Toledo-Castro, A. Carrillo-Romero, J. Peralta-Torres*, C. Luna-Palomera, M. Hernández-Hernández, A.J. Chay-Canul

División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa Km. 25. Tel. (993) 142-9151. 358-1585. Fax: (993) 142-9150.

**E-mail: japt83@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo fue determinar el efecto del protocolo de sincronización y el diámetro uterino sobre los concentraciones de progesterona (P_4) y hormona luteinizante (LH) en novillonas *Bos indicus*. Se utilizaron 24 novillonas, con edades de 31.09 ± 6.58 meses, peso vivo de 343.91 ± 16.04 kg y una condición corporal de 4.54 ± 0.51 . Con el uso del ultrasonido, se determinó el diámetro uterino clasificándose en: ≤ 9 mm; 10-15 mm y ≥ 16 mm. Al inicio (d 0) se colocó un Dispositivo Intravaginal Bovino (DIB), 2 mg de benzoato de estradiol (BE) y 7.5 mg de Cloprostenol. Al retiro del DIB (d 7) se agruparon: I) CE (n=12), administrándose 7.5 mg de Cloprostenol y 0.5 mg de CE. II) BE (n=12), se administró 7.5 mg de Cloprostenol y el día 8, 1 mg de BE. Se tomaron muestras de sangre los días 0 (inserción DIB), día 7 (retiro DIB), día 10, día 15 y día 22 para su posterior determinación de P_4 . Se tomaron muestras para determinar LH a dos novillonas de cada grupo, a las 0 horas (retiro DIB), 12 horas, 24 horas y posteriormente cada 6 horas hasta las 66 horas. Las concentraciones de P_4 mostraron que la respuesta al tratamiento hormonal fue adecuada en la concentración al retiro del DIB (día 7; >3 ng/ml) y los días posteriores (10, 15 y 22) indicaron la formación de un CL funcional ($P > 0.05$). Los picos preovulatorios de LH (≥ 1 ng/ml) oscilaron entre las 36 y 60 horas después del retiro del DIB ($P > 0.05$). En conclusión los protocolos de sincronización (CE y BE) y el diámetro uterino no presentaron efectos sobre las concentraciones de P_4 y LH encontradas en novillonas *B. indicus*.

Palabras clave: cipionato de estradiol, benzoato de estradiol.

INTRODUCCIÓN

Los programas de inseminación artificial a tiempo fijo (IATF) son ampliamente utilizados debido a la capacidad para aumentar el número de hembras inseminadas sin la necesidad de detección de estros. Existe gran variabilidad en los protocolos hormonales, por lo que se han diseñado tratamientos específicos para diferentes categorías de animales y así reducir el tiempo y la mano de obra empleada, dando con ello resultados satisfactorios en la tasa de gestación (Sá Filho *et al.*, 2011).

Los programas hormonales para sincronizar el estro y la ovulación han sido utilizados con éxito en ganado *Bos taurus* y *Bos indicus* (Carvalho *et al.*, 2008). A pesar de que con el uso de los agentes sincronizadores se pueden agrupar estratégicamente los estros, los resultados obtenidos al implementar programas de IATF, en términos de actividad ovárica han sido variados (Peralta *et al.*, 2010). A su vez, las determinaciones de las concentraciones hormonales durante la sincronización del estro demuestran el comportamiento fisiológico durante ese periodo y después del mismo, explicando con ello la respuesta al tratamiento.

Por otro lado, un factor que pocas veces es tomado en cuenta al incluir novillas en programas de IATF, es el diámetro uterino, el cual es un indicador que esta correlacionado con la edad a la pubertad e influye directamente en la fertilidad (Cutaia *et al.*, 2006), pero a pesar de esto, son pocos los trabajos que consideran este indicador. Por lo anterior se requiere generar mayor información al respecto, particularmente en ganado *B. indicus* bajo condiciones de trópico húmedo. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue determinar el efecto del protocolo de sincronización y el diámetro uterino sobre las concentraciones de P₄ y LH en novillonas *Bos indicus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio, animales y manejo

El experimento se llevó a cabo en un rancho ubicado en el municipio de Centro, Tabasco, México (INEGI, 1998). Se utilizaron 24 novillas *B. indicus* (Cebú comercial), con 31.09 ± 6.58 meses de edad, peso de 343.91 ± 16.04 kg y condición corporal de 4.54 ± 0.51 en escala de 1 a 9 (Ayala *et al.*, 1995). Fueron clasificadas de acuerdo al diámetro de los cuernos uterinos (inmediatamente craneal a la bifurcación) en tres grupos: a) pequeños: ≤ 9 mm; b) medianos: 10-15 mm y c) grandes: ≥ 16 mm (Cutaia *et al.*, 2006). Para ambos casos se utilizó un ultrasonido (US) de tiempo real (Emperor 830[®], con un transductor transrectal de 6.5 MHz).

Tratamientos

El día de inicio del estudio (día 0), a todas las hembras se les colocó un dispositivo intravaginal Bovino (DIB[®] Lab. Syntex, Argentina) que contiene 1 g de P₄ natural, más 2 mg de BE (Benzoato de Estradiol[®] Lab. Syntex, Argentina) y 7.5 mg de cloprostenol (Ciclase[®], Lab. Syntex, Argentina) ambos por vía intramuscular. El DIB permaneció *in situ* siete días (Cutaia *et al.*, 2006). El día del retiro del DIB (d 7) se formaron en forma aleatoria dos grupos, cuidando que dentro de cada tratamiento se encontraran los tres diámetros uterinos.

Grupo I) CE; n=12, se les administró por vía intramuscular 7.5 mg de cloprostenol y 0.5 mg de CE (Cipionato de Estradiol[®], Lab. Syntex, Argentina).

Grupo II) BE; n=12, se les administró por vía intramuscular 7.5 mg de cloprostenol y 24 h después (d 8) 1 mg de BE.

Mediciones hormonales

Para determinar concentración de P₄, a todas las hembras se tomaron muestras de sangre de la vena coccígea los días 0 (inserción del DIB), 7 (retiro del DIB), 10, 15 y 22. Para determinar LH se tomaron dos novillas de cada tratamiento hormonal/diámetro uterino (n=4) se les tomaron muestras a las 0 h (retiro del DIB), 12, 24 h y posteriormente cada 6 h hasta las 66 h. Las concentraciones hormonales se determinaron por radioinmunoanálisis directa (Coat-A-Count para P₄ y Iodo radioactivo para LH) en el Laboratorio de Reproducción de la UNAM.

Diseño experimental y análisis estadístico

Los animales fueron asignados a un diseño completamente al azar con arreglo factorial 2×3 (dos tratamientos hormonales y tres diámetros uterinos). Los resultados de los niveles de P₄ y LH se analizaron con el PROC GLM y la comparación de medias de los tratamientos fue mediante la prueba de Tukey (SAS, 2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se pudo observar (Cuadro 1) al inicio del tratamiento (día 0) las novillas contaban con un CL funcional (≥ 1 ng/ml de P₄) y la respuesta al tratamiento hormonal fue adecuada en base a los niveles al retiro del DIB (d 7) (niveles mayores a 3 ng/ml). Al día 10 los niveles estaban por

debajo de 1 ng/ml, mientras que en los días 15 y 22 del tratamiento los niveles superan 5 ng/ml, siendo un comportamiento similar entre grupos ($P>0.05$).

Cuadro 1. Concentración de progesterona (ng/ml) los días 0, 7, 10, 15 y 22 en novillonas *Bos indicus* con diferentes diámetros uterinos, tratadas con CE y BE.

Días	TH		DU			valor de P		
	CE	BE	≤ 9 mm	10-15 mm	≥ 16 mm	TH	DU	TH × DU
0	3.63	5.00	1.81	5.84	5.29	0.40	0.11	0.35
7	4.48	3.80	4.00	4.64	4.00	0.50	0.90	0.78
10	0.15	0.16	0.20	0.10	0.16	0.88	0.28	0.34
15	10.08	17.48	14.52	13.41	13.40	0.19	0.98	0.42
22	6.26	8.22	5.60	8.88	7.25	0.14	0.14	0.88

$P \leq 0.05$ indican diferencias estadísticas

TH: tratamiento hormonal, DU: diámetro uterino, CE: cipionato de estradiol, BE: benzoato de estradiol.

Como se puede observar en el Cuadro 2, no se encontró efecto ($P>0.05$) del diámetro uterino y los tratamiento hormonales sobre la LH, los picos preovulatorios de LH (≥ 1 ng/ml) oscilaron entre las 36 y 60 h después del retiro del DIB.

Cuadro 2. Concentración de LH (ng/ml) a partir del retiro del DIB (0 h) hasta 66 h, en novillonas *Bos indicus* con diferentes diámetros uterinos, tratadas con CE y BE.

Horas	TH		DU			valor de P		
	CE	BE	≤ 9 mm	10-15 mm	≥ 16 mm	TH	DU	TH × DU
0	0.272	0.22	0.175	0.291	0.224	0.66	0.81	0.95
12	0.283	0.255	0.250	0.358	0.200	0.70	0.25	0.12
24	0.200	0.233	0.245	0.141	0.266	0.57	0.24	0.40
30	0.277	0.155	0.191	0.258	0.200	0.04	0.49	0.41
36	0.405	1.731	1.273	1.596	1.532	0.16	0.54	0.58
42	1.723	0.849	0.890	2.020	0.516	0.53	0.63	0.54
48	0.510	1.097	0.524	1.555	0.333	0.49	0.46	0.36
54	0.957	0.244	0.216	0.699	0.225	0.01	0.004	0.212
60	1.715	0.238	0.399	0.333	2.197	0.10	0.16	0.17
66	0.371	0.227	0.233	0.216	0.449	0.016	0.008	0.003

$P \leq 0.05$ indican diferencias estadísticas

TH: tratamiento hormonal, DU: diámetro uterino, CE: cipionato de estradiol, BE: benzoato de estradiol.

Los niveles de P_4 que presentaron las novillas del presente estudio son similares a los documentados por Singh *et al.* (2005) y Cerri *et al.* (2010), durante la sincronización y después del mismo. Con respecto a la LH Singh *et al.* (2005), reportaron picos pre ovulatorios más reducidos de 12 a 36 h después del retiro. Con los niveles de P_4 y LH del presente estudio, se corroboran probables ovulaciones y la subsecuente formación de un CL funcional. Lo anterior confirma que los diámetros uterinos no influyen sobre la actividad ovárica y los tratamientos hormonales utilizados tienen buena respuesta en la sincronización del estro en novillas *B. indicus*.

CONCLUSIÓN

Los protocolos de sincronización (CE y BE) y el diámetro uterino no presentaron efectos sobre las concentraciones de P₄ y LH encontradas en novillonas *B. indicus*.

REFERENCIAS

- Ayala, A., R. Delgado, N. Honhold and J. Magaña. 1995. A visual condition scoring scheme for *Bos indicus* and crossbred cattle, In: Dual Purpose Cattle Production Research, Eds, Simon Anderson and Jonathan Wadsworth, International Foundation for Science. FMVZ-UADY.119-128.
- Carvalho, J.B.P., N.A.T. Carvalho, E.L. Reis, M. Nichi, A.H. Souza and P.S. Baruselli. 2008. Effect of early luteolysis in progesterone-based timed AI protocols in *Bos indicus*, *Bos taurus* x *Bos indicus* and *Bos taurus* heifers. *Theriogenology*. 69:167-175.
- Cerri, R.L.A., R.C. Chebel, F. Rivera, C.D. Narciso, R.A. Oliveira, M. Amstalden, G.M. Baez-Sandoval, L.J. Oliveira, W.W. Thatcher and J.E.P. Santos. 2010. Concentration of progesterone during the development of the ovulatory follicle, II. Ovarian and uterine responses. *J. Dairy Sci.* 94:3352-3365.
- Cutaia, L., L. Peres, D. Pincinato and G.A. Bo. 2006. Influence of uterine diameter, ovarian size and ovarian structures on fertility in 15 month old cross-bred Bonsmara heifers inseminated at Fixed-Time. *Acta Sci Vet.* 34(1):387.
- INEGI, 1998. Anuario Estadístico del Estado de Tabasco, México.
- Peralta-Torres, J., J. Aké-López, F. Centurión-Castro and J. Magaña-Monforte. 2010. Comparison of estradiol cypionate and estradiol benzoate effects on avarice activity, estrus and ovulation on anestrus *Bos indicus* cows. *JAVA*. 9(3):466-470.
- Sá Filho, M.F., J.M. Baldrighi, J.N.S. Sales, G.A. Crepaldi, J.B.P. Carvalho, G.A. Bó and P.S. Baruselli. 2011. Induction of ovarian follicular wave emergence and ovulation in progestin-based timed artificial insemination protocols for *Bos indicus* cattle. *Anim Reprod Sci.* 129 (3-4):132-139.
- SAS.,2002. User's Guide. Statistics 8th ed. Cary (NC), SAS Institute Inc.
- Singh, B., F. Saravia, R. Bage and H. Rodríguez-Martínez. 2005. Pregnancy rates in repeat breeder heifers following multiple artificial inseminations during spontaneous oestrus. *Acta Vet Scand.* 46:1-12.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE UN HATO BOVINO COMERCIAL EN AGROSILVOPASTOREO EN LA ZONA HENEQUENERA DE YUCATÁN

F. Álvarez Flores y B. Vázquez González

*Agropecuaria Mayalam S.P.R. de R.L.
E-mail: agroasesores2010@hotmail.com*

RESUMEN

Se presentan los principales indicadores productivos y reproductivos obtenidos de un hato bovino de carne en el rancho comercial en la Zona Henequenera de Yucatán, México del año 2000 al 2012, la cual es una zona que presenta las condiciones más difíciles para la ganadería en el Estado. En este periodo se registraron 265 nacimientos: 128 hembras y 137 machos. La mayor proporción de partos sin empadre controlado ocurrieron en forma natural de Noviembre a Marzo. Los pesos y edad al destete fueron: 211 kg para las hembras y 215 para machos con edad de 6.8 y 6.6 meses respectivamente. La edad y peso vivo al empadre de las hembras fue a los 18.4 meses con 366 kg. La edad al primer parto se redujo hasta los 27 meses. El intervalo entre partos promedio fue de 395 días mostrando una tendencia a disminuir de 448 a 369 días a fines del 2012. El intervalo entre partos de acuerdo al número de partos fue en promedio de 375 días con tendencia a ser estable desde el segundo al noveno parto. En el periodo se vendieron 62 vacas jóvenes la mayoría gestantes para la cría, 21 novillonas y 139 toretes con pesos promedio de 474, 248 y 267 kg y una edad de 78, 12, y 11 meses respectivamente. En el 2012 se estimó una producción de carne en pie vendida de 519 kg/ha/año considerando solo área de riego y de 208 kg/ha/año incluyendo la superficie ocupada con montes. La población animal a finales del 2012 se estimó en 75 Unidades Animal con 98 cabezas: 40 vacas, 12 vaquillas, 19 novillonas, 14 becerras, 7 becerros, 5 toretes y 1 semental. Mortalidad: desde el año 2000 han muerto 6 animales: 1 becerro, 2 toretes, 2 vacas y 1 vaquilla, lo que representa una mortalidad prácticamente inapreciable.

Palabras clave: silvopastoreo, carne orgánica, PRV.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina en sistemas de pastoreo extensivo se ha satanizado con justa razón, por ser un sistema de producción de alto impacto ecológico negativo. Existen alternativas viables que se están probando para mitigar y revertir estos procesos de degradación al utilizar técnicas holísticas como son: el pastoreo racional tecnificado, árboles, cultivos multipropósito, eliminación de agroquímicos y supresión del fuego.

El bienestar animal es un elemento de suma importancia que permite mejorar el comportamiento animal y aumentar la producción de carne saludable.

El presente trabajo se ubica en la Zona Henequenera de Yucatán en terrenos explotados anteriormente con henequén (*Agave furcroides*) y posteriormente con pitahaya rosada (*Heliocerus undatus*) en sistema agroforestal.

El objetivo fue evaluar el comportamiento productivo y reproductivo de un hato bovino comercial en un sistema de pastoreo rotacional y agrosilvopastoril de riego en la Zona Henequenera de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en un predio, cercano al poblado de Yaxcopoil, municipio de Umán, Yucatán; a una distancia de 30 km al sur de la ciudad de Mérida.

Los terrenos tienen la característica de ser someros con alta pedregosidad (*Tzekel*) con pequeñas áreas de suelo no mecanizable de tipo litosol lítico (*Cankab*). El clima es tropical subhúmedo con una precipitación pluvial entre 700 y 900 mm de junio a noviembre y estación seca de diciembre a mayo. La temperatura media anual es de 26.6 °C (12° a 40 °C) (INEGI, 2004).

El terreno tiene una superficie de alrededor de 70 ha, con 27 ha de pastos de riego: *Brachiaria brizantha*, estrella africana (*Cynodon neumfluensis*) y mulato II (cruzas de *Brachiaria*); 20 ha de monte bajo y 22 ha de monte mediano ambas de temporal.

Los potreros se dividen con un hilo de alambre eléctrico en superficies de 0.5 a 2 ha o menos y se manejan rotacionalmente.

Todos los potreros tienen acceso al agua mediante bebederos portátiles abastecidos por un tanque elevado y una red hidráulica. Se evita el uso del fuego para evitar dañar el ecosistema.

Para el control de la información sobre el comportamiento productivo y reproductivo, se dispone de una base de datos computarizados desde el año 2000, este sistema de información registra partos, palpaciones, pesajes, información productiva, reproductiva y sanitaria.

Las razas bovinas que se han utilizado en principio fueron cruzas de Cebú con Suizo y posteriormente Beefmaster y Brangus Rojo.

Las prácticas de manejo que se utilizaron para maximizar la reproducción y el comportamiento animal fueron: suplementación estratégica, amamantamiento restringido, palpación rectal y prevención de enfermedades. No se usan agroquímicos ni productos que contaminen el ecosistema.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nacencias: En el periodo 2000 al 2012 nacieron 265 becerros: 128 hembras y 137 machos. Se presentó en forma natural una tendencia a una mayor proporción de partos en el periodo de Noviembre a Abril de cada año.

Peso y edad al destete: En el periodo 2000 al 2012 se registraron 202 becerros destetados, 101 hembras y 101 machos. El peso promedio fue de 211 y de 215 kg respectivamente. Todos los toretes se venden al destete.

Pesos hembras: Al empadre las novillonas llegan con 17 meses de edad y un peso de 360 kg. El primer parto ocurrió a los 27 meses.

Las novillonas mostraron buena precocidad tanto en el peso como en la edad al destete, empadre y primer parto, lo que permitió lograr un sistema más productivo e intensivo en comparación con los sistemas comerciales tradicionales que tienen su primer parto después de los tres años de edad en otras regiones del estado con mayor tradición ganadera. En la Figura 1 se presenta la tendencia ocurrida durante los últimos 13 años en que se observa una reducción de la edad en las principales etapas productivas como destete, empadre y primer parto las cuales tienden a estabilizarse a partir del año 2009.

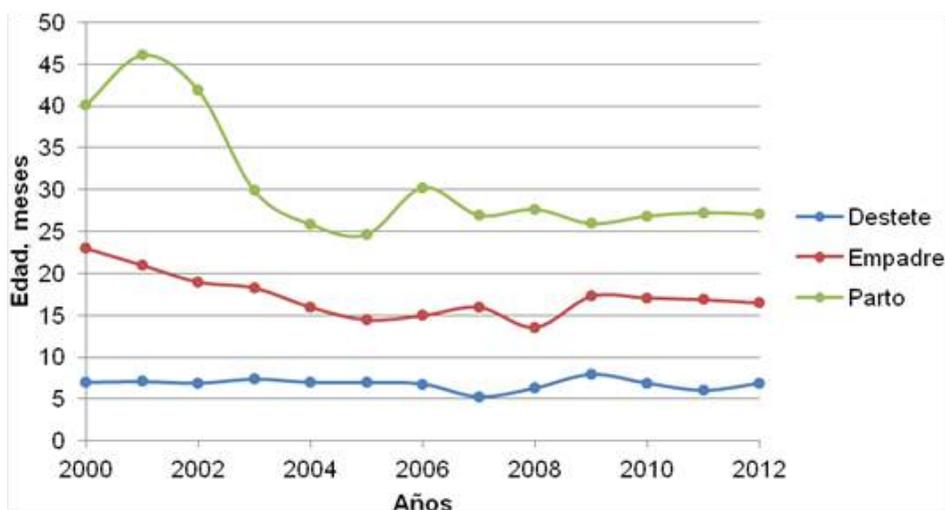


Figura 1. Edad al destete, empadre y al primer parto de novillonas (Años 2000 al 2012).

Intervalos entre partos: Del año 2001 a 2012 se ha observado una reducción de 448 a 369 días de intervalo entre partos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Intervalo Entre Partos del año 2001 al 2012.

Año	IEP (días)	Número Observaciones
2001	448 ± 60	10
2002	430 ± 72	10
2003	457 ± 93	8
2004	401 ± 55	5
2005	384 ± 99	3
2006	489 ± 44	13
2007	366 ± 18	15
2008	344 ± 16	12
2009	360 ± 29	14
2010	404 ± 33	24
2011	376 ± 15	28
2012	369 ± 18	30
Promedio	395 ± 12	172

Intervalo entre partos por número de partos: Con un promedio de 375 días de intervalo, se muestra una tendencia (Cuadro 2) a mantenerse prácticamente estabilizado entre el segundo al noveno parto.

Los intervalos entre partos tanto los registrados cada año así como los ocurridos de acuerdo al número de partos durante toda la vida productiva de las vacas que permanecieron más tiempo en la empresa muestran una tendencia a disminuir hasta prácticamente un año, lo que se atribuyo a mantener las vacas en buena condición física antes y después del parto, suplementación estratégica postparto y época seca del año, amantamiento restringido y palpación rectal que

permitió eliminar temprano las vacas menos productivas y a las mejores permitirles permanecer hasta 9 partos consecutivos mostrando buena longevidad a menor edad cronológica.

Cuadro 2. Intervalo Entre Partos por número de partos y pesos al destete (Años 2000 a 2012).

Número de parto	IEP (días)	Peso destete (kg)	Número observaciones
2	365 ± 19	214	46
3	413 ± 46	216	33
4	362 ± 22	248	22
5	389 ± 54	217	15
6	371 ± 47	211	10
7	318 ± 74	216	9
8	365 ± 58	204	7
9	359 ± 623	267	3
Promedio	375 ± 14	221	145

Ventas: En el periodo de 12 años se vendieron 62 vacas, 21 novillonas y 139 toretes, con pesos de 474, 248 y 267 kg y con una edad de 78, 12 y 11 meses respectivamente. La mayor proporción de animales vendidos es de toretes para engorda y vacas gestantes para cría y de desecho; las novillonas se dejan en su mayoría en el hato para fomentar el crecimiento del rebaño.

Estas ventas y el crecimiento del hato permiten a la empresa darle sustentabilidad económica.

Existencias de ganado por año: El inventario del ganado ha estado creciendo gradualmente durante los últimos años. Cerró a fines de Diciembre de 2012 con 40 vacas, 12 vaquillas, 19 novillonas, 14 becerras, 7 becerros, 5 toretes y 1 semental.

Este crecimiento ha permitido capitalizar a la empresa sin requerir compras de pie de cría.

Mortalidad: Del 2000 al 2012 murieron 2 vacas, 1 vaquilla, 1 becerro y 2 toretes. La mortalidad es prácticamente despreciable, enfocando el programa más a prevención.

CONCLUSIONES.

La utilización de los pastos introducidos y la vegetación existente mediante el riego y el pastoreo racional permitió la expresión de cargas animales aceptables, buen comportamiento reproductivo y buenas ganancias de peso vivo. El número de becerros nacidos, el peso al destete y el peso y edad a la cubrición de la hembra mostraron que es factible lograr la intensificación gradual de la actividad respetando el medio ambiente. Los intervalos entre cada parto muestran que es factible lograr buenos indicadores reproductivos, lo que permite una elevada tasa de extracción y mayor producción de carne por unidad de área y por vaca.

EFFECTO DE ÉPOCA DEL AÑO SOBRE LA ACTIVIDAD ESTRAL DE OVEJAS DE PELO BAJO CONDICIONES ÁRIDAS DEL NOROESTE DE MÉXICO

T.J. Sánchez-Estrada, U. Macías-Cruz, M. Gastélum-Delgado, J.L. Ponce-Covarrubias, A. Correa-Calderón, F.D. Álvarez-Valenzuela, L. Avendaño-Reyes¹

¹*Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California, Mexicali, B.C., CP 21705.*

E-mail: lar62@hotmail.com

RESUMEN

Se utilizaron 22 ovejas multíparas Katahdin x Pelibuey para evaluar el efecto de época sobre la presencia de estro y la duración del ciclo estral bajo condiciones áridas del noroeste de México. Durante todo el año 2011, el grupo de ovejas se mantuvo en condiciones estabuladas en un solo corral y diariamente un macho provisto de mandil se introducía al corral para detectar las ovejas en estro. Adicionalmente, cada 15 días se pesaron individualmente y se les midió condición corporal. Variables climáticas fueron colectadas diariamente todo el año. Las condiciones ambientales fueron termoneutrales en otoño e invierno, mientras que en primavera y verano fueron de estrés calórico. El porcentaje de ovejas que presentaron al menos un estro fue similar ($P>0.05$) entre épocas. El peso, la condición corporal y el número de ciclos fueron mayores ($P<0.05$) en verano y otoño que en invierno. Los ciclos estrales fueron más largos ($P<0.05$) en primavera (25.7 d) que en verano (17.9 d) y otoño (17.5 d). Estos resultados sugieren que la época del año altera la presencia de estro y la duración del ciclo en ovejas de pelo mantenidas en condiciones áridas del noroeste de México.

Palabras clave: ovinos, ciclo estral, estrés calórico, actividad reproductiva.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la población de ovinos de pelo se ha incrementado en las regiones áridas y semiáridas del noroeste de México porque se adapta fácilmente a condiciones climáticas extremas y son altamente rústicas (Macías-Cruz et al., 2010). Sin embargo, en las condiciones de esas regiones, poco se conoce sobre variaciones en la actividad estral y características del ciclo estral que presenta esta raza entre épocas del año. En dichas regiones, el clima es muy variable entre épocas, de tal manera que en verano las temperaturas alcanzan hasta 50° C, mientras que en invierno son bajo 0° C. Además, la precipitación es escasa, lo cual limita la disponibilidad y calidad del forraje. Así, las altas temperaturas registradas en verano en combinación con la escasez de forraje y los cambios fotoperiódicos circanuales podrían afectar negativamente la presencia y/o calidad del estro, y consecuentemente, la fertilidad del rebaño (Marai et al., 2008). Un estudio donde evaluaron la presencia de estro en época de anestro natural para ovejas (Enero a Junio; Gastelum-Delgado et al., 2011), demostró que, en condiciones áridas del noroeste de México, la presencia de estro se reducía solamente en los meses de Enero (45%) y Mayo (54%), lo cual fue relacionado a un efecto de fotoperiodo (Enero), y con una elevación en la temperatura ambiental por el inicio del verano (Junio). En cabras Nubia, Correa-Calderón et al. (1996) también observaron reducción en el porcentaje de estro en época natural de anestro (Marzo-Abril) y al inicio del verano (Junio-Julio). Asimismo, estos estudios sugieren que la época del año puede ser un factor que produce variación en conducta de estro, y posiblemente, en características del ciclo estral. Por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de época del año

sobre la presencia de estro y la duración del ciclo estral en ovejas de pelo bajo condiciones áridas del noroeste de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo durante todo el 2011, en el Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC, el cual se localiza en el Valle de Mexicali, Baja California, al noroeste de México. Se utilizaron 22 ovejas adultas del genotipo Katahdin x Pelibuey que tenía al inicio del experimento una edad entre 4 y 5 años, un peso vivo de 45.5 ± 4.8 kg y una condición corporal de 3.0 unidades en la escala de 1 a 5 (Russel et al., 1969). Durante todo el experimento las ovejas se mantuvieron estabuladas en un corral provisto de comederos, bebederos, sombra y piso de tierra. Además, se alimentaron *ad libitum* con una dieta de mantenimiento que contenía 50% de paja de trigo y 50% de heno de alfalfa, ambos forrajes picados. El agua y la premezcla mineral se ofrecieron a libre acceso.

La temperatura (T) y la humedad relativa (HR) promedio diarias fue solicitada a la estación meteorológica de la UABC para estimar el índice de temperatura-humedad (ITH) con la siguiente fórmula (Hahn, 1999): $ITH = (0.81 \times T) + HR(T - 14.4) + 46.4$. El peso vivo y la condición corporal se registraron mensualmente los días 15 de cada mes. Las épocas consideradas fueron Primavera (21 de Marzo al 20 de Junio), verano (21 de Junio al 20 de Septiembre) otoño (21 de Septiembre al 20 de Diciembre) e invierno (21 de Diciembre al 20 de Marzo). Diariamente durante todo el año, un macho provisto de un mandil fue introducido mañana y tarde al corral de las ovejas para detectar y registrar hembras en estro. Se consideró que una oveja estaba en estro cuando no mostraba ningún reflejo de movimiento por al menos 3 segundos a la monta del macho (Quintero-Elisea et al., 2011). A partir de esta información colectada se estimó por época del año las siguientes variables de estudio: peso vivo, condición corporal, porcentaje de ovejas que presentaron al menos un estro, número de ciclos estrales y duración del ciclo estral. Las variables cuantitativas se sometieron a análisis de varianza bajo diseño completamente al azar, donde el tratamiento fue la época y la unidad experimental la oveja. Las variables expresadas en porcentaje se analizaron con prueba de Ji-cuadrada. Se consideraron diferencias significativas a un $\alpha = 0.05$. Todos los análisis se realizaron con el paquete estadístico de SAS (2004).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las condiciones climáticas registradas en cada época se presentan en el Cuadro 1. La época más caliente fue verano (35.7°C) y la más fría invierno (19.0°C), por lo que en esas mismas épocas se presentó el mayor (verano) y menor ITH (invierno). La humedad relativa siempre fue menor a 44%, siendo más baja en primavera y más alta en otoño. Basado en los ITH's, se encontró que las ovejas estuvieron en ambiente termoneutral en invierno y otoño, y con ligero estrés calórico en primavera. En verano, el estrés calórico al que estuvieron sometidas las ovejas fue de moderado a severo. Condiciones ambientales de temperaturas altas han sido relacionadas negativamente con la continuidad de la actividad reproductiva cíclica de ovejas a través del año (Marai et al., 2008). De hecho, Arroyo (2011) menciona que el fotoperiodo es el principal factor ambiental que regula la actividad reproductiva, y en forma indirecta, la temperatura y la disponibilidad de forraje. No obstante, en este estudio se observó que la presencia de ovejas con al menos un signo de estro fue similar ($P > 0.05$) entre épocas, aunque el número de ciclos que presentaron las ovejas fue mayor ($P < 0.05$) en verano y otoño que en invierno y primavera (Cuadro 2). Asimismo, la duración de los ciclos en verano y otoño fue alrededor de 17 d ($P > 0.05$), más cortos que los observados en primavera ($P < 0.05$) y similar ($P > 0.05$) a los observados en invierno. Estos resultados sugieren que el estrés calórico predominante en verano no afecta la actividad estral de las ovejas de pelo,

ya que la duración (17.9 d) y el número de ciclo estrales (~5.0) muestran que estas ovejas ciclaron de manera regular en dicha época. Acorde con estos resultados, Rodríguez-Mendoza et al. (2009) reportaron que el estrés por calor no alteró la duración del ciclo y la funcionalidad del cuerpo lúteo. Una posible explicación es la gran capacidad que tienen las razas de pelo para adaptarse a cualquier clima, incluyendo los de tipo desértico (Gastelum-Delgado et al., 2012). Por otra parte, este estudio también evidenció que los ciclos fueron más largos y menos frecuentes en invierno y primavera que en las otras épocas, lo cual coincide con lo señalado en otros estudios realizados en ovinos de pelo (Correa-Calderón et al., 1996; Gastelum-Delgado et al., 2011), donde mencionan que de Enero a Mayo la presencia de estro disminuye. Esta baja en la actividad estral en primavera e invierno se relacionan con el efecto del fotoperiodo (Arroyo, 2011). Adicionalmente, los resultados de primavera podrían estar relacionados en forma negativa con el incremento en las temperaturas ambientales a partir de Mayo, lo cual provoca que las ovejas tengan que activar mecanismos compensatorios de larga o corta duración con el objeto de mantenerse en homotermia (Gastelum-Delgado et al., 2011). Así, las ovejas de pelo logran adaptarse y están preparadas para tolerar las altas temperaturas de verano sin alterar su actividad reproductiva.

Cuadro 1. Promedio diarios de temperatura, humedad relativa e índice de temperatura y humedad (ITH).

	Temperatura (°C)	Humedad relativa (%)	ITH (unidades)
Invierno	19.0	34.9	63.3
Primavera	28.2	21.5	73.5
Verano	35.7	32.5	83.0
Otoño	20.6	43.5	70.8

Cuadro 2. Estado corporal y conducta de estro de ovejas de pelo bajo un clima árido.

	Épocas del año				E.E.
	Invierno	Primavera	Verano	Otoño	
Peso vivo (kg)	46.8 ^a	50.4 ^{ab}	54.0 ^{bc}	56.0 ^c	3.8
Condición corporal	3.0 ^a	3.0 ^a	3.11 ^{ab}	3.3 ^b	0.2
Presencia de estro (%)	95.2 (21/22) ^a	100 (22/22) ^a	95.2 (21/22) ^a	100 (22/22) ^a	---
Número de ciclos (n)	2.7 ^a	2.9 ^a	4.9 ^b	4.0 ^c	0.9
Intervalo entre ciclos (d)	20.8 ^{ab}	25.7 ^b	17.9 ^a	17.5 ^a	7.2

^{a,b,c} Superíndices diferentes en hilera indican diferencias a $P < 0.05$.

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones áridas del noroeste de México, las ovejas de pelo pueden presentar estros en todas las épocas del año, pero en forma regular solamente en verano y otoño. Por lo tanto, un ambiente de estrés calórico no es un factor que altere la actividad estral en este tipo de razas.

REFERENCIAS

Arroyo, L.J., J. Gallegos-Sánchez, A. Villa-Godoy, J.M. Berruecos, G. Perera, J. Valencia. 2007. Reproductive activity of Pelibuey and Suffolk ewes at 19° north latitudes. *Animal Reproduction Science*, 102: 24-30.

- Correa-Calderon, A., L. Avendaño, L.E. Avelar, C.A. Martínez. 1996. Actividad reproductiva de la cabra Nubia en el Valle de Mexicali, B.C. *Revista de Producción Animal en Zonas Áridas*, 11:24-28.
- Gastélum-Delgado, M.A., F.D. Álvarez-Valenzuela, L. Avendaño-reyes, A. Correa-Calderón, J.E. Guerra-Liera, U. Macías-Cruz. 2011. Distribución de estros en ovejas de pelo durante la época de baja actividad reproductiva: Condiciones del noroeste de México. En: Memorias de la 1er. Reunión Conjunta de Producción Animal y Manejo de Pastizales. Chihuahua, Chihua., México. Pp. 100-104.
- Gastélum-Delgado, M.A., F.D. Álvarez-Valenzuela, L. Avendaño-reyes, A. Correa-Calderón, J.E. Guerra-Liera, U. Macías-Cruz. 2012. Activación de mecanismos termorregulatorios fisiológicos en ovejas de pelo por efecto de la carga de calor adquirida durante verano. En: Memorias de la 2da. Reunión Conjunta de Producción Animal y Manejo de Pastizales. Zacatecas, Zac., México. Pp. 134-138.
- Hahn, G.L., 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Dairy Science*, 82 (Suppl. 2):10-20.
- Macías-Cruz, U., F.D. Álvarez-Valenzuela, J. Rodríguez-García, A. Correa-Calderón, N.G. Torrentera-Olivera, L. Molina-Ramírez, L. Avendaño-Reyes. 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 razas Dorper y Katahdin en confinamiento. *Archivos de Medicina Veterinaria*, 42:147-154.
- Marai, I.F.M., A.A. El-Darawany, A. Fadiel, M.A.M. Abdel-Hafez. 2008. Reproductive performance traits as affected by heat stress and its alleviation in sheep. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 8:209-234.
- Quintero-Elisea, J.A., U. Macias-Cruz, F.D. Álvarez-Valenzuela, A. Correa-Calderón, A. González-Reyna, F.A. Lucero-Magaña, S.A. Soto-Navarro, L. Avendaño-Reyes. 2011. The effects of time and dose of pregnant mare serum gonadotropin (PMSG) on reproductive efficiency in hair sheep ewes. *Tropical Animal Health and Production*, 43:1567-1673.
- Rodríguez-Mendoza, M., H.H. Montaldo, J.A. Balcazár-Sánchez, J. Hernández-Cerón. 2009. Niveles de progesterona sérica en ovejas Pelibuey y Suffolk sometidas a estrés calórico. *Veterinaria México*, 40:197-202.
- SAS INSTITUTE, 2004. SAS/STAT: User's guide statistics released 9.1, 2nd Ed. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA.

SUPEROVULACIÓN EN GANADO CRIOLLO LECHERO TROPICAL

F. Rosales-Martínez¹, A. Rosendo-Ponce², R. Canseco-Sedano³, C. Cortez-Romero⁴, G. Torres-Hernández¹, C. M. Becerril-Pérez^{1*}

¹*Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, Carr. Fed. México-Texcoco, km 36.5, 56230 Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.* ²*Campus Veracruz, Colegio de Postgraduados, Carr. Fed. Xalapa-Veracruz, km 88.5, 94251 Manlio Fabio Altamirano, Veracruz, México.*

³*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Miguel Ángel de Quevedo s/n Esq. Yáñez, 91710 Veracruz, Veracruz, México.* ⁴*Campus San Luis, Colegio de Postgraduados, Iturbide No.73, 78600 Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí, México*

**E-mail: color@colpos.mx*

RESUMEN

Se desconoce la respuesta superovulatoria a la administración exógena de la Hormona Folículo Estimulante (FSH) en el ganado Criollo Lechero Tropical (CLT) y se requiere superovular hembras de alto valor genético. El objetivo del presente estudio fue establecer el mejor protocolo de ovulación múltiple con base en la dosis de FSH. El estudio se realizó en el campus Veracruz del CP. Se utilizaron 6 vaquillas y 5 vacas (50.6±6.2 meses y 429.6±12.1 kg). Se utilizaron 260 y 210 mg de FSH (Folltropin-V). Los embriones se recolectaron por el método no quirúrgico. Se utilizó un diseño completamente al azar, las variables fueron analizadas con el procedimiento de modelos generalizados (GENMOD) del SAS siguiendo una distribución de *Poisson*. La edad, el peso y la condición corporal influyeron en el total de estructuras colectadas (TEC) y ovocitos no fertilizados (ONF). En TEC y ONF se encontró diferencia estadística ($p \leq 0.0003$ y $p \leq 0.01$) entre tratamientos y no se encontró diferencia ($p > 0.05$) en embriones transferibles (ET). Las dosis de 260 y 210 mg de FSH indujeron resultados similares en el número de embriones transferibles y calidad 1.

Palabras clave: *bovino criollo, FSH, Veracruz.*

INTRODUCCIÓN

El ganado Criollo Lechero Tropical (CLT) es un *Bos taurus* adaptado a los climas tropicales cálidos que descende del ganado español introducido a América en 1493 (de Alba, 2011). En el ganado CLT no se ha utilizado la ovulación múltiple y la transferencia de embriones (OMTE), ya que se desconocen los protocolos reproductivos que hacen factible el uso de esta tecnología en la hembra CLT. La respuesta superovulatoria de hembras criollas similares al CLT se estudió en el Criollo Limonero de Venezuela (González *et al.*, 1997). El objetivo del presente estudio fue establecer el mejor protocolo de ovulación múltiple con base en la dosis de Hormona Folículo Estimulante (FSH) en hembras Criollo Lechero Tropical.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Campus Veracruz del CP, localizado a 19° 11' N y 96° 20' O, a una altura de 23 msnm. El clima de la región es $Aw_0(w)(i)gw''$, cálido subhúmedo con lluvias en verano, precipitación y temperatura medias anuales de 1060 mm y 26.4 °C (García, 1988). Se asignaron al azar a 2 tratamientos, 6 vaquillas vírgenes y 5 vacas de primero y segundo parto de 50.6±6.2 meses y 429.6±12.1 kg y una condición corporal media de 3.1±0.8. Las donadoras se alimentaron en potreros de pasto Pará (*Brachiaria mutica*) y con concentrados con 18% de

proteína cruda a razón de $2 \text{ kg d}^{-1} \text{ animal}^{-1}$, sales minerales y agua a libre acceso. El día cero se insertó un dispositivo intravaginal liberador de progesterona (CIDR) y se aplicaron 2.5 mg de Benzoato de estradiol y 50 mg de Progesterona. Del día cuatro al siete se aplicaron dosis diarias decrecientes de FSH (AM y PM; Folltropin-V, Canadá) con niveles totales de 260 (FSH1) y 210 (FSH2) mg, correspondientes a los dos tratamientos. El día seis se aplicó 25 mg de PGF 2α (AM y PM). El día siete se retiró el CIDR (AM) y se aplicó 200 UI de eCG (AM y PM). El día ocho se aplicó 0.25 mg de GnRH (AM) y se realizó la primera IA (PM). El día nueve se realizó la segunda IA (AM). Los embriones se recolectaron por el método no quirúrgico siete días después de realizada la primera IA (Seidel y Seidel, 1991) y se clasificaron de acuerdo a las recomendaciones de la IETS (Stringfellow y Seidel, 1998). Las variables estudiadas fueron cuerpos lúteos (CL), embriones degenerados (ED), blastocistos (B), embriones calidad 1 (EC1), ovocitos no fertilizados (ONF), embriones transferibles (ET) y total de estructuras colectadas (TEC). En el presente documento se presentan resultados parciales, donde no se incluyen las cuatro primeras variables mencionadas. Se utilizó un diseño completamente al azar, con efecto de tratamiento y covariables edad, peso y condición corporal, las variables se analizaron con una distribución de *Poisson* utilizando el procedimiento de modelos generalizados (GENMOD) del SAS (SAS Institute, 2010).

RESULTADOS Y DISCUSION

La edad afectó los ONF con $\hat{\beta} = -2.3 \times 10^{-3} \pm 1.0 \times 10^{-3}$ ($p \leq 0.007$). Se encontró diferencia estadística ($p \leq 0.01$) entre tratamientos con medias de 2.0 ± 0.6 y 0.5 ± 0.3 ONF para FSH1 y FSH2, respectivamente. Se obtuvo un mayor número de ONF en tratamiento FSH1, asociado a las dosis altas de FSH presentes en la hipófisis y en los ovarios durante la ovulación (Kanitz *et al.*, 2002). El número de ET fue similar entre tratamientos ($p > 0.05$) con medias de 3.2 ± 0.7 y 3.0 ± 0.8 para FSH1 y FSH2, respectivamente. Es deseable obtener un mismo número de ET utilizando una menor cantidad de FSH. En vaquillas de la raza Kamphaeng Saen, Nilchuen *et al.* (2011) y Nilchuen *et al.* (2012) estimaron 5.7 ± 3.3 y 9.8 ± 3.0 ET con la aplicación de 240 mg de FSH (Folltropin-V). En vacas Sistani de Irán, Barati *et al.* (2006) aplicaron niveles de 200, 160 y 120 mg de FSH (Folltropin-V) y estimaron medias de 4.3 ± 1.1 , 3.4 ± 1.2 y 2.7 ± 1.1 ET. Los resultados de este estudio son mayores a los 1.3 ± 1.2 ET obtenidos en vaquillas *Bos taurus* no adaptadas y superovuladas en un ambiente tropical (Kanuya *et al.*, 1997). La edad, el peso y la CC de las donadoras CLT, influyeron en TEC con $\hat{\beta} = -2.7 \times 10^{-3} \pm 0.8 \times 10^{-3}$ ($p \leq 0.002$), $\hat{\beta} = 9.7 \times 10^{-3} \pm 3.9 \times 10^{-3}$ ($p \leq 0.0133$) y $\hat{\beta} = 1.2 \pm 0.4$ ($p \leq 0.0009$). La variable TEC fue diferente entre tratamientos ($p \leq 0.0003$) con medias de 10.3 ± 1.5 y 3.5 ± 0.8 TEC en los tratamientos FSH1 y FSH2, respectivamente. Se ha encontrado que a mayor edad de la donadora, se obtiene menor número total de embriones colectados (Lerner *et al.*, 1986). Sin embargo, cuando donadoras muy jóvenes son superovuladas con dosis altas de FSH, se produce una sobreestimulación ovárica teniendo como consecuencia una pobre ovulación (Breuel *et al.*, 1991). En vaquillas Kamphaeng Saen superovuladas con 200 mg de FSH (Folltropin-V), se obtuvieron 9.0 ± 1.2 TEC (Nilchuen *et al.*, 2011) y 14.3 ± 3.6 (Nilchuen *et al.*, 2012). Los 10.3 ± 1.5 TEC obtenidos con el tratamiento FSH1 en el presente estudio, son mayores a 9.2 ± 9.0 TEC obtenidos en Colombia en vacas Gyr lechero superovuladas con 200 mg de FSH (Folltropin-V) y mantenidas en condiciones de clima cálido húmedo (Motta *et al.*, 2011).

CONCLUSIONES

La respuesta superovulatoria obtenida en ganado Criollo Lechero Tropical fue similar con la aplicación de diferentes niveles de Folltropin-V. Es favorable obtener resultados similares en relación al número de embriones con calidad transferible con la administración de dosis bajas de FSH.

REFERENCIAS

- Barati, F., A. Niasari-Naslaji, M. Bolourchi, F. Sarhaddi, K. Razavi, E. Naghzali, W. W. Thatcher. 2006. Superovulatory response of Sistani cattle to three different doses of FSH during winter and summer. *Theriogenology*. 66: 1149-1155.
- Breuel, K. F., R. D. Baker, R. L. Butcher, E. C. Townsend, E. K. Inskeep, R. A. Dailey, and S. P. Lerner. 1991. Effects of breed, age of donor and dosage of follicle stimulating hormone on the superovulatory response of beef cows. *Theriogenology*. 36(2): 241-255.
- de Alba, J. 2011. El libro de los bovinos criollos de América. Biblioteca Básica de Agricultura. Ed. Colegio de Postgraduados. México. 444 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana. Universidad Nacional Autónoma de México. 246 p.
- González, R., J Velarde C, S Zambrano y P Esté. 1997. Producción y Trasplante de embriones congelados de bovinos Criollo Limonero. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 5(Supl. 1): 370-372.
- Kanitz, W., F. Becker, F. Schneirder, E. Kanitz, C. Leiding, H. P. Nohner, R. Pöhland. 2002. Superovulation in cattle: practical aspects of gonadotropin treatment and insemination. *Reproduction Nutrition Development*. 42: 587-599.
- Kanuya, N., H. Callesen, P. Hyttel, R. Assey, and T. Greve. 1997. Superovulatory response of dairy cattle (*Bos taurus*) in a tropical environment. *Theriogenology*. 47: 1583-1593.
- Lerner, S.P., W. V. Thayne, R. D. Baker, T. Henschen, S. Meredith, E. K. Inskeep, R. A. Dailey, P. E. Lewis, and R. L. Butcher. 1986. Age, dose of FSH and other factors affecting superovulation in Holstein cows. *Journal of Animal science*. 63: 176-183.
- Motta D, P A., N M Ramirez Y, N Ramos C, A F Valencia H, W Perdomo T. 2011. Respuesta superovulatoria en número y calidad embrionaria de vacas y novillas Gyr lechero en clima cálido húmedo. *Revista Electrónica de Veterinaria*. 12(10):1-14. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101011.html>.
- Nilchuen, P., S. Rattanatabtimtong, and S. Chomchai. 2011. Superovulation with different doses of follicle stimulating hormone in Kamphaen Saen beef cattle. *Songklanakarin J. Sci. Technol.* 33 (6): 679-683.
- Nilchuen, P., S. Chomchai, and S. Rattanatabtimtong. 2012. Superovulation with different doses of follicle stimulating hormone in Kamphaeng Saen beef cattle. *J. Anim. Vet. Adv.* 11 (5): 676-680.
- SAS Institute. 2010. SAS 9.3 for Windows. SAS Inst. Inc., Cary, NC. USA.
- Seidel Jr, E. G., and S. M. Seidel .1991. Training manual for embryo transfer in cattle. FAO. Animal Production and Health Paper 77. Rome Italy. 164 p.
- Stringfellow, A. D., and S. M. Seidel. 1998. Manual of the International Embryo Transfer Society. 3ra. Edition. Savoy, IL. 170 p.

PRODUCCIÓN DE EMBRIONES BOVINOS *InVitro* EN CONDICIONES DE TEMPERATURA AMBIENTAL Y HUMEDAD RELATIVA DE TRÓPICO HÚMEDO

G. Cansino-Arroyo*, I. Gómez-García, A. Ordoñez-León, J. Cámara-Córdova

*E-mail: geracan@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la temperatura ambiente y la humedad relativa del trópico húmedo, sobre los ovocitos aspirados, madurados fertilizados *in vitro* y embriones producidos *in vitro*, del año 2008 - 2010. En el laboratorio Brasuca S.A se maduraron 165,146 ovocitos, de 19,203 vacas sacrificadas en rastro. Las variables climatológicas se obtuvieron de la estación Meteorológica de la División Académica de Ciencias Agropecuarias y se procesaron con el paquete estadístico SAS Versión 8.0, mediante un análisis de varianza (ANDEVA $p=0.05$) y sus medias fueron comprobadas por la prueba de Tukey. Palabras clave: clima, trópico húmedo, embriones *in vitro*.

INTRODUCCIÓN

La producción de embriones *In vitro* (PEIV) permite obtener cientos de crías de una vaca en el menor tiempo, a partir de ovocitos fertilizados en laboratorio (Gordon 1994). La PEIV depende de los ovocitos que hayan logrado su maduración (MIV) y que sean penetrados por los espermatozoides (FIV). La maduración natural del ovocito se inicia con los ciclos sexuales, al coincidir su crecimiento con niveles adecuados de la FSH y de la LH circulantes proseguirán su desarrollo y maduración (Hunter 1990). El periodo entre el pico de LH y la ovulación constituye la fase, donde el ovocito, no solo reanuda y progresa la meiosis (maduración nuclear) sino que se prepara para su activación, fecundación y posterior desarrollo embrionario (Thibault et al. 1987). Por tanto, la capacitación del ovocito va depender de un adecuado aporte hormonal y las condiciones ambientales favorables durante el ciclo estral (Hyttel et al. 1997).

Los bovinos manifiestan variaciones importantes del estro y la ovulación, así como, en la calidad de sus ovocitos y embriones por la influencia de la radiación solar, la temperatura ambiente (TA), la humedad relativa (HR) y la circulación del aire. (Lonergan et al. 1994; Rocha et al. 1998), con lo que pueden verse afectados los índices satisfactorios de reproducción. La cría de bovinos en el trópico húmedo (TH), se desarrolla bajo una marcada influencia del medio ambiente y repercute en ciertos periodos y con determinada intensidad reproductiva, ya que esta región se caracteriza por una época de nortes (noviembre a febrero), una de sequía (marzo a junio) y la de lluvias (julio a octubre); épocas que muestran características ambientales particulares y que pueden influir considerablemente en la fertilidad. Por lo que es importante explicar el efecto de algunos factores climáticos sobre la PEIV de bovinos procedentes de vacas expuestas a condiciones tropicales. A la fecha se desconoce con exactitud cuáles son los efectos de la TA y HR sobre la PEIV de los bovinos. El objetivo del trabajo fue determinar la influencia de las condiciones medio ambientales sobre la MIV de los ovocitos y la PEIV bovinos *in vitro*, en el TH y el objetivo particular, evaluar el efecto de la TA, HR y el ITH sobre la proporción de ovocitos aspirados, madurados, fertilizados y embriones producidos *in vitro*, en condiciones de trópico húmedo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el estado de Tabasco, ubicado al N 18°39', al S 17°15' de latitud norte; al E 91°00', al O 94°07' de longitud oeste. La TA media anual en la entidad es de 27°C, la TA

máxima promedio es de 36°C en el mes de mayo, la TA mínima promedio es de 18.5°C durante el mes de enero, la HR fluctúa entre 80% y 86%, (INEGI 2000). El 95.5% de la superficie del estado corresponde a la formación climatológica con clima cálido húmedo con abundantes lluvias en verano (Am) (García 2004), el restante 4.5% es clima cálido subhúmedo hacia la parte este del estado (INEGI 2000).

Para determinar el efecto de la TA se utilizaron los siguientes rangos: 6.1 a 21 °C; 21.1 a 37.5 °C y > 37.6 °C (Johnson 1986). De la HR los rangos de <65 %; 65.1 a 75 %; 75.1 a 85 % y >85.1 %. Finalmente se evaluó el efecto combinado de TA y HR, mediante el índice de temperatura-humedad (ITH). Para el ITH se usó la escala: ITH <74 =estrés nulo; 75 a 79 =estrés leve; 80 a 83 =estrés moderado y > 84 =estrés grave (Mujika 2005). Se calculó el ITH de acuerdo con Ingraham et al. (1997), mediante la ecuación $[(1.8 T^{\circ}) + 32] - (0.55 - (0.55 \text{ HR}/100)) ((1.8 T^{\circ}) - 26)$; ($T^{\circ} = \text{TA}^{\circ}\text{C}$ y $\text{HR}=(\%)$).

Se utilizó retrospectivamente los datos del año 2008 al 2010 de MIV y FIV con fecha a la obtención de los ovocitos. En el Frigorífico y Empacadora de Tabasco, se obtuvieron 38,406 ovarios de 19,203 vacas sacrificadas procedentes de los 17 Municipios del Estado de Tabasco. En el laboratorio Brasuca S.A se obtuvieron los registros de MIV, FIV y PEIV. Con la Estación Meteorológica de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT, se obtuvieron los registros de TA; °C y HR; %, mediante una consola receptora Vantage Vue TM modelo Pro2. La información se analizó con el paquete estadístico SAS versión 8.0, mediante un análisis de varianza (ANDEVA $p < 0.05$) y sus medias fueron comprobadas por una Prueba de Tukey.

Los ovarios se retiraron 10 minutos después del sacrificio, se transportaron al laboratorio en un período máximo de 2 horas, a temperatura de 25 °C en SSF. Posteriormente se lavaron dos veces con SSF a la misma temperatura, Se obtuvieron 165,146 ovocitos de folículos de 2 a 8 mm de diámetro con jeringa hipodérmica (10 ml y aguja del 18). El líquido folicular aspirado se depositó en tubos de 50 ml y se dejó sedimentar (15 min). El botón resultante se colocó en cajas de Petri y con el microscopio estereoscópico se realizó la búsqueda y evaluación morfológica de los ovocitos (75X) dentro de una campana de flujo laminar.

La MIV de los ovocitos se hizo en forma aleatoria utilizando TCM-19. Las condiciones de cultivo fueron: 38.5 °C, 5% de CO₂ en 95% de aire y humedad a saturación, conservando estas condiciones para la FIV y PEIV. Transcurridas 24 hora de MIV, los ovocitos se evaluaron, contabilizando los ovocitos cuyas células del cúmulo mostraron expansión. Los ovocitos seleccionados se lavarón en dos gotas de medio FIV.

El semen se descongeló a baño maría (35°C/30 seg) y bajo el microscopio de contraste de fases se evaluó la motilidad espermática. Se añadieron 2 ml de medio FIV suplementado con Penicilamina, e Hipotaurina y Heparina para la capacitación espermática. Se realizó una segunda centrifugación a 751g/5 min. Se realizó el conteo espermático con un hemocitómetro, un microscopio óptico (400 x) y un contador de células. Se calculó la concentración y el volumen requeridos para realizar la FIV. En cada gota de 90 µl de medio FIV se agregó 0.5×10^6 espermatozoides/ml para realizar la FIV, diluidos en un volumen de 30 µl.

Los ovocitos y los espermatozoides permanecieron en incubación por 24 horas bajo las condiciones antes mencionadas. Transcurrido el tiempo de fecundación se llevó a cabo el cambio a medio de cultivo. Los cigotos permanecieron 7 días, reemplazando su medio cada 48 horas. Transcurrido el tiempo se observaron los embriones PEIV, con un microscopio estereoscópico (80 x) para evaluar los embriones que se desarrollaron (mórula y blastocisto), se compararon con las normas de la Sociedad Internacional de Transferencia de Embriones (IETS).

RESULTADOS y DISCUSIÓN

En condiciones de trópico húmedo con TA mayor a 37.6 °C se logró obtener la mayor cantidad de ovocitos aspirados y con TA mayor a 21.1 °C se obtuvo el 92.3 % de ovocitos MIV, y con menor temperatura disminuye el porcentaje, ($P < 0.05$). Mientras con temperatura inferior a 21 °C se obtuvo mayor proporción de ovocitos fertilizados (80.9 %) y embriones producidos (35.0 %) en comparación con los otros rangos de temperatura ambiente, ($P < 0.05$). (Cuadro 1).

Cuadro 1. Embriones Producidos *In vitro* y la temperatura ambiental (2008-2010).

Temperatura ambiente °C	Proporción de			Proporción Embriones PIV
	Ovocitos Aspirados	Ovocitos MIV	Ovocitos FIV	
De 6.1 a 21.0	54,553	89.8±11 ^a	80.9±11 ^a	35.0±21 ^a
De 21.1 a 37.5	54,101	92.3±8.4 ^b	66.2±28 ^b	32.8±21 ^b
> 37.6	56,492	92.3±9.1 ^b	61.0±29 ^c	29.0±26 ^c
Total	165,146	91.3±9.5	69.4±27	32.3±20

a, b.= Literales diferentes en columna muestran diferencia ($p = 0.05$).

El cuadro 2, muestra la PEIV y su relación con la TA mediante rangos que permiten diferenciar las TA mínimas y máximas. Se pueden apreciar la mayor cantidad de ovocitos aspirados con TA mayor a 37 °C. En el rango de TA de 21.1 a 26 °C y mayor a 37 °C se obtuvo el mayor porcentaje (93.0 % y 92.3 %; $P < 0.05$) de ovocitos MIV. Los mayores porcentajes de ovocitos FIV se encontraron en los rangos de 11 a 16 °C, 26.1 a 31 °C y 31.1 a 37 °C, (79.9, 74.6 y 78.6 % respectivamente). Una situación similar ocurrió en la PEIV, donde los mayores porcentajes (30.6 %, 31.4 % y 31.4 %,), se encontraron en los rangos de TA de 11 a 16 °C, 16 a 21 °C y de 31.1 a 37 °C respectivamente.

Cuadro 2. Embriones Producidos *In vitro* y rangos de temperatura ambiental (2008-2010)

Rangos de TA °C	Ovocitos aspirados	Proporción de		
		Ovocitos MIV	Ovocitos FIV	Embriones PIV
11 a 16	24,120	87.7±15 ^a	79.9±14 ^a	30.6±15 ^a
16.1 a 21	19,818	90.8±8 ^b	75.6±22 ^b	31.4±14 ^a
21.1 a 26	22,120	93.0±7 ^c	67.6±25 ^c	26.0±13 ^b
26.1 a 31	24,772	90.0±10 ^b	74.6±22 ^a	26.5±15 ^b
31.1 a 37	18,166	90.5±11 ^b	78.6±21 ^a	31.4±15 ^a
> 37.1	56,150	92.3±7 ^c	68.0±25 ^c	27.0±13 ^b
Total	165,146	91.6±9	71.8±24	28.4±14

a, b.= Literales diferentes en columna muestran diferencia ($p = 0.5$).

Las cantidades obtenidas de la PEIV con temperaturas bajas y máximas coinciden con Ealy y Hansen (1994), quienes demostraron que los embriones bovinos son más resistentes al shock calórico conforme avanza su desarrollo *in vitro*, debido a que las variaciones de TA pueden afectar la fisiología reproductiva del animal, ya que cuando hay un aumento de TA puede provocar que en la vaca se activen mecanismos corporales físicos y químicos para controlar el calor del ambiente. La primera consecuencia es un gasto adicional de energía, posiblemente, este incremento de calor corporal reduce la DIV, porque los aspectos fisiológicos y celulares de la función reproductiva se ven afectadas tanto por el aumento de la TA causado por el estrés por

calor o por las adaptaciones fisiológicas que participan en la vaca para reducir la hipertermia como lo menciona Hansen (2000).

En el Cuadro 3, la mayor cantidad de ovocitos aspirados se obtuvo en el rango menor a 65 % de HR. La mayor proporción (93.2%; $P < 0.05$) de ovocitos MIV se logró obtener con HR mayor a 85.1%, mostrando porcentajes decrecientes a menor HR, con diferencias significativas ($P < 0.05$). En el caso de ovocitos FIV, el mayor porcentaje (78.0%; $P < 0.05$) ocurrió en el rango de 75.1 a 85 % de HR. En caso de embriones PIV el mayor porcentaje (32.2 %) ocurrió con una HR inferior a 65 %, por lo que al aumentar la HR disminuye los embriones PIV, ($P < 0.05$). Las cantidades similares de embriones obtenidos con inferior o superior porcentajes de humedad no mostró significancia entre humedades extremas, esto posiblemente coincida con la explicación de Chebel (2008), quien menciona que el nivel de estrés calórico del presente estudio no fue suficiente para comprometer el desarrollo embrionario, pero si para afectar la calidad embrionaria.

Cuadro 3. Embriones Producidos *In vitro* y la humedad relativa (2008-2010).

Humedad Relativa (%)	Proporción de			Proporción de Embriones PIV
	Ovocitos aspirados	Ovocitos MIV	Ovocitos FIV	
< 65	51,125	92.2±8.7a	65.0±29a	32.2±14 ^a
65.1 a 75	45,451	91.0±9.5b	76.9±19b	26.2±14b
75.1 a 85	37,043	90.0±10c	78.0±16c	28.2±14c
> 85.1	25,527	93.2±8.3d	73.0±24d	25.4±13b
Total	165,146	91.4±9.3	72.1±24	28.6±14

a, b.= Literales diferentes en columna muestran diferencia ($p < 0.5$).

Con un ITH mayor a 84 se logró obtener 92,220 ovocitos aspirados. Con ITH menor a 79 se obtuvieron las mayores proporciones (92.2 % y 93.0 %; $P < 0.05$) de ovocitos MIV y a mayor ITH menores porcentajes. Con ITH mayor a 84 se logró obtener el 77 % de ovocitos FIV ($P < 0.05$), con una tendencia decreciente a menores ITH. Para la PEIV el mayor porcentaje (35.7 %; $P < 0.05$) se obtuvo con ITH menor a 74, con un comportamiento decrecientes a mayor ITH (Ver cuadro 4).

Cuadro 4. Embriones Producidos *In vitro* y el índice de temperatura-humedad (2008-2010).

Índice de temperatura-humedad (ITH)	Ovocitos aspirados	Proporción de		Proporción Embriones PIV
		Ovocitos MIV	Ovocitos FIV	
Estrés Nulo ITH <74	29,956	92.2±7a	64.1±31.1a	35.7±14.2 ^a
Estrés Leve ITH 75-79	16,632	93.0±7a	62.3±28.2a	29.8±11.0b
E. Moderado ITH 80-83	28,551	91.0±10b	70.2±23.8b	27.4±15.2c
Estrés Grave ITH >84	92,220	91.0±10b	77.0±18.5c	26.7±13.5d
Total	167,359	91.4±9.3	72.1±23.7	28.7±13.1

a, b.= Literales diferentes en columna muestran diferencia ($p < 0.5$).

La obtención del mayor número de ovocitos correspondió a un alto ITH, un comportamiento similar ocurrió en el proceso de FIV, situación en desacuerdo a la propuesta de Mujika (2005) que a igualdad de TA y HR más alta se incrementa el estrés calórico en el ganado y como lo explican McDonald (1980) y McNabb (1995) que las altas TA afectan directamente el desarrollo folicular (TA media del aire 29,5°C, HR del 90,6%) en situaciones de estrés por calor por altas concentraciones sanguíneas de cortisol, y bajas concentraciones de las hormonas tiroideas, para disminuir la velocidad de producción de calor metabólico con repercusión hormonal.

CONCLUSIONES

La temperatura ambiente mostró una influencia positiva sobre la proporción de FIV y PEIV, siendo la temperatura mínima la más favorable. La HR mostró una influencia positiva sobre la obtención de los ovocitos y PEIV. El ITH mostró una influencia positiva en la proporción de PEIV. Los factores ambientales afectan en gran medida la homeostasis cuando se ve alterado el confort de los animales provocando estrés calórico, lo que dificulta el aprovechamiento de nutrientes, repercutiendo la producción y reproducción en la ganadería del trópico húmedo. Sin embargo se requiere realizar más estudios.

REFERENCIAS

- Chebel RC, Demetrio DG, Metzger J (2008) Factors affecting success of embryo collection and transfer in large dairy herds. *Theriogenology* 69:98-106.
- Ealy AD, Hansen PJ (1994) Induced thermo tolerance during early development of murine and bovine embryos. *J. Cell. Physiol.* 160:463.
- García E (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Instituto de Geografía. UNAM. Serie Libros, No. 6. México, D. F. 90 pp.
- Gordon I (1994) *Laboratory Production of Cattle Embryos*. CAB International. University Press, Cambridge, 639 pp.
- Hansen LB (2000) Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J Dairy Sci.* 83:1145-1150.
- Hunter RHF (1990) Fertilization of pig eggs in vitro and in vivo. *Journal of Reproduction and Fertility (Suppl)*; 40: 211-226.
- Hyttel P, Fair T, Callesen H, Greve T (1997) Oocyte growth, capacitation and final maturation in cattle. *Theriogenology*, 47: 23-32.
- Ingraham RH, Stanley RW, Wagner WC (1976) Relationship of temperature and humidity to pregnancy rate of Holstein cows in Hawaii. *J Dairy Sci.* 59:2086-90.
- Johnson HD (1986) The effects of temperature and thermal balance on milk production. In: Moberg GP (ed). *Limiting the effects of stress on cattle*. Western Regional Research Publication 009 and Utah Agricultural Experimental Station Research Bulletin 512, 33-45 pp.
- Lonergan P, Monaghan P, Rizos D, Boland MP, Gordon I (1994) Effect of follicle size on bovine oocyte quality and developmental competence following maturation, fertilization, and culture In Vitro. *Molecular Reproduction Development*;37:48-53.
- McDonald LE (1980) *Veterinary endocrinology and reproduction*. 3rd Edition. Philadelphia: Lea & Febiger; 173-174 pp.
- McNabb AFM (1995) Thyroid hormones, their activation, degradation and effects on metabolism. *J Nut* 125:1773-76.
- Mujika AI (2005) El Estrés Calórico Efecto En Las Vacas Lecheras. (Área De Asistencia Técnica En Vacuno De Leche). *Navarra Agraria*. 36-44 pp.

- Rocha A, Randel RD, Broussard JR, Lim JM, Blair RM, Roussel JD, Godke RA, Hansel W (1998) High environmental temperature and humidity decrease oocyte quality in *Bos taurus* but not in *Bos indicus* cows. *Theriogenology* 49:657–665.
- Thibault C, Szöllosi D, Gérard M (1987) Mammalian oocyte maturation. *Reproduction Nutrition Development* 27:865-896.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO EN OVEJAS DE RAZA DE PELO EN UN SISTEMA SEMI-INTENSIVO EN EL TRÓPICO

J.E. Tec Canché, J.G. Magaña Monforte*, J.R. Aké López, J.C. Segura Correa

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.

**E-mail: jmagana@uady.mx*

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el desempeño productivo de ovejas Pelibuey (P), Panza Negra (BB) y Katahdin (K) como razas puras y cruzadas con Dorper (D) y K. Las variables estudiadas fueron: tamaño de la camada al nacer (TCN) y al destete (TCD), peso de la camada al nacer (PCN), al destete ajustado a 60 días (PCDA) y la repetibilidad (r) de esos indicadores. La información se analizó utilizando modelos mixtos con procedimiento REML con efectos fijos de AP (año de parto), EP (época de parto), NP (número de parto), TC (tamaño de la camada) e incluyendo el efecto aleatorio de la oveja anidada al grupo genético.

El TCN fue similar en los genotipos evaluados ($P > 0.05$) y para TCD los más sobresalientes fueron P (1.26) y KxBB (1.32). En lo concerniente al PCN y PCDA los grupos raciales K (4.97kg y 24.02kg) y D×K (4.87kg y 24.32kg) presentaron los mayores valores. La r para TCN, TCD, PCN y PCDA fueron de 0.13, 0.07, 0.18, 0.15, respectivamente. Se concluye que a pesar del mayor TCD de las hembras P y KxBB tuvieron menor PCD en comparación a las razas K y D×K. El mejoramiento a través de selección durante la vida productiva de las ovejas sería insignificante ya que la repetibilidad estimada fue baja.

Palabras clave: producción, repetibilidad, ovejas de raza de pelo.

INTRODUCCIÓN

Con la introducción en México de razas mejoradas para producción de carne como Dorper, Katahdin, Charollais, muchos productores de ovinos Pelibuey y Blackbelly han iniciado cruzamientos de sus ovejas con sementales de esas razas con el propósito de aumentar las ganancias de peso y consecuentes pesos al destete y a la venta de sus corderos. Si bien, esto se ha logrado en cierta medida (Osorio y Montaldo, 2008; Hinojosa-Cuellar *et al.*, 2009), estos grupos raciales no han sido evaluadas en México (De Lucas y Rabiza, 2003), a pesar de que son una opción para el mejoramiento de los rebaños comerciales (Berumen *et al.*, 2005). Por lo tanto, debido a su importancia el presente estudio tiene como objetivo evaluar el desempeño productivo de ovejas de razas de pelo y estimar la repetibilidad de los indicadores estudiados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en una unidad de producción ovina de ciclo completo localizado en el región sur del estado de Yucatán, México. El clima de la región es del tipo cálido sub-húmedo, con lluvias en verano (Aw0). Con una temperatura media anual de 25.5°C y precipitación pluvial media anual de 697 mm.

El rancho cuenta con sistema de riego, siendo el pasto predominante la *Brizantha* (*Bracharia brizantha*). Las razas que se explotan son Katahdin, Pelibuey, Blackbelly, Dorper y las cruza entre ellos.

Con relación al manejo general, una semana posterior al parto, las borregas se trasladan con sus respectivas crías a los corrales de maternidad y ahí permanecen hasta el destete aproximadamente

60 días. A las hembras próximas a parir se les ofrece 300 g de un alimento comercial y pasto Taiwán picado. Las hembras lactantes reciben 700 g del alimento comercial por día, mientras que el pasto picado se les ofrece hasta la cuarta semana a partir del cual es reemplazado por horas de pastoreo de 8am a 12pm y luego ingresan nuevamente al corral correspondiente.

A los corderos se les ofrece *ad libitum* un pre iniciador y a partir de los 28 días de edad hasta su destete, se realiza amamantamiento restringido dejando mamar a los corderos dos horas en la mañana (6-8am) y dos horas en la tarde (2-4pm), mientras que el resto del tiempo permanecen encerrados con acceso al pre iniciador.

La información se basó en registros productivos de borregas de distinto genotipo (Cuadro 1) durante el periodo Enero 2008 a Octubre del 2011.

Cuadro 1. Número de borregas por genotipo

Genotipo	Número
Pelibuey (P)	314
Katahdin (K)	216
Pelibuey-Katahdin (PxK)	253
Blackbelly (BB)	44
Dorper-Katahdin (DxK)	68
Dorper-Blackbelly (DxBB)	45
Katahdin- Blackbelly (KxBB)	56

Posteriormente se estructuró una base de datos conformado por: identificación de la borrega, grupo racial o raza de la borrega, número de parto (NP), fecha de parto, época (EP) y año de parto (AP), tamaño de la camada al nacer (TCN) y al destete (TCD), peso de la camada al nacimiento en kg (PCN), peso de la camada al destete ajustado (PCDA). El peso al destete se ajustó a 60 días. Para el caso de la EP se consideraron los intervalos: enero-abril, mayo-agosto y septiembre-diciembre.

Para la comparación de grupos raciales, se empleó el paquete estadístico Statistical Analysis System (SAS, 2002) utilizando modelos mixtos y el efecto de oveja anidada dentro de grupo racial se utilizó para comparar a los grupos raciales estudiados. Los primeros análisis efectuados incluyeron algunas interacciones de primer orden considerados como relevantes entre el grupo racial y los otros factores ambientales, sin embargo se eliminaron del modelo final ya que no resultaron significativos ($P > 0.10$). Para la estimación de los componentes de varianza del índice de repetición TCN, TCD, PCN y PCDA se empleó el modelo mixto con procedimiento REML con efectos fijos de AP, EP, NP, TC e incluyendo el efecto aleatorio de la oveja anidado al grupo genético.

RESULTADOS Y DISCUSION

En un estudio realizado por Vergara *et al.* (2006) presentan TCN para BB, K y P de 1.54 ± 0.01 , 1.43 ± 0.03 y 1.41 ± 0.02 , respectivamente, los cuales son ligeramente superiores a los obtenidos en el presente trabajo, además de que en el presente estudio esos genotipos fueron estadísticamente similares. Por otra parte, el genotipo KxBB fue la que destetó más crías en relación a su TCN, siendo de 91.6% (TCD/TCN) la sobrevivencia (Cuadro 2).

Cuadro 2. Medias (M) y error estándar (EE) para tamaño de la camada al nacimiento (TCN) y tamaño de la camada al destete (TCD) de cada grupo genético (GG) evaluado.

Factor	TCN			TCD		
	N	M	EE	N	M	EE
GG**						
P	896	1.40 ^{ab}	0.02	896	1.26 ^{ab}	0.02
K	642	1.37 ^{ab}	0.02	642	1.20 ^b	0.02
BB	157	1.40 ^{ab}	0.03	157	1.19 ^b	0.03
PxK	665	1.34 ^b	0.02	665	1.20 ^b	0.01
KxBB	165	1.44 ^a	0.04	165	1.32 ^a	0.03
DxK	217	1.38 ^{ab}	0.03	217	1.24 ^b	0.02
DxBB	135	1.39 ^{ab}	0.04	135	1.24 ^b	0.03

Letras diferentes en la misma columna para cada factor denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) ** para GG: P (Pelibuey), K (Katahdin), BB (Blackbelly), PxK (Pelibuey x Katahdin), KxBB (Katahdin x Blackbelly), DxK (Dorper x Katahdin) y DxBB (Dorper x Blackbelly).

En el cuadro 3 se presenta que de las razas puras la K fue superior obteniendo valores de 4.97 y 24.02kg para PCN y PCDA, respectivamente. Siendo similar a la cruce DxK con 4.87 y 25.43kg para PCN y PCDA, respectivamente. La superioridad de estos grupos genéticos con respecto a los otros se le puede atribuir a que son animales que genéticamente posean características de mayor talla y velocidad de crecimiento.

Cuadro 3. Medias de mínimos cuadrados (MMC) y error estándar (EE) por grupo genético para peso de la camada al nacimiento (PCN) y peso de la camada al destete ajustado (PCDA).

Factor	PCN (Kg)			PCDA (Kg)		
	N	M	EE	N	M	EE
GG**						
P	896	4.58 ^b	0.03	843	22.16 ^c	0.15
K	642	4.97 ^a	0.04	599	24.02 ^a	0.18
BB	157	4.41 ^c	0.07	148	21.98 ^c	0.34
PxK	665	4.64 ^b	0.04	624	23.23 ^b	0.18
KxBB	165	4.49 ^{bc}	0.07	158	22.30 ^c	0.33
DxK	217	4.87 ^a	0.06	208	25.43 ^a	0.29
DxBB	135	4.66 ^b	0.08	128	22.98 ^{bc}	0.36

Letras diferentes en la misma columna denotan diferencia significativa ($P < 0.05$) ** para GG: P (Pelibuey), K (Katahdin), BB (Blackbelly), PxK (Pelibuey x Katahdin), KxBB (Katahdin x Blackbelly), DxK (Dorper x Katahdin) y DxBB (Dorper x Blackbelly).

Con respecto al indicador PCN Vergara *et al.*, (2006) señalan valores de 3.66 ± 0.04 , 3.63 ± 0.10 y 3.62 ± 0.04 para los genotipos BB, K y P, respectivamente; dichos valores son inferiores a los obtenidos en el presente trabajo. Los mayores pesos a la camada obtenidos pueden deberse al tipo de manejo y a que no escaseo el forraje (principal fuente de alimentación) al contar con sistema de riego los potreros, lo que conllevó a que quedaran gestantes con mejor condición corporal, de igual manera puede ser atribuido al manejo alimenticio del cordero durante el periodo predestete, donde se les ofreció *ad libitum* un alimento preiniciador.

En lo concerniente a la repetibilidad (cuadro 4) de TCN Y TCD, se obtuvo 0.13 y 0.07 respectivamente. Estos valores son similares a los reportados por Van Wyk *et al.*, (2003) para TCN (0.133) Y TCD (0.098). Los cuales al ser bajos denotan que existe mayor influencia de factores medio ambientales y la selección en base a estos indicadores resultará en un lento mejoramiento.

Cuadro 4. Repetibilidad (r) con error estándar (EE) de 6 indicadores evaluados.

Indicador	r	EE
TCN	0.13	0.02
TCD	0.07	0.02
PCN	0.18	0.02
PCDA	0.15	0.02

Las repetibilidades para PCN y PCDA fueron de 0.18 y 0.15, respectivamente siendo superiores a los reportados por Van Wyk *et al.* (2003) para PCN (0.168) y PCD (0.113).

CONCLUSIÓN

Bajo el sistema de manejo planteado en la unidad de producción, tanto las razas de borregas de pelo locales como las introducidas presentan un buen comportamiento productivo, siendo los grupos genéticos sobresalientes para TCD la P y KxBB, mientras que la K y DxK lo fueron para PCN y PCDA. Sin embargo la baja repetibilidad obtenida de los caracteres evaluados, nos sugiere que realizando ajustes al manejo de los animales de la unidad de producción se puede obtener una mejoría en el desempeño animal y de igual manera se tiene que ser más estrictos en el uso de la información como apoyo para la toma de decisiones. Por lo cual hay que tener en cuenta todos los factores que interactúan para poder elegir el genotipo o genotipos que será la base del sistema de producción.

REFERENCIAS

- Berumen Alatorre, A.C.; Mayo, E.S.; Morales, J.C.; Vera, G. (2005). Análisis preliminar de la utilización de razas pesadas de ovinos en cruza terminal para producción de carne en el estado de Tabasco. Memorias del IV seminario de producción de ovinos en el trópico. Tabasco, México.
- De Lucas, T.J.; Rabiza A. (2003). Sistemas de apareamiento e inseminación artificial en ovinos. Editores Mexicanos Unidos. México.
- Hinojosa-Cuellar J.A.; Regalado-Arazola F.M.; Oliva-Hernández, J. (2009). Crecimiento prenatal y predestete en corderos Pelibuey, Dorper, Katahdin y sus cruces en el sureste de México. Revista Científica, Facultad de Ciencias Veterinarias LUZ; XIX: 522-532
- Osorio, A.J.; Montaldo, V.H. (2008). Efectos de raza paterna sobre el crecimiento y supervivencia al destete en corderos. Memorias del XIV Congreso Nacional de Producción Ovina; 2008 septiembre 11-12; Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) México. México (DF): Asociación Mexicana de Técnicos Especialistas en Ovinocultura, AC, 2008: 1-5.
- SAS. (2000). SAS User's Guide: Statistics. SAS Institute, Cary, North Caroline. USA.
- Van Wyk, J.B.; Fair, M.D.; Cloete, S.W.P. (2003). Revised models and genetic parameter estimates for production and reproduction traits in the Elsenburg Dorper sheep stud. S. Afr. J. Anim. Sci. 33: 213-222.
- Vergara, V.I; De lucas, T.J.; Pérez, R.M.A.; Arbiza, A.S. (2006). Evaluación productiva de ovejas Pelibuey, Blackbelly, Katahdin y Dorper cruzadas con sementales Katahdin y Dorper en una explotación intensiva de México. Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan. Universidad Autónoma de México.

POLIMORFISMOS EN EL EXÓN DOS DEL GEN *GDF9* EN OVEJAS PELIBUEY

E. Pérez-Ruiz^{1*}, J. Salazar-Ortiz², C. Cortez-Romero³, O. Segura-León¹, H. Vaquera-Huerta¹, J. Gallegos-Sánchez¹

¹*Colegio de Postgraduados Campus Montecillo. Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Texcoco 56230, Estado de México.* ²*Colegio de Postgraduados Campus Córdoba. Carretera Federal Córdoba-Veracruz km 348, congregación Manuel León, municipio de Amatlán de los Reyes, 56230, Veracruz.* ³*Colegio de Postgraduados Campus San Luis Potosí. Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, San Luis Potosí. 78600.*

*E-mail: perez.elizabeth@colpos.mx

RESUMEN

Diferentes mutaciones puntuales en el gen *GDF9* han sido asociadas con incrementos de tasa de ovulación, prolificidad e infertilidad en algunas razas de ovejas, por lo que el objetivo de este estudio fue la búsqueda de polimorfismos en el gen *GDF9* en ovejas Pelibuey. La determinación de polimorfismos de una base (SNP) en el exón dos del gen *GDF9* se realizó en 26 muestras sanguíneas obtenidas de ovejas Pelibuey multíparas. El exón dos del gen *GDF9* fue amplificado por PCR y secuenciado. Se encontraron seis SNP's reportados anteriormente: las variantes G2, G3, G4, G5 (Haranhan *et al.*, 2004) sin efecto en la tasa de ovulación y prolificidad, y la variante *FecG^E*. En ovejas de la raza Santa Inés se reportó que las portadoras homocigotas son fértiles y tiene una tasa de ovulación y prolificidad mayor que las no portadoras (Silva *et al.*, 2010). En las ovejas Pelibuey no se encontraron diferencias en prolificidad entre ovejas homocigotas, heterocigotas y no portadoras para la mutación *FecG^E*, y se confirma que ovejas homocigotas para esta mutación son fértiles.

Palabras clave: SNP, análisis de secuencias, PCR, ovino.

INTRODUCCIÓN

El Factor 9 de Crecimiento y Diferenciación (*GDF9*), es un factor parácrino secretado por el ovocito y es esencial para el proceso de foliculogénesis temprana y expansión del cúmulo (Juengel *et al.*, 2002). Es miembro de la súper familia β de Factores de Crecimiento y Diferenciación (*TGF β*) a la que también pertenecen *BMP15* y *BMPR-1B*, conocidos como genes de fecundidad (Davis, 2005). Investigaciones recientes en ovejas, han asociado mutaciones en el gen *GDF9* con el incremento de la tasa de ovulación (TO) y prolificidad, así como con problemas de infertilidad (Hanrahan *et al.*, 2004; Nicol *et al.*, 2009; Silva *et al.*, 2010). Ovejas Cambridge y Belclare homocigotas para la mutación *FecG^H* son infértiles, mientras que en ovejas heterocigotas *FecG^H /+*, la prolificidad se incrementa (Hanrahan *et al.*, 2004). En ovejas Thoka Cheviot el SNP *FecTT* produce infertilidad con falla ovárica primaria en homocigotas (Nicol *et al.*, 2009). La mutación *FecG^E* en ovejas Santa Inés no produce infertilidad en homocigotas portadoras (Silva *et al.*, 2010). Puesto que el gen *GDF9* es un fuerte candidato responsable del incremento de la TO y prolificidad en la oveja, y debido a que no se han reportado mutaciones en los genes de fecundidad en ovejas de raza Pelibuey, una raza difundida en gran parte del territorio mexicano, el objetivo de esta investigación fue determinar la existencia de polimorfismos en exón dos del gen *GDF9* en ovejas Pelibuey.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó durante 2012 en las instalaciones del Laboratorio de Biología Molecular del Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, Texcoco, estado de México. 26 muestras sanguíneas de ovejas Pelibuey amamantando, fueron colectadas y conservadas en tarjetas Whatman Mini Card FTA®. Las ovejas fueron elegidas por poseer historial de partos múltiples y/o prolificidad variable. La edad de las ovejas fue de 3 a 5 años. Para la amplificación del exón dos del gen *GDF9* se utilizó el kit Thermo Scientific Phusion® Blood Direct PCR Kit (Thermo Scientific Finnzymes ©) y los oligonucleotidos: forward 5'-GGAGAAAAGGGACAGAAGC y reverse 5' ACGACAGGTACACTTAGT, reportados por Silva *et al.* (2010). En la mezcla de PCR en 20 µL se agregó: 10 µL de 2x Phusion® Blood PCR Buffer, 0.2 µL de cada oligonucleótido (10 µM), 0.4 µL de Phusion® Blood II DNA Polimerasa, 1 mm de muestra de DNA (conservada en FTA minicard Whatman, previa preparación con protocolo Whatman™ FTA™ for blood DNA ©, 51641.) y 9.2 µL de agua destilada para obtener el volumen final (20 µL). La programación del termociclador fue: Lisis celular: 98°C/ 5 min, 35 ciclos de desnaturalización 93°C/40 s, alineamiento 56.5°C/40 s, extensión 72°C/40 s y una extensión final de 72°C/5 min. Las secuencias obtenidas fueron comparadas con las reportadas en el banco de genes (número de acceso AF078545 y FJ429111) utilizando el software MEGA 5 (Tamura *et al.*, 2011). El análisis estadístico para la prolificidad de las ovejas de las cuales se obtuvieron las muestras se realizó con un modelo de regresión de Bayes, usando el algoritmo de metrópolis para las cadenas de Markov Monte Carlo, con 10 000 simulaciones, con el procedimiento PROC MCMC (SAS, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al realizar la comparación de las secuencias de ovejas Pelibuey con las reportadas anteriormente por Bodensteiner *et al.* (1999) y Silva *et al.* (2010) se encontraron seis SNPs (Cuadro 1).

Cuadro 1. Mutaciones encontradas en el exón dos del gen *GDF9* de ovejas de la raza Pelibuey.

SNP	NC	NBC	NAC	RPM	AC	Referencia
G2	C → T	471	157	-	Val (sin cambio)	Hanrahan <i>et al.</i> (2004)
G3	G → A	477	159	-	Leu (sin cambio)	Hanrahan <i>et al.</i> (2004)
G4	G → A	721	241	-	Glu → Lys	Hanrahan <i>et al.</i> (2004)
G5	A → G	978	326	8	Glu (sin cambio)	Hanrahan <i>et al.</i> (2004)
G6	G → A	994	332	14	Val → Ile	Hanrahan <i>et al.</i> (2004)
FecG ^E	T → G	1034	345	27	Phe → Cis	Silva <i>et al.</i> (2010)

NC= nucleótido cambiado; NBC= Número de base cambiada en la secuencia nucleotídica; NAC= Posición del aminoácido cambiado en la secuencia de la preproteína; RPM= Número de residuo cambiado en el péptido maduro; AC= Aminoácido cambiado.

El número de ovejas en las que se encontró cada uno de los polimorfismos y genotipo se muestran en el cuadro 2.

Las mutaciones G2, G3 y G5 no producen cambio de aminoácidos, pero G4 y G6 producen cambios de Acido Glutámico por Lisina y Valina por Isoleucina respectivamente, todas ellas sin efecto en tasa de ovulación y prolificidad (Hanrahan *et al.*, 2004). También fue encontrado el polimorfismo denominado *FecG^E* en la posición 1034 de la secuencia de nucleótidos del exón dos del gen, reportado previamente por Silva *et al.* (2010).

Cuadro 2. Genotipos de los polimorfismos encontrados en ovejas Pelibuey.

Genotipo	Polimorfismo					FecG ^E
	G2	G3	G4	G5	G6	
Homocigoto		7		2	2	13
Heterocigoto	1	2	6	4	7	4
Salvaje	24	16	19	19	16	8

A diferencia de las mutaciones reportadas anteriormente en los genes de fecundidad que tienen efecto en la prolificidad, en las que el genotipo homocigoto es estéril y presenta falla ovárica primaria (Davis, 2005), la mutación *FecG^E*, reportada inicialmente en ovejas Santa Inés y en este estudio en ovejas Pelibuey, no produce esterilidad. El mecanismo preciso por el cual esta mutación no produce esterilidad para el genotipo homocigoto, sino que ha sido asociado al incremento de la TO y prolificidad (Silva *et al.*, 2010) no es claro, pero es posible que esta mutación no produzca un efecto drástico en la disminución de la actividad de la proteína madura. Al realizar el análisis del número de crías en los tres primeros partos entre los genotipos homocigoto, heterocigoto y salvaje para la mutación *FecG^E*, la distribución marginal posterior, mostró que no existen diferencias estadísticas (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribuciones marginales posteriores del análisis de prolificidad debida al genotipo.

Genotipo	Parto 1	Parto 2	Parto 3
Medias	E/E 2.34	2.19	2.19
(Distribución posterior)	E/+ 1.24	1.48	1.48
	+/+ 1.65	1.50	1.50
Intervalo posterior de densidad	β_1 -2.4165-0.4705	-2.2227-0.7440	-2.2227-0.7440
	β_2 -1.9462-0.5287	-2.1923-0.8711	-2.1923-0.8711

E/E: Genotipo homocigoto *FecG^E*; E/+ : Genotipo heterocigoto *FecG^E*; +/+ : Genotipo salvaje

CONCLUSIONES

Se encontraron seis polimorfismos en el exón dos del gen GDF9: G2, G3, G4, G5, G6 y *FecG^E*. Las ovejas Pelibuey homocigotas para el polimorfismo *FecG^E* son fértiles y no se encontraron diferencias para la prolificidad entre los genotipos homocigoto, heterocigoto y salvaje para esta mutación.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento a mis estudios de maestría y al Colegio de Postgraduados por el financiamiento a través del Fideicomiso N° 167304/2010 y a la Línea Prioritaria de Investigación LPI-5 (*Biotecnología microbiana, vegetal y animal*).

REFERENCIAS

Bodensteiner, K. J., C. M. Clay, C.L. Moeller, and H. R. Sawyer. 1999. Molecular cloning of the ovine growth differentiation factor-9 gene and expression of growth differentiation factor-9 in ovine and bovine ovaries. *Biol Reprod.* 60 381–386.

- Davis, G. H. 2005. Major genes affecting ovulation rate in sheep. *Genet Sel Evol*, 37 Suppl 1: S11-S23.
- Hanrahan, J.P., S.M. Gergan, P. Mulsant, M. Mullen, G.H. Davis, R. Powel, and S.M. Galloway. 2004. Mutations in the genes for oocyte derived growth factors GDF 9 and BMP15 are associated with both Increased ovulation rate and sterility in Cambridge and Belclare Sheep (*Ovis aries*). *Biol Reprod*. 70: 900-909.
- Juengel, J., N. Hudson, D. Heath, P. Smith, K. Reader, S. Lawrence, A. O'Connell, M. Laitinen, M. Cranfield, N. Groome, O. Ritvos, and K. McNatty. 2002. Growth differentiation factor 9 and bone morphogenetic protein 15 are essential for ovarian follicular development in sheep. *Biol Reprod*. 67:1777–1789.
- Nicol, L., S. Bishop, R. Pong-Wong, C. Bendixen, L. Holm, S. Rhind, and A. McNeilly. 2009. Homozygosity for a single base pair mutation in the oocyte-specific GDF9 gene results in sterility in Thoka sheep. *Reproduction*. 138:921–933.
- SAS Institute Inc. 2011. *SAS/STAT® 9.3 User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Silva, B.D., E.A. Castro, C.J. Souza, S.R. Paiva, R. Sartori, M.M. Franco, H.C. Azevedo, T.A. Silva, A.M. Vieira, J.P. Neves, and E.O. Melo. 2010. A new polymorphism in the growth and differentiation factor 9 (GDF9) gene is associated with increased ovulation rate and prolificacy in homozygous sheep. *Anim Genet*. 42: 89-92.
- Tamura, K., D. Peterson, N. Peterson, G. Stecher, M. Nei, and S. Kumar. 2011. MEGA5: Molecular Evolutionary Genetics Analysis using Maximum Likelihood, Evolutionary Distance, and Maximum Parsimony Methods. *Mol Biol Evol*. 28: 2731-2739.

COMPORTAMIENTO REPRODUCTIVO Y FERTILIDAD DE SEMENTALES PELIBUEY ANTE OVEJAS CON ESTRO SINCRONIZADO

J.R. Aké-López, J. Marín Sánchez, R.E. Castro Uitz, J.G. Magaña-Monforte

Departamento de Reproducción Animal y Mejoramiento Genético, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.

E-mail: alopez@uady.mx

RESUMEN

Se evaluó el comportamiento reproductivo (libido, capacidad de servicio y fertilidad) de tres ovinos Pelibuey ante ovejas con estro sincronizado. Las ovejas se sincronizaron con esponjas intravaginales y 24 horas después del retirar el progestágeno cada macho fue introducido a su grupo de ovejas (n=15), y se observó su actividad durante 72 horas continuas, registrando todas las acciones en cuanto a manifestaciones de libido y capacidad de servicio (intentos de monta, monta sin servicio y servicios efectivos). El diagnóstico de gestación se realizó a los 35 días del retiro del semental. Los datos obtenidos se analizaron mediante estadística descriptiva y utilizó Ji cuadrada para evaluar el porcentaje de gestación. Los tres sementales mostraron todas las acciones de cortejo, se observó preferencia del semental al momento de servir a las hembras con un rango de 10-16 servicios por hembra como valores máximos y de 2-4 servicios como valores mínimos. El semental (# 2) que mostró el mayor número de servicios (n=128) obtuvo el mejor resultado de fertilidad (92.85%), el semental (# 3) que menos servicios dio (n=75) fue el que menor porcentaje de fertilidad obtuvo (58.33%). En conclusión, se observó diferencias en el comportamiento reproductivo entre los sementales, encontrándose que a mayor acciones de olfateo anogenital, flehmen y capacidad de servicio, mayor fue la fertilidad del semental.

Palabras clave: Sementales Pelibuey, libido, capacidad de servicio, gestación

INTRODUCCIÓN

La eficiencia reproductiva de un rebaño depende principalmente de la función reproductiva del semental, una disminución en su capacidad reproductiva repercute de manera importante en la producción de los corderos, por ello es trascendente conocer su comportamiento reproductivo y los factores que lo afectan para seleccionar los animales más aptos posibles. Conocer el comportamiento reproductivo real de los sementales antes de su compra y/o de su inclusión al lote de hembras, le dará al productor la oportunidad de decidir las estrategias o programas de manejo más adecuados (relación hembra-macho, etc) que deberá utilizar para obtener una mejora en la producción. El objetivo del presente estudio se fue comparar el comportamiento y la aptitud reproductiva de sementales Pelibuey ante ovejas con estro sincronizado.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de Octubre a diciembre en una unidad de producción localizada en el municipio de Umán, Yucatán, México, (19° 32' N y 21° 36' O). El clima predominante en la región es cálido subhúmedo (Aw0), con lluvias en verano, con una precipitación media anual de 1,100 mm y una temperatura media anual de 26 °C.

Se evaluaron tres sementales de la raza Pelibuey con una edad promedio de 30 ± 4 meses, y con una condición corporal de 3.5 puntos. Quince días previos al estudio se realizó una evaluación reproductiva, que incluyó la evaluación de semen, y de libido y capacidad de servicio (CS).

Mediante esta prueba, se constató que los machos se encontraban con buenas características seminales (Satisfactorios) y con buena libido (Excelentes) de acuerdo a la clasificación propuesta por Chi (2009).

Cuarenta y cinco ovejas fueron sincronizadas con esponjas intravaginales impregnadas con 40 mg de Acetato de Fluorogestona (Chronogets®), por 12 días; a su retiro se aplicó 250 UI de PMSG (Folligon®) y se formaron tres grupos de 15 ovejas. Cada semental ingresó a su lote de ovejas 24 horas después del retiro de las esponjas y permaneció durante 72 horas continuas, durante este tiempo y en forma continua se registraron todas las acciones realizadas por el macho (intentos de monta, monta sin servicio y servicios efectivos. El diagnóstico de gestación se realizó por ultrasonido 35-40 días después del retiro del semental.

Las manifestaciones de libido (intentos de monta, monta sin servicio) y los servicios efectivos (totales, rango de servicios y servicios por día), se analizaron utilizando estadística descriptiva. El porcentaje de gestación se analizó mediante *Ji* cuadrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Aunque en el presente estudio todos los sementales presentaron conducta sexual (Cuadro 1), los sementales 1 y 2 mostraron más acciones de olfateo y flehmen y mayor número de servicios en comparación con el semental 3, el cual presentó más acciones de pateo, intentos de montas, montas sin servicio y un menor número de servicios, este semental (# 3) utilizó más tiempo y acciones para servir a una hembra, lo que impidió dirigir su atención a otras hembras y servir las. Pacheco *et al.* (2008) reportan que los sementales que pierden más tiempo en someter a las hembras, entran en un proceso de estrés, provocando un desinterés del semental para servir a las ovejas, aspecto que pudo ser el que ocurrió con el semental 3.

Con respecto al número de servicios que puede realizar un semental, en el presente estudio se encontró un rango de 75 a 128 servicios totales en los tres días de estudio, siendo el semental 3 el que menos servicios efectuó y el N° 2 el que más servicios realizó (Cuadro 2). Perón (2004) menciona que cuando los sementales presentan un aumento en la actividad de servicios, esta se asocia con un mayor número de ovejas que se sirven. Esta situación se observó en el presente estudio, ya que los sementales 1 y 2 dieron más servicios que el semental 3. En el presente estudio, los sementales fueron evaluados previamente y en sus resultados mostraron una buena libido y capacidad de servicio. Pero en condiciones de campo se comportaron de manera diferente, como el caso del semental 3, que aunque tuvo una calificación similar a los sementales 1 y 2 previo al estudio, al momento de estar con las hembras su capacidad de servicio fue la menor de los tres sementales.

En relación con el número de servicios por día que puede dar un semental (Cuadro 1), en el presente estudio se encontró un máximo de 71 y un mínimo de 26; rango superior a lo reportado por Herrera *et al.* (2005), quienes encontraron un rango de servicios de 8–38 por día en la raza Merino. Esto sugiere que los ovinos de pelo, al menos en las condiciones de trópico, muestran un mejor desempeño en cuanto al número de montas por día que los ovinos de lana.

Con respecto al número de servicios que un macho da a una misma oveja, en el presente estudio se observó que los machos sirvieron a una misma oveja entre 10 y 16 veces, esto de cierta forma demuestra preferencia del semental al momento de servir a las ovejas, en este sentido Folch (2000) señala que algunas ovejas son repetidamente cubiertas, mientras que otras se quedan sin servicio, lo cual afecta o modifica los porcentajes de fertilidad. Perón (2004), señala que el número de servicios por oveja disminuye cuando el macho se enfrenta a un mayor número de ovejas en celo. Esta situación no se dio en nuestro estudio, ya que como las hembras fueron sincronizadas los machos dieron servicio entre 5 y 13 ovejas en un mismo día.

Cuadro 1: Manifestaciones de libido y servicios efectivos por semental, rango de servicios y servicios por día en los 3 sementales Pelibuey, ante ovejas sincronizadas (15 por semental).

Actividad	Semental 1	Semental 2	Semental 3
Olfateo anogenital	233	275	137
Flehmen	124	143	87
Pateo extremidades	174	124	385
Intentos de montas	11	37	61
Montas sin servicio	54	47	116
Servicios Efectivos	98	128	75
Rango de servicios por oveja	4-10	3-16	2-14
Servicios Efectivos día 1	40	71	26
Servicios Efectivos día 2	44	46	48
Servicios Efectivos día 3	14	11	1

Con respecto a la fertilidad de los sementales (Cuadro 2), en el presente estudio los valores obtenidos por los sementales 1 y 2 (87.70%, 92.85%) son superiores a los obtenidos por Segura *et al* (1996) quienes reportan valores de fertilidad en ovinos Pelibuey cercanos al 80%. Los resultados obtenidos de este estudio también son equiparables a lo encontrado por Hernández (2010) quien obtuvo en la fertilidad de carneros adultos, expuestos a hembras sincronizadas con monta dirigida, con un rango de 52.2 a 84.2%. Es importante recalcar que los altos porcentajes de fertilidad obtenidos en los machos 1 y 2, en este estudio, pudieran tener una relación una fertilidad del 88.5% en ovinos de pelo expuestos a hembras sincronizadas. Sin embargo, la fertilidad del semental número 3 (58.33%) es inferior a los valores encontrados en los estudios anteriores. Aunque Fernández *et al.* (2006) encontraron una diferencia individual con el número de montas que cada oveja recibió de los sementales, ya que, como lo mencionan Stellflug *et al.* (2007), las ovejas que son servidas en más de una ocasión tienen mayor posibilidades de quedar gestantes que aquellas que reciben un sólo servicio.

Cuadro 2: Porcentaje de gestación real y aparente en los 3 sementales evaluados.

Actividad	Semental 1	Semental 2	Semental 3
Número de hembras expuestas	15	15	15
Número de hembras en celo	14	14	13
Número de hembras servidas	13	14	12
Número de hembras gestantes	12	13	7
Porcentaje de gestación aparente*	80.00%	86.60%	46.60%
Porcentaje de gestación real**	85.70% ^{ab}	92.85% ^a	58.33% ^b

*Porcentaje de gestación aparente = ovejas expuestas /# de ovejas gestantes

**Porcentaje real= ovejas servidas/ovejas gestantes.

^{a,b} Literal diferente en la misma línea indica diferencia significativa (P<0.05).

CONCLUSIÓN

Se observó diferencias en el comportamiento reproductivo entre los sementales, encontrándose que a mayor acciones de olfateo anogenital, flehmen y capacidad de servicio, mayor fue fertilidad del semental.

REFERENCIAS

- Chi, S. P. A. (2009). Evaluación de la capacidad reproductiva en cuatro razas de ovinos de pelo bajo condiciones tropicales. Tesis de licenciatura, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. pp: 22-37
- Fernández, A. D.; Ibáñez, W.; Mora, M. (2006). Efecto del momento del servicio, número de servicios y periodo entre servicios, sobre la fertilidad de ovejas Merino sincronizadas con servicio a corral. *Producción Ovina*. 18:49-55.
- Folch, J. (2000). Manejo del morruco. *Producción ovina y caprina XXV. Mesa redonda. Unidad de tecnología en producción animal. Servicio de Investigación Agroalimentaria. Zaragoza, España.* pp: 61-64.
- Hernández, O. J. L. (2010). Fertilidad en ovejas de pelo, sincronizadas con acetato de medroxiprogesterona y gonadotropina coriónica equina. Tesis de licenciatura. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana, Veracruz México. pp: 16-21.
- Herrera, G. M.; Peña B. F.; Rodero, S. E. (2005). TEMA 15.- Comportamiento reproductivo. Ontogenia de la conducta sexual del macho y de la hembra, y su desarrollo en las diferentes especies domésticas. *Procedimientos de control bajo diferentes sistemas de cría. En: Etología aplicada, protección animal y etnología.* pp: 5-16, 25-30.
- Pacheco, A.; Quirino, C. R.; Oliveira, A. F. M. (2008). Avaliação do comportamento sexual de ovinos jovens da raça Santa Inês, com e sem experiência prévia com fêmeas. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal*. 17:15-24.
- Perón, N. (2004). El macho en el comportamiento reproductivo del rebaño ovino. *Artículos técnicos. Asociación Cubana de Producción Animal, Revista ACPA*. 1:41-48.
- Segura, J. C. L.; Sarmiento and O. Rojas. (1996). Productivity of Pelibuey and Blackbelly ewes in Mexico under extensive management. *Small Ruminant Research*. 2:57-62
- Stellflug, J. N.; Cockett, E. N.; Lewis, G. S. (2007). The influence of breeding intensity on above- and below-average sexual performance rams in single and multiple-sire breeding environments. *Animal Reproduction Science*. 104:248-256.

INDUCCIÓN DEL ESTRO CON CIDR REUTILIZADO EN OVEJAS PREPÚBERES DE PELO ESTIMULADAS CON EL MACHO

J.A. Hernández-Marín*, C. Cortez-Romero, A. Pro-Martínez, P. Pérez-Hernández, C.A. Herrera-Corredor, H. Vaquera-Huerta y J. Gallegos-Sánchez

Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos, Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo

E-mail: joseantonio@colpos.mx

RESUMEN

La sincronización del estro en ovejas se consigue mediante el control de la fase lútea del ciclo estral, al proporcionar P₄ exógena o al inducir la luteólisis prematura. Con la finalidad de evaluar la reutilización de dispositivos intravaginales de liberación controlada de P₄ (CIDR) y su respuesta en la inducción del estro con y sin estímulo del macho, se utilizaron 33 ovejas prepúberes de pelo. Todas las ovejas fueron inducidas con CIDR reutilizado durante 11 d y recibieron 1mL de prostaglandinas 48 h antes del retiro, y fueron asignadas al azar a uno de dos tratamientos: T1 (n=17): inducción sin estímulo del carnero, y T2 (n=16): inducción con estímulo del carnero. No se encontraron diferencias en la respuesta al tratamiento de inducción (P>0.05). El estímulo del carnero en las ovejas del T2 influyó (P<0.05) en el inicio del estro y en el porcentaje de ovejas que retornaron al estro, aunque solo se observaron en el transcurso del primer ciclo estral (P>0.05). Los CIDR reutilizados indujeron al estro las ovejas con y sin presencia del macho. El estímulo del carnero acorta el inicio del estro, reduce el porcentaje de ovejas que retornan al estro, y no influye en la proporción de ovejas gestantes ni de las que presentan estro.

Palabras clave: Efecto macho, pubertad, progesterona, reproducción.

INTRODUCCIÓN

La pubertad en la oveja se caracteriza por el inicio de la capacidad reproductiva donde se activa la secreción de gonadotropinas y se pueden observar el primer estro o la primera ovulación (Foster y Jackson, 2006). Además está determinada por la edad y el peso (Zavala-Elizarraraz *et al.*, 2010). Sin embargo, la presencia del carnero previo a la sincronización del estro influye en el comportamiento y la respuesta endócrina en la oveja de pelo (Godfrey *et al.*, 2001). Por otro lado, los protocolos frecuentemente usados se basan en la combinación de gonadotropinas (eCG) y progestágenos (CIDR, Abecia *et al.*, 2012). No obstante, se puede reducir el costo de los programas de reproducción asistida al reutilizar los CIDR en la sincronización de estros. Así, se han diseñado protocolos de manejo reproductivo con CIDR reutilizados en ovejas de pelo (Pinna *et al.*, 2012) y su combinación con el efecto macho (Ungerfeld, 2009). Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue evaluar la respuesta a la inducción de estros con CIDR reutilizados en ovejas prepúberes estimuladas previamente por el carnero, bajo la hipótesis de que las ovejas inducidas con CIDR reutilizados y con efecto macho mejorarán su respuesta reproductiva.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en octubre de 2012 en el Laboratorio de Reproducción de Ovinos y Caprinos (LaROCa) en el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ubicado en Texcoco, estado de

México, que se localiza a 19°29' N y 98°53' O, a una altitud de 2250 m, con clima templado sub-húmedo; temperatura y precipitación media anual de 15.2°C y 636.5 mm, respectivamente (García, 2004). Se utilizaron 33 ovejas de pelo prepúberes de ocho meses de edad y 31.70±0.77 kg de peso, que fueron aisladas en corrales sin el contacto total de los machos. A cada oveja, se le realizó una exploración vía endoscopia antes de la asignación a los tratamientos, para observar su actividad ovárica y presencia de CL, y asegurar que la oveja no haya ovulado anteriormente. Para inducir el estro, se utilizaron por tercera ocasión, CIDR durante 11 d y se aplicó 1mL de prostaglandina (PGF2 α) 48 h antes del retiro, y después se detectó el estro cada cuatro horas durante un periodo de 72 h, con sementales provistos de un mandil durante 30 min y aquella oveja que aceptó al macho, se separó y se dio monta natural con otro carnero, y con una segunda monta a las 12 h posteriores. Las ovejas se asignaron al azar a uno de los siguientes tratamientos: T1(n=17): CIDR+PGF2 α sin estímulo del macho, y T2(n=16): CIDR+PGF2 α con estímulo del macho, las ovejas del T2 fueron expuestas al macho en periodos de 30 min (9:00 a.m. y 4:00 p.m.) durante siete semanas antes de la inducción. El retorno al estro se evaluó en dos ciclos estrales después de la monta, similar a la detección del estro. El diagnóstico de gestación se realizó con un ecografo Sonovet 600 con transductor de 7.5 Mhz, a los 35 d posteriores a la evaluación del retorno al estro. Las ovejas fueron alimentadas con una dieta integral (2.0 kg oveja⁻¹ d⁻¹) de forraje de avena (70 %) y concentrado comercial con 15 % de PC y 2.9 Mcal de EM kg⁻¹ (30 %). Las variables respuesta fueron incidencia de estro, retorno al estro y tasa de gestación y se analizaron con el modelo de regresión logística utilizando el procedimiento LOGISTIC, el inicio del estro y la duración del retorno al estro se analizaron con el método de curvas de supervivencia Log-Rank, utilizando el procedimiento LIFETEST (SAS, 2010). Se probó en los datos normalidad univariada (Shapiro y Wilk, 1965) para justificar análisis de varianza con estadística no paramétrica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El resultado de la endoscopia mostró que ninguna oveja había ovulado antes de ser tratada, ya que no se encontró ningún cuerpo lúteo. Los datos no presentaron normalidad (P<0.05) de acuerdo con la prueba de Shapiro-Wilk (alfa=0.0002; SAS, 2010). No se encontraron diferencias (P>0.05) en la respuesta a la inducción del estro entre tratamientos (Cuadro 1).

Cuadro 1. Respuesta al tratamiento de ovejas prepúberes con y sin estímulo del macho.

Variable	T1 (n=17)	T2 (n=16)
Manifestación de estro(n)	12	15
Incidencia de estro (%)	70.58 ^a	93.75 ^a
Inicio del estro (h)	59.2±2.90 ^a	39.72±5.03 ^b
Retorno al estro (n)	7	3
Porcentaje de retorno al estro (%)	41.17 ^a	18.75 ^b
Tiempo de retorno al estro (d)	11.0±0.88 ^a	14.87±0.10 ^a
Ovejas gestantes (n)	8	7
Gestación (%)	66.66 ^a	46.66 ^a

Valores con diferente literal en la misma fila son diferentes (P<0.05).

T1: CIDR+PGF2 α sin estímulo del macho, T2: CIDR+PGF2 α con estímulo del macho.

Estos valores (70.58 y 93.75 %) son similares al 92.9% obtenido con CIDR nuevo, 92.9% con reutilizado y 100.00% reutilizado dos veces, los cuales permanecieron durante 12, 12 y 11 d,

respectivamente (Pinna *et al.*, 2012). Sin embargo, los resultados del presente estudio son superiores a los encontrados por Ungerfeld (2009) quien sincronizó el estro con CIDR reutilizados en ovejas adultas Corriedale en época no reproductiva y obtuvo 39.4% y 30.2% de respuesta al estro (CIDR durante 12 y 18 d, respectivamente), en donde realizó el estímulo del carnero por un periodo de 35 d. La inducción y sincronización del estro de pequeños rumiantes puede ser controlada mediante la aplicación de hormonas exógenas y la combinación de métodos no hormonales como la exposición al macho (Abecia *et al.*, 2012). Así, los resultados de esta investigación confirman la efectividad que tienen los CIDR reutilizados para inducir el estro en las ovejas estimuladas o no con el macho.

El estímulo del carnero en las ovejas influyó ($P < 0.05$) en el inicio del estro entre tratamientos (Figura 1), donde el tiempo de inicio al estro de las ovejas del T2 fue menor que el de las del T1 (Cuadro 1). Este valor (39.72 ± 5.03 h) es inferior al reportado por Pinna *et al.* (2012) quienes no encontraron diferencias ($P > 0.05$) con 46.0 ± 9.8 , 46.1 ± 14.1 y 36.8 ± 15.6 h de inicio al estro con CIDR nuevo, reutilizado y reutilizado dos veces, respectivamente. Sin embargo, las ovejas del T2 de este estudio, presentaron un tiempo de inicio al estro menor que el de las ovejas St. Croix White expuestas a varios estímulos del macho (43.6 ± 3.6 y 41.6 ± 3.8 h; Godfrey *et al.*, 2001).

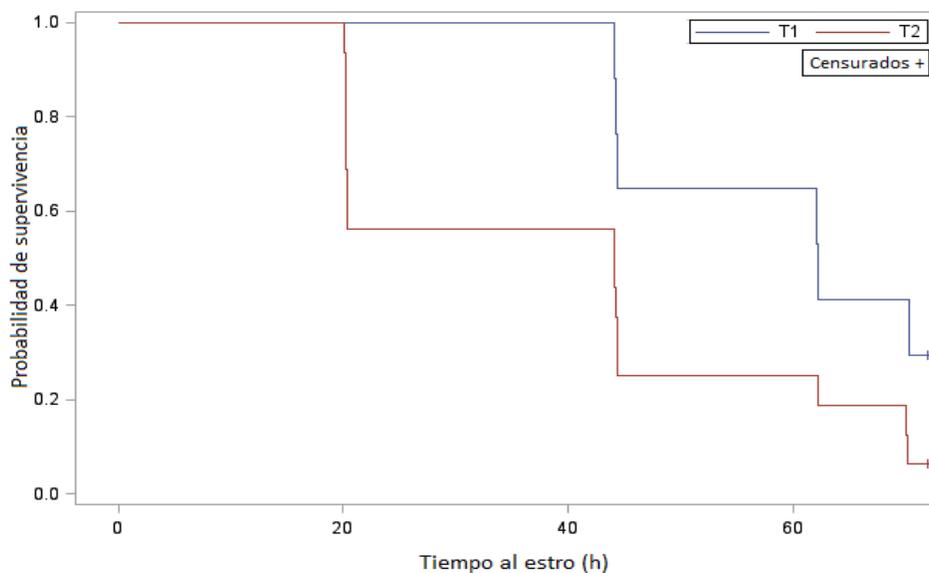


Figura 1. Curva de supervivencia del inicio del estro de las corderas prepúberes según tratamientos (T1: CIDR+PGF2 α sin estímulo del macho, T2: CIDR+PGF2 α con estímulo del macho).

El porcentaje de ovejas que retornaron al estro fue diferente ($P < 0.05$). No obstante, la duración del retorno al estro fue similar ($P > 0.05$) entre tratamientos, aunque las ovejas mostraron retorno al estro durante el primer ciclo. Por otro lado, el efecto del macho no influyó ($P > 0.05$) en el porcentaje de ovejas gestantes que respondieron al tratamiento y que no retornaron al estro, lo que coincide con lo reportado por Vilariño *et al.* (2013) quienes observaron una respuesta similar ($P > 0.05$) al usar CIDR nuevo y reutilizado por tercera vez y que obtuvieron 80.4 y 71.4 %, respectivamente. Tampoco se observó diferencia ($P > 0.05$) en el 76.9% y 14.0% de gestación en ovejas sincronizadas con CIDR reutilizados durante 12 y 18 d más efecto macho, respectivamente (Ungerfeld, 2009). Los CIDR después de ser utilizados liberan concentraciones

de P₄ capaces de bloquear la LH, para mantener los niveles de esteroides que aseguren la calidad de los óvulos y no existan diferencias entre tratamientos (Pinna *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los CIDR reutilizados son capaces de inducir el estro en ovejas con y sin presencia del macho. El estímulo del macho en ovejas prepúberes sincronizadas con CIDR reutilizados puede acortar el inicio del estro, reducir el porcentaje de hembras que retornan al estro, y no influir en la proporción de ovejas gestantes ni de las que presentan estro.

AGRADECIMIENTOS:

Al Colegio de Postgraduados por el financiamiento económico para la realización del proyecto a través del Fideicomiso 167304/2011 y la LPI-5.

REFERENCIAS

- Abecia, J. A., F. Forcada, and A., González-Bulnes. 2012. Hormonal control of reproduction in small ruminants. *Animal Reproduction Science*. 130: 173-179.
- Foster, D. L. y Jackson, L. M. 2006. Puberty in the sheep (Capítulo 39). *In: Knobil and Neill's Physiology of Reproduction*. Neill, J. D. (ed.). Academic Press. Elsevier Inc. USA. pp. 2127-2176.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana) 5ª Ed. Instituto de Geografía. UNAM. México. 90 p.
- Godfrey, R. W., J. R., Collins, and E. L. Hensley. 2001. Behavioral and endocrine responses of hair sheep ewes exposed to different mating stimuli around estrus. *Theriogenology*. 55: 877-884.
- Pinna, A. E., F. Z., Bandao, A. S., Cavalcanti, A. M., Borges, J. M. G., Souza, and J. F. Fonseca. 2012. Reproductive parameters of Santa Ines ewes submitted to short-term treatment with re-used progesterone devices. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*. 64(2): 333-340.
- SAS, Institute Inc. 2010. SAS user's Guide Statistics, version 9.3 (TS1MO). SAS Institute Inc., Cary, N.C. USA.
- Shapiro, S. S., and Wilk, M. B. 1965. An analysis of variance test for normality. *Biometrika*. 52: 591-611.
- Ungerfeld, R. 2009. The induction of oestrus in ewes during the non-breeding season using pre-used CIDRs and oestradiol-17 β treatment. *Small Ruminant Research*. 84: 129-131.
- Vilariño, M., Rubianes, E., and Menchaca, A. 2013. Ovarian responses and pregnancy rate with previously used intravaginal progesterone releasing devices for fixed-time artificial insemination in sheep. *Theriogenology* 79: 206-210.
- Zavala-Elizarraraz, R., Ortiz-Ortiz, J. R., Ramón-Ugalde, J. P., Montalvo-Morales, P., Sierra-Vázquez, A., y Sanginés-García, J. R. 2008. Pubertad en hembras de cinco razas ovinas de pelo en condiciones de trópico seco. *Zootecnia Tropical*. 26 (4): 465-473.

EVALUACIONES GENÉTICAS DEL GANADO ANGUS MEDIANTE VALORES DE CRÍA GENÓMICOS

D.E. Briones Martín del Campo, C.P. Pérez Camacho, F.A. Rodríguez Almeida, A. Anchondo Garay, H. Hernández Cano, y A. Flores Mariñelarena

*Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua
E-mail: danielabmdc@hotmail.com*

RESUMEN

La evaluación genética mediante valores de cría genómicos (MVPs, molecular value predictions) se ha desarrollado con éxito en poblaciones bovinas dedicadas a la producción de carne o leche. El objetivo del presente estudio fue identificar animales sobresalientes en criaderos Angus de Chihuahua, con el uso MVPs, para su reproducción mediante inseminación artificial y transferencia de embriones. Se genotificaron y evaluaron 150 animales Angus y Angus Rojo con el Beadchip Illumina Bovine SNP50[®], del Laboratorio de Pfizer Animal Health Inc.[®], Animal Genetics y MVPs obtenidos a partir de la población de referencia y plataforma GBL/HD50K ANGUS/01 (HD 50K) para 18 características relacionadas con facilidad de parto, crecimiento y talla madura, eficiencia alimenticia, características maternas y de temperamento y características de la canal, así como un índice económico. La precisión para estos MVPs es entre 0.5 y 0.67, excepto para consumo y eficiencia alimenticia neta, con 0.3 y 0.28, respectivamente. Se identificaron seis animales sobresalientes para línea paterna y once para línea materna. En promedio, en comparación con la población de referencia y los grupos evaluados, se logró seleccionar animales con mayor facilidad al parto, mejor crecimiento al destete y al año (más en la línea paterna), de talla media en el caso de la línea materna, con mayor eficiencia alimenticia (más en la línea materna), habilidad materna para facilidad al parto y producción de leche, mayor docilidad, mayor circunferencia escrotal en la línea materna, mayor peso de la canal en la línea paterna, y mayor área del ojo de la costilla, grado de marmoleo y terneza de la carne en ambas líneas, así como mayores promedios para el índice dólar para corral de engorda (ganancias de peso, eficiencia alimenticia, peso de canal y grados de calidad y rendimiento de la canal), especialmente en la línea paterna.

Palabras clave: SNP, selección, Predicciones Moleculares

INTRODUCCIÓN

De forma tradicional, la selección de los animales está basada en registros fenotípicos del individuo y de sus parientes. En México, en las evaluaciones genéticas nacionales para la raza Angus, tienen diversas limitantes como lo es el tamaño pequeño de la población, la falta de sistematización en la definición y manejo de los grupos contemporáneos en algunos ranchos, la limitada conectividad entre hatos y entre grupos contemporáneos (Magaña, 2009), los registros de producción se limitan solo a algunas características de crecimiento y no se cuenta con información de otras características económicamente importantes, como son las relacionadas con talla madura, eficiencia alimenticia, reproducción, características de la canal y de la carne. La información genómica ofrece la posibilidad de incrementar el progreso genético al aumentar la precisión de selección a una edad más temprana y para características para las que no hay o hay poca información fenotípica disponible (Swan *et al.*, 2012). La disponibilidad de esta información ha hecho posible en los E.U.A. la evaluación genética de los animales Angus

mediante los valores de cría genómicos o predicciones de valores moleculares (MVPs, por sus siglas en inglés), que consiste en la genotipificación de los animales de interés a través de paneles de alta densidad de marcadores del tipo SNPs (Swan *et al.*, 2012), específicamente con el Bead Chip IlluminaBovineSNP50[®], con el que se pueden genotipificar los animales para alrededor de 50 mil marcadores simultáneamente. Dada la relación cercana de pie de cría Angus obtenido recientemente en Chihuahua, mediante transferencia de embriones e inseminación artificial, con las poblaciones de referencia en los E.U.A, el objetivo del presente estudio fue la identificación de animales sobresalientes en algunos criaderos Angus en el Estado de Chihuahua, mediante el uso de evaluaciones genómicas, con el fin de llegar a reproducirlos mediante procesamiento de semen y obtención de embriones.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se realizó en ranchos ubicados en los municipios de Cuauhtémoc, Guerrero y Satevó en el estado de Chihuahua. En dos ocasiones durante el año 2012 se tomaron muestras de sangre de 150 animales de las razas Angus y Angus Rojo para su genotipificación con el Bead chip Illumina BovineSNP50[®] versión Global. Las muestras fueron tomadas de la parte interna de la oreja y colocadas en tarjetas FTA Whatman[®] por duplicado. Las tarjetas fueron enviadas para su análisis al Laboratorio de Pfizer Animal Health Inc.[®], Animal Genetics, ubicado en Kalamazoo, Michigan, E.U.A. Los valores de cría genómicos predichos son reportados como MVPs, expresados en las unidades de medición de las características. Estas predicciones están basadas únicamente en la información genómica. Los animales se evaluaron para 18 características relacionadas con facilidad de parto, crecimiento y talla madura, eficiencia alimenticia, características maternas y de temperamento y características de la canal, así como un índice económico. Los animales Angus evaluados fueron clasificados en líneas paterna y materna de acuerdo a sus MVPs por característica y al rango percentil en el que se encuentran con respecto a la población de referencia. Para la línea paterna se eligieron animales con potencial de crecimiento rápido, moderada a alta eficiencia alimenticia y con valores altos en características de la canal, excepto para espesor de grasa. Para la línea materna se eligieron animales con bajo peso al nacimiento y rápido crecimiento al año, pero de peso y talla madura intermedia, con MVPs para producción de leche intermedios y valores intermedios para el resto de las características.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En promedio, para la mayoría de las características se determinó una precisión de predicción de .50 a .67. Sin embargo, para DMI y RFI se tuvieron valores menores, .30 y .28, respectivamente. En el Cuadro 1 se presentan los MVPs promedio para la población de referencia, y para los animales evaluados, así como de los animales seleccionados por línea paterna y materna. Los resultados muestran un nivel competitivo de los animales evaluados en relación a la población de referencia. En el primer grupo evaluado, los MVPs promedio para CED, WW, YW, CEM, MA, SC, DOC, CW, REA y MS fueron mayores y para BW, MW, DMI, RFI y TND menores que los promedios de la población de referencia, mientras que para YH, MH y FAT no hubo diferencia. En el segundo grupo los MVPs promedio para CED, WW, YW, MW, RFI, CEM, SC, CW y TND fueron mayores, para MS fue menor y para BW, YH, MH, DMI, MA, DOC, FAT y REA no hubo diferencia entre ambas poblaciones. Para la línea paterna, se seleccionaron tres machos y una hembra Angus, y dos machos Angus Rojo. Para la línea materna, se seleccionaron ocho machos y dos hembras Angus, y una hembra Angus Rojo. Todos los animales seleccionados para la línea paterna son provenientes de transferencia de embriones. En el caso de la línea

materna, de los 11 animales, uno corresponde a inseminación artificial y otro a monta natural, los restantes son producto de transferencia de embriones.

Cuadro 1. MVPs en la población de referencia y en la población evaluada, y de los animales seleccionados para la línea paterna y materna para cada característica

Característica ^a	Unidades	MVP promedio				
		Población referencia	Población evaluada Grupo 1	Población evaluada Grupo 2	Línea Paterna	Línea Materna
CED	%	5.5	6.9	5.8	7.53	9.90
BW	lb	0.0	-0.2	0.0	0.07	-1.18
WW	lb	45	50	52	71.00	60.45
YW	lb	70	77	81	109.50	94.18
YH	pulg	0.0	0.0	0.0	0.00	-0.02
MW	lb	32	27	35	46.00	29.45
MH	pulg	0.4	0.4	0.4	0.60	0.42
DMI	lb por día	-0.22	-0.65	-0.22	-0.53	-0.85
RFI	lb MS/día	-0.10	-0.26	-0.03	-0.34	-0.45
CEM	%	3.0	4.5	3.2	5.13	7.33
MA	lb	20	23	20	25.50	27.45
SC	cm	0.40	0.43	0.54	0.37	0.69
DOC	%	9	10	9	13.50	13.91
CW	lb	31	34	34	37.33	33.64
FAT	pulg	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
REA	pulg	0.33	0.40	0.33	0.38	0.45
MS	puntaje USDA	0.41	0.57	0.37	0.62	0.57
TND	lb	-0.39	-0.41	-0.38	-0.48	-0.46

^a CED, Facilidad de parto directo; BW, Peso al nacimiento; WW, Peso al destete; YW, Peso al año; YH, Talla al año; MW, Peso maduro; MH, Talla madura; DMI, Consumo de materia seca; RFI, Consumo residual de alimento; CEM, Facilidad de parto materno; MA, Habilidad lechera; SC, Circunferencia escrotal; DOC, Docilidad; CW, Peso de la canal; FAT, Espesor de grasa; REA, Área del ojo de la costilla; MS, Puntaje de marmoleo; TND, Terneza.

Los MVPs promedio de CED y BW de los animales seleccionados son valores intermedios, por lo tanto, preferibles al significar una menor necesidad de asistencia al parto por distocia (Bennett y Gregory, 2001). Los MVPs promedio para WW y YW en ambas líneas son moderadamente altos, indicando crías con mayores pesos al destete y al año y como consecuencia más ingresos económicos por la venta de becerros al destete y de carne en canal (Snelling *et al.*, 2010) para la línea paterna. Los MVPs promedio para YH, similares en ambas líneas, apuntan a animales de talla mediana al año. Para MW y MH son intermedios en ambas líneas, lo que significaría animales de peso y talla madura intermedios, deseable para las condiciones de los agostaderos de Chihuahua, porque supondrían animales con requerimientos energéticos no tan altos (Owens *et al.*, 1993). En el caso de DMI y RFI, los MVPs promedio son intermedios y negativos, lo que supondría animales eficientes, reduciendo los insumos alimenticios sin comprometer el nivel de producción (Carstens y Kerly, 2009). Los MVPs promedio de las características maternas y de

temperamento son intermedios, indicando madres con potencial para una mayor facilidad al parto (Bennett y Gregory, 2001), animales con requerimientos de mantenimiento moderado (Montaño-Bermúdez *et al.*, 1990), con potencial genético para edad a la pubertad más temprana (Vargas *et al.*, 1998) y buena disposición al manejo (Hall *et al.*, 2011). El MVP promedio para CW, FAT y REA es intermedio, indicando genética para canales medianamente pesadas, con moderado engrasamiento y rendimiento en cortes magros (Lamb *et al.*, 1990). Los MVPs de MS y TND fueron de intermedios a altos, señalando una mejora ligera en la terneza y jugosidad de la carne (Wheeler *et al.*, 1994).

CONCLUSIONES

Con la información genómica fue posible la identificación de animales sobresalientes en los criaderos Angus del Estado de Chihuahua. Con ello se podrán reproducir mediante procesamiento de semen y obtención de embriones con una mayor confianza en cuanto al aporte genético que podrán hacer a los programas de mejora genética locales.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo financiero otorgado por la Fundación PRODUCE Chihuahua A.C.

REREFENCIAS

- Bennett, G. L., y K. E. Gregory. 2001. Genetic (co)variances for calving difficulty score in composite and parental populations of beef cattle. II. Reproductive, skeletal, and carcass traits. *J. Anim. Sci.* 79:52–59.
- Carstens, G. E., y M. S. Kerley. 2009. Biological basis for variation in energetic efficiency of beef cattle. *Proc. of the Beef Improvement Federation 41st Annual Research Symposium*. Sacramento, California, E.U.A. p. 124-131
- Hall, N. L., D. S. Buchanan, V. L. Anderson, B. R. Ilse, K. R. Carlin, y E. P. Berg. 2011. Working chute behavior of feedlot cattle can be an indication of cattle temperament and beef carcass composition and quality. *Meat Science* 89:52–57.
- Lamb, M. A., O. W. Robison, y M. W. Tess. 1990. Genetic parameters for carcass traits in Hereford bulls. *J. Anim. Sci.* 68:64-69.
- Magaña Valencia, F. 2009. Implicaciones de conectividad entre grupos contemporáneos en evaluaciones genéticas de bovinos para carne. Tesis maestría. Universidad Autónoma Chapingo. p. 97-145.
- Montaño-Bermudez, M., M. K. Nielsen, y G. H. Deutsche. 1990. Energy requirements for maintenance of crossbred beef cattle with different genetic potential for milk. *J. Anim. Sci.* 68:2279-2288.
- Owens, F. N. P. Dubeski, y C. F. Hanson. 1993. Factors that alter the growth and development of ruminants. *J. Anim. Sci.* 71:3138-3150.
- Snelling, W. M., M. F. Allan, J. W. Keele, L. A. Kuehn, T. McDaneld, T. P. L. Smith, T. S. Sonstegard, R. M. Thallman, y G. L. Bennett. 2010. Genome-wide association study of growth in crossbred beef cattle. *J. Anim. Sci.* 88:837–848.
- Swan, A. A., D. J. Johnston, D. J. Brown, B. Tier, y H.U. Graser. 2012. Integration of genomic information into beef cattle and sheep genetic evaluations in Australia. *Anim. Prod. Sci.* 52:126–132.
- Vargas, C. A., M. A. Elzo, C. C. Chase, Jr., P. J. Chenoweth, y T. A. Olson. 1998. Estimation of genetic parameters for scrotal circumference, age at puberty in heifers and hip height in Brahman cattle. *J. Anim. Sci.* 76:2536–2541.
- Wheeler, T. L., L. V. Cundiff, S. D. Shackelford, y M. Koohmaraie. 2010. Characterization of biological types of cattle (Cycle VIII): Carcass, yield, and *Longissimus* palatability traits. *J. Anim. Sci.* 88: 3070–3083.

EFFECTO DE LA LECHE DESCREMADA COMO DILUYENTE SOBRE LA VIABILIDAD DE SEMEN OVINO CONGELADO-DESCONGELADO

J.R. Aké-López, H. del S. Ramírez Pérez, F.G. Centurión-Castro, N.Y. Aké-Villanueva, B. Barrios-García

*Departamento de Reproducción Animal y Mejoramiento Genético, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán.
E-mail: alopez@uady.mx*

RESUMEN

Con el objetivo de evaluar el efecto de la leche descremada como diluyente sobre motilidad individual, integridad del acrosoma y de la membrana espermática (Host) del semen ovino congelado-descongelado, se procesaron un total de 100 eyaculados, los cuales se diluyeron y congelaron con Triladyl (n=50) y leche descremada con 7% de glicerol (n=50). La motilidad individual (MI), los acrosomas intactos (AI) y la integridad de la membrana se evaluó en las muestras frescas y después de la congelación-descongelación. La descongelación de las muestras se llevó a cabo 72 horas después de la congelación, y se consideró que fue exitosa (**dosis Viables**) cuando la MI fue igual o mayor al 40 %. El porcentaje de muestras Viables se evaluó mediante Chi cuadrada, los espermatozoides con los acrosomas intactos y con la membrana íntegra se evaluó mediante una prueba de “t” de Student. Las muestras procesadas con Triladyl tuvieron una mayor proporción (94 %) de muestras **Viables** con respecto a las muestras procesadas con leche descremada (28 %; $P < 0.05$). La motilidad espermática post-descongelación fue mayor en las muestras procesadas con Triladyl (65.6 %) que las diluidas con leche descremada (18.3 %; $P < 0.05$). En cuanto a la proporción de AI, no se observó diferencia ($P > 0.05$) entre las muestras en estado fresco y a la descongelación, ni tampoco entre diluyentes. La congelación del semen afectó la funcionalidad de la membrana, y esto se reflejó en la disminución del porcentaje de membranas intactas en las muestras con ambos diluyentes. La diferencia fue significativa ($P < 0.05$) al comparar las muestras en estado fresco con las muestras a la descongelación, no se encontró diferencia entre diluyentes ($P > 0.05$). Se concluye que la leche descremada (con 7% de glicerol) no es un buen diluyente para congelar el semen ovino.

INTRODUCCIÓN

La inseminación artificial (IA) es una biotecnología reproductiva que puede permitir un mayor progreso en el mejoramiento de la producción animal, aprovechando el potencial de los machos genéticamente valiosos en forma intensiva. Para ello es necesario procesar y congelar el semen, sin embargo en la especie ovina la congelación del semen no es tan fácil, ya que los espermatozoides de carnero son más susceptibles a los procedimientos de congelación y descongelación que los espermatozoides de otras especies, y la población espermática sobreviviente se caracteriza por una disminución del número de células móviles (Watson, 2000). Por tal motivo, se siguen buscando nuevas alternativas para la congelación del semen ovino. Una de las alternativas es el uso de leche descremada como diluyente para la congelación de semen, debido a que es de fácil adquisición y bajo costo. El objetivo del presente trabajo será evaluar el efecto de la leche descremada como diluyente sobre motilidad individual, integridad de acrosomas y de la membrana espermática (Host) del semen ovino congelado-descongelado.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó en el período comprendido de noviembre de 2011 a marzo de 2012 en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, (20° 58' N latitud y 89° 37' O altitud). El clima de la región es tropical sub-húmedo (Aw0), con lluvias en verano, con una precipitación anual entre 940 y 1,132 mm. La temperatura promedio anual oscila entre 26 y 27.8 °C.

Se obtuvieron por vagina artificial un total de 100 eyaculados de 5 borregos Pelibuey con una edad promedio de 3.5 ± 0.8 años de edad. Una vez recolectadas las muestras, se llevaron inmediatamente al laboratorio para su evaluación y procesamiento, se hizo énfasis en la evaluación de la Integridad del acrosoma. (Bag *et al*, 2004; Silva y Gardella, 2006) y de la funcionalidad de la membrana (Test de endósmosis celular o Host) (Revell y Mrode (1994). Se utilizaron los diluyentes: **a)** Leche descremada (Leche light San Marcos®; 73% de leche, 20 % de yema de huevo y 7 % de glicerol) y **b)** Triladyl (Minutub®), que se utilizó como diluyente Control. La dilución se calculó en base a una concentración espermática por dosis de 100 millones de espermatozoides. Una vez conocido el volumen de diluyente, este se agregó al semen (todo a temperatura de 37 °C), y se procedió a su enfriamiento a 5 °C (\pm en 2 horas).

Las muestras se envasaron manualmente en pajillas de 0.25 ml, y para la congelación, se expusieron de manera horizontal a los vapores de nitrógeno líquido a una distancia de 4-5 cm sobre la superficie del nitrógeno por 7 minutos, después fueron sumergidas en el nitrógeno líquido, se embalaron y almacenaron. La descongelación se realizó 72 horas después de la congelación, para ello las pajillas se sumergieron a baño María (35-37 °C) durante 60 segundos. Se consideró que la congelación fue exitosa (**dosis Viabiles**) cuando las muestras presentaban una motilidad individual igual o mayor al 40 % al momento de la descongelación (Evans y Maxwell, 1990). Tanto en las muestras frescas, como en las congeladas-descongeladas se evaluó la integridad del acrosoma y funcionalidad de la membrana como indicadores del proceso de congelación. El porcentaje de muestras Viabiles se evaluó mediante χ^2 , los espermatozoides con los acrosomas intactos y con la membrana integra (prueba de Host) se evaluó mediante una prueba de "t" de Student (SAS, 2003).

RESULTADO Y DISCUSIÓN

En el presente estudio se observó que las muestras congeladas/descongeladas con leche descremada fueron las que obtuvieron el menor porcentaje de muestras viabiles a la descongelación ($P < 0.05$), en comparación con las diluidas con Triladyl (Cuadro 1), la diferencia fue del 66%. Asimismo la motilidad individual también fue menor en las muestras procesadas con la leche descremada. En referencia a la motilidad espermática Watson *et al*. (1995) señalan que durante el proceso de congelación- descongelación existe una reducción aproximada de motilidad espermática entre el 40 y 50%. Las muestras diluidas con Triladyl solo tuvieron una disminución del 23% de la MI inicial y con la leche descremada la disminución fue del 70%. Esta disminución en los porcentajes de MI se deben probablemente a que el diluyente a base de leche descremada no proporciona adecuada protección durante el proceso de congelación-descongelación, ya que en este las células sufren alteraciones bioquímicas y funcionales, tales como la formación de cristales de hielo en el interior o exterior del espermatozoide, cambios de pH, aumento de la concentración de sales, desnaturalización de proteínas y ruptura de elementos estructurales, lo que da como resultado una disminución en la motilidad y viabilidad de los espermatozoides descongelados (Palacios, 1994; Salamon y Maxwell, 2000).

Cuadro 1. Proporción de muestras viables, motilidad espermática, Acrosomas intactos y membranas intactas (en %) de las muestras de semen fresco (F) y descongelado (D; viables y no viables), procesadas con los Triladyl y Leche descremada (con 7% de glicerol).

	Muestras Viables (%)	Motilidad Individual (%)		Acrosomas Intactos (%)		Membranas Intactas (%)	
		F	D	F	D	F	D
		Triladyl	94 ^a	88.7 ^a	65.6 ^a	97.9 ^a	93.7 ^a
Lech/Desc	28 ^b	88.6 ^a	18.3 ^b	98.1 ^a	90.8 ^a	67.5	12.4 ^a

En cuanto a la proporción de acrosoma intactos (AI), en el presente estudio, aunque se presentó un ligero descenso entre las muestras en estado fresco y a la descongelación no se observó diferencia significativa ($P>0.05$, ni entre diluyentes ($P>0.05$). Este descenso es normal dentro del procesamiento del semen y se presenta debido a que existe una reacción acrosomal prematura, con liberación de acrosina y ruptura de las membranas acrosomales interna y externa (Evans y Maxwell, 1990; Palacios *et al.*, 1992).

Contrario a lo observado con los acrosomas, el procesamiento del semen afectó en forma importante la integridad de las membranas espermáticas, y esto se reflejó como una disminución del porcentaje de membranas intactas en las muestras diluidas con ambos diluyentes, y más aún en las muestras diluidas con leche descremada. La diferencia fue significativa ($P<0.05$) al comparar las muestras en estado fresco con las muestras a la descongelación, No se encontró diferencia entre diluyentes ($P>0.05$). Los resultados obtenidos en cuanto a las membranas espermáticas intactas a la descongelación son inferiores a lo que reportan varios autores, como por ejemplo Cabrera y Pantoja (2008), los cuales obtuvieron 39.9% con el diluyente Tris-glucosa y 43.2% con Ovine Freezing Buffer Así mismo Söderquist *et al.* (1999) utilizando un diluyente a base de leche descremada con 7% de glicerol, obtuvieron un 67.2% de membranas intactas para las muestras descongeladas a 50 °C por 9 s, y de 80.5% cuando se descongeló a 70°C por 5 s.

Estos daños en la membrana espermática se deben a la susceptibilidad al choque frío que tuvieron las muestras, lo que ocasiono que las características bioquímicas membranales (fosfolípidos, ácidos grasos poliinsaturados y colesterol) perdieran los lazos de unión disminuyendo o anulando la permeabilidad de las membranas celulares, lo que repercutió en la fisiología del espermatozoide (Watson, 2000; Cabrera y Pantoja, 2008). De igual manera el proceso de recristalización que sufren las células en el proceso de descongelación causan daños y muerte celular, por la ruptura física de la membrana plasmática y de los orgánulos (Henry *et al.*, 1993).

Si bien es cierto que los acrosomas de las muestras de este estudio no fueron afectadas de gran manera durante el proceso de congelación- descongelación, podemos apreciar claramente que no ocurre lo mismo con las membranas espermáticas, teniendo una disminución considerable de estas con respecto al semen fresco, pudiéndose notar así con esta prueba (HOST) que aunque la estructura del espermatozoide se viera normal aparentemente al ser evaluada por los acrosomas intactos, en realidad la funcionalidad de la membrana se encuentra severamente dañada, reflejándose en los porcentajes de muestras viables a la descongelación.

CONCLUSIÓN

El procesamiento del semen con leche descremada (con 7% de glicerol) presenta baja proporción de muestras viables a la descongelación comparado con las muestras procesadas con el Triladyl.

También se observa con la leche descremada baja motilidad y un incremento en el daño de la membrana espermática.

REFERENCIAS

- Bag S., A. Joshi, S.M.K. Naqvi, J.P. Mital. 2004. Effect of post-thaw incubation on sperm kinematics and acrosomal integrity of ram spermatozoa cryopreserved in medium-sized French straws. *Theriogenology* 62:415-424.
- Cabrera, P; Pantoja, C. (2008). Influencia de los dilutores Tris y Ovine freezing sobre la integridad de la membrana citoplasmática durante la congelación de semen de ovinos en pajillas de 0.5ml. *Rev Inv Vet Perú*. 19(2).
- Evans, G., Maxwell, W. (1990) Inseminación artificial en ovejas y cabras. Ed. Acribia S. A. Zaragoza, España. Pp. 95-123.
- Henry, M.A.; Noiles, E.E.; Gao, D.; Mazur, P.; Critser, J.K. (1993). Cryopreservation of human spermatozoa. IV. The effects of cooling rate and warming rate on the maintenance of motility, plasma membrane integrity, and mitochondrial function. *Fertility and Sterility*. 60(5).
- Palacios, A. A. (1994). Aspectos fisiológicos acerca del congelamiento de semen. *Vet. Mex.* 25 (3).
- Palacios, A. A.; Valencia, M. J.; Zarco, Q. L. (1992). Efecto del sistema de envasado y la concentración espermática sobre el daño acrosomal y la motilidad postcongelación del semen de equino. *Vet. Mex.* 23(4).
- Revell, S. G.; Mrode, R. A. (1994) An osmotic resistance test for bovine semen. *Animal Reproduction Science*. 36: 77- 86.
- Salamon, S.; Maxwell, W. M. C. (2000). Storage of semen. *Anim. Reprod. Sci.* 62.
- SAS, Statistical Analysis Systems 2003: SAS User's Guide. Statistical Analysis Systems Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Silva, P.F.N. and B.M. Gadella. 2006. Detection of damage in mammalian sperm cells. *Theriogenology*. 65:958-978.
- Söderquist, L.; Lundeheim, N.; Nilsson, B. (1999). Assessment of fertility after using different procedures to thaw ram spermatozoa frozen in mini straws. *Reprod Dom Anim*. 34.
- Watson, P. F. (1995). Recent developments and concepts in the cryopreservation of spermatozoa and the assessment of their post-thawing function. *Reprod Fertil Dev*. 7(4).
- Watson, P. F. (2000) The causes of reduce fertility with cryopreserved semen. *Animal Reproduction Science*. 60: 481-492.

ESTIMACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE EFECTOS GENÉTICOS ADITIVOS DIRECTOS Y MATERNOS EN EL CRECIMIENTO PREDESTETE EN OVINOS HAMPSHIRE

C. Pérez-Camacho¹, J. Domínguez-Viveros¹, F.A. Rodríguez-Almeida¹, L. de la Cruz-Colín²

¹Facultad de Zootecnia y Ecología; Universidad Autónoma de Chihuahua. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias; CIR Centro
E-mail: claudiaperez.vet@hotmail.com

RESUMEN

Con el fin de determinar el beneficio de agregar una medición de peso en el periodo predestete en la estimación de la correlación genética entre efectos genéticos aditivos directos y maternos para el peso al destete, se analizaron 1,072 pesos ajustados a los 30 d y 1,750 a los 75 d de edad de ovinos Hampshire en México, nacidos del 2006 al 2013. El archivo de pedigrí incluyó 2,775 individuos. Para ello se corrieron análisis en forma univariada y bivariada. Con la inclusión del peso ajustado a los 30 d de edad al análisis del peso al destete ajustado a los 75 d, se logró una mejor estimación de los parámetros para los efectos genéticos aditivos directos y maternos mediante el análisis bivariado, en comparación con los análisis univariados, con una estimación de la correlación genética entre dichos efectos de -0.20 vs -1 , respectivamente. En conclusión, el análisis bivariado de los dos pesos predestete analizados permite una determinación más clara de la forma de acción de los efectos genéticos aditivos directos y maternos en el crecimiento predestete que el análisis univariado del peso al destete.

Palabras Clave: Parámetros genéticos, corderos, peso destete

INTRODUCCIÓN

En los programas de selección para el mejoramiento genético animal en mamíferos, existen características como el peso al destete que dependen tanto de la constitución genética de los individuos para crecimiento (efectos genéticos aditivos directos) como de la constitución genética de la madre para producción de leche (efectos genéticos aditivos maternos). Éste modelo fue planteado y fundamentado por Willham (1972) y en él incluyó la posibilidad de una correlación entre ambos efectos (r_{gm}), la cual se ha venido estimando en algunos casos como negativa e intermedia (-0.35 , Jiménez *et al.*, 1999; -0.35 a -0.51 , Maniatis y Pollot, 2003), pero también se reportan valores positivos (Gallegos-Ramírez *et al.*, 2011) o correlaciones nulas (Guterres *et al.*, 2006). Algunos autores (Maniatis y Pollot, 2003; Vanimisetti *et al.*, 2007) han argumentado las razones porque estos valores pueden ser negativos, otros cuestionan dichos valores diciendo que más bien se deben a: a) la estructura de los datos no permite separar ambos efectos en el análisis (Boligon *et al.*, 2012); b) diferencias temporales en los ambientes cuando se expresan los efectos directos y los maternos (Vanimisetti *et al.*, 2007); y, c) reducción en las varianzas de éstos efectos, debida a la selección realizada (Verrier *et al.*, 1994). El problema más fuerte se presenta cuando las estimaciones de la correlación son negativas cercanas a la unidad (-0.93 , María *et al.*, 1993), lo cual ha venido ocurriendo para algunas razas en las evaluaciones genéticas nacionales que se realizan en México, pues ello implica un antagonismo total entre la genética para crecimiento y la genética para efectos maternos, y sería imposible avanzar en el mejoramiento genético para ambos caracteres al mismo tiempo, lo cual se ha argumentado que no es una situación realista y en algunos casos se ha recomendado (Maniatis y Pollot, 2003; Boligon *et al.*,

2012) que el valor de la correlación se fije a cero. Para la raza Hampshire en México se cuenta con información de pesos alrededor de los 30 (P30D) y los 75 d (PD) de edad, con lo cual se anticipó que se pudiera tener una mejor separación en la estimación de los parámetros genético directos y maternos para el crecimiento predestete con un análisis bivariado que con análisis univariados, por lo que el objetivo del presente estudio fue hacer dicha comparación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó el P30D ($n = 1,072$) y PD ($n=1,750$) de ovinos Hampshire en México, nacidos del 2006 al 2013. El archivo de pedigrí incluyó 2,775 individuos. Se ajustó un modelo animal univariado completo: $\mathbf{y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}\mathbf{g} + \mathbf{M}\mathbf{m} + \mathbf{W}\mathbf{p} + \mathbf{e}$; donde, \mathbf{y} es el vector de registros de P30D y/o PD; $\boldsymbol{\beta}$ es el vector de efectos fijos que incluyó los grupos contemporáneos definidos por las combinaciones rebaño, año – época de nacimiento y grupo de pesada; además de sexo y número de corderos nacidos vivos, más la covariable edad de la madre al parto en forma lineal y cuadrática; \mathbf{g} es el vector de valores genéticos aleatorios directos; \mathbf{m} es el vector de valores genéticos aleatorios maternos; \mathbf{p} es el vector de efectos aleatorios maternos de ambiente permanente; \mathbf{e} es el vector de efectos residuales; \mathbf{X} , \mathbf{Z} , \mathbf{M} y \mathbf{W} son las matrices de incidencia que asocian a los efectos en los vectores correspondientes con \mathbf{y} ; bajo los supuestos de $E[\mathbf{y}] = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta}$; $E[\mathbf{g}] = E[\mathbf{m}] = E[\mathbf{p}] = E[\mathbf{e}] = \mathbf{0}$. La estructura de varianzas (σ^2) y covarianzas (σ) quedó conformada por: $A\sigma_g^2$, $A\sigma_m^2$, $A\sigma_{gm}$, $I_c\sigma_p^2$, $I_N\sigma_e^2$; donde: c es el número de borregas madres; N es el número de animales con registro; A es la matriz de relaciones genéticas aditivas entre los animales del pedigrí; I son matrices identidad del orden especificado. Además se ajustaron tres submodelos: el primero sólo incluyó los efectos genéticos directos y maternos; el segundo fue similar al primero más la covarianza entre efectos genéticos; y el tercero consideró los efectos genéticos directos y maternos, más los efectos maternos de ambiente permanente. Posteriormente, con el modelo completo se realizó un análisis bivariado, adicionando las covarianzas entre efectos genéticos directos y maternos para P30D y PD. Los análisis se realizaron con el programa MTDFREML (Boldman *et al.*, 1995). Basado en la varianza del logaritmo de la función de verosimilitud, el criterio de convergencia fue 1×10^{-9} .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados del análisis univariado. Las estimaciones de heredabilidades de los efectos genéticos directos (h^2) y maternos (m^2) fueron de baja a mediana magnitud, siendo en algunos casos inferiores a las reportadas por Martínez *et al.* (2006) y Manzanilla *et al.* (2012) para variables predestete en ovinos Hampshire y de otras razas. Las estimaciones de r_{gm} fueron extremas en ambas características (+1 y -1). Las estimaciones de los parámetros del modelo completo para el análisis bivariado se presentan en el Cuadro 2. Las estimaciones de h^2 y m^2 se mejoraron sustancialmente, con valores similares o superiores a los reportados por María *et al.* (1993), Martínez *et al.* (2006) y Manzanilla *et al.* (2012), y las de r_{gm} , dentro de características y a través de características, resultaron negativas pero de baja a mediana magnitud, siendo más consistentes en todos los caso que las obtenidas con los análisis univariados; además, las correlaciones genéticas para efectos genéticos aditivos directos y aditivos maternos entre características fueron positivas y cercanas a la unidad, lo cual implica que desde el punto de vista genético son la misma característica, aunque que a los 75 d se disminuyó la varianza debido a los efectos maternos y se incrementó en mayor proporción la varianza debida a efectos ambientales.

Cuadro 1. Estimaciones de los parámetros genéticos de los diferentes modelos ajustados para peso ajustado a los 30 d y al destete ajustado a 75 d.

Modelo	σ^2_g	σ^2_m	σ_{gm}	σ^2_{pe}	σ^2_e	σ^2_p	h^2	m^2	r_{gm}	c^2	-2 log L
Peso a los 30 d											
DMCP	1.29	0.56	0.85	0.04	4.02	6.76	0.19	0.08	1.00	0.01	2659.40
DMC	0.06	0.57	0.19	--	4.59	5.41	0.01	0.10	1.00	--	2693.60
DMP	0.16	0.10	--	0.74	4.37	5.37	0.03	0.02	--	0.14	2690.61
DM	0.07	0.73	--	--	4.59	5.40	0.01	0.14	--	--	2693.88
Peso al destete ajustado a 75 d											
DMCP	3.59	0.40	-1.20	3.55	17.70	24.06	0.15	0.02	-1.00	0.15	6981.65
DMC	2.23	2.31	0.37	--	19.31	24.23	0.09	0.10	0.16	--	6993.69
DMP	2.36	0.00	--	3.19	18.34	23.89	0.10	0.00	--	0.13	6981.22
DM	2.39	2.62	--	--	19.22	24.24	0.10	0.11	--	--	6993.77

Modelos: D = efectos genéticos directos; M = efectos genéticos maternos; C = covarianza entre efectos genéticos; P = efectos maternos de ambiente permanente. σ^2_g = varianza de efectos genéticos directos; σ^2_m = varianza de efectos genéticos maternos; σ_{gm} = covarianza entre efectos genéticos directos y maternos; σ^2_{pe} = varianza de ambiente permanente materno; σ^2_e = varianza residual; σ^2_p = varianza fenotípica; h^2 = heredabilidad de efectos genéticos directos; m^2 = heredabilidad de efectos genéticos maternos; r_{gm} = correlación genética entre efectos directos y maternos; c^2 = proporción de la varianza fenotípica debida a la varianza de efectos maternos de ambiente permanente. -2 log L = logaritmo de la función de verosimilitud

Cuadro 2. Estimaciones de los parámetros genéticos a proporcionalidad para el análisis bivariado de peso ajustado a los 30 d y al destete ajustado a 75 d.

	Efectos genéticos [¶]				Efectos no genéticos		
	D.P30D	D.PD	M.P30D	M.PD	P30D	PD	
D.P30D	0.18				Ambiente permanente (c^2)		
D.PD	0.87	0.14			P30D	0.01	
M.P30D	-0.46	-0.38	0.22		PD	--	0.00
M.PD	-0.28	-0.20	0.98	0.13	Residual (e^2)		
					P30D	0.69	
					PD	0.84	0.75
					Varianzas fenotípicas [¥]		
					P30D	6.01	
					PD	10.53	25.18

P30D = peso a los 30 días; PD = peso al destete ajustado a 75 días; D.P30D y D.PD = efectos genéticos directos para P30D y PD, respectivamente; M.P30D y M.PD = efectos genéticos maternos para P30D y PD, respectivamente. [¥] sobre la diagonal son varianzas y bajo la diagonal son covarianzas; [¶] sobre la diagonal son heredabilidades y bajo la diagonal son correlaciones genéticas; c^2 varianza de ambiente permanente como proporción de la varianza fenotípica; e^2 residuales, correlación bajo la diagonal y como proporción de la varianza fenotípica sobre la diagonal.

CONCLUSIONES

En general, contar con una medición adicional del peso predestete permitió una mejor estimación de los parámetros para los efectos genéticos aditivos directos y maternos mediante el análisis bivariado; sin embargo, para la implementación del esquema de evaluación genética y selección, se deben de tomar en cuenta también las implicaciones de manejo y costo para determinar el tiempo más conveniente de medición del crecimiento predestete, ya que desde el punto de vista genético, prácticamente son la misma característica dadas las altas correlaciones genéticas, tanto aditivas directas como aditivas maternas.

AGRADECIMIENTOS

A el Organismo de la Unidad Nacional de Ovinocultores (UNO) por facilitar sus bases de datos y las facilidades brindadas para llevar a cabo el presente estudio.

REFERENCIAS

- Boldman, K. G., L. A. Kriese, L. D. Van Vleck, C. P. Van Tassell, y S. D. Kachman. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances (Draft). USDA, ARS. 114 p.
- Boligon, A. A., R. J. Pereira, D. R. Ayres, y L. G. Albuquerque. 2012. Influence of data structure on the estimation of the additive genetic direct and maternal covariance for early growth traits in Nellore cattle. *Livest. Scienc.* 145:212 – 218.
- Gallegos-Ramírez, R., R. Ramírez-Valverde, R. Núñez-Domínguez, A. Ruíz-Flores, y F. A. Rodríguez-Almeida. 2011. Interacción semental×ambiente en la estimación de la correlación genética entre efectos directos y maternos en bovinos para carne. *Agrociencia.* 45(6): 687-697.
- Guterres, L.F., P. R. Nogara., A. R. Boligon, T. Weber, J. Silva, y P. L. Santos de S. 2006. Inclusão da covariância genética direta-materna no modelo para estimar parâmetros e prever valores genéticos para ganho de peso em bovinos da raça Angus. *R. Bras. Zootec.* 35(6):2268-2274.
- Jiménez, M. A., M. Izquierdo, M. Espejo, y E. Espinosa de los Monteros. 1999. Evaluación de los componentes de varianza para caracteres de crecimiento en la raza ovina Ile de France en España. XXIV Jornadas científicas de la SEOC.
- Maniatis, N., y G. E. Pollott. 2003. The impact of data structure on genetic (co)variance components of early growth in sheep, estimated using an animal model with maternal effects. *J. Anim. Sci.* 81:101-108.
- María, G. A., K. G. Boldman, y L. D. Van Vleck. 1993. Estimates of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Romanov sheep. *J. Anim. Sci.* 71:845-849.
- Martínez, R. A., R. Vásquez, J. Vanegas, y M. Suárez. 2006. Parámetros genéticos de crecimiento y producción de lana en ovinos usando la metodología de modelos mixtos. *Rev. Corpoica – Cienc. Tecnol. Agrop.* 7:42-49.
- Manzanilla P., C. I. V., J. A. Torres V., A. B. Zepeda, Á. Ríos U., J. J. Baeza R., G. Martínez V., V. E. Vega M., y M. Montañó B. 2012. Estimación de parámetros genéticos para características de crecimiento en borregos Katahdin usando diferentes modelos. *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 3:487-500
- Vanimisetti, H. B., D. R. Notter, y L. A. Kuehn. 2007. Genetic (co)variance components for ewe productivity traits in Katahdin sheep. *J. Anim. Sci.* 85:60-68.
- Verrier, E., J. J. Colleaud, y J. L. Foulley. 1994. Genetic variability when selection on the animal model BLUP. *Proc. 5th World Congr. Genet. Appl. Livest. Prod.* 19:139-142.
- Willham, R. L. 1972. The role of maternal effects in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *J. Anim. Sci.* 35:1288-1293.

AJUSTE DE MODELOS NO LINEALES PARA CARACTERIZAR EL CRECIMIENTO DE BOVINOS HEREFORD Y SALERS

E. Santillán-Moreno, J. Domínguez-Viveros, J.A. Ortega-Gutiérrez, F.A. Rodríguez-Almeida, y N. Aguilar-Palma

*Facultad de Zootecnia y Ecología; Universidad Autónoma de Chihuahua
E-mail: p264723@uach.mx, postgrado755@gmail.com*

RESUMEN

Los criadores de Hereford (HF) y Salers (SL), el destete y posterior peso al año son realizados a diferentes edades, lo cual genera puntos a diferentes edades con información que puede ser utilizada para analizar el crecimiento. Los objetivos del presente estudio fueron ajustar un modelo no lineal (MNL) y estimar parámetros (PC) e indicadores de crecimiento (IC). Se analizaron 4557 (en HF) y 14468 (en SL) observaciones, de ambos sexos, del nacimiento a 15 meses edad. Los MNL evaluados fueron: Brody (BRO), Logístico (LOG), Bertalanffy (BER) y Gompertz (GOM); los análisis se realizaron con NLIN de SAS. Se estimaron los PC peso adulto (PAD; kg) y pendiente de la curva (PCU; kg/kg/mes); y los IC: edad (EPI; meses) y peso al punto de inflexión (PPI; kg), y porcentaje de madurez a 6.83 (205 d) y 12 meses de edad. La selección del modelo se realizó con dos criterios: coeficiente de determinación (R^2) y criterio de información Akaike. Con base en el R^2 , todos los modelos explicaron alrededor del 97% de la variación de los datos. El modelo que presentó el mejor ajuste fue BRO para SL y VER para HF. Las estimaciones de PAD y PCU, machos – hembras, de HF y SL fueron 467.2 – 399.1 y 0.1303 - 0.1449, y 537.2 – 343.9 y 0.062 – 0.1115, respectivamente. La EPI y PPI en HF, machos – hembras, fue de 4.2 – 3.5, y 138.4 – 118.3. El ajuste de MNL aporta información para los esquemas de producción, comercialización y selección.

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción de bovinos para carne, de la región árida y semiárida del norte del país, predominan genotipos cruzados y razas especializadas de origen europeo como Hereford (HF) y Salers (SL). Las asociaciones de criadores de bovinos HF y SL tienen integrado un sistema de registro que incluye información genealógica y productiva con variables de crecimiento y reproductivas. La información de crecimiento incluye el peso al nacer, al destete (PD) y al año de edad (PA); sin embargo, dada la variedad en los esquemas de manejo y producción, el PD y posterior PA son realizados a diversas edades, en algunas ocasiones fuera del intervalo requerido para el programa de evaluaciones genéticas; lo cual genera una distribución de puntos a diferentes edades, con información de crecimiento que puede ser utilizada para caracterizar el desarrollo de estas razas. El desarrollo corporal se ha representado mediante modelos no lineales (MNL), que describen el crecimiento a lo largo del tiempo en función de un número reducido de parámetros (PC) e indicadores (IC) de crecimiento con una interpretación biológica (Fitzhugh, 1976). Sin embargo, para el ajuste de MNL se requiere de un conjunto de pesajes a través de la vida del animal, lo cual implica incrementar los costos de manejo; o en su caso, establecer pruebas de comportamiento desde el nacimiento hasta edades adultas. Los objetivos del presente estudio fueron: a) ajustar un MNL a la curva de crecimiento de bovinos HF y SL, con base en la información que tienen las asociaciones de criadores; y, b) estimar PC e IC con el MNL de mejor ajuste.

MATERIALES Y METODOS

Se editó la información de crecimiento contenida en las bases de datos de las asociaciones de criadores HF (n = 4549) y SL (n = 14,468); en el Cuadro 1 se describe la información analizada, del nacimiento hasta los 15 meses de edad. Los MNL evaluados fueron: Brody (BRO), Logístico (LOG), Bertalanffy (BER) y Gompertz (GOM; Thornley y France, 2007); los análisis se realizaron con el procedimiento NLIN de SAS (SAS, 2001). Para cada modelo se estimaron los PC peso adulto (PAD) o asintótico, pendiente de la curva (PCU) relativa a la tasa de crecimiento.

Cuadro 1. Número de observaciones (n), media y desviación estándar (\pm) de peso (kg) al nacer (PN) y en meses (Edad), en bovinos Salers (machos = MSL; hembras = HSL) y Hereford (machos = MHF; hembras = HHF)

Edad	MSL	HSL	MHF	HHF
PN	34.6 \pm 3.3 (3508)	33.7 \pm 2.8 (2709)	36.5 \pm 4.3 (1120)	35.6 \pm 4.4 (790)
2.0	180.0 \pm 28.9 (10)	(0)	97.5 \pm 14.8 (2)	(0)
2.5	(0)	(0)	89.0 \pm 7.1 (2)	(0)
3.0	187.5 \pm 3.5 (2)	(0)	107.3 \pm 13.5 (4)	76.5 \pm 0.71 (2)
3.5	212.5 \pm 24.7 (2)	(0)	128.4 \pm 18.9 (8)	108.4 \pm 17.8 (7)
4.0	200.0 \pm 14.1 (2)	183.5 \pm 20.9 (4)	143.6 \pm 28.4 (18)	124.7 \pm 29.6 (9)
4.5	208.3 \pm 20.6 (6)	191.0 \pm 29.3 (4)	157.9 \pm 25.6 (24)	150.8 \pm 36.3 (16)
5.0	201.5 \pm 14.6 (18)	186.5 \pm 26.5 (14)	163.8 \pm 30.9 (72)	158.8 \pm 31.1 (48)
5.5	200.8 \pm 26.1 (180)	186.5 \pm 25.5 (105)	164.6 \pm 34.2 (93)	162.4 \pm 34.9 (65)
6.0	202.9 \pm 27.2 (391)	192.9 \pm 24.8 (297)	187.2 \pm 45.7 (118)	176.9 \pm 41.7 (77)
6.5	205.3 \pm 27.8 (650)	200.7 \pm 24.9 (559)	197.2 \pm 40.4 (123)	195.6 \pm 37.0 (96)
7.0	212.6 \pm 31.1 (769)	203.0 \pm 26.7 (561)	219.1 \pm 49.1 (167)	205.0 \pm 44.2 (95)
7.5	219.5 \pm 37.0 (613)	208.4 \pm 27.1 (464)	226.8 \pm 59.3 (148)	216.2 \pm 43.9 (63)
8.0	215.2 \pm 41.9 (458)	199.9 \pm 32.3 (414)	235.4 \pm 58.0 (116)	239.0 \pm 45.9 (85)
8.5	213.2 \pm 39.0 (197)	209.4 \pm 30.4 (145)	257.6 \pm 61.7 (83)	237.6 \pm 50.9 (60)
9.0	213.3 \pm 32.3 (94)	201.2 \pm 28.5 (46)	272.6 \pm 59.3 (30)	235.6 \pm 46.5 (32)
9.5	214.7 \pm 38.6 (52)	198.3 \pm 20.4 (19)	236.1 \pm 51.1 (28)	241.9 \pm 38.1 (22)
10.0	232.7 \pm 58.6 (34)	230.2 \pm 41.4 (17)	264.1 \pm 69.2 (11)	252.9 \pm 51.4 (16)
10.5	283.9 \pm 60.4 (44)	258.8 \pm 45.3 (29)	270.2 \pm 46.5 (19)	246.9 \pm 51.2 (20)
11.0	305.7 \pm 56.6 (166)	247.5 \pm 39.3 (105)	286.5 \pm 48.9 (40)	263.0 \pm 52.3 (25)
11.5	305.7 \pm 58.3 (238)	264.4 \pm 44.5 (120)	302.5 \pm 48.8 (77)	270.7 \pm 43.8 (47)
12.0	301.9 \pm 57.0 (350)	281.4 \pm 37.7 (125)	330.2 \pm 51.2 (175)	300.2 \pm 37.6 (95)
12.5	309.8 \pm 58.7 (322)	277.3 \pm 37.2 (118)	334.9 \pm 53.3 (115)	304.7 \pm 44.7 (63)
13.0	321.4 \pm 70.1 (192)	276.4 \pm 42.1 (39)	325.3 \pm 47.2 (78)	312.7 \pm 42.3 (41)
13.5	326.9 \pm 72.7 (131)	246.7 \pm 23.2 (9)	325.9 \pm 60.9 (38)	313.6 \pm 30.0 (46)
14.0	308.7 \pm 58.7 (53)	298.6 \pm 24.6 (5)	371.6 \pm 48.5 (12)	290.5 \pm 23.3 (2)
14.5	312.3 \pm 52.2 (35)	255.7 \pm 22.4 (7)	313.6 \pm 57.3 (4)	(0)
15.0	320.8 \pm 57.3 (19)	(0)	318.3 \pm 63.3 (3)	288.7 \pm 28.0 (3)

A partir de los PC, se derivaron los IC: edad (EPI; meses) y peso al punto de inflexión (PPI; kg), y porcentaje de madurez a los 6.83 (205 días; edad de ajuste del PD en las evaluaciones genéticas; Domínguez-Viveros *et al.*, 2011) y 12 meses de edad. La selección del modelo con mejor ajuste se realizó con dos criterios (Motulsky y Christopoulos, 2003): a) coeficiente de determinación ($R^2 = [1 - (sce/sc)]$); y, b) criterio de información Akaike ($AIC = [n * \ln(sce/n) + (2p+1)]$); donde, n = número de observaciones, sce = suma de cuadrados de los residuales, sc =

suma de cuadrados total corregida, p = número de parámetros en el modelo. Para el AIC, el modelo con el menor valor se consideró como el de mejor ajuste.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados para la selección de modelos, así como los PC e IC calculados. El modelo que presentó el mejor ajuste fue BRO para SL y VER para HF. Con base en el R^2 , todos los modelos explicaron alrededor del 97% de la variación de los datos.

Cuadro 2. Criterios para la selección de modelos, parámetros e indicadores de crecimiento derivados de los modelos no lineales evaluados

Ítem	BER		LOG		BRO		GOM	
	H	M	H	M	H	M	H	M
Hereford								
PAD	399.1	467.2	317.7	353.7	640.7	967.5	363.4	415.0
PCU	0.1449	0.1303	0.3742	0.3598	0.046	0.030	0.1988	0.1847
GMPD	50.1	44.8	7.2	2.9	3.0	1.0	6.6	3.1
GM12	73.6	68.2	92.2	90.3	45.8	32.8	80.8	76.8
EPI	3.50	4.15	5.39	5.81	--	--	4.22	4.78
PPI	118.25	138.43	158.85	176.85	--	--	133.68	152.67
AIC	12621.1	19949.5	12659.5	19989.5	12625.2	19956.9	12624.5	19952.1
R^2	0.97	0.96	0.96	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96
Salers								
PAD	298.5	391.4	265.5	326.2	343.9	537.2	286.3	364.0
PCU	0.2057	0.1553	0.4355	0.3727	0.1115	0.062	0.2583	0.2064
GMPD	66.7	53.1	30.0	0.07	19.4	5.8	25.9	8.4
GM12	87.5	76.6	96.6	92.2	76.4	55.6	90.9	82.4
EPI	2.10	3.21	4.28	5.38	--	--	2.90	4.04
PPI	88.44	115.97	132.75	163.10	--	--	105.32	133.91
AIC	37482.9	61123.3	37893.2	61551.9	37346.3	60997.1	37569.8	61210.2
R^2	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96	0.97	0.96

Modelos: Bertalanffy (BER), Logístico (LOG), Brody (BRO) y Gompert (GOM); Sexos: hembras (H) y machos (M); PAD: peso adulto o asintótico en kg; PCU: pendiente de la curva kg/kg/mes; EPI y PPI: edad (meses) y peso (kg) al punto de inflexión; GMPD y GM12: porcentaje de madurez a los 6.83 (205 d) y 12 meses de edad. AIC: Criterio Akaike; R^2 : coeficiente de determinación. En el modelo de BRO no se puede derivar EPI y PPI.

En la Figura 1, se describe el crecimiento de las razas con base en los modelos de mejor ajuste. Diferencias a través de razas se deben a diferencias en la constitución genética y a esquemas de manejo y selección. La raza SL ha sido seleccionada por sus aptitudes mixtas: trabajo, leche y carne; con óptimo crecimiento y sobresaliente en variables de aptitud materna y calidad de la canal (Burrow *et al.*, 2001). Con base en los IC de HF y la información de las evaluaciones genéticas nacionales (Domínguez-Viveros *et al.*, 2011), el PPI representó alrededor del 50% del PD, y la EPI se ubica entre el 50% (hembras) y 60% (machos) del periodo predestete. El punto de inflexión señala el momento en que el crecimiento deja de acelerarse y es parte proporcional del PAD; el PAD se alcanza alrededor de los 24 meses; en hembras tiene un impacto en las necesidades de mantenimiento, reproducción y valor de desecho; en los programas de selección

se puede mantener constante el PAD mientras se maximizan las etapas anteriores de crecimiento (Goyache, 2005). El que se haya ajustado un MNL a las razas evaluadas, aportara información para los esquemas de manejo, comercialización y selección.

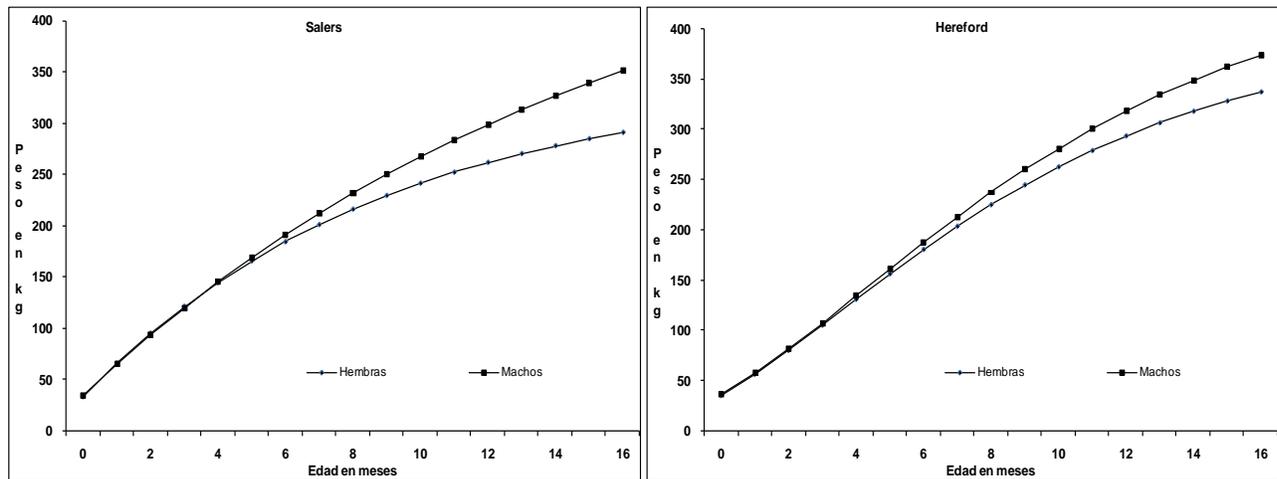


Figura 1. Descripción del crecimiento de bovinos Salers y Hereford, a través de los modelos de Brody y Bertalanffy, respectivamente.

REFERENCIAS

- Burrow, H.M., S.S. Moore, D.J. Johnston, W. Barendse and Bindon. 2001. Quantitative and molecular genetic influences on properties of beef: a review. *Aust J Exp Agric.* 41:893 – 919.
- Domínguez-Viveros, J., F.A. Rodríguez-Almeida y J.Á. Ortega-Gutiérrez. 2011. Resumen de evaluaciones genéticas de bovinos Hereford 2010. Asociación Hereford Mexicana. Editado por la Universidad Autónoma de Chihuahua. 20 p.
- Fitzhugh Jr, H. A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J Anim Sci.* 42:1036 – 1051.
- Goyache F., M. 2005. Crecimiento, consumo y medidas corporales. In: Estandarización de las metodologías para evaluar la calidad del producto (animal vivo, canal carne y grasa) en los rumiantes. V. Cañeque y C. Dañudo (eds.). Monografías INIA – Serie ganadera, Madrid, España. 11 – 23 p.
- Motulsky, H. J., and A. Christopoulos. 2003. Fitting models to biological data using linear and nonlinear regression. A practical guide to curve fitting. Graph Pad Software Inc. San Diego CA, USA. 352 p
- Thornley J. H. M. and J. France. 2007. *Mathematical Models in Agriculture, Quantitative Methods for Plant, Animal and Ecological Sciences.* 2nd edition. CAB International, London U. K. 435 p
- SAS. 2001. *SAS User's Guide: Statistics (version 9.0)* Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.

CARACTERIZACIÓN DEL CRECIMIENTO Y FACTORES DE AJUSTE PARA CIRCUNFERENCIA ESCROTAL EN BOVINOS BRANGUS

C.H. Gutiérrez-Morales, J. Domínguez-Viveros, F.A. Rodríguez-Almeida, J.A. Ortega-Gutiérrez y N. Callejas-Juárez

*Facultad de Zootecnia y Ecología, Universidad Autónoma de Chihuahua
E-mail: cesarhugo7@hotmail.com*

RESUMEN

La circunferencia escrotal (CE) se asocia directamente con la fertilidad de los sementales y genéticamente con la fertilidad de las hembras. La CE es un criterio de selección y como paso previo a las evaluaciones genéticas es importante caracterizar su crecimiento; además, de generar factores de ajuste (FA) en función del peso (PCE) y la edad (ECE), siendo estos los objetivos del presente estudio. Se analizaron 3313 observaciones de CE de bovinos Brangus; para analizar el crecimiento se evaluaron cuatro modelos no lineales (MNL): Brody, Logístico, Bertalanffy y Gompertz; la selección del MNL se realizó con base en el coeficiente de determinación (R^2) y el criterio de información de Akaike. Para generar los FA, se utilizó un modelo de predicción (MP): $\widehat{CE} = \beta_0 + \beta_1(\text{PCE}) + \beta_2(\text{PCE})^2 + \beta_3(\text{ECE}) + \beta_4(\text{ECE})^2 + \varepsilon$; donde, β_0 = intercepto, β_1 y β_2 = coeficientes de regresión lineal y cuadrático para PCE, β_3 y β_4 = coeficientes de regresión lineal y cuadrático para la ECE, y ε = residual. Los análisis se realizaron con los procedimientos NLIN y GLM de SAS. El FA a edad n y peso x (FA_{nx}) de un individuo (i), se derivó a partir de: $\text{FA}_{nx} = \widehat{CE}_{nx} / \widehat{CE}_i$; donde, \widehat{CE}_{nx} es la \widehat{CE} a n y x , \widehat{CE}_i es la \widehat{CE} de i en su PCE y ECE. La CE ajustada quedó definida por: $(\text{CE}_i \text{ observada}) * (\text{FA}_{nx})$. Todos los MNL presentaron un R^2 de 0.99, y el MNL con mejor ajuste fue el Logístico. Todos los componentes del MP fueron diferente de cero ($P < 0.05$) y conformado por: $\widehat{CE} = 7.4548 + 0.01651(\text{PCE}) - 0.0000155(\text{PCE})^2 + 0.07509(\text{ECE}) - 0.0000511(\text{ECE})^2$. El FA_{nx} de uso en las evaluaciones genéticas quedó conformado por: $\text{FA}_{365d;353kg} = 31.6 / [\widehat{CE}_i]$. La implementación de factores de ajuste, permitirá integrar la información de CE en los programas de evaluaciones genéticas de la raza Brangus.

Palabras clave: modelos no lineales, modelos predicción, criterio selección, pruebas comportamiento

INTRODUCCIÓN

La circunferencia escrotal (CE) se asocia positivamente con la fertilidad y el libido de los sementales (Quirino *et al.*, 2004) y está genéticamente asociado de modo favorable con la fertilidad de las hembras (Van Melis *et al.*, 2010). La CE es un criterio de selección que se puede medir fácilmente, a bajo costo y en diferentes edades estandarizadas, confiable y repetible; además de que presenta una heredabilidad de mediana a alta magnitud (Silva *et al.*, 2012). Como paso previo a incluir la CE en los programas de evaluaciones genéticas, es importante caracterizar y modelar su crecimiento a través del tiempo; además de generar factores de ajuste (FA) en función del peso (PCE) y la edad (ECE) a la que se mide, siendo estos los objetivos del presente estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se analizó la información de 3,313 bovinos Brangus, desarrollados en las pruebas de comportamiento del Centro de Mejoramiento Genético “La Campana”. En el Cuadro 1 y la Figura 1, se describe la información de CE con base en el PCE y la ECE. Para caracterizar el crecimiento, los modelos no lineales (MNL) evaluados fueron (Thornley y France, 2007): Brody, Logístico, Bertalanffy y Gompertz; mismos modelos que fueron utilizados por otros autores para caracterizar el crecimiento de la CE en razas de bovinos para carne (Delgado *et al.*, 2000; Parma *et al.*, 2006).

Cuadro 1. Información analizada para ajustar modelos no lineales

edad	n	media	edad	n	media	edad	n	media
10.0	5	31.60	14.5	385	34.68	19.0	22	36.09
10.5	14	33.57	15.0	302	35.22	19.5	16	35.00
11.0	31	33.23	15.5	188	35.63	20.0	16	37.31
11.5	102	33.72	16.0	136	35.73	20.5	13	37.62
12.0	180	33.64	16.5	81	35.60	21.0	16	35.81
12.5	227	33.86	17.0	60	36.63	21.5	22	37.18
13.0	326	34.57	17.5	54	36.43	22.0	11	36.09
13.5	486	34.44	18.0	37	36.78	22.5	14	35.86
14.0	486	34.77	18.5	33	35.88	23.0	11	36.00

n = número de observaciones; edad = meses

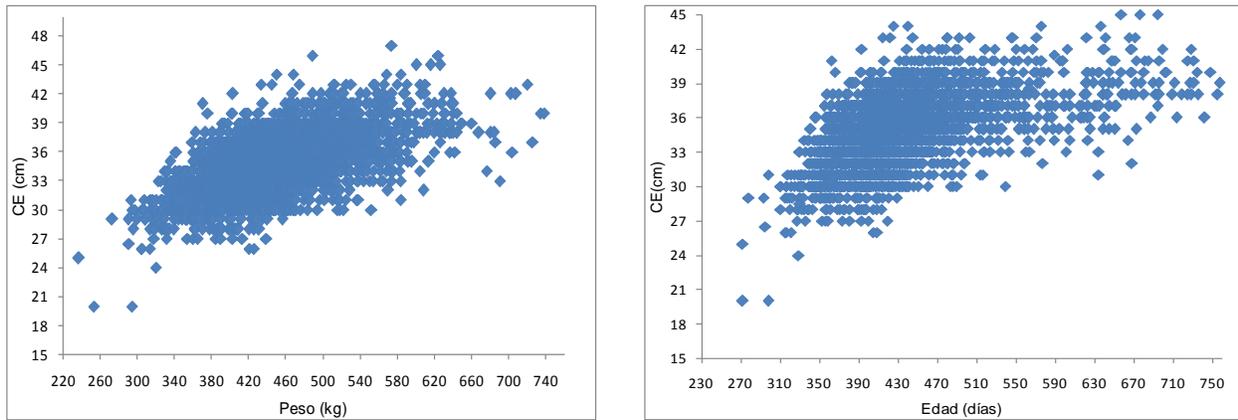


Figura 1. Distribución de los datos de circunferencia escrotal, a través del peso y la edad a la que se hizo la medición.

Estos modelos están conformados por tres parámetros (*a*, *b* y *c*) con una interpretación biológica referente al crecimiento. El parámetro *a* indica el valor asintótico (cm) del modelo; y el parámetro *c* indica la tasa de cambio (cm/cm/día), en términos porcentuales (Loaiza-Echeverri, 2011). Los análisis se realizaron con el procedimiento NLIN de SAS (SAS, 2001) y la selección del modelo con mejor ajuste se realizó con base en dos criterios (Thornley y France, 2007): a) coeficiente de determinación ($R^2 = [1 - (sce/sct)]$); y b) criterio de información de Akaike ($AIC = [n \cdot \ln(sce/n) + (2p+1)]$); donde, n = número de observaciones, sce = suma de cuadrados de los residuales, sct = suma de cuadrados total corregida, p = número de parámetros en el modelo. Para AIC, el modelo con el menor valor se consideró como el de mejor ajuste. Para generar los FA,

primero se estimaron los coeficientes de regresión para el PCE y la ECE con base en el siguiente modelo de predicción: $\widehat{CE} = \beta_0 + \beta_1(\text{PCE}) + \beta_2(\text{PCE})^2 + \beta_3(\text{ECE}) + \beta_4(\text{ECE})^2 + \varepsilon$; donde, β_0 es el intercepto, β_1 y β_2 son los coeficientes de regresión lineal y cuadrático para PCE, β_3 y β_4 son los coeficientes de regresión lineal y cuadrático para la ECE, y ε es el error aleatorio. Los análisis se realizaron con el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2001). El FA a edad n y peso x (FA_{nx}) de un individuo (i), se derivó a partir del siguiente cociente (Ortiz Peña *et al.*, 2000): $FA_{nx} = \widehat{CE}_{nx} / \widehat{CE}_i$; donde, \widehat{CE}_{nx} es la \widehat{CE} a edad n y peso x , \widehat{CE}_i es la \widehat{CE} del i en su PCE y ECE. La CE ajustada (CE_{ajs}) quedó definida por: $(CE_i \text{ observada}) * (FA_{nx})$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se presentan los resultados de los parámetros que conforman los MNL ajustados, siendo muy similares a través de los cuatro modelos e inferiores a los reportados por Delgado *et al.* (2000) y Parma *et al.* (2006). En general, todos los modelos explicaron alrededor del 99 % de la variabilidad de la información; y el modelo con mejor ajuste fue el Logístico. Estos resultados coinciden con los publicados por Neves *et al.* (2011), al evaluar el crecimiento testicular en bovinos Nelore.

Cuadro 2. Resultados de los parámetros que conforman los modelos no lineales ajustados, y criterios de selección de modelos.

Ítem	BER	LOG	BRO	GOM
N	3258	3258	3258	3258
<i>a</i>	37.915	37.787	37.987	37.881
<i>b</i>	0.2153	0.8135	0.5759	0.6843
<i>c</i>	0.1448	0.1601	0.1371	0.1486
AIC	6841.43	6841.22	6841.53	6841.38
R ²	0.99	0.99	0.99	0.99

Modelos: Bertalanffy (BER), Logístico (LOG), Brody (BRO) y Gompert (GOM); n = número de observaciones; *a* valor asintótico en cm; *b* pendiente de la curva cm/cm/día; AIC, Criterio Akaike; R², coeficiente de determinación.

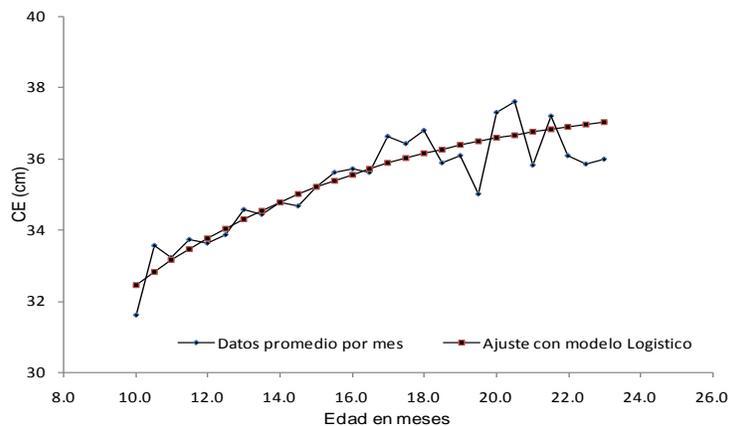


Figura 2. Crecimiento de circunferencia escrotal con datos originales y ajustados por medio del modelo Logístico

En la Figura 2, se muestra el comportamiento de la información analizada y el ajuste con base en el modelo Logístico. Todos los componentes del modelo de predicción fueron diferente de cero ($P < 0.05$) y quedo conformado por: $\widehat{CE} = 7.4548 + 0.01651(PCE) - 0.0000155(PCE)^2 + 0.07509(ECE) - 0.0000511(ECE)^2$. Con estos resultados se calculó el FA_{nx} , considerando la CE ajustada a 365 d y 353.2 kg; con base en el peso ajustado a 365 d utilizado en las evaluaciones genéticas de la raza Brangus (Domínguez-Viveros *et al.*, 2011). El $FA_{365d, 353kg} = 31.6 / [\widehat{CE}i]$. Si se considera un individuo con CE de 38 cm, que se midió a 481 d de edad y con 504 kg de peso vivo, la CE_{ajs} : $(38) * (31.6/36.6) = 32.7$ cm. La implementación de estos factores de ajuste, permitirá integrar la información de CE en los programas de evaluaciones genéticas de la raza Brangus.

REFERENCIAS

- Delgado, C., M. Valera, A. Molina, J. M. Jiménez y A. Rodero. 2000. Circunferencia escrotal como predictor de la capacidad reproductiva en razas de vacuno de carne autóctono: curvas de crecimiento en el vacuno retinto. *Arch. Zootec.* 49:229-240.
- Domínguez-Viveros J, J. A. Ortega-Gutiérrez, Felipe Rodríguez-Almeida. 2011. Evaluación genética de sementales Brangus 2010. Asociación Mexicana de Criadores de Ganado Brangus. Editado por la Universidad Autónoma de Chihuahua. 43 pp.
- Loaiza-Echeverri, A. M. 2011. Utilização de modelos não-lineares para descrever o crescimento do perímetro escrotal em ruminantes. *Vet. Zootec.* 5:9-23.
- Neves, A. L. A., A. J. Delrei e M. P. Santos. 2011. Crescimento testicular de touros da raça Nelore. *Livest. Res. Rural Develop.* 23:(4).
- Parma, L.S., A. del V. Garnero, R. J. Gunski, H. N. Oliveira, L. M. Nieto y R. B. Lôbo. 2006. Caracterización del crecimiento testicular en vacuno Nelore. *Arch. Zootec.* 55: 105-108.
- Quirino, C.R., J. A. G. Bergmann, V.R. Vale Filho, V. J. Andrade, S. R. Reis, R. M. Mendonça, C. G. Fonseca. 2004. Genetic parameters of libido in Brazilian Nelore bulls. *Theriogenology.* 62: 1-7.
- SAS. 2001. SAS User's Guide: Statistics (version 9.0) Cary NC, USA: SAS Inst. Inc.
- Silva, M. R., V. B. Pedrosa, J. B.C. Silva, L. G. G. Herrera, J. P. Eler, L. G. Albuquerque. 2012. Parámetros genéticos de las características andrológicas en la especie bovina. *Arch. Med. Vet.* 44: 1-11.
- Thornley J. H. M. and J. France. 2007. *Mathematical Models in Agriculture, Quantitative Methods for Plant, Animal and Ecological Sciences.* 2nd edition. CAB International, London U. K. 435 p
- Van Melis, M. H., H. N. Oliveira, J. P. Eler, J. B. S. Ferraz, J. Casellas, L. Varona. 2010. Additive genetic relationship of longevity with fertility and production traits in Nelore cattle based on bivariate models. *Genet. Mol. Res.* 9:176-187.

SINCRONIZACIÓN DEL ESTRO EN OVINOS DE PELO CON DINOPROST Y D-CLOPROSTENOL EN ZONAS TROPICALES

E. Sosa Arredondo², A. Alavez Ramírez¹, J. Arroyo Ledezma³, E. Barrera González² R. Montes Pérez¹ y H. Magaña Sevilla^{2*}

¹Universidad Autónoma de Yucatán, Km 15.5 Carr. Mérida-Xmatkuil. CP 97300

²Instituto Tecnológico de Conkal, Km 16.3 antigua Carr. Mérida-Motul, CP 97345

³Universidad del Mar, Campus Puerto Escondido, Oaxaca

E-mail: hectorms68@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto del Cloprostenol Dextrógiro (análogo sintético de PGF₂α) y la prostaglandina F₂α (Dinoprost trometamina) para sincronizar estros en ovejas de pelo en regiones tropicales. Se utilizaron 80 ovejas de pelo cíclicas, con una edad promedio de 3 ± 0.5 años, condición corporal de 2.5 ± 0.5 y 43.3 ± 1.41 kg de peso. En el tratamiento 1 CONTROL (n=40), se administraron dos dosis de 50 µg de Dinoprost con un intervalo de 12 días entre ambas aplicaciones. En el tratamiento 2 (n= 40), se aplicaron dos dosis de 50 µg Cloprostenol Dextrógiro con un intervalo de 12 días entre cada aplicación. Los parámetros a evaluar fueron presentación de celo, duración del celo y el intervalo entre fin de tratamiento y la presentación del estro. Se utilizó una prueba de X², la cual arroja diferencias significativas (P<0.05) en la cantidad de ovejas que respondieron a la sincronización entre ambos tratamientos (T1, 42.5% vs 67.5%, T2). Y se usó una prueba t de student no encontrando diferencias en el intervalo fin del tratamiento-inicio del estro (T1, 43.7±8.05 h vs 42.9±6.7 h, T2) ni en la duración del estro (T1, 42±6.1 h, vs T2, 41.1±11.2 h). Para realizar los análisis estadísticos se utilizó el programa SPSS 15.0 para Windows. Se concluye que el Cloprostenol Dextrógiro tiene una mejor respuesta en protocolos de sincronización del estro comparado con el Dinoprost en ovinos de pelo en zonas tropicales.

Palabras clave: PGF₂α dextrógiro, ovejas

INTRODUCCIÓN

Los protocolos de sincronización del estro permiten la aplicación de técnicas de reproducción asistida, principalmente la inseminación artificial. Comúnmente, esto es logrado mediante el uso de tratamientos hormonales (Keisler y Buckrell, 1997; Abecia *et al.*, 2011). Los tratamientos a base de PGF₂α son aplicados fácilmente por inyección intramuscular (evitando la inducción de problemas como la vaginitis causada por la esponja intravaginal) y es metabolizada rápidamente (Letelier *et al.*, 2011). Las prostaglandinas intervienen en la ovulación, la regresión lútea, la implantación, mantenimiento de la preñez y el parto (Weems *et al.*, 2004). Además, se han utilizado para la sincronización del estro por si solas o con progestágenos, estrógenos y la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH). Asimismo, existen diferentes tipos de prostaglandinas, en ganado bovino se han utilizado comúnmente el Dinoprost (PGF₂α natural) y el Cloprostenol (análogo sintético). Se ha documentado que el uso de cloprostenol pero con estructura dextrógiro en bovinos, que utiliza un vehículo formulado a base de alcohol, puede incrementar la respuesta luteolítica a dicho tratamiento en esta especie (Esguerra, 2004). La PGF₂α natural tiene una vida media corta, una vez que es absorbida dentro el torrente sanguíneo y es rápidamente inactivada por la oxidación después de pasar a través de

los pulmones (Kindahl, 1980). En lo referente a los análogos sintéticos, específicamente al Cloprostenol Dextrógiro, la información en ovinos es escasa, si es que existe. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue comparar el efecto de la PGF₂ (Dinoprost) y el de un análogo dextrógiro en la sincronización del estro en ovinos de pelo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo durante el mes de Diciembre, en las instalaciones del Centro de Selección y Reproducción Ovina (CeSyRO), perteneciente al Instituto Tecnológico de Conkal. La institución se localiza en el estado de Yucatán, México, en el municipio de Conkal, ubicado a 20° 58' 04" N. 89° 37' 18" O. Se utilizaron 80 ovejas de pelo adultas, clínicamente sanas, con un peso promedio de 43.3 ± 1.41 kg y condición corporal 2.5 ± 0.5 con base en una escala de 1 a 5 (Russel *et al.*, 1969) y edad promedio de 3.5 años. Las ovejas fueron divididas aleatoriamente en dos tratamientos, Tratamiento control (T1, n= 40): Ovejas que recibieron dos dosis de 50 µg de Dinoprost trometamina (Lutalyse® Pfizer, E.U.A) con un intervalo de 12 días entre ambas aplicaciones, y tratamiento dos (T2, n= 40): Ovejas que recibieron dos dosis de 50 µg de un análogo sintético dextrógiro de PGF₂ (Dalmaprost® Fatro, Italia) con un intervalo de 12 días entre ambas aplicaciones. Se evaluó la manifestación del estro utilizando cinco carneros adultos provistos de mandil. La revisión inició 24 h después de la segunda aplicación de las hormonas y se realizó cada 8 h, introduciendo una por una, a las ovejas con el macho. Hasta que las hembras rechazaron la monta se consideró que el celo finalizó. La comparación de medias de los tiempos entre fin del tratamiento a la manifestación del estro, así como la duración del mismo (en horas) se realizó por medio de una prueba t de student y para evaluar la diferencia entre las proporciones de ovejas que presentaron o no celo, se utilizó una prueba de X². El programa estadístico SPSS 15.0 para Windows fue utilizado para el análisis estadístico

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La proporción total de ovejas en estro en ambos tratamientos fue de 55% (T1 = 17/40 y T2 = 27/40; Cuadro 1). Los resultados muestran que la mayor proporción de ovejas en estro ocurrió dentro de las 40 a 48 horas postratamiento (Fig. 1), el intervalo entre el final del tratamiento e inicio del estro fue en T1 de 43.7 ± 8.05 h, estos datos coinciden con lo reportado por Godfrey *et al.* (2000), quienes sincronizaron ovejas de pelo por medio de la combinación de PGF₂ y efecto macho. En T2, éste intervalo fue de 42.9 ± 6.7 h, lo que es similar al rango reportado por Rubianes *et al.* (2003), donde sincronizaron ovejas con una sola dosis de PGF₂

Cuadro 1. Resultados de las hembras sometidas a los diferentes tratamientos de sincronización. T1= doble dosis de PGF₂ natural y T2= doble dosis de PGF₂ dextrógiro. Los valores son expresados en promedios y desviación estándar.

Tratamiento	Ovejas en estro (%)	Duración del estro	Intervalo inicio del estro-fin del tratamiento
T1 (n=40)	42.5 (17/40) a	42.0 + 6.1 a	43.7 + 8.0 a
T2 (n=40)	67.5 (27/40) b	41.1 + 11.2 a	42.9 + 6.7 a

Literales diferentes en cada columna indican diferencia significativa (P<0.05).

En cuanto a la duración del estro en T1 fue de 42 ± 6.1 h, lo que concuerda con lo descrito por Martemucci y D'Alessandro (2010), quienes sincronizaron ovejas mediante la aplicación de

GnRH y PGF₂α En el T2, la duración del estro fue de 41.1±11.2 h, estos resultados se sitúan en el rango reportado por Camacho *et al.* (2008), quienes sincronizaron ovejas mediante la combinación de PGF₂α y esponjas intravaginales. La Tabla 1 muestra el concentrado de resultados y diferencias estadísticas entre ambos tratamientos.

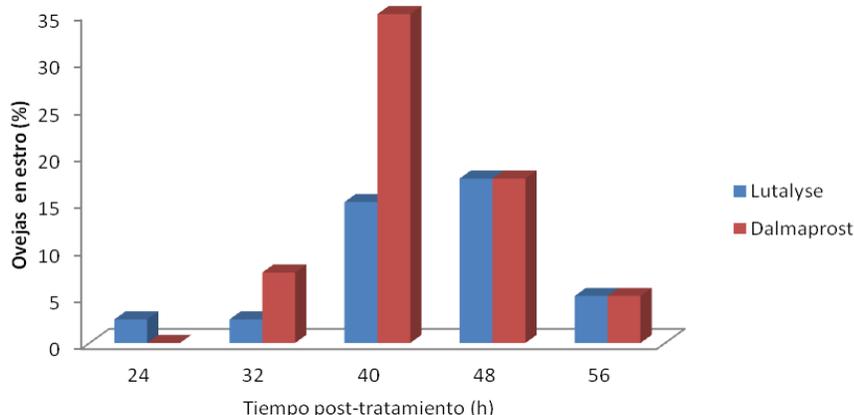


Figura 1. Intervalo entre Final del tratamiento al inicio del estro en las ovejas sometidas a la sincronización (T1= Lutalyse, Dinoprost; T2= Dalmaprost, cloprosteno dextrógiro).

CONCLUSIÓN

Los resultados del presente estudio muestran que la aplicación de un análogo dextrógiro de PGF₂α con un intervalo de doce días tiene una mejor respuesta en la sincronización del estro presentándose una mayor cantidad de hembras en celo en comparación con el Dinoprost, sin embargo ambos tratamientos presentan una dispersión en los tiempos de respuesta y duración del celo similares, en ovejas de pelo en regiones tropicales.

REFERENCIAS

- Abecia, J. A., Forcada, F., Gonzalez-Bulnes, A. 2011. Pharmaceutical control of reproduction in sheep and goats. *Veterinary Clinics Food Animal*. 27: 67–79.
- Camacho, J. C., Rodríguez, J. C., Hernández, J. E., Becerril, C. M., Gallegos, J. 2008. Características reproductivas de ovejas Pelibuey sincronizadas e inducidas a la pubertad. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 16: 18-24.
- Esguerra, J., T. 2004. Aplicación de D-cloprosteno y carbetoxina y su repercusión en los parámetros reproductivos en la La Laguna, Coah. Congreso Nacional de Buiatría. Morelia, Michoacán.
- Godfrey, R. W., Collins, J. R., Hensley, E. L. 2000. Behavioral and endocrine responses of hair sheep ewes exposed to different mating stimuli around estrus. *Theriogenology*. 55: 877-884.
- Keisler, D.H., Buckrell, B.C. 1997. Breeding strategies. In: Youngquist, R.S. (Ed.), *Current Therapy in Large Animal*. Theriogenology. WB Saunders & Co., Philadelphia. pp. 603–611.
- Kindahl, H. 1980. Prostaglandin biosynthesis and metabolism. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 176: 1173-1177.
- Letelier, C. A., Contreras-Solis, I., García-Fernández, R. A., Sánchez, M. A., Flores, J. M., González-Bulnes, A. 2011. Effects of oestrus induction with progestagens or

- prostaglandin analogues on ovarian and pituitary function in sheep. *Animal Reproduction Science* 126:61–69.
- Martemucci, G., D'Alessandro, A., G. 2010. Estrous and fertility responses of dairy ewes synchronized with combined short term GnRH, PGF₂ and estradiol benzoate treatments. *Small Ruminant Research* 93:41–47.
- Rubianes, E., Menchaca, B., Carbajal, B. 2003. Response of the 1–5 day-aged ovine corpus luteum to prostaglandin F₂. *Animal Reproduction Science* 78: 47–55.
- Weems, C.W., Weems, Y.S., Tatman, S., Lewis, A., Neuendorff, D.A., Randel, R.D. 2004. Does estrous synchronization affect corpus luteum (CL) function?. *Prostaglandins and Other Lipid Mediators*. 74: 45-49.

MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA DE CARNE EN EL TRÓPICO

Mario M. Osorio-Arce¹ y Víctor Díaz-Quevedo¹

*Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Av. Ing. Molina S/N, Cárdenas, Tabasco, México.
Email: mosorio@colpos.mx*

INTRODUCCIÓN.

La definición de las metas de la cría animal debe ir acorde a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Esto no es claro en el impacto del uso de los recursos genéticos en esta área de los sistemas de producción animal (Olesen et al. 2000) sobre todo en el área tropical con la gran variedad y limitantes de sus recursos.

La cría del ganado bovino en los trópicos ha sido siempre una tarea controversial. Los sistemas de producción bovina en los trópicos tiene grandes restricciones bioclimáticas y socioeconómicas de manera tal que parece que el mejoramiento genético no es vital o de alguna necesidad. Sin embargo en los trópicos hay más de de 2286 x 10⁶ h de pasturas y 1022 x 10⁶ cabezas de ganado (FAO 2005) de tal manera que tenemos la responsabilidad moral y ecológica de usar estas lo más eficientemente posible. Desde el punto de vista del mejoramiento genético animal la selección y el mejoramiento genético son tan importantes y útiles en sistemas de producción de subsistencia como los sistemas de niveles altos de producción (Smith, 1988). Sin embargo por diversas razones los programas de mejoramiento genético en el trópico se han considerado un lujo debido en muchos casos al mal diseño de los programas de mejoramiento (Franklin, 1986). Sin embargo recomendaciones basadas en resultados experimentales y de campo (McDowell, 1983; Smith, 1988) sugieren que los programas de mejoramiento genético animal podrían contribuir a mejorar los sistemas de producción en el trópico e incrementar su sostenibilidad. Se debe tomar en cuenta que existe: a) una gran variabilidad en los componentes de los sistemas de producción, b) el pequeño tamaño de los hatos, c) la necesidad de una mayor intervención de los productores. así como grandes restricciones a que se enfrentan los ganaderos lo que hace que los bien conocidos pasos en el diseño de un programa de mejoramiento como señalaron Harris y col. (1984) deberán de hacerse tan simple como sea posible al inicio y desarrollandose mas complejos después de que hayan demostrado que ellos son de utilidad de tal manera que el programa muestre que es relevante en la práctica para la ganadería (Smith, 1988). El mejoramiento genético esperado debe de ser de nivel bajo a medio más que usar todo el potencial genético y la alta complejidad de diseño para lograr alta productividad (McDawell, 1985).

En general los sistemas de cría propuesto por (Osorio, 1994) y que se analizan a continuación toman en cuenta estas consideraciones, es claro que estos sistemas de cría pueden tener muchas alternativas para ajustarse a necesidades particulares ofreciendo así suficiente flexibilidad para ser de utilidad en muchas situaciones del trópico.

El objetivo de esta presentación es mostrar los avances en un Sistema de Cría con Núcleo Abierto (SCNA) establecido en 1989 para sistema de producción ganado de carne (SPGC) en una estación experimental y discutir algunos rasgos de su diseño y resultados considerando desarrollos teóricos y resultados experimentales recientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales de un SCNA:

- Su estructura consta de un núcleo de cría abierto (NCA) ligado a uno o dos niveles subyacentes (un nivel reproductor y/o un nivel de hatos comerciales).
- Los cruzamientos se practican en el SCNA para producir una población cruzada que combine los diferentes caracteres de producción y adaptación al medio y los niveles requeridos en los hatos comerciales.
- Las hembras de la población inicial deben ser bien adaptadas a las condiciones locales.
- En el SCNA se debe de realizar una toma de datos intensa y confiable.
- La selección en la población cruzada en el SCNA tiene como meta afinar el nivel de los diferentes caracteres a los sistemas de producción que son su objetivo.
- El NCA debe de explorar por nuevo material genético entre las razas a nivel mundial.

SCNA para SPGC.

Los sistemas de producción de carne en los trópicos son básicamente extensivos y usando generalmente terrenos de baja calidad. Dada las bajas posibilidades de su mejoramiento por parte de los productores por diferentes factores limitantes tanto socioeconómico como tecnológico el ganadero busca tener una vaca de alta resistencia capaz de comportarse bien en estas condiciones reproducirse y destetar un becerro sano y con buen desarrollo capaz de responder al mejoramiento del ambiente general, especialmente alimentación en su fase de engorda.

Evaluación de razas de carne dentro del programa de utilización de los recursos raciales del ganado de carne realizado en MARC, Clay Center, Nebraska, USA. (Koch y col. 1989) permitió la caracterización productiva de un grupo de razas de carne (Cuadro 1) y demostraron la existencia de significativa variación genética entre y dentro de razas para la mayoría de los caracteres importantes para la producción de carne. (Figura 1).

Cuadro 1.

CRUZAS AGRUPADAS EN 6 TIPOS BIOLÓGICOS EN BASE A 4 CRITERIOS				
GRUPO RACIAL	Tasa de crecimiento y Tamaño a la madurez	Relación Musculo/Grasa	Edad a la Pubertad	Producción de Leche
Jersey	x	x	x	xxxxx
Herford-Angus	xx	xx	xxx	xx
Red Poll	xx	xx	xx	xxx
South Devon	xxx	xxx	xx	xxx
Pinzgauer	xxx	xxx	xx	xxx
Brangus	xxx	xx	xxx	xx
Brahman	xxx	xxx	xxxx	xxx
Suizo	xxxx	xxxx	xx	xxxx
Holstein	xxxx	xxxx	xx	xxxxx
Simmental	xxxxx	xxxx	xxx	xxxx
Charolais	xxxxx	xxxxx	xxxx	x
Chianina	xxxxx	xxxxx	xxxx	x

Un núm. mayor de X indica un mayor valor de ese criterio en ese grupo racial.

El SCNA para un SPGC que se sugiere en la (Figura 2) comienza con el establecimiento con un NCA cruzando vacas con alta adaptación local (Cebu) a una raza Europea (E1) para

complementar resistencia con potencial de crecimiento (Frisch 1987) y kilogramos de becerros destetados (Tawonazvee y col 1988). El uso posterior de una raza Europea (E2) o una raza adaptada al trópico será dictado por el nivel de estresores que los animales tengan que soportar en los sistemas de producción objetivo.

El NCA está ligado a los hatos comerciales al proporcionar a estos toros cruzados seleccionados. Los remplazos de hembras en el NCA se escogen de la progenie obtenida en el propio NCA. Las razas Europeas pueden cambiar en nuevos ciclos si hay nuevo material genético disponible.

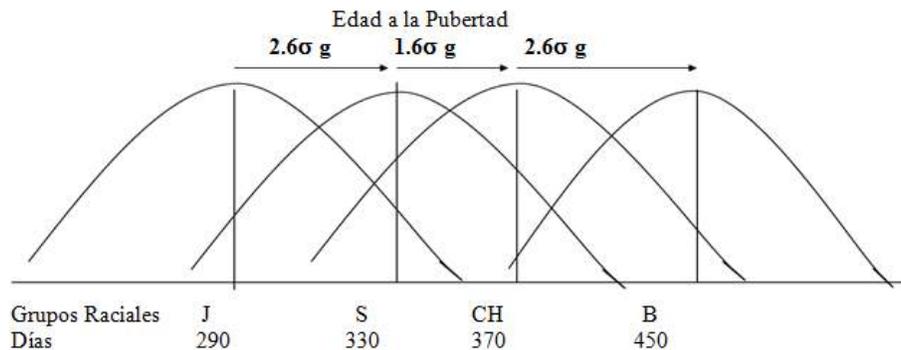


Figura 1. Variación entre y dentro de grupos raciales.

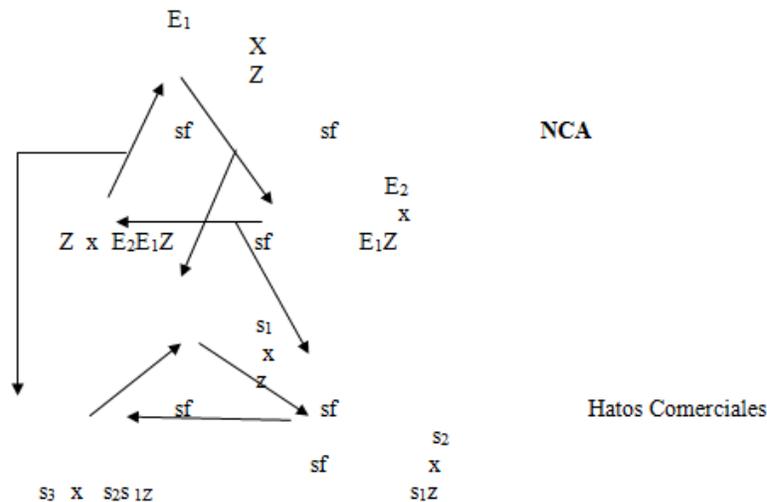


Figura 2. SCNA para un SPGC con un sistema rotacional con tres razas en el NCA.

Los becerros son destetados a los 10 meses de edad y comienzan una prueba de comportamiento en praderas de gramíneas con una suplementación de 2 k/animal/día de un alimento comercial siendo seleccionados por ganancia diaria de peso (SPGDP) a 400 k. Las novillonas de remplazo entran al NCA a los 300 k de peso vivo (PV) en el cual se realiza un programa de inseminación artificial en los comienzos de la época lluviosa (Junio).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se observa que la raza paterna Brahmán usada como Z dió lugar a mayores Ganancias Diarias de Peso (GDP) en condiciones de pastoreo.

Cuadro 2.- Medias de mínimos cuadrados para Ganancia de Peso de un SPGC de toretes cruzados según Raza Paterna (RP) utilizados en NCA

RP	Observaciones	Medias
CH	34	476 ± 26b**
Si	23	493 ± 26b
B	85	548 ± 16a

CH: Charolais, Si: simental; B: Brahman. **Letras diferentes indican diferencia

Por tanto la selección después de cruzar *bos taurus* X *bos indicus* podría haber producido un pool genético con fenotipos con mayor adaptación al ambiente y mayor producción realizada, tanto en hembras (Osorio- Arce y Segura-Correa 2003), como en machos, lo cual está de acuerdo con las observaciones en Australia para caracteres adaptativos para ganado de carne (Frisch, 1987, Burrow y col 1991). Estos resultados podrían apoyarse también en los estudios de simulación (Van der Waaij y col 2000).

CONCLUSIÓN

Los resultados en Tabasco mostraron que el sistema propuesto puede producir material genético para favorecer los SPGC en las condiciones de este Estado.

REFERENCIAS

- FAO (2005) <http://www.faostat.fao.org/> *Production.Livestock.Stocks8domain* updated 14 July 2005.
- Franklin, I.R. 1986 Breeding ruminants for the tropics. *Proc. 3th WCGALP XI*: 451-461.
- Frisch, J.E 1987 Physiological reasons for heterosis in growth of *Bos indicus* x *Bos Taurus* . *J. Agric Scie. Camb.* 109: 213-230.
- Harris, D.L., T.S., Stewart and C.R., Arboleda 1984 Animal breeding programs. Systematic approach to their design *USDA- ARS.AAT-NC-8.14pp*.
- Koch, R.M., Cundiff, L.V., Gregory, K.E. 1989. Beef cattle breed resource utilization. *Rev. Brazil. J. Genetics.* 12, 3- Supplement, 55-80
- McDowell, R.E. 1983 Strategy for improving beef and dairy cattle in the tropics *Cornel Int. Agri. Mimeo.* No 100. New York, Cornell University.
- McDowell, R.E. 1985 Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health and fitness. *J. Dairy Sci.* 68:2418-2435.
- Martinez, M.L., V.R., Da Silva and R.L., Teodoro 2000 *Ciclo de conferencias sobre evaluación, comercialización y mejoramiento genético.* CONARGEN, Tuxtla Gutierrez, Chiapas, Mexico. 61-85.
- Olsen, I., A.F. Groen, and B. Gjerde 2000 definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *J. Anim. Sci.* 78 : 570-582.
- Osorio, M.M. 1994 Open Nucleus Crossbreeding Systems for breeding cattle in the tropics. *Proc. 5th. World Congr. Genet. Appl. Livestock Prod., Guelph, Canada,* 17,495-498.
- Osorio-Arce, M.M. y Segura-Correa, J.C. (2003) Análisis del peso por edad y de la ganancia diaria de peso de toretes cruzados en pruebas de comportamiento en pastoreo en el trópico. *Livestock Research for Rural Development* 15(6).
- Osorio-Arce M M 2005 Sistema de cruzamientos con núcleo de cría abierto, para bovinos de carne en el trópico. *Memorias III Congreso Internacional sobre Mejoramiento Genético Animal. Convención de Producción Animal 2005, La Habana, Cuba.* MA-75: 995-999.

- Rudder T H, Seifert G W and Burrow H M 1985 Environmental and genotype effects on fertility in a commercial beef herd in central Queensland. *Australia Journal of Experimental Agriculture* 25:489-496.
- Smith, C. (1988) Genetic improvement of livestock, using nucleus breeding units. *World animal review* FAO (Rome) 65: 2-10.
- Tawonezvi H.P.R., H.K. Ward, J.C.M. Trail and D. Light. (1988) Evaluation of beef breeds for rangeland weaner production in Zimbabwe. *Anim. Prod.* 47: 361-367.
- Van der Waaij, E.H., P., Bijma, S.C Bishop, S.C. and J.A.M., Van Arendok. 2000 Modeling selection for production traits under constant infection pressure *J. Anim. Sci.* 78:2809-2820.

MEJORAMIENTO GENÉTICO DEL GANADO EN LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN BOVINA DE DOBLE PROPÓSITO EN EL TRÓPICO

Mario M. Osorio-Arce¹ y Víctor Díaz-Quevedo¹

*Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, Av. Ing. Molina S/N, Cárdenas, Tabasco, México.
E-mail: mosorio@colpos.mx*

INTRODUCCIÓN

La definición de las metas de la cría animal debe ir acorde a la sustentabilidad de los sistemas de producción. Esto no es claro en el impacto del uso de los recursos genéticos en esta área de los sistemas de producción animal (Olesen et al. 2000) sobre todo en el área tropical con la gran variedad y limitantes de sus recursos.

La cría del ganado bovino en los trópicos ha sido siempre una tarea controversial. Los sistemas de producción bovina en los trópicos tiene grandes restricciones bioclimáticas y socioeconómicas de manera tal que parece que el mejoramiento genético no es vital o de alguna necesidad. Sin embargo en los trópicos hay más de de 2286 x 10⁶ h de pasturas y 1022 x 10⁶ cabezas de ganado (FAO 2005) de tal manera que tenemos la responsabilidad moral y ecológica de usar estas lo más eficientemente posible. Desde el punto de vista del mejoramiento genético animal la selección y el mejoramiento genético son tan importantes y útiles en sistemas de producción de subsistencia como los sistemas de niveles altos de producción (Smith, 1988). Sin embargo por diversas razones los programas de mejoramiento genético en el trópico se han considerado un lujo debido en muchos casos al mal diseño de los programas de mejoramiento (Franklin, 1986). Sin embargo recomendaciones basadas en resultados experimentales y de campo (McDowell, 1983; Smith, 1988) sugieren que los programas de mejoramiento genético animal podrían contribuir a mejorar los sistemas de producción en el trópico e incrementar su sostenibilidad. Se debe tomar en cuenta que existe: a) una gran variabilidad en los componentes de los sistemas de producción, b) el pequeño tamaño de los hatos, c) la necesidad de una mayor intervención de los productores. así como grandes restricciones a que se enfrentan los ganaderos lo que hace que los bien conocidos pasos en el diseño de un programa de mejoramiento como señalaron Harris y col. (1984) deberán de hacerse tan simple como sea posible al inicio y desarrollándose más complejos después de que hayan demostrado que ellos son de utilidad de tal manera que el programa muestre que es relevante en la práctica para la ganadería (Smith, 1988). El mejoramiento genético esperado debe de ser de nivel bajo a medio más que usar todo el potencial genético y la alta complejidad de diseño para lograr alta productividad (McDawell, 1985).

En general los sistemas de cría propuesto por (Osorio, 1994) y que se analizan a continuación toman en cuenta estas consideraciones, es claro que estos sistemas de cría pueden tener muchas alternativas para ajustarse a necesidades particulares ofreciendo así suficiente flexibilidad para ser de utilidad en muchas situaciones del trópico.

El objetivo de esta presentación es mostrar los avances en un Sistema de Cría con Núcleo Abierto (SCNA) establecidos en 1989 para sistema de producción de ganado de doble propósito (SPGDP) y ganado de carne (SPGC) en una estación experimental y discutir algunos rasgos de su diseño y resultados considerando desarrollos teóricos y resultados experimentales recientes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Características generales de un SCNA:

- Su estructura consta de un núcleo de cría abierto (NCA) ligado a uno o dos niveles subyacentes (un nivel reproductor y/o un nivel de hatos comerciales).
- Los cruzamientos se practican en el SCNA para producir una población cruzada que combine los diferentes caracteres de producción y adaptación al medio y los niveles requeridos en los hatos comerciales.
- Las hembras de la población inicial deben ser bien adaptadas a las condiciones locales.
- En el SCNA se debe de realizar una toma de datos intensa y confiable.
- La selección en la población cruzada en el SCNA tiene como meta afinar el nivel de los diferentes caracteres a los sistemas de producción que son su objetivo.
- El NCA debe de explorar por nuevo material genético entre las razas a nivel mundial.

El SCNA para un SPGDP, tiene un NCA que se inició con vacas locales Holstein X cebú, Suizo X cebú y Simental X cebú las cuales fueron inseminadas con semen de toros Holstein americanos IA con alto valor de cría (usando nuevos toros en los siguientes años). Las crías obtenidas (fueron reconocidas como HC) las cuales fueron apareadas entre ellas (variando los toros cruzados seleccionados para ser usados como sementales en cada ciclo de cría). Los toros HC se seleccionaron basados en la producción lechera de su madre desviada de contemporáneas y su peso por edad a los 400 kilos (figura 1). En 1996 diez vacas HC fueron inseminadas con semen de toros Montbeliard y en 1998 con toros Fleckvieh con el objeto de introducir a la población características cárnicas. La progenie de machos de estos apareamientos compitió para sementales con contemporáneos HC. Este hato se ha manejado como un hato comercial alimentándose en praderas de gramíneas y con una suplementación nutricional de 4 kg/animal/día (2 encada ordeña). Las vacas fueron ordeñadas dos veces al día y los becerros criados bajo un sistema de amamantamiento restringido. Los animales no se vacunaron ni se aplicó a ellos control parasitario.

Fuente de variación Genética

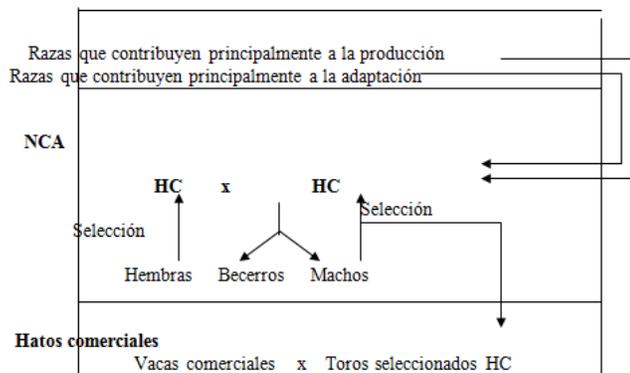


Figura 1. SCNA para un Sistema de Producción de Ganado de Doble Propósito en el Trópico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En 1994 vacas HC fueron comparadas a la F2 de Holstein X Sahiwal (HS) en un ensayo de 25 vacas de cada cruce a petición del Gobierno del Estado de Tabasco. Se obtuvieron los resultados siguientes. (Cuadro 1).

Las vacas HC tuvieron mejor comportamiento en general que las vacas HS. Sus medias son ligeramente superiores a lo reportado para ganado de los SPGDP en América Latina (Madalena y col, 1990, Vaccaro y col 1995, Osorio 2001).

Lo anterior también señala que los animales HC podrían responder a un mejoramiento del ambiente en este caso alimento. Un análisis estadístico de datos de ganado HC mostro que el efecto de año y de época no fue significativo ($P < 0.05$) sobre las variables que se mostraron en el cuadro 1 (Osorio 2001). Generaciones avanzadas de HC han mostrado un incremento en los caracteres productivos de estos animales como podría esperarse al introducirse nuevo material genético superior para caracteres de producción y selección bajo factores limitantes del medio tropical. (Frisch 1987). Por otro lado becerros HC han mostrado menores cargas de parásitos gastrointestinales durante los años (Osorio y Segura, 2011). Por tanto la selección después de cruzar *bos taurus* X *bos indicus* podría haber producido un pool genético con fenotipos con mayor adaptación al ambiente y mayor producción realizada lo cual está de acuerdo con las observaciones en Australia para caracteres adaptativos para ganado de carne (Burrow y col 1991, 1991 a). Estos resultados podrían apoyarse también en las especulaciones teóricas de (Beilharz, 1986) y estudios de simulación (Van der Waaij y col 2000).

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos de características productivas de vacas HC y HS.

Características Productivas	HC	HS
Producción de leche x lactancia.	2,535±235	2,190±220
Producción de leche x día	10.1	9.2
Largo de lactancia	249±25	237±24
Intervalo entre partos	421±32	420±40

CONCLUSIÓN

Los resultados en Tabasco mostraron que el sistema propuesto puede producir material genético para favorecer los SPGDP en las condiciones de este Estado.

REFERENCIAS

- Beilharz, R.G. (1986) The pivotal role of reproduction in animal improvement. *Proc. 3th WCGALP* 11:49-54.
- FAO (2005) <http://www.faostat.fao.org/> *Production.Livestock.Stocks8domain* updated 14 July 2005.
- Franklin, I.R. 1986 Breeding ruminants for the tropics. *Proc. 3th WCGALP* XI: 451-461.
- Harris, D.L., T.S., Stewart and C.R., Arboleda 1984 Animal breeding programs. Systematic approach to their design *USDA-ARS.AAT-NC-8*. 14pp.
- McDowell, R.E. 1983 Strategy for improving beef and dairy cattle in the tropics *Cornel Int. Agri. Mimeo*. No 100. New York, Cornell University.
- McDowell, R.E. 1985 Crossbreeding in tropical areas with emphasis on milk, health and fitness. *J. Dairy Sci.* 68:2418-2435.
- Madalena, F.E., A.M. Lemos, R.L., Teodoro, R.T., Barbosa and B.R. Monteiro 1990 Dairy production and reproduction in Holstein-Friesian and Guzera crosses. *J. Dairy Sci.* 73:1872-1886.
- Olensen, I., A.F. Groen, and B. Gjerde 2000 definition of animal breeding goals for sustainable production systems. *J. Anim. Sci.* 78 : 570-582.

- Osorio, M.M. 1994 Open Nucleus Crossbreeding Systems for breeding cattle in the tropics. Proc. 5th. World Congr. Genet. Appl. Livestock Prod., Guelph, Canada, 17, 495-498.
- Osorio-Arce, M.M. 2001 Desarrollo de un sistema de cruzamientos con núcleo de cría abierto para ganado bovino de doble propósito en el trópico. Avances. Memoria II Congreso internacional de ganadería de doble propósito. La Habana, Cuba, 9: 14 .
- Osorio-Arce M M and Segura-Correa J C 2011 Gastrointestinal parasite egg counts of *Bostaurus* x *Bosindicus* cattle in a dual-purpose system in the Mexican tropics. *Livestock Research for Rural Development. Volume 23, Article #160*. Retrieved July 7, 2011, from <http://www.lrrd.org/lrrd23/7/osor23160.htm>
- Smith, C. (1988) Genetic improvement of livestock, using nucleus breeding units. *World animal review* FAO (Rome) 65: 2-10.
- Vaccaro, L., R., Vaccaro, O., Verde, R., Alvarez, M., Mejias, R., Ríos y E. Romero 1995 *Proc. Workshop Dual Purpose Cattle Research*. IFS FMVZ-UADY, Mérida, Yucatán, México. p.133-149.
- Van der Waaij, E.H., P., Bijma, S.C Bishop, S.C. and J.A.M., Van Arendok. 2000 Modeling selection for production traits under constant infection pressure *J. Anim. Sci.* 78:2809-2820. Mejoramiento genético del ganado en los sistemas de producción bovina en el trópico.

MESA: SALUD Y BIENESTAR ANIMAL

CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES CON IVERMECTINA EN EL CERDO PELÓN MEXICANO EN PASTOREO DURANTE LA ÉPOCA DE LLUVIAS

R.J. Kú-Duperón*, A.J. Aguilar-Caballero, W. Trejo-Lizama.

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán.
Mérida, Yucatán, México.*

**E-mail: kronos_rjkd1@hotmail.com*

Resumen

El objetivo fue evaluar el efecto de la desparasitación con ivermectina sobre la cuenta de huevos por gramo de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales (NGI), el hematocrito (Ht) y la ganancia de peso (GDP) en el cerdo pelón mexicano (CPM) infectado naturalmente con NGI bajo pastoreo en época de lluvias. 14 cerdos CPM (ocho semanas de edad y 10 kg de peso vivo, criados libres de parásitos) fueron distribuidos al azar en dos grupos: desparasitados (D) y no desparasitados (ND). Se evaluó la GDP, Ht y la cuenta de HPG de NGI. El tratamiento con ivermectina redujo la cuenta de HPG de NGI. No se observó efecto significativo de la ivermectina sobre la GDP (217 ± 0.032 y 197 ± 0.023 para D y ND respectivamente) y el Ht (39 ± 4 y 41 ± 2 para D y ND respectivamente). Se concluye que la Ivermectina fue eficaz para el control de los NGI en el CPM en pastoreo, sin embargo, no se observó ningún beneficio sobre la GDP ni sobre el Ht.

Palabras clave: Cerdos, huevos por gramos de heces, ganancia de peso, hematocrito

INTRODUCCIÓN

El parasitismo constituye uno de los principales problemas en los cerdos criollos criados en sistemas extensivos, causando reducción del potencial productivo de los animales (Roepstorff *et al.*, 2011). En México, el cerdo pelón mexicano (CPM) es criado en pastoreo (Lemus-Flores y Alonso-Spilsbury, 2005). Bajo la cría tradicional del CPM en los sistemas de traspatio en las comunidades rurales de Yucatán, se han reportado altas cuentas de HPG de nematodiasis mixtas. Esto probablemente sea resultado de la falta de control de parásitos, nutrición con dietas bajas en energía y proteína y condiciones de alojamiento precarias. En tales condiciones, los rendimientos productivos del genotipo criollo se han considerados normales sin haber evaluado el potencial real. En Yucatán, en las piaras de CPM se han reportado prevalencias de parasitismo gastrointestinal del 69%. Los géneros de NGI reportados son: *Oesophagostomum* (100%), *Strongyloides* (5%), *Trichuris* (6%) y *Ascaris* (6%) (Ku *et al.*, 2012). Algunos investigadores mencionan que el CPM es resistente a los NGI. Por otra parte, no existen evidencias del beneficio del control de los NGI en el CPM en condiciones de pastoreo. Ante ello se planteó el objetivo de evaluar en condiciones de infección natural con NGI el efecto de la desparasitación con ivermectina sobre la cuenta de HPG de NGI, el hematocrito y la ganancia de peso en el cerdo pelón mexicano en pastoreo en época de lluvias.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de agosto-noviembre de 2012, en el área experimental de cerdos de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, CCBA-UADY, ubicado en la zona centro del estado de Yucatán. La zona centro cuenta con un clima tipo Aw0 (cálido subhúmedo con lluvias en verano y marcada sequía en la mitad caliente del año), con una temperatura promedio anual de

26 a 27.8 °C y una precipitación de 940 a 1100 mm anuales (García, 1973). El suelo de la región está conformado por los suelos tipo tzeke'el, chaltún, puslu'um y ek-lu'um, esta zona presenta dos épocas a lo largo del año, una de seca (noviembre a mayo) y una de lluvia (mayo a noviembre). La vegetación está clasificada como selva baja caducifolia y selva mediana subcaducifolia (Flores y Espejel, 1994). 14 lechones del genotipo cerdo pelón mexicano (CPM) de ocho semanas de edad, 10 Kg PV y criados libres de parásitos, fueron distribuidos al azar en dos grupos (n=7): Desparasitados (D) y No desparasitados (ND). En los días 0, 14, 28, 42, 56, y 70 del estudio los cerdos del grupo D fueron tratados con ivermectina (300µg/kg de PV vía sc, Baymec ® Bayer-México). Se estableció un pastoreo rotacional (4:00pm – 10:00 am) en praderas de Estrella de África (*Cynodon nlemfluentis*) y estabulación individual (10:00pm – 4:00 am). Durante la estabulación los cerdos fueron suplementados con alimento concentrado (3.2 energía metabolizable Mcal/kg, 18 % proteína cruda), a razón de dos veces la EM para mantenimiento por kg peso vivo, ajustado semanalmente. Las variables evaluadas fueron la ganancia diaria de peso (GDP) a los 98 días, la cuenta de huevos por gramos (HPG) y el hematocrito (Ht). La GDP se obtuvo con el pesaje individual y se tomaron muestras de heces el día 0 y cada siete días. La cuenta de HPG se determinó por la técnica de McMaster modificado (Rodríguez-Vivas y Cob-Galera, 2005). El Ht se determinó por la técnica de microhematocrito (Benjamín, 1991). Se determinó la eficacia antihelmíntica por medio de la prueba de reducción del conteo de huevos en heces (Hennessy *et al.*, 2006). La GDP, el Hematocrito y el HPG se analizaron a través de prueba de t. Previo al análisis las cuentas de huevos fueron transformadas a logaritmo 10.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Bajo el sistema de producción en pastoreo la desparasitación del CPM con ivermectina cada 15 días tuvo un 100% de eficacia (cuadro 1).

Cuadro 1. Resultados de la variables bajo estudio y de la recuperación de NGI adultos en los cerdos pelón mexicano en pastoreo.

Variables evaluadas	Grupo experimental	
	Desparasitados (n=7)	Desparasitados (n=7)
HPG	0	50.5 (0-400)
GDP (Kg/día/animal)	217 ±0.032	197 ±0.023
Hematocrito (%)	39 ±4	41 ±2

Los NGI presentes fueron: *Strongyloides spp*, *Oesophagostomum spp* y *Trichuris suis*. La media de excreción de HPG por género parasitario fue *Strongyloides spp* 85 HPG (0-450 HPG), *Oesophagostomum spp* 138 HPG (0-500) y *Trichuris suis* 88 HPG (0-300). Los efectos positivos de la Ivermectina y la Doramectina en cerdos en estabulación e infecciones artificiales ya han sido publicados (Petersen *et al.*, 1996; Borgsteede *et al.*, 2007). Sin embargo, debido a su corta persistencia, de 7 días, se requiere de tratamientos consecutivos (Lichtensteiger *et al.*, 1999; Boes *et al.*, 2010). No se observaron diferencias significativas en las GDP y el hematocrito en los cerdos de ambos grupos (P > 0.05). Tampoco se observaron manifestaciones clínicas de parasitosis en los cerdos del grupo ND (infectado). Esto podría deberse a los bajos niveles de infección como muestran las cuentas de HPG (Hale y Stewart, 1974; 1981; Hale y Marti, 1984). Es probable que otros factores como la resistencia individual del hospedero, factores ambientales y el manejo nutricional hayan influido sobre estos resultados (Kipper *et al.*, 2011). La menor GDP en el grupo ND podría deberse a los efectos negativos de los NGI en el metabolismo y la

distribución de nutrientes del hospedador (Pederson y Saeed, 2001). El genotipo criollo ha demostrado una mayor nivel de IgG en sangre comparado con la raza Landrace (Guerrero *et al.*, 2008). Por lo tanto, es probable que el CPM presente cierta inmunidad contra los NGI. Las reinfecciones se reconocen como mecanismos inmuno-moduladores que regulan las cargas parasitarias e indirectamente mejoran el crecimiento de los cerdos ibéricos (Frontera, 2000). El aporte de energía en la dieta a razón de dos veces el mantenimiento, podría compensar el costo energético, que implica el reciclaje de nitrógeno para compensar la exigencia de aminoácidos del sistema inmune y energía adicional, para tener una mejor inmunidad frente a los NGI (Coop y Kyriazakis, 2001). Por otra parte los cerdos en crecimiento son capaces de soportar los efectos de una dosis masiva de NGI, siempre que se mantengan en un ambiente favorable y se le permita libre acceso a una dieta balanceada (Hale *et al.*, 1981). Sin embargo, aun con el cumplimiento de los requerimientos alimenticios, se puede dar el establecimiento de diferentes helmintos en cerdos adultos (Bjon *et al.*, 1996).

CONCLUSIONES

Se concluye que la Ivermectina fue eficaz para el control de los nematodos gastrointestinales en el cerdo pelón mexicano en pastoreo, sin embargo, no se observó ningún beneficio sobre la ganancia diaria de peso ni sobre el hematocrito.

AGRADECIMIENTOS

Raúl Kú-Duperón (259165), agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología el apoyo recibido a través de la beca de estudios de Maestría en Ciencias Agropecuarias del Posgrado Institucional en Ciencias Agropecuarias y Manejo de Recursos naturales en la Universidad Autónoma de Yucatán.

REFERENCIAS

- Benjamin, M.M., 1991. Manual de patología clínica en veterinaria. Mexico. Edt. Limusa. pp: 9-91
- Bjørn H, Roepstorff A, Nansen P., 1996. A possible influence of diet composition on the establishment of nematodes in the pig. *Vet. Parasitol.* 63:167-71.
- Borgsteede, F.H.M., Gaasenbeek, C.P.H., Nicoll, S., Domangue, R.J., Abbott, E.M., 2007. A comparison of the efficacy of two ivermectin formulations against larval and adult *Ascaris suum* and *Oesophagostomum dentatum* in experimentally infected pigs. *Vet. Parasitol.* 146:288–293
- Christensen CM, Barnes EH, Nansen P., 1997. Experimental *Oesophagostomum dentatum* infections in the pig: worm populations at regular intervals during trickle infections with three dose levels of larvae. *Parasitology.* 115:545-52.
- Benjamin, M.M., 1991. Manual de patología clínica en veterinaria. Mexico. Edt. Limusa. pp: 9-91
- Bjørn H, Roepstorff A, Nansen P., 1996. A possible influence of diet composition on the establishment of nematodes in the pig. *Vet. Parasitol.* 63:167-71.
- Borgsteede, F.H.M., Gaasenbeek, C.P.H., Nicoll, S., Domangue, R.J., Abbott, E.M., 2007. A comparison of the efficacy of two ivermectin formulations against larval and adult *Ascaris suum* and *Oesophagostomum dentatum* in experimentally infected pigs. *Vet. Parasitol.* 146:288–293
- Christensen CM, Barnes EH, Nansen P., 1997. Experimental *Oesophagostomum dentatum* infections in the pig: worm populations at regular intervals during trickle infections with three dose levels of larvae. *Parasitology.* 115:545-52.

- Coop, R.L., Kyriazakis, I., 2001. Influence of host nutrition on the development and consequences of nematodes parasitism in ruminants. *Trends in Parasitology*. 17: 325-330.
- Frontera, E.M., 2000. Repercusiones orgánicas de la infección experimental por *Ascaris suum* en el cerdo ibérico. Universidad de Extremadura, Facultad de Veterinaria.
- Guerrero L.A.; Villagómez D.A.F.; Huerta M.; Estrada J.; Luquín de Anda S.; Rosales S.A.; Lemus C.; Taylor U.; Galindo J.; Sánchez D.R.; Ayala M.A.; Merlos M.T.; Roa J.J. (2008) Comparación de los niveles de IgG en cerdos Pelón Mexicano y Yorkshire x Landrace en diferentes etapas de maduración inmunológica. *Revista Computadorizada de Producción Porcina* 15: 72-75.
- Hale, O. M., Stewart T. B. 1974. Influence of an experimental infection of *Trichuris suis* on performance of pigs. *J. Anim. Sci.* 49: 1000-1005.
- Hale, O.M., Stewart, T.B., Marti, O.G., Wheat B.E., McCormick W.C., 1981. Influence of an experimental infection of nodular worms (*Oesophagostomum* spp.) on performance of pigs. *J. Anim. Sci.* 52: 316-322.
- Hale O. M., Marti, O. G. 1984. Influence of an experimental infection of *Strongyloides ransomi* on performance of pigs. *J Anim.Sci.* 58: 1231-1235.
- Kú, R., Aguilar-Caballero, A., Trejo, W., Torres-Acosta, F., Cámara, R., 2012. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en el cerdo pelón mexicano en Yucatán, México. *Ciencia y Agricultura* 9:116
- Kyriazakis, I., Houdijk, J., 2006. Immunonutrition: Nutritional control of parasites. *Small Rumin. Res.* 62:79-82.
- Hennessy, D.R., Bauer C, Boray J.C., Conder G.A., Dauschies A., Johansen, M.-V., Maddox-Hyttel, C., Roepstorff, A., 2006. World association for the advancement of veterinary parasitology (WAAVP): Second edition of guidelines for evaluating the efficacy of anthelmintics in swine. *Vet. Parasitol.* 141 (2006) 138–149
- Lemus-Flores, C. y Alonso-Spilsbury, Ma. de L. 2005. El cerdo pelón mexicano y otros cerdos criollos. Universidad Autónoma de Nayarit- Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
- Lichtensteiger, C.A., DiPietro, J.A., Paul, A.J., Neumann, E.J., Thompson, L., 1999. Persistent activity of doramectin and ivermectin against *Ascaris suum* in experimentally infected pigs. *Vet. Parasitol.* 82:235-241
- Petersen MB, Várady M, Bjørn H, Nansen P., 1996. Efficacies of different doses of ivermectin against male, female and L4 *Oesophagostomum dentatum* in pigs. *Vet Parasitol.* 65:55-63.
- Rodríguez-Vivas R.I., Cob-Galera L.A. 2005. Técnicas diagnosticas en parasitología veterinaria, segunda edición. Ediciones de la Universidad Autónoma de Yucatán. pp: 49-97
- Roepstorff, A., Mejer, H., Nejsun, P., Thamsborg, S.M., 2011 Helminth parasites in pigs: New challenges in pig production and current research highlights. *Vet. Parasitol.* 180: 72 -81.

RESISTENCIA SIMULTÁNEA DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES Y GARRAPATAS *Rhipicephalus microplus* A LA IVERMECTINA EN RANCHOS BOVINOS DEL TRÓPICO MEXICANO

M.A. Alegria-Lopez* ; R.I. Rodríguez-Vivas; J.F.J. Torres-Acosta

Cuerpo Académico de Salud Animal. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Autónoma de Yucatán. km. 15.5 Carretera Mérida-X'matkuil, Mérida, Yucatán, México. Tel: 942-32-00.

**E-mail: rmvz.mike@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar los niveles de resistencia a la ivermectina (IVM) en poblaciones de nematodos gastrointestinales (NGI) y garrapatas (*Rhipicephalus microplus*) en ranchos bovinos de Yucatán, México. Se determinó la resistencia a la IVM mediante las técnicas de reducción de huevos fecales (para NGI) y la técnica de inmersión larvaria (para garrapatas). Los resultados preliminares indican que la proporción de ranchos con NGI resistentes a la IVM fue del 100% (12 de 12), con porcentajes de reducción de 0 al 67%. Tres ranchos han sido evaluados hasta el momento para mostrar la resistencia de *R. microplus* a la IVM. El índice de resistencia más bajo se encontró en Lecheria (IR50:1.78; IR99: 4.07) seguido de San Carlos (IR50: 15.53; IR99:20.23) y el más evidente fue en el rancho Santa Lucia (IR50: 23.21; IR99:125.6). Todos los ranchos evaluados hasta el momento tienen poblaciones de NGI y garrapatas *R. microplus* resistente a la IVM. Hasta el momento se puede concluir que el uso constante de la IVM para el control de parásitos en la ganadería bovina ha provocado que las poblaciones de NGI y garrapatas desarrollen resistencia de manera rápida. Al parecer la resistencia de NGI y *R. microplus* se está dando de manera simultánea y cada vez con menores porcentajes de reducción y mayores índices de resistencia respectivamente.

Palabras claves: *Haemonchus spp.*, Antiparasitario, garrapata

INTRODUCCIÓN

Los endoparásitos y ectoparásitos son una de las limitantes más importantes para los sistemas de producción bovina debido a los daños que producen en los animales y las pérdidas económicas que originan por una menor producción y un aumento de los costos debido a su control (FAO, 2003). La ivermectina (IVM) es el antihelmíntico (AH) de mayor uso en diferentes especies animales alrededor del mundo. En México, Pérez-Cogollo *et al.* (2010a) demostraron la presencia de garrapatas *Rhipicephalus microplus* resistentes a la IVM en diferentes ranchos ganaderos de Yucatán, México. Posteriormente, se reportaron diferentes grados de susceptibilidad y resistencia en garrapatas (Pérez Cogollo *et al.* 2010b). Por otro lado, Canul-Ku *et al.* (2012) reportaron una elevada prevalencia de nematodos gastrointestinales (NGI) resistentes a la IVM en ranchos bovinos en Yucatán (principalmente *Haemonchus contortus*). Hasta el momento se desconoce si existe alguna asociación entre la presencia de NGI y garrapatas resistentes en los ranchos bovinos. En este estudio se plantea la hipótesis de que los NGI presentarán mayor grado de severidad de resistencia a la IVM que las garrapatas *R. microplus*. Para confirmar esta hipótesis, el estudio tiene como objetivo valorar el grado de resistencia de NGI y garrapatas *R. microplus* de manera simultánea bovinos de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Población de estudio. Se estudiaron 12 ranchos bovinos con historia de uso de ivermectina para el control de parásitos en el estado de Yucatán, México (ranchos aplican la IVM ≥ 3 veces al año y < 2 veces al año). Para determinar la presencia de poblaciones de NGI resistentes a la IVM se utilizó la prueba de reducción de huevos fecales (FERCT) descritas por Coles *et al.* (2006). Para determinar la presencia de garrapatas *R. microplus* resistentes a IVM se utilizó la prueba de inmersión larvaria (Klafke *et al.*, 2006).

Determinación de NGI resistentes a la IVM. De cada ranchos se muestrearon 40 bovinos, a los cuales se tomaron heces directamente del recto con bolsa de polietileno debidamente identificadas para ser procesadas mediante la técnica de McMaster modificada (Rodríguez-Vivas y Cob-Calera, 2005). Aquellos animales que presentaron excreciones ≥ 100 huevos por gramos de heces (HPG) se dividieron en dos grupos (n=7-14 individuos): Grupo control y Grupo tratado. Al grupo tratado se le aplicó IVM 1% (0.2 mg por kg de peso vivo). A los 14 días se tomó una segunda muestra de heces de ambos grupos para conocer la excreción de HPG. La resistencia se determinó por la fórmula descrita por Coles *et al.* (2006), usando el programa RESO©

Adicionalmente, se realizaron coprocultivos de los día 1 y 14 para la obtención de larvas L3 de NGI, la identificación de los géneros se realizó de acuerdo a los criterios establecidos por Bowman *et al.* (1999).

Determinación de resistencia de *R. microplus* a la IVM. De cada rancho, se colectaron garrapatas *R. microplus* adultas repletas, las cuales fueron incubadas en condiciones de laboratorio (27 ± 1.5 °C y 80-90% HR) según lo descrito Cen-Aguilar *et al.* (1998). Se usó la técnica de inmersión larvaria que consistió en preparar una solución de Triton X-100 al 2 % con etanol absoluto. Se realizaron 11 diluciones seriadas de IVM al 30% (de 0.01- 0.00028) más el control. La prueba fue realizada en viales donde se depositaron 300-500 larvas que fueron expuestas a las distintas diluciones de IVM durante 10 minutos. Pasado este tiempo las larvas fueron transferidas a un paquete de papel filtro y colocadas en una estufa (27 ± 1.5 °C y 80-90% HR) por 24 horas. Se realizaron tres repeticiones para cada una de las concentraciones de IVM más el control. Después de la incubación, se contó el número de larvas vivas y muertas en cada paquete. Los datos de mortalidad fueron sometidos a un análisis Probit, donde se calcularon las dosis letales (DL) 50 y 99 % con sus intervalos de confianzas al 95%, utilizando el programa POLO PLUS (LeOra software, 2003).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La resistencia de NGI y garrapatas *R. microplus* a la IVM en ranchos bovinos de Yucatán, México es frecuente y parece que está teniendo una distribución rápida. Canul-Ku *et al.* (2012) reportaron NGI resistentes a la IVM en ranchos bovinos de Yucatán con porcentajes de reducción 0-91% (cinco resistentes y tres sospechosos). En el presente estudio los NGI de los 12 ranchos estudiados resultaron resistentes a la IVM con porcentaje de reducción 0-67%.

De acuerdo a los coprocultivos realizados, *Haemonchus* el géneros de NGI con mayor grado de resistencia. Este género de nematodo produce en los bovinos cuadros anémicos y ocasiona retraso en el crecimiento de los animales, siendo un problema que enfrentan los productores al querer aumentar el rendimiento productivo de los animales.

De acuerdo a los resultado preliminares (solo se han evaluado tres poblaciones de garrapatas) el nivel de resistencia de *R. microplus* a la IVM es superior a lo reportado previamente en Yucatán (IR bajos con valores de < 2 Pérez-Cogollo *et al.* (2010a,b), con valores de IR de ≥ 10).

CONCLUSIÓN

Hasta el momento se puede concluir que el uso constante de la IVM para el control de parásitos en la ganadería bovina ha provocado que las poblaciones de NGI y garrapatas desarrollen resistencia de manera rápida. Al parecer la resistencia de NGI y *R. microplus* se está dando de manera simultánea y cada vez con menores porcentajes de reducción y mayores índices de resistencia respectivamente.

AGRADECIMIENTO

Se agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el financiamiento de Miguel Angel Alegría López en su curso de la maestría en la FMVZ-UADY.

REFERENCIAS

- Canul-Ku, H.L., Rodríguez-Vivas, R.I., Torres-Acosta, J.F.J., Aguilar-Caballero, A.J., Pérez-Cogollo, L.C., Ojeda-Chi, M.M., 2012. Frequency of cattle herds with ivermectin resistant nematodes in the hot sub-humid tropics of Mexico. *Vet. Parasitol.* 183:292-298.
- Bowman, D., Lynn, C.R., Eberhard, M. 1999. *Parasitología para Veterinarios: Diagnóstico Parasitológico*. Octava Edición. Ed. Elsevier. Madrid, España. 338-346.
- Coles, G.C., Jackson, F., Pomroy, W.E., Prichard, R.K., von Samson-Himmelstjerna, G., Silvestre, A., Taylor, M.A., Vercruysse, J., 2006. The detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 136: 167-185.
- FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. Resistencia a los antiparasitarios. Estado actual con énfasis en América Latina. Serie Producción Animal y Sanidad Animal, 157. FAO.Roma.
- Klafke, G.M., Sabatini, G., De Albuquerque, T., Martins, J.R., Kemp, D., Miller, R.J., Schumaker, T., 2006. Larval immersion tests with ivermectin populations of the cattle tick *Rhipicephalus (Boophilus) microplus* (Acari: Ixodidae) from State of Sao Paulo, Brazil. *Vet. Parasitol.* 142: 386-390.
- Pérez-Cogollo, L.C., Rodríguez-Vivas, R.I., Ramírez-Cruz, G.T., Miller, R.J., 2010a. First report on the cattle tick *Rhipicephalus microplus* resistant to ivermectin in Mexico. *Vet. Parasitol.* 168:165-169.
- Pérez-Cogollo, L.C., Rodríguez-Vivas, R.I., Ramírez-Cruz, G.T., Rosado-Aguilar, J.A., 2010b. Survey of *Rhipicephalus microplus* resistance to ivermectin at cattle farms with history of macrocyclic lactones use in Yucatán, México. *Vet. Parasitol.* 172:109-113.
- Rodríguez-Vivas, R.I. y L. Cob-Galera. 2005. *Técnicas diagnósticas en parasitología veterinaria*. 2 ed. Universidad Autónoma de Yucatán. México.

PREVALENCIA DE *Cryptosporidium* spp EN ESTIÉRCOL DE BOVINO EN LA COMARCA LAGUNERA

L. López Torres¹, J.A. Vidales Contreras¹, M.A. Gallegos Robles², C. Vázquez Vázquez²

¹*Facultad de Agronomía Universidad Autónoma de Nuevo León: Campus de Ciencias Agropecuarias, calle Francisco Villa al norte s/n, Exhacienda el Canadá, Escobedo, Nuevo León, México.* ²*Facultad de Agricultura y Zootecnia, Universidad Juárez del Estado de Durango. Carretera Gómez Palacio-Tlahualilo, Km28.5. Gómez Palacio, Durango. Tel 01(871) 7118918 E-mail: luz.lizeth.lopez@gmail.com*

RESUMEN

La criptosporidiosis es una enfermedad diarreica causada por un parásito del Phylum Apicomplexa denominado *Cryptosporidium* spp. En este estudio, para evaluar la prevalencia existente en el ganado bovino de la Comarca Lagunera, fueron tomadas en total 78 muestras de 39 establos diferentes de la región. La investigación se llevó a cabo entre julio y octubre del año 2012. Las muestras de estiércol fueron tomadas directamente del recto de los animales analizándose cada una de ellas por medio de la tinción de ácido-resistente de Ziehl-Neelsen. Los ooquistes de *Cryptosporidium* spp., se detectaron en 50 de las 78 muestras, lo que muestra una prevalencia del 64.1 %. Por lo tanto, los datos de esta investigación sugieren que la infección por *Cryptosporidium* spp es muy frecuente en la zona estudiada. Se muestra también que no existe diferencia significativa entre el grupo de edad y la presencia del parásito.

Palabras clave: Protozooario, ooquistes, diarrea, criptosporidiosis.

INTRODUCCIÓN

El *Cryptosporidium* es un coccidio perteneciente al Phylum Apicomplexa, clase Coccidia, orden Eucoccidiorida, familia Cryptosporidiidae, que causa una enfermedad gastrointestinal que afecta a humanos y animales, esta enfermedad se adquiere por consumo de agua y alimentos contaminados con heces de individuos infectados y es de distribución cosmopolita provocada por falta de saneamiento ambiental (Zanaron y Garbossa, 2008).

En 1971 se detectó por primera vez la presencia de *Cryptosporidium* en el intestino de un bovino con diarrea (Panciera *et al.*, 1971). Posteriormente numerosas publicaciones señalan a *Cryptosporidium parvum*, como uno de los principales agentes etiológicos de la diarrea neonatal del becerro que puede actuar como único patógeno responsable de severos cuadros de diarrea (Solarte, 2006). Entre los signos clínicos de la criptosporidiosis bovina se señalan: diarrea, anorexia, depresión, letargia, fiebre, deshidratación y pérdida de condición corporal (Godoy, 2011).

Algunos trabajos efectuados en bovinos reportan una mayor prevalencia del parásito en animales menores de 30 días, en los cuales es frecuente la manifestación de signos clínicos, sin embargo, los animales mayores pueden contener y eliminar oocistos de *C. parvum*, sin presentar sintomatología alguna actuando como portadores sanos, capaces de diseminar la infección dentro del rebaño (Trotz-Williams *et al.*, 2008).

Otros resultados en diversos países señalan prevalencias de *Cryptosporidium* spp., en becerros que oscilan entre 10.3 y 81%. Quílez y colaboradores reportan un 53.8% de infección por *Cryptosporidium* spp., en becerros menores a 45 días de nacidos en rebaños de bovinos de España. Al respecto, Gorman y colaboradores encontraron un 12.8 de prevalencia para

Cryptosporidium spp., en bovinos de 0 a 6 meses de edad en Chile, sin embargo, al reagrupar los animales infectados por establos estos autores observaron que la prevalencia del protozooario se incrementó a 70.5 % en las regiones analizadas.

En México los antecedentes sobre el hallazgo de *Cryptosporidium* spp. En ganado bovino son escasos, destacándose un estudio realizado por Godoy y colaboradores en el estado Veracruz, que muestra una prevalencia del 26% en bovinos entre dos y 12 semanas de edad y del 4%, en bovinos entre 13 y 20 semanas; tales resultados indicaron la presencia de *Cryptosporidium* en becerros del estado de Veracruz (Godoy *et al.*, 2011).

Motivado a la gran importancia que tienen este protozooario, considerando su distribución mundial, así como sus implicaciones zoonóticas y en virtud de la escasa información que de él existe en el país, se realizó la presente investigación cuyos objetivos fueron los siguientes: 1) Determinar la prevalencia de *Cryptosporidium* spp., en ganado bovino de la Comarca Lagunera. 2) Establecer la relación entre la presencia de *Cryptosporidium* spp., y factores bióticos y abióticos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Toma de Muestras: Un total de 78 muestras de estiércol de ganado bovino fueron colectadas en 39 establos diferentes de la Comarca Lagunera, en un período comprendido entre el 30 de Julio al 02 de Agosto del año 2012. Para evitar que la muestra tuviera contacto con el suelo, fueron tomadas en bolsas de plástico directamente del recto del animal, utilizando guantes de látex estériles y tomando su temperatura de inmediato.

Las muestras se mantuvieron en hieleras para su traslado al Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Agricultura y Zootecnia de la Universidad Juárez del Estado de Durango, donde fueron tomados los datos de pH de cada una de las muestras.

Detección de quistes de *Cryptosporidium*: Los ooquistes se obtuvieron usando una versión modificada del método de sedimentación de formol-éter (Levine *et al.*, 1987). En resumen, aproximadamente 1 g de heces fue suspendido en 3.5 ml de agua destilada y se filtró a través de gasa humedecida con solución salina en un embudo. El líquido filtrado se centrifugó a 2500 rpm durante 5 minutos, decantando el sobrenadante al término de la centrifugación, estos dos últimos pasos fueron repetidos 3 veces para cada muestra. Se añadieron 5 ml de formol al 10%, después de 5 minutos se ajustó el volumen a 10 ml mediante la adición de 4 ml de éter seguido de una agitación rápida en vortex. Después se centrifugó a 2500 rpm durante 5 minutos. El sobrenadante se desechó por decantación, y el sedimento se mantuvo en suspensión con un volumen mínimo de 10% de formol. Los ooquistes obtenidos se tiñeron por tinción ácido rápido modificado de Ziehl-Neelsen (Casemore *et al.*, 1985), y por último fueron observados bajo un microscopio óptico con una ampliación de 1000X.

Análisis Estadístico: La prueba de Prueba de chi-cuadrada fue utilizada para determinar la significancia de las diferencias observadas entre el grupo de edad, utilizando el programa SPSS 18.0. Un valor de $P > 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de las 78 muestras de heces de ganado bovino analizadas en la Comarca Lagunera por medio de la técnica de tinción de ooquistes de ácido-rápido modificada de Ziehl-Neelsen 50 muestras fueron positivas a la presencia de *Cryptosporidium* spp. con una prevalencia general de un 64.1% (Cuadro 1); cabe mencionar que se esperaba encontrar una mayor frecuencia pero aun así el estudio reveló que el parásito está ampliamente difundido en la Comarca Lagunera.

Cuadro 1. Frecuencia de la presencia de *Cryptosporidium* spp. en estiércol de bovino de la Comarca Lagunera.

	Frecuencia	Porcentaje	% acumulado
Negativo	28	35.9	35.9
Positivo	50	64.1	100.0
Total	78	100.0	

La prevalencia que se obtuvo en la Comarca Lagunera en este estudio es mayor que la publicada por Delgado en el 2007 de 29.7%, y por la publicada por Godoy en el 2011 de 18.04%, utilizando las mismas técnicas de diagnóstico. Pero en este punto se debe aclarar que estos autores tomaron solo muestras de becerras y además estaban enfermas con diarrea, ya que el objeto de su estudio fue evaluar si la diarrea era provocada por *Cryptosporidium* spp. Sin embargo, coincide con las cifras altas de prevalencia según el estudio realizado en Aguas Calientes, México hecho por Castillo *et al.*, en el 2009, en el cual señala una frecuencia de 75% comparando por establos y no por becerras examinadas con incidencia de *Cryptosporidium* spp.

La prueba de Chi-cuadrada utilizada para determinar la significancia de las diferencias observadas entre los dos grupos de edad (adulta y becerras), no mostró diferencia significativa en cuanto a la presencia de *Cryptosporidium*, lo único que se puede mencionar es que ninguna de los animales adultos presentaba síntomas de criptosporidiosis, confirmando el estudio realizado por Trotz Williams en el 2009, en donde menciona que los animales mayores pueden contener y eliminar oocistos de *Cryptosporidium parvum*, sin presentar sintomatología alguna, pero actuando como portadores sanos, capaces de diseminar la infección dentro del rebaño.

CONCLUSIONES

Se encontró una prevalencia de *Cryptosporidium* spp., de un 64.1% en ganado bovino de la Comarca Lagunera y el 35.9% fue negativo a la presencia del parásito en las heces de los animales. La presencia de *Cryptosporidium* spp., en el animal no se atribuye a la edad del mismo, pudiéndose presentar en adultas y en becerros aunque estos no presenten síntomas característicos de la enfermedad.

REFERENCIAS

- Elkin R B, F Manrique, D J Ospina. 2009. Frequency of *Cryptosporidium* spp., in canine from city of Tunja-Colombia. *Revista Médica de Córdoba*. 14(2), 1697-1704.
- Godoy OE. 2011. Prevalencia de *Cryptosporidium* spp e identificación de Factores de riesgo en becerras de Veracruz y la Comarca Lagunera. *Revista de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Veracruzana*. 14: 449-452.
- H I Cheun, S H Cho, Y Lim, B C Lee, J Y Kim. 2010. *Cryptosporidium parvum* in Korea: prevalence in individuals residing in three major river valleys and genetic characteristics of the isolates. *Veterinary Medical Science* 72 (2): 167-172, 2010.
- Niichiro Abe, K Isao, I Motohiro. 2003. Identification of genotypes of *Giardia intestinalis* isolates from dogs in Japan by direct sequencing of the PCR amplifield glutamate dehydrogenase gene. *Japan. Veterinary Medical Science* 65 (1): 29-33.
- Panciera R J, R W Thomassen, F M Garner. 2005. Cryptosporidial infection in calf. *Veterinary Pathology* 8:479-484.
- Solarte Y, M Peña, C Madera. 2006 Transmisión de protozoarios patógenos a través del agua para consumo humano. *Colombia Médica* 37 (1):74-82.

Trotz-Williams L A, S M Wayne, K E Leslie, T Duffield, D V Nydam, A S Peregrine. 2008. Association between management practices and within-herd prevalence of *Cryptosporidium parvum* shedding on dairy farms in southern Ontario. Preventive Veterinary Medicine 83: 11-23.

PREVALENCIA DE MASTITIS SUBCLÍNICA DEL GANADO BOVINO EN CONDICIONES DE ORDEÑO MANUAL Y MECÁNICO EN EL MUNICIPIO DE REFORMA, CHIAPAS

H. Ramírez-Barrios, H. León-Velasco, G. Yong Ángel, H. Ruiz-Hernández, A. Ruiz-Moreno.

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNACH. Cuerpo Académico: Biotecnología Reproductiva y Mejoramiento Genético Animal.
E-mail: Hubercein@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo de la presente fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica del ganado bovino de doble propósito en el municipio de Reforma Chiapas. De un total de 50 ranchos; se muestreo aleatoriamente 20 unidades de producción, de las cuales se trabajaron 2560 muestras de leche, provenientes de 640 vacas en ordeño, que corresponden a 434 vacas en ordeño mecánico y 206 de ordeño manual; los cuales 10 ranchos son de ordeño manual y 10 ranchos de ordeño mecánico. Los resultados se clasificaron como negativos, traza, grado 1, 2, 3 y mastitis clínica. De un total de 206 vacas en ordeño manual se muestrearon 824 cuartos mamarios los cuales 702 cuartos (85.19%), resultaron negativos a esta prueba diagnóstico; sin embargo, 110 cuartos mamarios (13.35%) manifestaron diferentes grados de mastitis subclínica. También hay que señalar que se tuvo 6 cuartos mamarios con mastitis clínica (0.73%) y 6 cuartos mamarios ciegos (0.73%) sumando un total de 14.81% de cuartos mamarios afectados. Por otro lado, en el ordeño mecánico se trabajó con 434 vacas donde se muestrearon 1736 cuartos mamarios, los cuales 1380 cuartos mamarios (79.49%) resultaron negativos. Sin embargo, 331 cuartos mamarios (19.06%) manifestaron diferentes grados de lesiones causadas por mastitis subclínica. De igual manera, se observaron 10 cuartos mamarios con mastitis clínica (0.57%) y 15 cuartos ciegos (0.86%) dando un total de 20.5% de cuartos mamarios afectados en ordeño mecánico. Sé concluye que la prevalencia de mastitis subclínica encontrada en el ganado bovino lechero fue superior la prevalencia global en ordeño mecánico en comparación al ordeño manual.

Palabras clave: leche, higiene, enfermedad, cuartos mamarios.

INTRODUCCIÓN

En México el sector agropecuario atraviesa por problemas económicos, con déficit de producción de alimentos, uno de los cuales es la leche. Esta incapacidad para producir el volumen de leche que demanda la población, ha determinado que a nivel mundial, el país es el principal importador de leche descremada en polvo. Oficialmente se reconoce que los principales factores limitantes para alcanzar la autosuficiencia son la baja producción nacional de leche y el excesivo crecimiento demográfico. La mastitis bovina es la enfermedad más frecuente y costosa de la ganadería lechera a nivel mundial, la cual ocasiona pérdidas productivas y económicas, esto debido a la disminución de la calidad y producción de la leche, los costos del tratamiento y el desecho temprano del ganado lechero. Esta enfermedad presenta daños patológicos localizados o generalizados, y dependiendo de la magnitud de los mismos puede tener manifestaciones clínicas o subclínicas. El objetivo fundamental de la presente investigación fue determinar la prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino de doble propósito en condiciones de ordeño manual vs ordeño mecánico en ranchos del municipio de Reforma-Chiapas.

MATERIAL Y MÉTODOS

Dicho estudio se efectuó en los meses de mayo a julio del 2012, en el ganado bovino de doble propósito proveedores de leche a la empresa denominada San Bartolo. Ubicado en el municipio de Reforma, Chiapas. El método utilizado para su diagnóstico fue California Mastitis Test (C.M.T) para determinar la prevalencia de mastitis subclínica en el ganado bovino de doble propósito. De 50 unidades de producción primaria de leche que proveen a la planta Procesadora de productos lácteos (San Bartolo); se seleccionaron en forma aleatoria, 20 unidades de producción, las cuales fueron divididas en dos grupos: 10 unidades pecuarias de ordeño mecánico y 10 unidades de ordeño manual. Se trabajaron alrededor de 2 560 muestras de leche, provenientes de 640 vacas en ordeño, que corresponden a 434 vacas en ordeño mecánico y 206 vacas de ordeño manual.

Ordeño mecánico. Las salas de ordeño normalmente son de 4 y 8 unidades o plazas de tipo Tándem y Túnel. Se utilizaron 434 vacas donde se muestrearon 1736 cuartos mamarios; previamente al ordeño, a cada uno de los animales se le aplica 0.5 ml de Oxitocina por vía intramuscular (10 UI) para la bajada de la leche. En seguida los animales fueron identificados por lotes y en forma individual; aplicándole rejos a cada uno para facilitar el manejo, posteriormente limpiar con agua limpia y secar con franelas las ubres. La tomas de muestra se realizó de manera individual por cada vaca y con asepsia por cada glándula mamaria. Se eliminaron los 2 primeros chorros (despunte) de leche de cada cuarto mamario y posteriormente se colectó 2 ml aproximadamente de leche por cada cuarto mamario y se depositó en la paleta de 4 pozos, ubicando a cada pozo un cuarto mamario tanto para los cuartos anteriores como posteriores (Posterior izquierdo, posterior derecho, anterior izquierdo y anterior derecho respectivamente). Una vez teniendo la leche en los cuatro pozos se les agregó el reactivo de nombre comercial REACTIN (Alkil Sulfato de Sodio) aproximadamente 2 ml y con movimientos oscilatorios no más de 5 segundos, se mezcló homogéneamente el reactivo y la leche. Posteriormente se realizó la lectura subjetivamente de acuerdo a lo recomendado por Sarán y Chaffer (2000). Dichos resultados fueron vertidos en la hoja de campo para su posterior análisis. En el caso particular de este trabajo se implementó una hoja de campo, para recabar toda la información necesaria de este estudio como son: identificación de las vacas, razas, producción de leche y resultados de las pruebas de mastitis subclínica. Una vez concluida la lectura del muestreo se lavó perfectamente la paleta (con agua limpia) para seguir con este procedimiento a los demás animales, en el caso de observar alguna reacción positiva en las vacas en la escala 1, 2 y 3 y mastitis clínica; se le explicó al productor los riesgos sanitarios que implica esta enfermedad.

Ordeño manual. En este tipo de ordeño se utilizaron 206 vacas de doble propósito donde se muestrearon 824 cuartos mamarios, con la prueba de california (CMT), dicho estudio se realizó en pequeños corrales o galeras instaladas dentro del mismo potrero, se procedió a la selección e identificación de cada vaca en forma individual; así como también la selección del ternero o cría de la vaca respectiva, ya que los becerros están confinados en corrales distintos al de las madres. Una vez localizado el becerro y su respectiva madre; se procede al amamantamiento por unos dos minutos. Posteriormente se separa al becerro de la madre y se sostiene a un costado de ella. Se procede a la aplicación de rejos a la vaca para la sujeción de las patas y facilitar su manejo. Posteriormente se procede al ordeño. Con relación al muestreo para el diagnóstico de mastitis subclínica en este tipo de ganado se realizó el procedimiento en forma similar al ordeño mecánico. Cabe señalar, que el despunte lo realiza el propio becerro al tomar el amamantamiento. En este trabajo de investigación sobre mastitis subclínica en ganado bovino de doble propósito en condiciones de ordeño manual y mecánico se calculó la prevalencia global, prevalencia por

cuartos mamarios y grados de reacción. Además, se calcularon estadística descriptiva, frecuencia y porcentaje de los resultados observados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Ordeño mecánico. Los resultados obtenidos en este tipo de ordeño fueron los siguientes: 1380 cuartos mamarios (79.49%) (345 vacas) resultaron negativos a esta prueba de diagnóstico. Sin embargo, 331 cuartos mamarios (19.06%) manifestaron diferentes grados de lesiones causadas por mastitis subclínica. De igual manera, se observaron 10 cuartos mamarios con mastitis clínica (0.57%) y 15 cuartos ciegos (0.86%). En resumen, se detectó un 20.5% de cuartos mamarios afectados en ordeño mecánico. Por su parte Sierra y Torres (2002) en un trabajo similar realizado en lecherías en el país de Perú encontraron resultados similares (78%) al presente estudio en cuanto a reacciones negativas a la prueba de mastitis subclínica. No obstante, Alfonso et al. (2008), consideran que la prevalencia de mastitis subclínica en ganado especializado lechero debe ser inferior a los 22% para que sea económicamente rentable. En el Cuadro 1, se observan los resultados comparativos en cuanto al número de cuartos mamarios afectados en el ganado bovino de doble propósito, tanto en ordeño manual como ordeño mecánico. En este estudio se encontró un mayor porcentaje de cuartos mamarios afectados (20.5%) en ordeño mecánico en comparación al ordeño manual (14.81%). En este caso puede ser causa de la falta de limpieza y desinfección de las instalaciones de ordeño, la cual es uno de los factores claves en la producción de leche de calidad por lo que deben ser cuidadosamente realizadas para lograr los mejores resultados y evitar aumentos indeseables en el contenido de bacteriano. También por mencionar que en el ordeño manual se encuentra el mejor sellador natural (la saliva del becerro) en la que se encuentra la enzima lisozima que actúa como bactericida; inhibe el crecimiento de bacterias, las mata y las hace inofensivas.

Cuadro 1. Comparación de los resultados de mastitis subclínica entre ordeño manual vs mecánico

<i>Resultados</i>	<i>Ordeño manual</i>	<i>%</i>	<i>Ordeño mecánico</i>	<i>%</i>	<i>Total</i>
Negativo	702	85.19	1380	79.49	2082
Trazas	56	6.80	102	5.87	158
Grado 1	28	3.40	106	6.11	134
Grado 2	19	2.30	86	4.95	105
Grado 3	7	0.85	37	2.13	44
Mastitis clínica	6	0.73	10	0.58	16
Cuartos ciegos	6	0.73	15	0.86	21
Cuartos afectados	110	14.81	341	20.5	451
Cuartos totales	824		1736		2560

Ordeño manual. En cuanto al ordeño manual donde se diagnosticaron 702 cuartos mamarios (175.5 vacas) (85.19%), que resultaron negativos a esta prueba diagnóstica; sin embargo, 110 cuartos mamarios (27.5 vacas) (13.35 %) manifestaron diferentes grados de mastitis subclínica (Cuadro 1). También, hay que señalar que en estos resultados se tuvo 6 cuartos mamarios con mastitis clínica (0.73%) y 6 cuartos mamarios ciegos (0.73%). Sumando un total de 14.81 % de cuartos mamarios afectados. Según Olivera et al. (2004) la prevalencia de mastitis subclínica encontrada en la presente investigación es baja en base a estudios reportado en regiones del Valle de México, en el cual se demostró una prevalencia de 69% mediante la prueba de

California. Dichos resultados también concuerdan con lo reportado por Mendoza (2005), en la cuenca lechera de Morelia-Querendaro, donde obtuvo una prevalencia de mastitis subclínica de 40%.

CONCLUSIÓN

Se encontró un mayor porcentaje de prevalencia global de mastitis subclínica en ordeño mecánico (19.06%) vs al ordeño manual (13.35%) en el ganado bovino de doble propósito en condiciones de trópico húmedo. Existe muy poca adopción de la tecnología del muestreo de la prueba de California (CMT) para el control de mastitis en el ganado bovino en esta zona del estado. Se sugiere implementar como rutina la prueba de California en los hatos lecheros de la región norte del estado para mejorar los índices de productividad, y de la calidad de la leche, como consecuencia el rendimiento en queso.

REFERENCIAS

- Alfonso, I. D., Pérez, G. C., Silveira, P. E. A. 2008. Evaluación epizootiológica de la mastitis bovina en cuatro vaquerías. REDVET. Revista electrónica de Veterinaria. Vol. IX (7): 1-9.
- Mendoza, A. 2005. "Transferencia de Tecnología: Manual de Ordeño, en sistemas familiares de producción láctea ". FMVZ-UMSNH. Morelia, Michoacán. pp.2.
- Olivera M.N. Cortés M.K. Conejo N.J. Prevalencia de mastitis, grado de afección y su asociación con las condiciones higiénicas en establos de Álvaro Obregón, Michoacán. 28 abril de 2004. P.p.13-15.
- Sarán A. y Chaffer. 2000. Mastitis y calidad de leche. Editorial Inter-médica. S.A.I.C.I. 12- 25. Bogotá, Colombia.
- Sierra, G. y E. Torres, (2002). Evolución del recuento celular individual por cuarto Medido mediante el California Mastitis Test. Citada de fuente: <http://www.cori.unicamp.br/jornadas/completosUDELAR/CA2002SIERRA.doc> .Extraído el día 03 de Enero de 2008.

SITUACIÓN ACTUAL DE LA LEUCOSIS ENZOÓTICA BOVINA EN SIETE MUNICIPIOS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO.

J.E. Vasconcelos-Bautista², F.T. Barradas-Piña¹, L.C. Fávila-Humara¹, R.J. Arieta-Roman², J.A. Fernández-Figueroa², N.F. Ojeda-Robertos³

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. C.E. La Posta. 22.5 Carretera Veracruz-Córdoba Paso del Toro, Medellín de Bravo C.P. 94277, Veracruz, Ver. Tel: 229 26 22222 y 229 26 22223.* ²*Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km. 220, Col. Agrícola y Ganadera Michapan C.P. 96100 Acayucan, Veracruz, México. Teléfono: (921) 211-57-21, 9242479122, Fax: (921) 211-57-21.* ³*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Ciencias Agropecuarias Carretera Villahermosa-Teapa Km 25. Ranchería La Huasteca, Segunda sección. Villahermosa, Tabasco, México CP.86280 Tel: (993) 358 1585; 142 91 51 E-mail: roarieta@uv.mx.*

RESUMEN

El siguiente trabajo consistió en la realización de un estudio observacional de tipo trasversal, donde el tamaño de muestra fue determinado mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia que consistió en determinar la seroprevalencia de leucosis enzoótica bovina en siete Municipios del estado de Veracruz. La muestra de sangre se obtuvo por medio de punción de la vena coccígea. Se realizó la prueba ELISA para detectar leucosis enzoótica bovina. La prevalencia general en municipios del estado de Veracruz fue de 38.51%. La menor prevalencia (6.12 %) se detectó en el municipio de Hidalgotitlán y el municipio con mayor prevalencia fue Tamalín (87.5 %). Se concluye que existe una seroprevalencia de 38.51% a leucosis enzoótica bovina en los siete municipios estudiados del estado de Veracruz.

Palabras claves: Leucosis enzoótica bovina, Veracruz, Seroprevalencia.

INTRODUCCIÓN

La leucosis enzoótica bovina es una enfermedad ampliamente distribuida en el mundo, siendo los países con mayor prevalencia: Venezuela, Estados Unidos, Francia, Japón y Australia (Vélez, 2006). En México, los conocimientos relativos a la leucosis enzoótica bovina se describen a partir de 1967 (Monroy *et al.*, 1993). La manifestación clínica, consiste en un padecimiento neoplásicos letal producido por un retrovirus tipo C (Gatti-Assandri, 2007). Su importancia radica en las limitaciones que ocasiona para la exportación de ganado, semen y embriones con la consecuentes pérdidas económicas directas e indirectas sobre la ganadería (Nava *et al.*, 2011). La prueba de inmunoensayo enzimática ELISA se utiliza para la detección de esta enfermedad (Macarthur, 2005). La falta de datos de la prevalencia de una enfermedad repercute negativamente, ya que no se puede cuantificar el impacto que esta tiene en los sistemas productivos y menos tomar decisiones para su control y su eventual erradicación (Harry-Birgel *et al.*, 2001). En este sentido, en Veracruz se desconoce la prevalencia de la leucosis enzoótica bovina. Por lo tanto el objetivo del presente estudio fue determinar la Seroprevalencia de la leucosis enzoótica Bovina en siete Municipios del estado de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Lugar de estudio y Localización. La investigación se realizó en los siguientes municipios del estado de Veracruz: Chicontepec, Tantima, Tamalín y Tantoyuca pertenecientes a la zona norte, Medellín de Bravo perteneciente a la zona centro y en los municipios de Hidalgotitlan y Las Choapas de la zona sur (Enciclopedia de los Municipios de México, 2012).

Estudio y Tamaño de Muestra. Se realizó un estudio observacional de tipo trasversal, el tamaño de muestra y los municipios fueron determinados mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia en el estado de Veracruz, el tamaño mínimo de muestras por municipio, se enlista en la Tabla 1.

Cuadro1. Municipios seleccionados y tamaño de muestra.

Municipios	Número de bovinos muestreados
Chicontepec	53
Tamalín	138
Tantíma	50
Tantoyuca	32
Medellín de Bravo	56
Hidalgotitlán	66
Las Choapas	49
Total	444

Muestreo serológico. Las muestras de sangre se obtuvieron por medio de punción de la vena coccígea. Las muestras fueron almacenadas y transportadas, a temperatura de refrigeración (4 °C), al laboratorio de C.E. La Posta para ser procesadas y posteriormente enviados al laboratorio de CENID- Microbiología Animal- INIFAP, Palo Alto, DF, México para realizar el diagnóstico mediante ELISA.

La técnica de ELISA fue efectuada de forma individual a los sueros en los cuales se detectaron los anticuerpos monoclonales específicos de la GP51 del virus de la leucosis enzoótica bovina.

Cálculo de seroprevalencia. La seroprevalencia general se determinó para la población total estudiada con la siguiente fórmula propuesta por Thrusfield, M. (1995):

$$\text{Prevalencia} = \text{No. de bovinos seropositivos} / \text{Total de bovinos muestreados}$$

La prevalencia por unidad de producción se determinó al considerar un rancho positivo cuando se encontró al menos un animal seropositivo, y se empleó la siguiente fórmula.

$$\text{Prevalencia} = \text{No. de ranchos seropositivos} / \text{No de ranchos muestreados}$$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prevalencia general. Una prevalencia general de leucosis enzoótica bovina en municipios del estado de Veracruz de 38.51%. Hidalgotitlán fue el que tuvo la menor prevalencia 6.12 % y Tamalín fue el que se observó la mayor prevalencia con 87.5 % (Cuadro 2)

Cuadro 2. Prevalencia general de leucosis enzoótica bovina en siete municipios del estado de Veracruz.

Municipio	Animales muestreados	No. de positivo	No. de negativo	Prevalencias %
Chicontepec	53	18	35	33.96
Tantoyuca	138	87	51	63.04
Tantima	50	16	34	32
Tamalin	32	28	4	87.5
Medellín	56	12	44	21.42
Las choapas	66	7	59	10.60
Hidalgotitlan	49	3	46	6.12
Total	444	171	273	38.51

Estudios realizados a nivel mundial (Grau *et al.*, 2010; Betancur *et al.*, 2008; Rama, 2009); han notificado prevalencias generales que oscilan entre 18 % a 49 %; por otra parte, en América, los índices de prevalencia reportados son de 34.7 % en Chile, 21 % en Colombia y de 20.5% en Uruguay. De acuerdo con los estudios realizados a nivel nacional, Cano-Celada (2011), notificó una prevalencia de 49.22 % en Chiapas; mientras que para la región norte del país, Chamizo (2005) reporta una prevalencia del 32 % en el estado de Baja California; Mora-García, (2004) encontró prevalencias de 18 % y 35 % en los estados de Tamaulipas y Coahuila respectivamente. Por otra parte, se pudo observar que la prevalencia obtenida en este estudio (38.51%) supera a la mayoría de estudios realizados en el país (Cano-Celada, 2011; Chamizo, 2005; Mora-García, 2004); sin embargo, estos resultados pueden deberse a la variación entre los sistemas de producción estudiados o debido a que son distintas zonas geográficas las muestreadas.

Prevalencia de leucosis enzoótica bovina por unidad de producción por municipio. En el cuadro 3 se pueden apreciar las seroprevalencias encontradas en las 25 Unidades de producción (UP) muestreadas, La mayor prevalencia se observó en los municipios de Chicontepec, Tantima y Tamalin (100%) y la menor prevalencia resultó en municipios de Medellín de Bravo y las Chopas (50%).

Cuadro 3. Prevalencia por UP de Leucosis Enzoótica Bovina en 7 Municipio del Estado de Veracruz.

Municipios	UP	Positivos	Negativos	Prevalencia %
Chicontepec	3	3	0	100
Tantoyuca	5	4	1	80
Tantima	3	3	0	100
Tamalin	1	1	0	100
Medellín	2	1	1	50
Las choapas	6	3	3	50
Hidalgotitlán	5	3	2	60
Total	25	18	7	72%

Alfonso (1998) reportó una seroprevalencia de 45.28% en la región de la Sabana de Bogotá, Ubaté y Chiquinquirá Valles, las principales zonas lecheras de Colombia; Olivera 2001, en un estudio en animales de la cuenca de Perú halló una seroprevalencia a nivel de hatos 14.6%. En Canadá, en un estudio seroepidemiológico, se encontró una tasa de infección predial de

19.7% (Hernández, 2003). Ronald (2012) encontró una seroprevalencia de 32.8% a nivel de hato en Michigan, E.U; Mientras tanto Delgado (2009) reporto una seroprevalencia de 25.9 % en rebaños pertenecientes a la Habana, Cuba.

CONCLUSIONES

Se concluye que existe una seroprevalencia de 38.51% a leucosis enzoótica bovina en los siete Municipios estudiados del estado de Veracruz.

REFERENCIAS

- Alfonso, I, Almansa, JE, Barrera, JC. 1998. Prevalencia serológica y evaluación de los factores de riesgos de la leucosis bovina enzoótica en la Sabana de Bogotá y los Valles de Ubaté y de Chiquinquirá, Colombia. *Rev. Sci Tech.* 727-732.
- Betancur, C., Rodas, J. 2008. Seroprevalencia del virus de la leucosis viral bovina en animales con trastornos reproductivos de montería. *REV. MVZ. CORDOBA.* Vol.: 13
- Chamizo E. 2005. Leucosis Bovina Enzoótica: Revisión. *Rev. Electrónica de veterinaria. REDVET;* vol. VI. N° 7.
- Monroy, J., Trigo, F., De aluja, A., García, R. M. 1993. Estudio comparativo entre las pruebas de ELISA e inmunodifusión en el diagnóstico de la Leucosis Enzoótica Bovina. Departamento de Patología, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de México. 04510, México, D.F.

COMPARACIÓN DE RESPUESTAS FISIOLÓGICAS, PRODUCTIVAS Y DE ESTRÉS OXIDATIVO DE VACAS HOLSTEIN LACTANTES EN VERANO E INVIERNO EN EL VALLE DE MEXICALI, B.C.

F. Anzures-Olvera¹, U. Macías-Cruz¹, F.D. Alvarez-Valenzuela¹, A. Correa-Calderón¹, R. Díaz-Molina¹, J.A. Hernández-Rivera² y L. Avendaño-Reyes^{1*}

¹ ICA, Universidad Autónoma de Baja California. ² FMVZ, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca

*E-mail: lar62@hotmail.com

RESUMEN

Con el propósito de medir y comparar constantes fisiológicas y productivas de vacas Holstein en verano e invierno en una zona árida, se seleccionaron aleatoriamente 40 vacas lactantes que tuvieran entre 2 y 3 partos y entre 100 y 150 d en leche en un mes representativo de cada época del año (n=20/época). La información se analizó mediante análisis de varianza. Las temperaturas de la piel en costado derecho, nalga, ubre y cabeza, así como la de la leche fueron alrededor de 10°C más altas (P<0.05) en verano que en invierno. La tasa respiratoria fue más de dos veces en verano que en invierno, mientras que la temperatura rectal alcanzó 1.6°C más en verano. Las concentraciones de colesterol, estado antioxidante total (TAS) y índice de estrés oxidativo (OSI) fueron menores (P<0.05) en verano en relación al invierno, mientras que la glucosa y estado oxidante total (TOS) fueron mayores (P<0.05) en verano que en invierno. La producción de leche se redujo en más de la mitad (P<0.05) en verano, y se observaron reducciones importantes en la producción de energía en leche y producción de leche ajustada a 3.5% de grasa. Los porcentajes de grasa y proteína en leche fueron mayores (P<0.05) en verano que en invierno. Se concluye que el efecto del estrés por calor en verano es evidente, lo que hace necesario utilizar innovaciones ambientales para reducir el impacto negativo de las altas temperaturas.

Palabras clave: Estrés calórico, ganado lechero, capacidad antioxidante.

INTRODUCCIÓN

Se ha informado que el estrés por calor induce la producción de radicales libres derivados del oxígeno, resultando en algunos de los efectos deletéreos como son alta tasa respiratoria y temperatura corporal, bajo consumo de alimento, aumento de problemas metabólicos y una reducción en los parámetros productivos y reproductivos (Bernabucci *et al.*, 2005; Castillo *et al.*, 2005). La alteración de la capacidad antioxidante durante la lactancia en vacas lecheras fue señalada por Castillo *et al.* (2006), demostrando que el nivel de estrés, como marcador oxidativo en plasma, mantiene valores altos durante la lactancia temprana, aunque con grandes variaciones interindividuales. Resulta importante determinar la capacidad oxidativa y antioxidativa en ganado lechero, como una posible causa de una cascada de efectos asociados al estrés por calor (Vazquez-Anon *et al.*, 2008). El objetivo del presente estudio fue comparar, verano e invierno, distintas variables fisiológicas, productivas y relacionadas con el estrés oxidativo en vacas lecheras Holstein lactantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el establo comercial “Magaña”, ubicado en el ejido Morelia, Valle de Mexicali, Baja California. La región presenta un clima árido, siendo la temperatura máxima de 52 °C en verano y mínima de -6 °C en invierno, con precipitación media anual de 86 mm (García, 1987). El establo cuenta con 400 vacas en producción y corrales lotificados de acuerdo al nivel productivo de las vacas. Se proporciona alimento concentrado comercial y por separado el heno de alfalfa. Se utilizaron dos grupos de 20 vacas Holstein por época durante 2011, es decir, 20 vacas en verano y 20 en invierno. Fueron vacas multíparas (entre 2 a 3 partos) y con 100 a 150 d en leche. Para el muestreo se eligieron los meses de Julio y Febrero, una semana por mes. Dentro de los indicadores fisiológicos se tomaron temperaturas de la superficie de la piel en: ubre, nalga, costado derecho y cabeza, usando una pistola de luz infrarrojo (Raytec®). También se colectó la temperatura rectal con un termómetro electrónico, la frecuencia respiratoria contando el número de movimientos en el espacio intercostal y la condición corporal (CC). Se colectaron muestras de sangre en tubos vacutainer de 10 ml por punción de la vena coccígea para determinar por medio de ELISA los niveles de glucosa, triglicéridos y colesterol. También se determinó el estado oxidante total (Total Oxidant Status, TOS) y el estado antioxidante total (Total Antioxidant Status, TAS) utilizando el método de medición colorimétrico automatizado (Erel, 2005). La relación de TOS/TAS fue considerada como el índice de estrés oxidativo (Oxidative Stress Index, OSI). En variables productivas, se midió producción de leche y los componentes porcentaje de grasa y proteína, conteo de células somáticas, sólidos totales no grasos y temperatura de la leche. Se registró la temperatura y humedad ambiental en el área de estudio diariamente. Estos valores climáticos se utilizaron para calcular el índice temperatura-humedad (ITH). Se realizó un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar usando el PROC GLM del programa SAS (SAS, 2004). Se manejó un nivel de error del 5%.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En invierno se registró humedad relativa de 36.1%, temperatura ambiente de 14.4°C e ITH de 58.3 unidades, mientras que en verano fueron 32.4%, 36.5°C y 83.3 unidades respectivamente. Esta información climática sugiere que mientras que en invierno las vacas se encontraban dentro de su zona termoneutral y en condiciones óptimas para la producción de leche, en verano se encontraron bajo estrés calórico severo, ya que la vaca lechera Holstein empieza a sufrir las consecuencias del calor cuando el ITH sobrepasa 70 unidades (Bernabucci *et al.*, 2010). El Cuadro 1 muestra los promedios de variables de respuesta en el presente estudio. En general, se observa que prácticamente todos los estimadores fueron afectados por las altas temperaturas. Yousef (1985) señala que la tasa de respiratoria bajo condiciones termoneutrales es entre 40 y 55 respiraciones/min, mientras que en el presente estudio fue más de 100 respiraciones/min en verano. El aumento de la temperatura corporal y tasa respiratoria son mecanismos normales por los que las vacas disipan el calor para mantener la termorregulación en condiciones ambientales cálidas, siendo 38.5°C la temperatura corporal considerada normal en bovinos (West, 2003). En este estudio, este valor no pudo ser mantenido durante las vacas en verano, ya que su promedio alcanzó 40°C. Mientras que el nivel de glucosa fue mayor ($P<0.01$) en verano que en invierno, triglicéridos y colesterol fueron superiores ($P<0.01$) en invierno que en verano. El estatus oxidativo total (TOS) fue mayor ($P<0.01$) en verano que en invierno, mientras que el estatus antioxidante total (TAS) y el índice de estrés oxidativo (IOS) fueron significativamente mayores en verano ($P<0.01$) que en invierno. La producción de leche y sus variables asociadas, FCM y MEO, fueron también superiores en invierno sobre el verano. El mayor nivel de glucosa observado en verano se relaciona con una menor producción de leche, lo que provoca un aumento

en los niveles de glucosa en sangre. El mayor TOS en verano sugiere que el estrés calórico causó un aumento en la generación de especies reactivas al oxígeno (ROS), que normalmente son neutralizadas por los sistemas enzimáticos y no enzimáticos de los organismos. El mayor status antioxidante total en invierno sugiere que las condiciones ambientales de esta época resultan en una menor generación de ROS en ganado lechero en producción. Estos resultados produjeron un índice oxidativo total más alto en verano en relación al invierno.

Cuadro 1. Respuestas fisiológicas, productivas y de estrés oxidativo por época del año en vacas lecheras lactantes (media \pm SD).

VARIABLE	ÉPOCA		
	INVIERNO	VERANO	Valor P
TNALGA (°C)	27.14 \pm 0.32	36.38 \pm 0.27	< .0001
TCOSTDER (°C)	27.34 \pm 0.36	36.23 \pm 0.31	< .0001
TUBRE (°C)	27.62 \pm 0.32	36.40 \pm 0.27	< .0001
TCAB (°C)	26.74 \pm 0.24	36.25 \pm 0.21	< .0001
FRESP (respiraciones/minuto)	47.74 \pm 1.05	106.87 \pm 0.9	< .0001
TRECT (°C)	38.39 \pm 0.06	40.02 \pm 0.05	< .0001
CC (unidades)	3.54 \pm 0.05	3.49 \pm 0.04	0.4317
GRASA (%)	3.24 \pm 0.14	3.97 \pm 0.12	0.0003
SGT (%)	9.23 \pm 0.08	9.41 \pm 0.07	0.0977
PC (%)	3.48 \pm 0.03	3.57 \pm 0.03	0.0337
TLECHE (°C)	24.69 \pm 0.36	33.08 \pm 0.31	< .0001
CCS (Células/ml)	242.12 \pm 160.6	467.08 \pm 138.05	0.2948
TCCS (logaritmo CCS)	4.39 \pm 0.32	5.32 \pm 0.28	0.0358
PROD (kg/d)	34.07 \pm 1.01	15.96 \pm 0.87	< .0001
FCM al 3.5 %	31.47 \pm 1.30	18.07 \pm 1.12	< .0001
MEO (Mcal/d)	23.51 \pm 0.76	12.13 \pm 0.65	< .0001
GLU (mg/dL)	51.70 \pm 0.95	56.09 \pm 0.81	0.0012
TRIG (mg/dL)	49.53 \pm 4.69	41.35 \pm 4.03	0.1941
COL (mg/dL)	268.53 \pm 8.40	186.0 \pm 7.22	< .0001
TOS (μ mol H ₂ O ₂ Eq/L)	4.62 \pm 0.28	4.94 \pm 0.24	0.3885
TAS (μ mol Trolox Eq/L)	685.35 \pm 23.2	489.65 \pm 19.95	< .0001
IEO	0.69 \pm 0.05	1.02 \pm 0.05	< .0001

TNALGA= Temperatura de la nalga, **TCOSTDER**= Temperatura del costado derecho, **TUBRE**= Temperatura de la ubre, **TCAB**= Temperatura de la cabeza, **FRESP**= Frecuencia Respiratoria, **TRECT**= Temperatura Rectal, **CC**= Condición Corporal, **GRASA**= Grasa de la leche, **SGT**=Sólidos grasos totales, **PC**= Proteína, **TLECHE**= Temperatura de la Leche, **CCS**= Conteo de células somáticas, **TCCS**= Transformación logarítmica de CCS, **PROD**= Producción total, **FCM**= Producción de leche ajustada al 3.5% de grasa, **MEO**= Producción de energía en leche, **GLU**= Glucosa, **TRIG**= Triglicéridos, **COL**= Colesterol, **TOS**= Status oxidante total, **TAS**= Status antioxidante total, **IEO**=Índice de estrés Oxidativo.

CONCLUSIONES

Es evidente que el estrés por calor en verano causa efectos negativos en la fisiología y productividad de las vacas lecheras Holstein. Esto indica la importancia de suplementar compuestos antioxidantes en verano a vacas lecheras en lactancia en combinación con estrategias

ambientales para evitar la drástica caída en producción de leche durante los meses de altas temperaturas.

REFERENCIAS

- Bernabucci, U., Ronchi, B., Lacetera, N. 2005. Influence of body condition score on relationships between metabolic status and oxidative stress in periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 88:2017-2026.
- Bernabucci, U., Lacetera, N., Baumgard, L.H., Rhoads, R.P., Ronchi, B., Nardone, A. 2010. Metabolic and hormonal acclimation to heat stress in domesticated ruminants. *animal* 4:1167–1183.
- Castillo, C., Hernández, J., Bravo A., Alonso-López, M., Pereira, V., Benedito, J.L. 2005. Oxidative status during late pregnancy and early lactation in dairy cows. *Vet. J.* 169:286-292.
- Castillo, C., Hernández, J., Valverde, I., Pereira, V., Sotillo, J., Alonso-López, M., Benedito, J.L. 2006. Plasma malonaldehyde (MDA) and total antioxidant status (TAS) during lactation in dairy cows. *Res Vet Sci.* 80, 133-139.
- Erel, O. 2005: A new automated colorimetric method for measuring total oxidant status. *Clin Biochem* 38:1103-1111.
- García, E. 1985. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koeppen. 3ra. Edición, México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México.
- SAS, 2004. SAS/STAT Guide for personal computers. Release 9.2. Cary, N.C., USA. SAS Institute Inc.
- Vazques-Anon, M., J. Nocek, G. Bowman, T. Hampton, C. Atwell, P. Vazquez, and T. Jenkins. 2008. Effects of feeding a dietary antioxidant in diets with oxidized fat on lactation performance and antioxidant status of the cow. *J. Dairy Sci.* 91: 3165-3172.
- West, J.C., 2003. Effects of heat stress on production in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 86:2131–2144.
- Yousef, M.K. 1985. Stress physiology in livestock. In: Yousef, M.K. (Ed.) *Basic Principles*, Vol. 1. CRC Press. Boca Raton, FL, USA.

INFERENCIA EN LA CALIDAD DE LA CARNE POR EFECTO DEL TIEMPO DE TRANSPORTE Y DEL SEXO

P. Sánchez Aparicio¹, C. Salvador Flores Peinado², P. Mora Medina², A. Luna Blasio¹, A. Córdova Izquierdo³, M. Bernardo Clemente^{3*}, G. Gerardo Vera y Cuspinera³

¹ *Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex.* ² *Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM*. ³ *División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco*
E-mail: pedrosanchezaparicio0@gmail.com

RESUMEN

Previo al sacrificio, todos los factores que están relacionados al transporte de los cerdos influyen decisivamente sobre la calidad y cantidad de la carne. El objetivo del presente estudio, tuvo como finalidad evaluar el efecto del tiempo de transporte y del sexo sobre el descenso del *pH* de canales de porcinos transportados con diferentes tiempos (8 vs 16 h). Se evaluaron 714 cerdos de ambos sexos desde el transporte al sacrificio, en dos grupos con 4 tratamientos: 8 y 16 hrs de transporte, cada uno con ocho hrs de reposo a su llegada al rastro. Los resultados señalan que conforme se incrementaron las horas de transporte aumentó el porcentaje de traumatismos en los animales, siendo mayor su presencia en machos. Las correlaciones más significativas que se observaron corresponden al peso vivo (PV) a la llegada en rastro, que se correlacionó positivamente con el peso vivo al sacrificio (PVS, 0.96) y peso de la canal caliente (PCC, 0.70). La duración del transporte influyó significativamente ($p < 0.05$) sobre el peso vivo ganado durante la estancia en reposo; los porcentajes de ganancia de peso fueron de 0.05, 0.78 y 1.15%, para los tratamientos 1, 2 y 3, respectivamente. El porcentaje de mermas transporte-sacrificio fue de 2.7, 4.3 y 6.8%, para cada uno de los tratamientos. El transporte por períodos relativamente cortos incrementó de manera significativa la incidencia de *pH* por abajo del normal (16.6% de los cerdos transportados durante 8 hrs). Se recomienda que los recorridos de la granja al rastro sean menores a 24 hrs para mejorar la calidad de la canal y el bienestar del animal en tránsito.

Palabras clave: Merma, rendimiento, canal, porcino.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la carne de cerdo tiene un consumo significativo a nivel mundial por tanto, es importante conocer cuáles son las causas que dan origen a la aparición de carne defectuosa: Pálida, Suave y Exudativa (PSE) y Oscura. La carne PSE posee características indeseables en el color y ejerce efectos sobre la capacidad de retención de agua, terneza o suavidad, *pH* de la carne y de la canal, entre otras, mismas que conllevan a pérdidas económicas por disminuciones de los rendimientos en la canal, descensos de categorías, tipificaciones de canales poco óptimas y limitaciones en el uso de la carne por su “calidad inadecuada”.

El *pH* de la canal a los 45 minutos post-mortem (*pH*₄₅) permite evaluar la calidad de la canal después de la matanza, éste tiene una influencia particular en las características de la calidad sensorial y en las propiedades al procesamiento de la carne, (Flores-Peinado, 2009). Si la caída del *pH* es acelerada y está acompañada de un exceso de calor corporal (>40°C), existe alta probabilidad de obtener carne PSE. La evolución del *pH* de la carne, se inicia a partir del *pH* del músculo, que en cerdos vivos es muy cercano a 7.0 (Mota *et al.*, 2006). Sin embargo, después del

sacrificio el músculo pierde el aporte de oxígeno y nutrientes, por lo que trata de mantener su integridad disipando sus propias reservas energéticas y sufriendo cambios en sus propiedades durante la etapa post-mortem (*rigor mortis*), las cuales dependerán de las condiciones ante-mortem como: transporte, estrés, ayuno, método de aturdimiento, disponibilidad de glucógeno y producción de ácido láctico, entre otros (Flores-Peinado, 2006). Es por eso que el presente estudio tiene como finalidad evaluar el efecto del tiempo de transporte y del sexo sobre el descenso del *pH* de canales de porcinos transportados con diferentes tiempos (8 vs 16 h).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se incluyeron en el experimento dos periodos de transporte. Se utilizaron 470 porcinos (machos castrados y hembras) yorkshire-landrace, procedentes de Jalisco y Monterrey. El transporte de animales se realizó utilizando dos tráileres de transporte para ganado porcino, con características y capacidad similares (tráiler). En el cuadro 1 se observa la cantidad de grupos incluidos en el estudio así como la formación de los tratamientos y el número de animales.

Cuadro 1. Diseño experimental.

	GRUPO 1 (8 horas de transporte)		GRUPO 2 (16 horas de transporte)	
	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4
Sexo	Hembras	Machos	Hembras	Machos
Numero de animales	135	98	115	123

Después del proceso de sacrificio, se identificaron las canales de acuerdo al orden en la línea de matanza a fin de realizar el muestreo de temperatura (TC_{45}) y *pH* en la canal a los 45 min post-mortem (pH_{45}). Ambas mediciones se realizaron en el músculo *Longissimus dorsi* (área del ojo del lomo), específicamente del lado derecho de la canal, a la altura de la décima y onceava costilla. Para las mediciones de pH_{45} , se utilizó un Potenciómetro Hanna Instruments (Penetration *pH* electrode, membrana pHmeter. 115V/60Hz), con respecto a la temperatura se empleó un Termómetro Digital Citizen (CT561C/F). Para observar el efecto del tiempo de transporte en el grado de acidez de la carne, se separaron las canales en tres rangos: *pH* menor de 5.7 (carne con mayor probabilidad a ser PSE), *pH* 5.8 a 6.2 (rango normal de la carne) y *pH* mayor de 6.3 (carne con altas probabilidades de ser DFD). Para determinar diferencias significativas entre medias de tratamientos, se utilizó la prueba de Tukey ($P < 0.05$). Las pruebas de Mann-Whitney-U y ANDEVA se realizaron con StatsDirect 2.4.5 (StatsDirect Ltd., Cheshire, United Kingdom).

RESULTADOS

El peso vivo (PV) de los animales a la llegada no se vio afectado por el tiempo de traslado. Sin embargo, se observó la influencia del sexo sobre el PV, apreciando que el peso de los machos es estadísticamente diferente al peso de las hembras. En relación al peso de la canal caliente, no se observó efectos de la duración del transporte sobre el peso de la misma. Aunque en términos de rendimiento de la canal, se observó que el mejor rendimiento fue con el periodo de transporte más corto (G_1) (Cuadro 2).

El PV de los animales a la salida fue mayor en los machos respecto a las hembras. Latorre *et al.* (2008), reportaron hallazgos similares al observar en porcinos de la misma edad, un mayor peso al sacrificio en los machos respecto a las hembras (134.3 vs. 128.8). Piao *et al.* (2004) indicaron

que esta tendencia puede deberse al incremento en el consumo de alimento, siendo mayor el consumo en el macho que en la hembra (200 g/d machos vs. 120 g/d hembras).

El PV de los animales de ambos sexos a la llegada en rastro resulto ser menor en aproximadamente 6% respecto al PV registrado a la salida en granja. Becerril *et al.* (2009) señalan que durante el transporte pueden registrarse notables mermas en el peso final de la canal (2-7%) debido a una serie de alteraciones durante el transporte, carga y descarga. Schäfer *et al.* (2002) mencionan que la carencia de alimento y agua durante el transporte, vaciado del tracto gastrointestinal, perdida por orina y deshidratación reducen el PV en los animales.

Cuadro 2. Pesos de los animales previos a su salida en granja y arribo a la planta de sacrificio (Media y error estándar).

Variables	8 horas de transporte		16 horas de transporte	
	Tratamiento 1 H N: 135	Tratamiento 2 M N: 98	Tratamiento 3 H N: 115	Tratamiento 4M N: 123
	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM	Med ± EEM
P.V.S* (Kg)	87.24 ± 0.02 ^B	90.00 ± 0.08 ^A	88.16 ± 0.12 ^B	90.12 ± 0.01 ^A
P.V.II** (kg)	82.01 ± 0.1 ^B	84.06 ± 0.09 ^A	82.88 ± 0.02 ^B	84.72 ± 0.10 ^A
PCC*** (kg)	76.13 ± 0.11 ^B	76.09 ± 0.09 ^B	75.80 ± 0.11 ^B	75.57 ± 0.09 ^B
R C**** (%)	81.60 ± 0.01 ^A	81.41 ± 0.03 ^A	78.79 ± 0.06 ^B	77.19 ± 0.07 ^C

^{A, B, C} En la misma fila son estadísticamente diferentes, Tukey ($P < 0.05$). H: hembra, M: macho. N: número de cerdos observados. P.V.: peso vivo.

En relación al peso de la canal caliente, no se hallaron diferencias estadísticas entre sexos. Sin embargo, Latorre *et al.* (2008) reportaron para la misma variable diferencias significativas, resaltando que el peso de la canal caliente es mayor en los machos que en las hembras (105.6 vs. 100.8), indicando que los machos produjeron canales más pesadas que las hembras, esto debido a la diferencia en el peso al sacrificio.

Respecto al *pH* de la canal caliente, se registró en ambos grupos que el porcentaje de canales con un *pH* bajo es muy similar y no sobrepasa el 20%. García (2008), menciona que la genética de los animales previo al sacrificio puede provocar un desarrollo anormal del proceso de la caída del *pH* muscular después del sacrificio, lo que conlleva a la alteración de la carne (carne PSE). En el G_1 hubo un mayor porcentaje de canales clasificadas como normales respecto al G_2 , cabe señalar que las canales de las hembras (T_1 , T_4) presentaron una mejor calidad de la canal respecto a los machos. García (2008), quien estudió la variación del *pH* en la canal de 446 cerdos sacrificados con diferentes sistemas, concluyó que el sexo influye en el valor final del *pH*. En la presente investigación, se obtuvo un menor porcentaje de canales clasificadas con *pH* normal en los cerdos transportados por 16 h (G_2) respecto a aquellos transportados por 8 h (G_1). Los resultados indican que los periodos de transporte prolongados, alteran la calidad de la canal, debido a la movilización de las reservas energéticas derivado de un proceso de estrés de tipo crónico. El mayor porcentaje (61.7%) de canales con *pH* alto ($pH > 6.3$) se registró en los cerdos machos transportados por 16 h (T_4). Al respecto, Gallo *et al.* (2003), mencionan que las carnes DFD poseen un *pH* elevado y bajo contenido de glucógeno en la carne debido a que los animales han sido sometidos a un estrés prolongado o crónico que origina glucólisis pos-mortem limitada con un escaso descenso del *pH*. Esto confirma que las carnes DFD aumentan en casos de ayuno y transporte prolongados, tal y como ocurrió en los animales incluidos en el G_2 .

CONCLUSIONES

Las hembras toleran en mayor grado el proceso de estrés que se genera desde la carga, transporte y descarga de los animales destinados al abasto. Por tanto, su carne es de mejor calidad respecto a los machos castrados. Se recomienda que las cerdas sean incluidas en mayor proporción en los sistemas de engorda. Se sugiere evitar transportar cerdos machos con periodos de tiempo de 16 h o superiores, ya que su rendimiento en canal disminuye.

REFERENCIAS

- Becerril, M., Mota, D., Guerrero, I., Schunemann, A., Lemus, C., Gonzalez, M., Ramirez, R., Alonso, M. 2009. Aspectos Relevantes del bienestar del Cerdo en Tránsito. *Vet. Méx.* 40:(3).
- Flores-Peinado, S. C. 2009. Efecto del periodo de ayuno y método de aturdimiento sobre el Bienestar y características físico-químicas de la carne de conejo. Tesis de Maestría. FESC UNAM. México.
- Gallo, C., Lizondo, G., Knowles, T. G. 2003. Effects of journey and lairage time on steers transported to slaughter in Chile. *Vet. Rec.* 152(12):361-364.
- García, M. 2008. Duración del transporte previo al sacrificio en porcino. Efecto sobre parámetros Indicadores de estrés. (Tesis de Licenciatura- Universidad Politécnica de Cartagena. [En línea] <http://repositorio.bib.upct.es/dspace/bitstream/10317/452/1/pfc2648.pdf>
- Latorre, M. A., García, B. E., Ariño, L. 2008. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). *Anim. Sci.* 86:1933-1942.
- Mota R. D; Becerril H. M; Lemus C; Sánchez P; González M; Olmos A. S; Ramírez R. & Spilsbury M. (2006). Effect of different periods of transport on pre – and post slaughter indicators which affect pigs meat quality. *Meat Sci.* 73: 404-412.
- Piao, J. R., J. Z. Tian, B. G. Kim, Y. I. Choi, Y. Y. Kim, and I. K. Han. 2004. Effects of sex and market weight on growth performance, carcass characteristics, and pork quality of market hogs. Asian-australas. *J. Anim. Sci.* 10:1452–1458.
- SAS Institute, Inc. 1997 Versión 6.12. Cary, North Carolina, U.S.A.
- Schaefer, A. L., Jones, S. D. M., Stanley, R. W. 1997. The use of electrolyte solutions for reducing transport stress. *J. Anim. Sci.* 75:258-265.

ESTIMATION OF DIAGNOSTIC TEST SENSITIVITY AND SPECIFICITY FOR *Toxoplasma gondii* IN CATS IN THE ABSENCE OF A GOLD STANDARD

J. Segura Correa, A. Ortega-Pacheco, M. Jiménez-Coello

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán, km 15.5 carretera Mérida-Xmatkuil. Mérida, Yucatán, México.

E-mail:jose.segura52@hotmail.com

ABSTRACT

The objective was to estimate the sensitivity (Se) and specificity (Sp) of an ELISA and a PCR test for *T. gondii* in cats using non-informative and informative prior distributions under a Bayesian approach. Information was obtained from a cross-sectional study performed in cats of Merida Yucatan. The population of interest was domiciled cats (*Felis silvestris catus*) of any race or sex, older than 3 months of age. Blood samples (3 mL) were collected from the jugular vein of the cat and deposited in two Vacutainer tubes with and without anticoagulant. Two latent models that assume independence on infection status between tests were used. The first model included non-informative and the second informative prior distributions. The models were designed to estimate Se and Sp of the two diagnostic tests using data from one population in the absence of a gold test. In both models, the Se and Sp modes for the indirect-ELISA and PCR tests were all estimated to be 95% and 95% sure of being greater than 90%. The prevalence of *T. gondii* infection used was 90% and 95% sure that it was greater than 85%. Posterior distributions were obtained with Markov Chain Monte Carlo method employing the Gibbs sampler. Estimates were generated from 100,000 iterations after eliminating the first 500 iterations. The Se (94.2%) and Sp (93.8%) of the indirect ELISA test obtained in the current study, under the informative model, were slightly lower than the 95% prior values used in the Bayesian model. The use of informative priors improved the Sp of the PCR test; therefore parameter estimates were sensible to the use of prior values.

Key words: Bayesian approach, ELISA, PCR,

INTRODUCTION

Toxoplasmosis is a worldwide zoonotic infection of warm-blooded animals caused by the protozoan *Toxoplasma gondii*. This single-celled parasite can cause congenital toxoplasmosis in fetuses and abortions in farm livestock and other domestic animals (Dubey 2008). The diagnosis of *T. gondii* infection can be established in many ways such as by isolation of the parasite, histological examination, serological tests, or polymerase chain reaction (PCR). Biological diagnosis generally relies upon serological examination and direct detection of the protozoan by inoculation of laboratory animals. Serological tests are used for detection of infected animals because they are inexpensive and results can be obtained rapidly. PCR diagnosis of *T. gondii* infection still remains unsatisfactory because PCR-toxoplasma assays have not yet reached a high level of sensitivity, and are limited due to expensive equipment and long reaction time periods. Furthermore, even though Se and Sp of the diagnostic test are reported for some diagnosis tests, these parameters may change because of the environmental conditions in the laboratory and in some case they are not properly validated.

Accurate and reliable diagnosis tests are essential for the detection, surveillance and control of infections in intermediate hosts and to minimize the risk of human and animal infection. Also,

evaluation of the accuracy of diagnostic tests should be based on representative field samples from naturally infected animals rather than experimental challenge studies alone. Use of appropriate field samples reduce inferential problems associated with the generalization of results from challenge studies and allows for the estimation of the sensitivity and specificity of the test under evaluation to those of a reference standard for a specific testing purpose. Bayesian latent-class statistical methods that do not require designation of a gold standard provide a flexible approach to estimate test accuracy and prevent the bias that occurs in estimates of sensitivity and specificity if the test under evaluation is compared with an imperfect reference standard. Bayesian approaches eliminate the needs of constraints by constructing a prior distribution over all unknown parameters and combining then to the data (through the likelihood function) to derive posterior distributions using Bayes's theorem. Bayesian results may be influenced by the prior distribution used. Our aim was to estimate the sensitivity and specificity of an ELISA and a PCR test for *T. gondii* in cats using non-informative and informative prior distributions under a Bayesian approach.

MATERIAL AND METHODS

A cross-sectional study was performed in cats of Merida Yucatan. The population of interest was domiciled cats (*Felis silvestris catus*) of any race or sex older than 3 months of age. Blood samples (3 mL) were collected from the jugular vein of the cat and deposited in two vacutainer® tubes with and without anticoagulant -the first sample was for the indirect-ELISA test and the second for the PCR test.

The presence of specific IgG antibodies against *T. gondii* was determined by an indirect-ELISA test (Human-GmbH, Wiesbaden, GER). The technique used anti- IgG cat antibodies labeled with horseradish peroxidase (HRP) (Santa Cruz Inc. CA, USA) on 96 well plate coated with sonicated parasite proteins from tachyzoites of *T. gondii*. Details of the ELISA test are given by (Castillo-Morales et al. 2012). According to the manufacturer the sensitivity (Se) and specificity (Sp) of the test were 99.2% and 96.1%, respectively.

DNA extraction was carried out with the commercial kit DNeasy Blood and Tissue (QIAGEN, Cat no. 69 506). The mean volume of DNA extraction from each cat was 100 µl, and samples were stored at -20° C until PCR analysis. The PCR test was performed as described by [Jalal et al. 2004]. Primers Tg1 (5'-AAAAATGTGGGAATGAAAGAG-3') and Tg2 (5'-ACGAATCAACGGAACTGTAAT-3') that amplify a fragment of 469 base pairs (bp) from the B1 gene of *T. gondii* were used. According to the manufacturer the sensitivity and specificity of the PCR test were 93.9% and 88.9%, respectively.

The Se and Sp of the indirect-ELISA and PCR assays were estimated using Bayesian approaches, which combined prior distribution information about a given parameter with observed data to obtain the posterior distribution of the parameter (i.e., prevalence, sensitivity, specificity). Two latent models that assume conditional independence on infection status between tests were used. The test results were considered independent as they measure different biological phenomenon (IgG and DNA). The first model included non-informative and the second informative prior distributions. The models were designed to estimate Se and Sp of the two diagnostic tests using data from one population in the absence of a gold standard. Prior information about test Se and Sp and prevalence of infection was quantified using beta (a, b) distributions. BetaBuster software was used to calculate beta distributions of the prevalence, Se and Sp of the indirect-ELISA and PCR tests. In both models, the Se and Sp modes for the indirect-ELISA and PCR tests were all estimated to be 95% and 95% sure of being greater than 90% (beta (99.7, 6.19)). In model 1 non-informative prior distributions (Beta (1, 1) were chosen for the PCR test; whereas, in model 2 the

non-informative prior distributions for PCR Se and Sp were changed to informative beta (a, b) distributions. The prevalence of *T. gondii* infection used was 90% (Castillo-Morales et al. 2012) and 95% sure that it was greater than 85% (beta (130.71, 15.41)). The prevalence estimation was included in the model to facilitate estimation of Se and Sp. Posterior distributions were obtained with Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method employing the Gibbs sampler, as implemented in the WinBUGS program (Lunn et al. 2000). Estimates were generated from 100,000 iterations after eliminating the first 500 iterations. Convergence for each model was assessed by visually checking time-series plots for each parameter.

RESULTS Y DISCUSSION

The Se and Sp of the ELISA and the Se of the PCR test calculate using informative or non informative prior beta distributions were statistically similar, as the 95% credible intervals of both models overlap. However the Sp of the models was different (Table 1).

The Se (94.2%) and Sp (93.8%) of the indirect ELISA test obtained in the current study, under the informative model, were slightly lower than the 95% prior values used in the Bayesian model. The Se was slightly higher and the Sp lower than the estimates (92.3% and 96.4%) reported by Dabritz et al. (2007) in cats from California. Also our estimates were lower than the Se and Sp reported by Gyorko et al. (2011) in Romania, using different models (range from 95.7% to 97.1% and 97.3% and 97.6%, respectively). The Se and Sp estimates were also lower than those provided by the manufacturer (99.2% and 96.1%) for the indirect ELISA test.

Table 1. Parameter estimates using non-informative and informative priors for indirect ELISA and PCR tests.

Node	Non-informative			Informative		
	2.5%	Median	97.5%	2.5%	Median	97.5%
Se ELISA	0.923	0.961	0.983	0.911	0.942	0.965
Sp ELISA	0.885	0.942	0.977	0.879	0.938	0.975
Se PCR	0.754	0.811	0.861	0.814	0.853	0.888
Sp PCR	0.092	0.346	0.719	0.880	0.939	0.976
Prevalence	0.889	0.924	0.953	0.912	0.942	0.964

The Se (81.1%) and the Sp (34.6%) of the PCR test estimated using prior non-informative distributions gave similar Se and Sp estimates for the PCR test than those estimated with the frequentist approach (81.2 and 27.8%; calculated by 2x2 contingency tables), and using the ELISA test as a gold standard. The lack of prior information represented by the non-informative prior distribution was expected to provide similar results to the frequentist approach, as evidenced by the Sp values. In theory, using frequentist or a non-informative Bayesian approaches should give similar results. An explanation of the low Sp of the PCR test, under the non-informative model, could be due to the DNA primer used by the PCR assay or caused by the high *T. gondii* prevalence (here obtained) that let to relatively few true negative results. If the prevalence in a population is high, the data will contain little information on specificity, since will not be many negative individuals on which to base the estimate. This justified the use of informative priors and an advantage for the use of the Bayesian approach.

The use of informative priors improved the Sp of the PCR test (Table 1); therefore parameter estimates were sensible to the use of prior values. The Sp obtained when using informative priors seems correct, because to assume that the Sp of the PCR test is, with a 95% confidence, superior

to 90% is adequate. This is the first study in Mexico that used PCR test to detect *T. gondii* in cats. Also studies that report Se and Sp of PCR test are rare, and most of them do not provide values for the parameters.

In conclusion, the use of informative priors provided better estimates of the Se and Sp of the ELISA and PCR tests. We considered that the estimates here given using informative priors are robust.

REFERENCES

- Castillo-Morales VJ, Acosta Viana KY, Guzmán-Marín ES, Jiménez-Coello M, Segura-Correa JC, Aguilar-Caballero AJ, Ortega-Pacheco A. 2012. Prevalence and risk factors of *Toxoplasma gondii* infection in domestic cats from the tropics of Mexico using serological and molecular tests. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*. Article ID 529108, 6 pages. doi:10.1155/2012/529108.
- Dabriz HA, Gardner IA, Miller MA, Lappin MR, Atwill ER, Packhan AE, Melli AC, Conrad PA. 2007. Evaluation of two *Toxoplasma gondii* serologic tests used in a serosurvey of domestic cats in California. *Journal of Parasitology* 93(4): 806-816.
- Dubey JP. 2008. The history of *Toxoplasma gondii*—the first 100 years. *J Eukaryot Microbiol*, 55:467-475.
- Gyorke A, Opsteegh M, Mircean V, Iovu A, Cozma V. 2011. *Toxoplasma gondii* in Romanian household cats: Evaluation of serological tests, epidemiology and risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 102:321-328.
- Jalal, S., Nord, C.E., Lappalainen, M. Evengard, B. 2004. Rapid and sensitive diagnosis of *Toxoplasma gondii* infections by PCR. *Clin. Microbiol. Infect.* 10: 937-939.
- Lunn DJ, Thomas A, Best N, Spiegelhalter D. 2000. WinBUGS 1.4.3 a Bayesian modeling framework: concepts, structure, and extensibility. *Stat Comp* 10: 325-337.

PREVALENCIA DE PARÁSITOS GASTROINTESTINALES EN BÚFALOS DE AGUA (*Bubalus bubalis*) EN DOS RANCHOS DE ACAYUCAN VERACRUZ

Ojeda-Robertos, N.F.^{1*}; Torres-Chablé, O.M.¹; Chay-Canul, A.J.¹; Luna-Palomera, C.¹; Peralta-Torres J. A.¹; Arieta-Román, R.J.²; Fernández-Figueroa, J.A.²; Liebano-Hernández, E.³

¹*División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carr. Villahermosa-Teapa, km 25, CP 86280. Villahermosa, Tabasco, México.*

²*Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km. 220, Col. Agrícola y Ganadera Michapan C.P. 96100 Acayucan, Veracruz, México.*³*Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria, INIFAP, Carretera Federal Cuernavaca-Cuautla, No. 8534, Col Progreso, Jiutepec, Morelos, México. E-mail: nojedar@hotmail.com*

RESUMEN

Se determinó la prevalencia de parásitos gastrointestinales y los géneros de nematodos en heces de búfalos de agua en dos ranchos del estado de Veracruz. Setenta y cinco muestras de heces obtenidas directamente del recto fueron evaluadas. La prevalencia de animales parasitados en ambos ranchos fue del 50 % (39/75). Los nematodos prevalentes fueron: *Strongyloidea spp*, *Strongyloides spp*, *Trichuris spp*, *Capilaria spp* y *Toxocara spp*, el cestodo *Moniezia spp* y protozoarios *Coccidia spp*. La prevalencia encontrada fue alta y la carga parasitaria varió entre animales y entre ranchos. Se encontraron animales poliparásitados.

Palabras clave: Nematodos, frecuencia, McMaster, coprocultivo.

INTRODUCCIÓN

Los parásitos gastrointestinales representan un problema de salud en los sistemas de producción donde se presenten, provocando pérdidas económicas e incluso muerte en los animales (Hoste *et al.*, 2010). Los búfalos no escapan a los efectos negativos de estos agentes etiológicos (Bilal *et al.*, 2009). El sistema de producción de búfalos es una alternativa de producción de carne y leche en los sistemas tropicales, sin embargo, a un falta conocer el comportamiento de las enfermedades que los afectan, debido a que son animales que no se encuentran en su medio natural, estos son más propensos a adquirir enfermedades, entre las más comunes, las parasitarias (Zabita *et al.*, 2007; Massodul *et al.*, 2011). Es importante conocer la prevalencia de los parásitos que afectan a los búfalos en todas sus etapas productivas y las variaciones a lo largo del año con el fin de controlar y prevenir los efectos negativos en el sistema de producción. El presente trabajo se realizó para determinar el tipo y la prevalencia de parásitos gastrointestinales que afectan a búfalos de agua del estado de Veracruz e identificar los géneros de nematodos gastrointestinales presentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El trabajo se realizó en dos ranchos ubicados en el Municipio de Acayucan, Veracruz. La población total de búfalos en el momento del muestreo en el rancho 1 fue de 500 animales (hembras y machos) y en el rancho 2 de 300 animales (hembras y crías de todas las edades).

Sistema de producción en los ranchos.

En el rancho 1 (ubicado en un “isla” con acceso al rancho por vía acuática), los animales son criados bajo el sistema de pastoreo extensivo, es importante recalcar que los potreros se encuentran rodeados de agua los búfalos se alimentan principalmente de plantas acuáticas y plantas nativas. En el rancho 2, los animales son mantenidos en condiciones de pastoreo extensivo, con la diferencia que en este rancho, no existen mantos de agua y los búfalos son manejados en condiciones similares a bovinos.

Muestreos

Se obtuvieron 75 muestras de heces directamente del recto, el muestreo se realizó al azar por conveniencia. El criterio de inclusión fueron animales que no habían sido desparasitados cuatro semanas antes, quedando de la siguiente manera: rancho 1: 50 hembras de entre 2 a 4 años de edad, rancho 2: 28 bucerros de menos de un año de edad. De cada animal se obtuvieron de 20 a 30 g de heces. Las muestras fueron conservadas en refrigeración (4 °C). Al mismo tiempo se observó la presencia de parásitos externos como garrapatas y moscas.

Procesamiento de muestras

Las heces fueron trasladadas y procesadas en el laboratorio de la Universidad Veracruzana, el mismo día de obtención. Se determinó el grado de parasitismo por medio de la técnica de McMaster (Rodríguez-Vivas y Cob-Galera, 2005). Se efectuaron coprocultivos individuales, para lo cual se utilizaron 7 g de heces por búfalo. Los coprocultivos en cajas de Petri fueron trasladados al CENID-PAVET, de Cuernavaca Morelos, donde completaron el periodo de incubación de 15 días y fueron mantenidos a temperatura ambiente. Después del periodo de incubación, las heces fueron puestas en el aparato de Baerman para cosechar las larvas infectantes de nematodos gastrointestinales. La identificación de las larvas infectantes se efectuó mediante la técnica descrita por Liebano *et al.* (2011) utilizando las claves y guías de identificación para nematodos gastrointestinales de rumiantes.

Cálculo de prevalencia

La prevalencia general se determinó para la población total estudiada con la siguiente fórmula propuesta por Thrusfield (1995), donde: $Prevalencia = \frac{\text{No. Total de búfalos positivos}}{\text{Total de búfalos muestreados}}$.

También se calculó la prevalencia total de parásitos y por unidad de producción; se determinó la prevalencia por género de nematodo gastrointestinal, en total y por rancho.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prevalencia total de parásitos gastrointestinales en ambos ranchos fue de 50% (39/75) (Cuadro 1). Considerando la época del año (mes noviembre) en la que se realizó el muestreo, es un alto porcentaje de animales parasitados. Existe factores que determinan la prevalencia de animales parasitados, entre los que se puede mencionar, la edad de los animales y el manejo (pastoreo o estabulados). Los búfalos del rancho 1, se encontraban bajo sistema extensivo y rodeados de agua, condición que posiblemente favoreció el establecimiento de los estadios libres de los parásitos y con esto la mayor capacidad infectante de la pradera, aunque el grupo de animales eran de más de dos años, la presencia de animales positivos a cuando menos a un tipo de parásito en el rancho 1 fue del 44% (22/50). Por otro lado en el rancho 2, se trabajaron animales jóvenes (menores de 1 año de edad) y se detectó una prevalencia de 61% (17/28). Cabe mencionar que los becerros fueron los animales con mayor poliparasitismo proporcionalmente y

condición corporal más baja. Otra observación fue que el 90 % de los bucerros estaban parasitados con garrapatas Ixodes, al momento del muestreo.

La familia Strongyloidea representó el 24% de los parásitos encontrados, lo que es similar a la reportada por Liu *et al.* (2009) en una provincia de China (66%), y por Cringoli *et al.* (2009) en Italia. En Pakistán, Bhutto *et al.* (2002) reportaron una prevalencia de 43% para nematodos gastroentéricos. Después de la familia strongyloidea, sigue Coccidias con 18%, *Moniezia spp* con 17%, *Strongyloides spp* con 6%, junto con *Trichuris spp* 6%, y luego *Capilaria spp* y *Toxocara spp* con 1%.

Cuadro 1. Número total y por rancho de búfalos positivos y prevalencia según tipo de parásitos gastrointestinales.

Rancho	n	Strongyloidea	Strongyloides spp	Coccidia spp	Trichuris spp	Moniezia spp	Capilaria spp	Toxocara spp
1	50	9 (10%)	0	4 (8%)	5 (10%)	7 (14%)	1 (2%)	1 (2%)
2	28	10 (36%)	5 (18%)	10 (36%)	0	6 (21%)	0	0
Total	78	19 (24%)	5 (6%)	14 (18%)	5 (6%)	13 (17%)	1 (1%)	1 (1%)

Los géneros de larvas infectantes de nematodos recuperadas de los coprocultivos variaron en cada rancho, lo que es de esperarse pues las especies presentes en cada unidad de producción pueden variar dependiendo las condiciones ambientales particulares de la región y del manejo (Bhutto *et al.*, 2002; Azam *et al.*, 2002; Cringoli *et al.*, 2009). En la Figura 1 se observa que *Oesophagostomum spp* tuvo la mayor prevalencia (50 %), seguido de *Ostertagia spp*, *Haemonchus spp* y *Cooperia spp*.

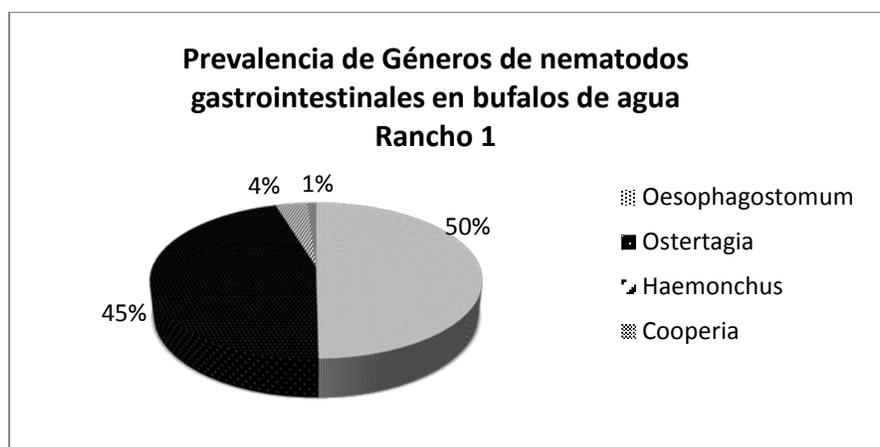


Figura 1. Géneros de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales recuperadas en coprocultivos individuales de animales positivos en el rancho 1.

En el rancho 2 (donde se muestrearon mayor número de crías), el género prevalente fue *Cooperia* spp (50 %) seguido por *Strongyloides*, *Haemonchus* spp y *Oesophagostomum* spp (Figura 2).

CONCLUSIÓN

Los búfalos de agua de la región perteneciente a Acayucan Veracruz, presentaron una prevalencia a parásitos del tracto gastrointestinal del 50 % (39/75). Se detectaron huevos de nematodos, Moniezia y ooquistes de Coccidas. Los géneros de nematodos identificados variaron por rancho. Es necesario realizar más estudios para conocer la presencia estacional y variación a lo largo del año de los principales parásitos gastrointestinales.

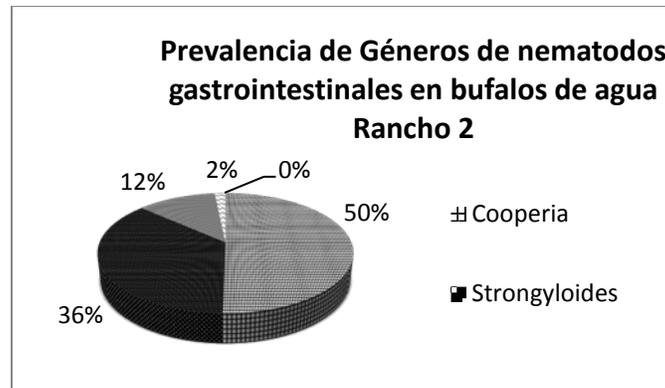


Figura 2. Géneros de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales recuperadas en coprocultivos individuales de animales positivos en el rancho.

REFERENCIAS

- Bilal, M.Q, A. Hameed and T. Ahmad (2009). Prevalence of gastrointestinal parasites in Buffalo and cow calves in rural áreas of Toba Teksingh, Pakistan. Thejournal of animal and plantsciences. 19 (2) 67:70
- Cringoli G., Musella V., Maurelli M. P., Morgoglione M. E., Santaniello A., Condoleo R., Guariglia I y Rinaldi L. (2009). Helminths and arthropoda in buffalo farms from the Lazio region (Italy). Veterinary Research Commun. 33 (Suppl. 1): 129-131.
- Bhutto B., Shariff P. M., Rind R y Hussain S. A. 2002. Prevalence of gastrointestinal helminthes in buffalo calves. Online Journal of Biological Sciences. 2 (1) 43-45.
- Hoste H., Sotiraki S., Landau S.Y., Jackson F., Beveridge, I. (2010). Goat-nematode interactions: think different. Trends in parasitology.26(8):376-81.
- Liebano H. E., López-Arellano M.E., Mendoza de Gives P., Aguilar-Marcelino L. (2011). Manual de diagnóstico para la identificación de larvas de nematodos gastrointestinales en rumiantes. Publicación especial no. 2. INIFAP. México. D.F. 49 p.
- Liu Y., Li F., Liu W., Dai R. S., Tan Y. M., He D. S., Lin R. Q y Zhu X. Q (2009). Prevalence of helminths in water buffaloes in Hunan Province, China. Trop. Anim. Health Prod. 41:543-546
- Masoodul H.,Chandra M.,Imtiaz A. (2011). Natural trematodeinfection in liver of waterbuffalo (Bubalusububalis): histopathologicalinvestigation. J. Parasit. Dis. 35 (1) 50:53
- Rodríguez-Vivas R.I.,Cob-Galera L.A. (2005). Técnicas diagnósticas en parasitología veterinaria. 2da edición. Ediciones Universidad Autónoma de Yucatán.
- Thrusfield, M. (1995). Epidemiología veterinaria. Ed. Acribia. Zaragoza, España.
- Zabita K.A., Khalid K., Gohar Z., Safeer U. and Qazi H. (2007).Prevalence of gastrointestinal nematode parasites of economicimportance in dairybuffaloes in Peshawar. Sarhad J. Agric. 23 (3)787:792.

RESISTENCIA ANTIHELMÍNTICA EN CABRAS BOER Y MURCIANO GRANADINA EN UN SISTEMA DE PRODUCCIÓN MIXTO EN SALTILLO COAHUILA, MÉXICO

F. Ruíz Zárate¹, R. Olivas Salazar¹, A. Anquino-Ozuna¹, R. Villaseñor Rámos¹, A.J. Aguilar-Caballero^{2*}.

¹Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División Ciencia Animal. Departamento de Nutrición Animal. Buenavista, Saltillo Coahuila. ²Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México. *Email: aguilarc@uady.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue determinar la resistencia antihelmíntica de NGI a la Ivermectina y el Closantel en un sistema de producción mixto de caprinos en zonas áridas en Saltillo, Coahuila, México. De un rebaño caprino con 168 cabras adultas de razas Boer y Murciano Granadina, se seleccionaron 42 cabras con cuentas de huevos de NGI iguales o mayores a 150 HPG. Se desarrolló el protocolo de determinación de la RA de acuerdo a los lineamientos de la WAAVP y se probaron dos antihelmínticos: Ivermectina y el Closantel. El porcentaje de reducción en la cuenta de HPG fue de 1 (0-46%) y 46 (68-97%) para la IVM y el Closantel respectivamente. A los 112 días postratamiento, en promedio las cabras tratadas con Closantel mantuvieron cuentas de HPG menores comparado con la IVM y el grupo control ($P < 0.05$). No se observó diferencia entre los grupos IVM y control ($P > 0.05$). Se concluye que en las zonas áridas de México ya existen cepas de NGI resistentes a Ivermectina y sospechosos al Closantel en un rebaño Caprino Mixto.

Palabras claves: HPG, Ivermectina, Closantel, zonas áridas

INTRODUCCIÓN

Los parásitos gastrointestinales (PGI) son una de las principales limitantes de la producción caprina bajo condiciones de pastoreo (Hoste *et al.*, 2005). En los caprinos, los PGI reducen en un 20-60% la ganancia diaria de peso y un 20% la producción de leche. En los últimos 30 años el control de los NGI se basó en el uso de drogas antihelmínticas (Aguilar-caballero *et al.*, 2009). Sin embargo su uso indiscriminado propició la aparición de cepas de NGI resistentes a dichas drogas (Jabbar *et al.*, 2006). Los factores de riesgo asociados a este fenómeno son: dosis empleada, eficacia de la droga, razón de uso, frecuencia de desparasitación y manejos zootécnicos. En México existen evidencias de este fenómeno en el sur y centro del país, pero no en las zonas áridas (Aguilar-caballero *et al.*, 2009). Además, los NGI y su control no han sido abordados en estas zonas del país. El objetivo del presente estudio determinar la resistencia antihelmíntica de NGI a la Ivermectina y el Closantel en un sistema de producción mixto de caprinos en zonas áridas en Saltillo, Coahuila, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se realizó durante los meses de agosto-diciembre de 2010 en las instalaciones de la Unidad de Producción Caprina de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (altitud: 25° 21' 14.19"N – 101° 01' 57.75"O, ubicada en Buenavista, Saltillo, Coahuila, con una altitud de 1770 msnm; con un régimen de lluvias entre el verano e invierno, una precipitación anual media de 303.9 mm y temperatura anual de 18 °C, (García, 1984).

El protocolo para la evaluación de la resistencia antihelmíntica se basó en los lineamientos de la WAAVP (Coles *et al.*, 1992). Se utilizaron 42 cabras adultas de raza Boer (41.16 kg PV) y Murciano Granadina (33.7 kg PV) de una población de 168 cabras. El criterio de inclusión fue que las cabras presentarán cuentas al menos de 150 HPG de NGI. Las cabras fueron distribuidas al azar en 3 grupos: a) control (n=15, 443.3 HPG), b) Ivermectina (n=15, 546.7 HPG) y c) Closantel (n=12, 445 HPG). El día cero las cabras fueron pesadas individualmente en una báscula (capacidad de 100 kg). Se tomaron muestras de heces directamente del recto en bolsa de polietileno y se identificaron. Las muestras fueron procesadas a través de la técnica de McMaster modificado para determinar la cuenta HPG de NGI en el laboratorio de Producción Animal de la UAANN (Rodríguez-Vivas *et al.*, 1994). Los grupos fueron tratados de acuerdo al tratamiento correspondiente. El grupo Ivermectina fueron desparasitados con Ivermectina a razón de 200 µg/kg PV subcutánea (*sc*), Ivomec® (*Laboratorio merial*). El grupo Closantel desparasitados con Closantel a razón de 10 mg/kg de PV *sc*, Closantil® 5% Solución Inyectable (*Laboratorio chinoin*). El grupo control fue tratado con solución salina fisiológica a razón de 0.2 ml/kg de PV. Cada animal fue pesado previo al tratamiento correspondiente. Cada 14 días hasta el día 112 se tomaron muestras de heces en los mismos animales y fueron procesados en el laboratorio a través de la técnica de McMaster Modificada. El día 14, se realizaron coprocultivos con heces de cabras que presentaron mayor conteo de HPG (en cada tratamiento) de acuerdo a Corticelly y Lai (1963). Los géneros se identificaron de acuerdo a su morfología (Corticelli y Lay, 1964). Los animales se alimentaron bajo pastoreo de praderas de *Kochia scoparia*, *Salsola ibérica* durante el verano, vegetación arbustiva, agavaceas y cactáceas; gramíneas como *Chloris gayana*, *Cynodon dactylon*, *Hilaria berlanderi* y *Boutelouas* (Rivera, 2000). El tamaño de la superficie de pastoreo fue de 12 has. El pastoreo de los animales fue de 4 horas (10:00 a 14:00) y suplementados con alimento balanceado (comercial) a razón de 300 g/animal/día y heno ad libitum.

Análisis estadístico

Se determinó la resistencia antihelmíntica de acuerdo a Torres-Acosta *et al.* (2005), donde la resistencia fue declarada cuando el porcentaje de reducción de cuenta de HPG fue menor al 95% y el nivel de confianza fue menor al 90%. Se consideró como sospechoso cuando se cumplió un solo criterio. Las medias de cuentas de HPG de NGI entre los grupos durante los 112 días postratamiento fueron analizados a través de ANOVA y las medias a través de la comparación de Tukey. Las cuentas de HPG fueron transformadas a log (10) previo a su análisis

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La prueba de resistencia (FECRT) mostró que el rebaño está infectado con cepas de NGI resistentes a la Ivermectina y sospechoso para closantel. El porcentaje de reducción en la cuenta de HPG y el límite de confianza fue de: 1 (0-46%) y de 91 (68-97%) para los tratamientos con ivermectina y closantel respectivamente. En México, existen reportes de este fenómeno en el sur del país (Torres-Acosta *et al.*, 2003, Torres-Acosta *et al.*, 2012, Aguilar-Caballero *et al.*, 2009). Al respecto Silvestre *et al.* (2006), comentan que la sobredosis y la subdosificación, por los cálculos inadecuados por la falta de pesaje de los animales, la falta de rotación de familias y la frecuencia de desparasitaciones son las causas más comunes de este fenómeno. En el rebaño del presente estudio los animales eran desparasitados con frecuencia (más de tres veces al año) en la época de lluvias. Esto podría explicar la aparición de la RA a la ivermectina. La situación del closantel debe ser considerada antes que las cepas de NGI se vuelvan resistentes a esta droga. Los géneros de NGI recuperados en los coprocultivos fueron: *Haemonchus* con un 57%, *Cooperia* con un 39% y *Ostertagia* con un 4%. Resultados similares han sido reportados en México

(Torres-Acosta *et al.*, 2005, Torres y Aguilar, 2005). A los 112 días postratamiento, el closantel mantuvo bajas las cuentas de HPG de NGI en las cabras (222.72 ± 91.16 HPG) comparado con el grupo tratado con ivermectina (567.8 ± 350.05) y el grupo control (512.86 ± 243.7) ($P < 0.05$). No se observó diferencias entre el grupo control y el tratado con ivermectina ($P > 0.05$). Estos resultados indican que un solo tratamiento efectivo es capaz de mantener cuentas de HPG bajas en las cabras en zonas áridas durante la época de lluvias, lo cual reduce el potencial de infección de las praderas.

CONCLUSIONES

Se concluye que en las zonas áridas de México ya existen cepas de NGI resistentes a Ivermectina y sospechosos al Closantel en un rebaño Caprino Mixto.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento de este trabajo a través del proyecto 1330-3621-2145-Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

REFERENCIAS

- Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R. 2009. Importancia de parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. In: Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Compilado por: Gonzalez Garduño R. y Berumen Alaforte A.C. Editado por: Universidad Autónoma de Chapingo, U.R.U.S.E. Tabasco, México. pp. 1-11. ISBN: 978-607-12-0089-1.
- Coles, G.C., Bauer, C., Borgsteede, F.H., Geerts, S., Klei, T.R., Taylor, M.A., Waller, J.P., 1992. World Association for the Advancement of Veterinary Parasitology (W.A.A.V.P) methods for the detection of anthelmintic resistance in nematodes of veterinary importance. *Vet. Parasitol.* 44, 35–44.
- Corticelli B. & Lai, M. 1963. Ricerche sulla tecnica di coltura delle larve infestive degli strongili gastro-intestinali del bovino. *Acta Medica Veterinaria*, año 9, fâsc. V/VI.
- Corticelli, B. y Lay, M. 1964. La Diagnosi di tipo dinfestione nella strongilosi gastrointestinale del Bovino. *Extr. De Bassegna Veterinaria*, año XLI, fâsc. 3.
- García, E., 1984. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 4^a edición. Ed. Offset Larios, México, pág. 103.
- Hoste, H, Torres-Acosta, J.F., Paolini, V., Aguilar-Caballero, A.J., Etter, E., Lefrileux, Y., Chartier, C., Broqua, C. 2005. Interactions between nutrition and gastrointestinal infections with parasitic nematodes in goats. *Small Ruminant Research.* 60: 141-151.
- Jabbar A, Iqbal Z, Kerboeuf D, Muhammad G, Khan Mn, Afaq M. 2006. Anthelmintic Resistance: The State of Play Revisited. *Life Science.* 79: 2413-2431.
- Rivera, J.F. Evaluación de tres Antihelmínticos Contra Parásitos Gastrointestinales en Borregas de la Raza Rambouillet y Pelibuey, (Tesis de Licenciatura), Saltillo, Coahuila, Producción Animal, UAAAN, 2000
- Rodríguez, V.R.; Domínguez, A.J.; Cob, L. 1994. Técnicas parasitológicas en Medicina Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp 32-81.
- Torres-Acosta, J.F.J., Aguilar-Caballero, A.J. 2005. Epidemiología, prevención y control de nematodos gastrointestinales en rumiantes. Cap 10. Sección II Enfermedades causadas por

- parásitos y rickettsias. En Enfermedades de importancia económica en producción animal. Pp. 145-173.
- Torres A.J.F.; Azul-Canche, U.; Aguilar-Caballero, A. J.; Rodríguez-Vivas, R.I. 2003. Prevalence of benzimidazole resistant nematodes in sheep flocks in Yucatán, Mexico. *Veterinary Parasitology*. 114: 33-42.
- Torres-Acosta, J.F.J., Aguilar-Caballero, A.J., Le Bigot, C., Hoste, H., Canul-Ku, H.L., Santos-Ricalde, R., Gutiérrez-Segura, I. 2005. Comparing different formulae to test for gastrointestinal nematode resistance to benzimidazoles in small holder goat farms in Mexico. *Veterinary Parasitology*. 134: 241-248.
- Torres-Acostaa, J.F.J., Sandoval-Castroa, C.A., Hoste, H., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R. Alonso-Díaz, M.A. 2012. Nutritional manipulation of sheep and goats for the control of gastrointestinal nematodes under hot humid and subhumid tropical conditions. *Small Ruminant Research*. 103: 28-40

CONTROL DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES CON BLOQUES NUTRICIONALES CON HOJAS DE PIÑA (*Ananas comosus*) EN OVINOS BAJO PASTOREO

J.I. Ramírez-May., A.J. Ayala-Burgos., Aguilar-Pérez, F., Torres-Acosta, J.F.F., Aguilar-Caballero, A.J.*

Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Km. 15.5 Carretera Mérida-Xmatkuil, Mérida, Yucatán, México.

**Email: aguilarc@uady.mx*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del consumo de bloques nutricionales elaborados con hojas de piña (*Ananas comosus*) sobre la cuenta de huevos por gramos de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales (NGI) y la ganancia de peso en ovinos bajo pastoreo. Diez y seis borregas parasitadas naturalmente con NGI fueron distribuidas al azar en dos grupos (n=8): T1) ovejas suplementadas con bloques con piña y T2) Control, ovejas desparasitadas con Levamisol y no suplementadas. La suplementación fue con bloques multinutricionales (9.9 MJ/kg MS de energía metabolizable y 11.9 % PC) con 15% de inclusión de harina de Pétalos de piña. El estudio tuvo una duración de 30 días. El día 0 y cada 7 días las ovejas fueron pesadas y se tomaron muestras de heces directamente del recto. Las muestras fueron procesadas a través de la técnica de McMaster modificada para determinar la cuenta de HPG de NGI. Se evaluó el consumo de los bloques por semana. Las variables cambio de peso vivo y la cuenta de HPG de NGI fueron analizados a través de la prueba de T de student. Los datos de HPG fueron transformados a Log (10) previo a su análisis. Se observó una reducción en la cuenta de HPG de (NGI) en los animales que consumieron los bloques con piña. La ganancia de peso fue similar entre ambos grupos (P>0.05). Se concluye que los bloque multinutricionales con hojas de piña reducen la cuenta de HPG de NGI en ovinos en pastoreo.

Palabras clave: Trópico, *Ananas comosus*, control alternativo, parásitos.

INTRODUCCIÓN

La nematodiasis gastrointestinal es una de las limitantes para la producción de ovinos en pastoreo (Knox *et al.*, 2006). El control de los nematodos gastrointestinales en las ovejas ha sido con drogas químicas. Sin embargo, su uso irracional ha propiciado la aparición de cepas de NGI resistentes a estas drogas (Aguilar-Caballero *et al.*, 2009). Por otra parte la producción de piña (*ananas comosus*) en México es importante. La comercialización de esta fruta esta basada en la explotación de la pulpa, quedando las hojas y la corteza del fruto como desechos (García-Suárez y Serrano, 2005). Estudios previos mostraron que la suplementación con bloques multinutricionales (35% de inclusión de hojas de piña) en becerros en pastoreo arrojaron consumos de 250g / día y una reducción del 80% en la cuenta de HPG. En otro trabajo, a vacas lecheras se ofrecieron hojas frescas de piña (1,6 g / kg de peso corporal) en una sola dosis comparada con el albendazol (7.5 mg / kg PV). El día 7, la eficacia de albendazol (100%) fue mayor que la de las hojas de piña (76 %), pero el día 14, el porcentaje de reducción de huevos para el albendazol y la piña fue de 88% y 82% respectivamente, manteniéndose esta tendencia hasta el día 21. En la ovejas no existe ningún trabajo utilizando a la piña como un métodos

alternativo de control de NGI. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del consumo de bloques nutricionales elaborados con hojas de piña (*Ananas comosus*) sobre la cuenta de huevos por gramos de heces (HPG) de nematodos gastrointestinales (NGI) y la ganancia de peso en ovinos bajo pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. El estudio se realizó durante en la granja de ovinos y caprinos “Mi viejo san Juan” de Cansahcab, Yucatán. Se localiza en la región centro-norte del estado (21° 06’ y 21° 12’ de latitud norte y los meridianos 89° 03’ y 89° 13’ de longitud oeste) a una altura de 6 msm. El clima es el cálido subhúmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 25.4°C. El régimen de lluvias se registra entre los meses de mayo y julio, contando con una precipitación media de 469 milímetros.

Animales. De una población de 36 hembras ovinas con un peso promedio de 45 kg y Famacha 4 e infectadas naturalmente con NGI, se seleccionaron 16 hembras con cargas de mayores a 100 HPG de NGI. Las ovejas fueron distribuidas en dos grupos (n=8): Control) ovejas desparasitadas con Levamisol y no suplementadas y Bloque piña) ovejas suplementadas con bloques con hojas de piña y no desparasitadas.

Alimentación. Los animales salieron a pastorear en praderas de Estrella de África (*Cynodon nlemfluencis*) de las 8:00 am hasta las 4:00 pm. Al retorno a los corrales por la tarde, se ofreció a cada animal por separado el bloque de piña.

Desparasitación. Las ovejas del grupo control fueron desparasitadas con levamisol a razón de 7.5mg/kg de peso vivo por vía subcutánea (Torres y Aguilar, 2005).

Composición del bloque. Los bloques tenían un peso de 5 kilos (energía metabolizable de 9.9 MJ/kg MS y con 11.9 % PC). Los ingredientes fueron: melaza, cemento, hoja de piña, pasta de soya, sales minerales y urea). La piña fue obtenida de los puestos de frutas del mercado municipal de la Cd. de Mérida, Yucatán. Las hojas fueron deshidratadas en una estufa secadora durante 48 horas a 60°C y molidas para su inclusión en el bloque multinutricional.

Mediciones .El día 0 y cada 8 días las ovejas fueron pesadas y se tomaron de cada animal muestras de heces directamente del recto con una bolsa de polietileno. Las muestras fueron procesadas a través de la técnica de McMaster modificada para determinar la cuenta HPG de NGI. El día 0 y el último día del estudio se determinó el peso de los animales utilizando una báscula de plataforma. Se calculó el cambio de peso vivo restando al peso final el peso inicial. Todos los días se pesaron los bloques ofrecidos y los rechazos para calcular el consumo del bloque.

Análisis estadístico. Las variables cambio de peso vivo, y la cuenta de HPG fueron analizadas a través de la prueba de T de student. La cuenta de HPG fue transformada a Log (10) previo aa su análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los bloques multinutricionales constituyen un suplemento alimenticio balanceado, que facilita el suministro de diversas sustancias nutritivas o medicinales (Houmani y Tisserand, 1999; Ben

Salem y Nefzaoui, 2003). Como se observa en el Cuadro ,1 los consumos del suplemento con bloque de 90 a 319 g/a/d concuerdan con reportes similares para ovinos (Akbar y Ahmed, 2006). Es destacable que el consumo de la hoja de piña a través del bloque se encuentra arriba de los niveles reportados por Makkar *et al* (2007) con efectividad terapéutica (< 200 mg/kgPV/d) para controlar parasitosis en rumiantes.

Cuadro 1. Consumo promedio de bloques multinutricionales por ovinos de pelo bajo pastore en Yucatán México.

Peso	Periodo (días)	g/a/d	CONSUMO del bloque	
			g/kgPV/d	mg/kgPV/d
40	1-8	100	2.5	380
38	9-16	91	2.4	359
37	17-24	328	8.9	1330
39	24-30	319	8.2	1227

Los resultados demuestran una reducción en la carga parasitaria en los animales suplementados con el bloque de piña similar a la observada con el control químico usando el Levamisol (P>0.05). Se observó una reducción en la carga parasitaria desde las primeras semanas de consumo del bloque lo cual coincide con lo reportado por Daing y Win (2006) quienes reportan que en 21 días, con un consumo de 250g/d de bloques de melaza – piña se obtiene una reducción del 80 %. Esta reducción podría deberse a una mejor resiliencia o resistencia de las ovejas contra los NGI como efecto de la suplementación (Retama-Flores et al., 2012). Ya se ha probado que en condiciones de pastoreo en el trópico cuando los animales reciben una suplementación alimenticia la inmunidad celular se mejora y de esta manera pueden regular a sus parásitos (Knox et al., 2006; Retama-Flores et al., 2012). En relación a la ganancia de peso no se observó diferencia entre los grupos (P>0.05).

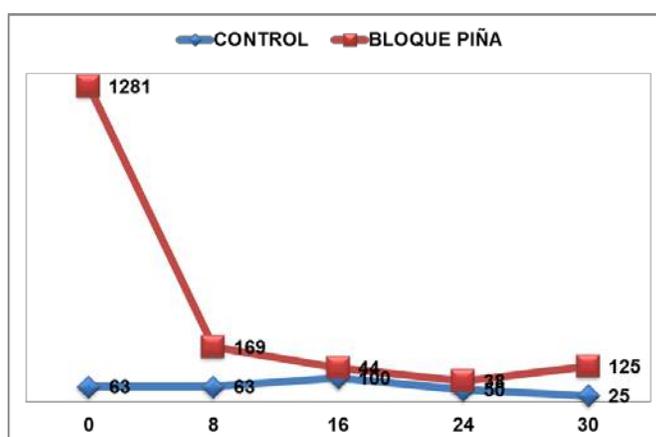


Figura 1. Efecto de la desparasitación con levamisol y la suplementación con bloques multinutricionales con piña sobre la cuenta de huevos por gramo de heces de nematodos gastrointestinales en ovinos de pelo

CONCLUSIONES

Se concluye que los bloque multinutricionales con hojas de piña reducen la cuenta de HPG de NGI en ovinos en pastoreo.

AGRADECIMIENTOS

El primer autor, Josefina Ramírez-May, agradece al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca escolar recibida en el programa de Maestría en Producción Ovina Tropical de la Universidad Autónoma de Yucatán.

REFERENCIAS

- Aguilar-Caballero, A.J., Torres-Acosta, J.F.J., Cámara-Sarmiento, R. 2009. Importancia de parasitismo gastrointestinal en ovinos y situación actual de la resistencia antihelmíntica en México. In: Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Compilado por: Gonzalez Garduño R. y Berumen Alaforte A.C. Editado por: Universidad Autónoma de Chapingo, U.R.U.S.E. Tabasco, México. pp. 1-11. ISBN: 978-607-12-0089-1.
- Akbar, M.A., Ahmed, T.U. 2006. Improving animal productivity and reproductive efficiency: development and testing medicated urea–molasses multi-nutrient blocks in rural farms of Bangladesh. IAEA–TECDOC 1495, pp. 13–27. IAEA, Vienna, Austria.
- Ben Salem, H., Nefzaoui, A., 2003. Feed blocks as alternative supplements for sheep and goats. *Small Ruminant Research* 49, 275–288.
- Daing, T. and Win, Y.T. 2006. Evaluation of urea molasses mineral blocks as a feed supplement for cattle production and as a carrier for anthelmintic medication in Myanmar. IAEA–TECDOC 1495, pp. 77–90. IAEA, Vienna, Austria.
- García-Suárez, Ma.D., Serrano, H. 2005. La piña, *Ananas comosus* (L.) Merr. (Bromeliaceae), algo más que un fruto dulce y jugoso. *ContactoS* 55-61.
- Houmani, M., Tisserand, J.L., 1999. Complémentation d'une paille de blé avec des blocs multinutritionnels: effets sur la digestibilité de la paille et intérêt pour des brebis taries et des agneaux en croissance. *Ann. Zootech.* 48, 199–209.
- Knox M.R., Torres-Acosta J.F.J., Aguilar-Caballero A.J. 2006. Exploiting the effect of dietary supplementation of small ruminants on resilience and resistance against gastrointestinal nematodes. *Veterinary Parasitology.* 139: 385-393.
- Makkar, H.P.S., Francis, G., Becker, K. 2007. Bioactivity of phytochemicals in some lesser-known plants and their effects and potential applications in livestock and aquaculture production systems. *Animal & The Animal Consortium, Volumen 1, PP.* 1371–1391.
- Retama-Flores, C., Torres-Acosta, J.F., Sandoval-Castro, C.A., Aguilar-Caballero, A.J., Cámara-Sarmiento, R., Canul-Ku, H.L. 2012. Maize supplementation of Pelibuey sheep in a silvopastoral system: fodder selection, nutrient intake and resilience against gastrointestinal nematodes. *Animal.* 6: 145-153.
- Rodríguez, V.R., Domínguez, A.J., Cob, L. (1994). Técnicas parasitológicas en Medicina Veterinaria. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. pp 32-81.
- Torres-Acosta, J.F. y Aguilar-Caballero, A.J. 2005. Epidemiología, prevención y control de nematodos gastrointestinales en rumiantes. In: Rodríguez-Vivas, R.I. Ed. Enfermedades de importancia económica en producción animal. Edit. McGraw-Hill. ISBN: 970-10-4876-8. Pp. 145-173.

PRUEBAS *In Vitro* DEL EXTRACTO ACUOSO DEL RABO DE MICO (*Heliotropium indicum* L.) CONTRA *Haemonchus contortus*

E. Pérez Castañeda, G. Vera y Cuspinera, C. Zaragoza Vera, D. Centurión Hidalgo, J. Espinosa Moreno, S. López Jiménez, A. Berumen Alatorre, S. Martínez Martínez

División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Km 25+2 Carretera Villahermosa-Teapa, Ranchería La Huasteca 2^a Sección, Centro, Tabasco, México. CP 86280. E-mail: pako_barbie@hotmail.com.

RESUMEN

Uno de los principales problemas de salud, y de mayor impacto económico en la producción ovina de México son las helmintiasis; lamentablemente, se ha expresado que los diversos compuestos químicos presentan gran resistencia antihelmíntica. Para evaluar la actividad antihelmíntica, con el extracto acuoso seco de *Heliotropium indicum* a una concentración de 20 mg/ml, se realizó una prueba *in vitro* que se llevó a cabo en placas de Elisa de 96 pozos colocando alícuotas de 100 µL de extracto y 50 larvas L₃ de *H. contortus*. Como control negativo se utilizó agua y como positivo Febendazol. El extracto mostró actividad antihelmíntica en los tiempos de exposición de 24 h y 48 h un porcentaje de 21% y 34% respectivamente, y mostrando una disminución de la misma a las 72 h con un porcentaje de 19%. El extracto crudo presentó efecto antihelmíntico contra *Haemonchus contortus* a las 24 h y 48 h de exposición.

Palabras clave: *Haemonchus contortus*, *Heliotropium indicum*, resistencia antihelmíntica

INTRODUCCIÓN

Uno de los mayores problemas que actualmente se enfrentaron en los sistemas de producción animal de las regiones tropicales y subtropicales son las helmintiasis, debido a las condiciones óptimas que se presentan para su establecimiento. Las parasitosis provocan anualmente grandes pérdidas económicas a la ganadería, no sólo por mortalidad directa, sino por ser causa de enfermedades debilitantes, agudas y crónicas, que predisponen a los animales a padecer otras enfermedades, reduciendo los niveles de producción y productividad (Avello *et al.*, 2006).

Hasta el presente, el principal modo de control de los helmintos del tracto digestivo ha estado basado en el tratamiento químico con antihelmínticos, lo cual ha causado el creciente desarrollo de resistencia a los mismos (RA) por parte de los nematodos gastrointestinales (Jackson y Coop, 2000). Por esta razón es prioritario investigar estrategias alternativas para el control farmacológico de las helmintiasis. Aunado a esto, se suma la creciente demanda de limitar el uso de sustancias químicas en la producción animal para reducir los residuos de drogas en los productos animales (McKellar, 1997; Waller y Thamsborg 2004).

La RA se presenta cuando se administra una droga en la dosis y forma correcta a un animal enfermo sin que actúe eficazmente (Nari *et al.*, 2000; Benavides, 2001), aunque deben descartarse problemas relacionados con la administración inadecuada de la droga. Sin embargo, se han realizado investigaciones (Errecalde, 2001) basadas en datos etnobotánicos o etnofarmacológicos con ensayos que han permitido poner en contacto los helmintos con extractos o compuestos aislados de plantas. Este método, aunque con limitaciones operativas y de interpretación de resultados, tales como una mala correlación entre la actividad que se expresa *in vitro* respecto a la encontrada *in vivo*, es mucho más barato y permite a grupos de investigadores de países emergentes lograr avances aprovechando los recursos naturales de cada región para sus

trabajos. Considerando que un gran número de especies vegetales han dado origen a más del 30% de los medicamentos que se utilizan en la actualidad, entre ellos antihelmínticos, y teniendo en cuenta que todavía un gran número de plantas no han sido estudiadas, el objetivo de este trabajo fue probar el extracto acuoso crudo de la hoja de rabo de mico (*Heliotropium indicum* L.) contra *Haemonchus contortus*.

MATERIALES Y MÉTODOS

La especie vegetal fue seleccionada por ser una planta utilizada en la medicina tradicional de las comunidades de Tabasco con un potencial antihelmíntico. La colecta de la hoja de rabo de mico se llevó a cabo en el poblado San Carlos del Municipio de Macuspana, Tabasco, México. El material seleccionado se secó a temperatura ambiente (promedio de 34°C) y protegido de la luz solar por 8 días, fue triturado para reducir el tamaño de partícula en un molino industrial (marca Estrella® modelo 41B) y se depositó en frascos. La extracción se llevó a cabo en las instalaciones del Centro de Investigación Biomédica del Sur del Instituto Mexicano del Seguro Social (CIBIS-IMSS).

Las pruebas biológicas se llevaron a cabo en las instalaciones del Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Parasitología Veterinaria (CENID-PAVET) del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) localizado en Jiutepec, Morelos. Para obtener las larvas de *H. contortus* para la prueba *in vitro* se utilizó un borrego Pelibuey macho de aproximadamente 30 - 40 Kg, que fue infectado artificialmente con una cepa de *H. contortus* a una dosis de 350 larvas/Kg de peso, el cual se mantuvo en un corral individual. Después de 20 días, se tomaron muestras fecales a partir del recto del ovino (Liébano, 1998). Las heces fueron procesadas para la elaboración de coprocultivos en palanganas de plástico, mezclándolas con fragmentos de hule espuma para promover la oxigenación y finalmente fueron hidratadas adicionando agua simple. Los coprocultivos se dejaron incubar durante seis días a temperatura ambiente para posteriormente obtener las larvas infectantes utilizando la Técnica del Embudo de Baermann (Liébano, 2004).

El extracto en polvo de *H. indicum* fue disuelto con agua destilada para el ensayo preliminar. La dilución evaluada fue de 20 mg/ml; dicha concentración fue elegida de acuerdo a la experiencia del Dr. Pedro Mendoza de Gives del INIFAP para observar la efectividad de del extracto. Se consideraron tres repeticiones y tres tiempos a evaluar.

Para desvainar las larvas se prepararon diluciones 1:1 con hipoclorito de sodio. Las diluciones se colocaron en tubos de ensayo con 3 ml de agua purificada y 3 ml de hipoclorito de sodio. Posteriormente, se tomaron 3 ml del primer tubo y se colocaron en el tubo dos y así sucesivamente para los cinco tubos de ensayo hasta llegar a las concentraciones finales de 3, 1.5, 0.750, 0.350 y 0.125 %.

Las larvas se monitorearon en el microscopio durante 10 min hasta observar que la vaina no estuviera presente. Una vez obtenidas las larvas sin vaina, se colocaron en tubos de Eppendorf de 1.5 ml para el lavado con agua destilada y se centrifugaron a 2500 rpm por 3 min a 4°C; este proceso de lavado se realizó dos veces. Una vez obtenido el pellet, el sobrenadante fue retirado y colocado en un tubo Falcón de 50 ml disolviendo el pellet a 10 ml con agua para su posterior cuantificación.

Para determinar el número de larvas por ml, se llevó a cabo el conteo de larvas presentes en 10 alícuotas de 5 µl y se hizo la estimación del total de larvas por volumen mediante una regla de tres simple. El bioensayo se llevó a cabo en caja de placas de Elisa de 96 pozos tomando alícuotas de 100 µl del extracto diluido con agua destilada. Se utilizó Febendazol como control negativo, ya que este compuesto es un antihelmíntico comercial que se usa en forma tradicional

por los productores, y agua como control positivo, ya que las larvas sobreviven en ella por semanas. Posteriormente, se agregaron alícuotas de 82 µl con un promedio de 50 larvas de *H. contortus* sin vaina en cada pozo, con sus respectivas repeticiones y se llevó a cabo la cuantificación de larvas vivas y muertas a tiempo 0, 24, 48 y 72 h, siguiendo el protocolo citado por López *et al.* (2006).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se presentó, de acuerdo al tiempo de exposición, una sobrevivencia del 100% de las larvas a las 0 h de exposición con el extracto crudo de *H. indicum*. El porcentaje de efectividad nematicida aumentó a 21% a las 24 h de incubación y posteriormente a 34% a las 48 h. Finalmente se observó un descenso en su efectividad a las 72 h con un 19.7%.

En cuanto a los datos del comportamiento de las larvas L³ a las 24 h frente al extracto y los dos controles se observó que en el agua las larvas infectantes presentaron el 100% de sobrevivencia y, en el caso del compuesto químico Febendazol con una concentración de 1mg/ml, demostró que a las 24 h hay una mortalidad de 99.08%. Posteriormente a las 48 h aumentó la mortalidad del extracto a 46.8%, el agua un 0% y el Febendazol 100% de efectividad nematicida. Finalmente, a las 72 h, el experimento mostró una disminución de la efectividad nematicida de 46.7%, el control negativo (agua) mostró 0% de mortalidad y el control positivo (Febendazol) 100% de mortalidad, mostrando así la efectividad del extracto.

Estudios realizados por Lamberti *et al.* (2009), en contra de larvas de *H. contortus* probaron que el extracto etanólico de *H. curassavicum* L. y reportaron que no presentó alteración en la motilidad del parásito mientras que para extracto acuoso *H. indicum* sí presentó actividad antihelmíntica en el extracto acuoso logrando una mortalidad que varió según el tiempo de exposición de 21% a las 24 h y un 34% a las 48 h de exposición. Cabe mencionar que dentro de la bibliografía revisada no se encontraron referencias para esta especie de planta.

CONCLUSIÓN

El extracto crudo acuoso del *Heliotropium indicum* presentó actividad antihelmíntica contra *Haemonchus contortus* en los diferentes tiempos evaluados.

REFERENCIAS

- Avello, E.; Silveira, E.A.; Peña, F.I.; Camacho, M.C.; Arce, M.A. 2006. Actividad antihelmíntica *in vitro* de extractos de *Azadirachta indica* A Juss, *Momordica charantia* L. y *Chenopodium (Teloxys) ambrosioides* L. Weber. REDVET Revista Electrónica de Veterinaria **07** (11): 1-10. <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111106.html>
- Benavides, O. 2001. Control de las pérdidas ocasionadas por los parásitos del ganado. Carta Fedegan, 69: 52 – 63.
- Errecalde, J. 2001. Relation drug-hostectoparasite. Workshop: Relationship between pharmacokinetics and anthelmintic efficacy of endectocides. XVIII Congress WAAVP, Stressa, Italy. Pp 181-182.
- Jackson F., Coop R.L.. 2000. The development of anthelmintic resistance in sheep nematodes. *Parasitology* 120, 95-107.
- Liébano, H. E. 2004. Identificación morfológica de larvas infectantes de nematodos gastrointestinales y pulmonares en rumiantes domésticos de México. En: Vázquez, P. V. M. (Ed.). Diagnóstico y control de los nemátodos gastrointestinales de los rumiantes Xen México. Libro Técnico N° 1, INIFAP, México. pp: 26-33.

- Liébano, H.E. 1998. Cultivo e identificación larvaria de nemátodos del tracto gastroentérico. En: Campos, R. R., Bautista, G. R. (Eds.). Diagnóstico de helmintos y hemoparásitos y rumiantes. Asociación de Parasitología Veterinaria, México. pp: 40-71.
- López, A. M. E., Flores, J., Mendoza de Gives, P., Víctor, V. V., Liébano, E., Bravo, A., Herrera, D., Godínez, E., Vargas, P., Zamudio, F. 2006. Use of *Bacillus thuringiensis* toxin as an alternative method of control against *Haemonchus contortus*. *Annals of the New York Academy of Sciences* 1081: 347-354.
- McKellar QA. 1997. Ecotoxicology and residues of anthelmintic compounds. *Vet Parasitol* 72, 413-435.
- Nari, A.; Hansen, J.; Eddi, C.; Echevarria, F.; Maciel, E.; Caracostangolo, C.; Salles, J.; Cutulle, CH. 2000. Protocolo de trabajo para la evaluación a campo de cepas potencialmente resistentes a los antihelmínticos. Prueba de reducción del recuento de huevos en materia fecal (FECRT). www.inia.gov.ar/producto/helminto/protdiag.htm. 4 pp.
- Waller, P.J., Thamsborg S. M. 2004. Nematode control in 'green' ruminant production systems. *Trends in Parasitol*, 20, 493-497.

MORFOLOGÍA DE ADULTOS Y ELIMINACIÓN DE HUEVOS DE NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN OVINOS DE PELO

J. Arias Julián^{1*}, R. González Garduño², M. Zaragoza Vera¹, C. Zaragoza Vera¹

¹ *División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Km. 25 Carr. Villahermosa-Teapa, Centro, Tab.* ² *Universidad Autónoma Chapingo. Unidad Regional Universitaria Sursureste, km 7.5 Carretera Teapa-Vicente Guerrero. Apartado Postal No. 29, Teapa, Tab. CP. 86800.*

* *E-mail:julian_82_75@hotmail.com*

RESUMEN

Las enfermedades parasitarias afectan la productividad de los ovinos en pastoreo. La forma tradicional de determinar la infección es mediante los conteos de huevos de nematodos por gramo de heces (hpg), los cuales a su vez están relacionados con el número de parásitos adultos, por lo que el objetivo fue correlacionar el número de nematodos gastrointestinales (ngi) con el conteo fecal de huevos y además describir morfológicamente los adultos. Se realizó el conteo de huevos de ngi mediante la técnica de McMaster en 16 corderos preinmunizados con 0, 25, 50 ó 100 larvas infectantes (L₃) por kg de peso vivo (pv); se obtuvo sangre de la vena yugular para determinar el volumen celular aglomerado (vca) y se recuperaron parásitos adultos de abomaso e intestino delgado 45 días después de la reinfección en pastoreo. Los nematodos adultos se contaron, identificaron y describieron morfológicamente. Se determinó el hpg y el número de nematodos totales y por especie de acuerdo a los tratamientos de preinmunización y se realizó el análisis mediante el procedimiento GLM de SAS. Para la separación de medias se utilizó la prueba de Tukey. El hpg de los corderos reinfectados en pastoreo fueron similares independientemente de la preinmunización con 25, 50 y 100 L₃ (2518 ± 1367, 2369 ± 1188 y 2017 ± 1350 hpg, respectivamente). La eliminación de hpg estuvo correlacionada de manera negativa con el vca (R=- 0.56) y de manera positiva con el total de nematodos gastrointestinales (R=0.54). La descripción morfológica de los nematodos adultos coincidió con la indicada en la literatura. Los ovinos preinmunizados con 100 L₃ tuvieron menor número de hembras de *H. contortus*.

Palabras clave: *Cooperia curticei*, *Haemonchus contortus*, parásitos, hematocrito.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades parasitarias afectan la productividad de los ovinos en pastoreo y son consideradas como uno de los principales problemas que enfrenta esta especie a nivel mundial (FAO, 2003). *Haemonchus contortus* es el parásito con mayor prevalencia a nivel mundial y el de mayor impacto económico. Sin embargo, también se ha destacado la presencia de géneros como: *Trichostrongylus*, *Nematodirus*, *Oesophagostomum*, *Cooperia*, *Strongyloides*, *Teladorsagia*, *Chabertia*, *Bunostomum*, *Trichuris* y *Dictyocaulus*.

Para el diagnóstico de los ngi se han utilizado tres métodos: 1) El conteo de huevos por gramo de heces (hpg) mediante la Técnica de McMaster (Thienpont *et al.*, 1986), 2) Identificación de larvas infectantes para determinar géneros (Niec, 1968) y 3) Estudios postmortem a través de la necropsia que permiten la recuperación de parásitos adultos (González *et al.*, 2011).

La importancia de realizar estudios parasitológicos post mortem radica en que es posible determinar la especie de parásito y permiten esclarecer aspectos de inmunidad (Miller y Horohov,

2006), de especificidad de hospederos, de implantación de larvas durante el pastoreo (Eysker *et al.*, 2005), impacto de la parasitosis en variables productivas, variación genética en la resistencia contra parásitos y en general estudios patofisiológicos que implican mayor precisión que la cuenta de huevos de nematodos (Fox, 1997). Por lo que el objetivo de este trabajo fue correlacionar el número de nematodos gastrointestinales (ngi) con el conteo fecal de huevos y además describir morfológicamente los adultos de ovinos reinfectados en pastoreo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en Pueblo Nuevo, Salto de Agua, Chiapas, México, con coordenadas 17° 34' lat Norte y 92° 20' long Oeste. El clima de la región es Af (m) w''(i')g, la temperatura promedio es 26.6 °C y la precipitación 3,289 mm (García, 1988).

Se utilizaron 16 corderos machos de la craza Katahdin x Pelibuey de seis meses de edad, los cuales fueron preinmunizados experimentalmente con 25, 50 y 100 L₃ por kg de pv y un grupo testigo sin infección. Después de la desparasitación, los corderos estuvieron un mes en pastoreo en zacate estrella (*Cynodon plectostachyus*) para producir una re-infección natural y correlacionar el hpg con el número de adultos.

Se realizó el conteo de huevos de ngi mediante la técnica McMaster (SAGARPA-INIFAP, 1999), también se obtuvo sangre de la vena yugular y mediante la técnica de hematocrito se determinó el volumen celular aglomerado (vca). A la necropsia se recuperaron los parásitos adultos de abomaso y de intestino delgado. Las muestras se llevaron a la Universidad Autónoma Chapingo (UACH-URUSSE), donde se procesaron. Después de la limpieza y su conservación en formol, se realizó el conteo de ngi adultos tanto hembras como machos, de cada una de las especies y se realizó la identificación por morfología de los machos, aclarándolos con lactofenol de Amann y se revisaron en un microscopio con el objetivo 10X. Para la identificación de *Haemonchus* spp se utilizó la medición de los ganchos de las espículas, mientras que para la identificación de *Cooperia curticei* se registraron las medidas y forma de las espículas.

Los conteos de huevos de ngi y el número de nematodos totales y por especie se analizaron con el procedimiento GLM de SAS en un diseño completamente al azar, considerando el tratamiento la preinmunización previa al pastoreo (i = infección con 0, 25, 50 y 100 L₃ por Kg de peso vivo). Estas variables se transformaron a logaritmo +1 para homogenizar la varianza y determinar las diferencias entre los factores independientes mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los conteos fecales de huevos de ngi y el volumen celular aglomerado (vca) no se observaron diferencias entre los corderos pre-infectados con 25, 50 ó 100 L₃ de ngi. Las diferencias numéricas en los conteos fecales obtenidos entre los corderos infectados con 25 y 50 L₃ (2518±1367 y 2369±1188 hpg, respectivamente) respecto a los de 100 L₃ (2017±1350) se debieron al alto coeficiente de variación (50–67%).

En los corderos infectados con 50 L₃, se observó el menor volumen celular aglomerado (22.4 %). Sin embargo no fue diferente estadísticamente a los otros tratamientos (29.9, 25.5 y 25.0 % para 0, 25 y 100 L₃).

En los conteos totales de nematodos adultos y por especie se obtuvieron coeficientes de variación muy altos (50 a 200 %), por lo que no resultaron diferencias estadísticas entre los tratamientos con 25, 50 ó 100 L₃, las diferencias encontradas fueron entre los corderos. El grupo testigo estuvo parasitado con una mínima cantidad de *H. contortus* y *C. curticei* debido a que un animal tuvo un solo ejemplar de *H. contortus* y otro ovino tuvo 17 adultos de *C. curticei* (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedio del conteo de huevos de nematodos gastrointestinales, volumen celular aglomerado y conteos de nematodos adultos por especie, en ovinos de pelo.

	Tratamiento previo al pastoreo (L ₃ kg ⁻¹)			
	Testigo (0)	25	50	100
Corderos	5	5	3	3
Log HPG	1.3± 0.2 ^a	3.4± 0.2 ^b	3.3± 0.2 ^b	3.2± 0.4 ^b
HPG	20± 11 ^a	2518± 1367 ^b	2369± 1188 ^b	2017± 1350 ^b
VCA	29.9± 2.3 ^a	25.5± 1.6 ^b	22.4± 3.8 ^{bc}	25.0± 2.0 ^b
<i>Haemonchus contortus</i>				
Machos	0.0± 0.0 ^a	437.4± 646.2 ^b	346.0± 510.1 ^b	228.7± 263.8 ^b
Hembras	0.2± 0.5 ^a	483.0± 540.0 ^b	566.0± 741.0 ^b	102.3± 133.0 ^{ab}
<i>Cooperia curticei</i>				
Machos	0.0± 0.0 ^a	455.4± 432.8 ^b	642.0± 994.0 ^b	228.7± 109.8 ^b
Hembras	3.4± 7.6 ^a	874.4± 611.8 ^b	1085.3± 1502.4 ^b	937.3± 704.9 ^b
Nematodos totales	4.0± 7.5 ^a	2250.0± 1815.2 ^b	2639.0± 3711.4 ^b	1497.0± 978.0 ^b

^{a,b,c,d} Letras en las filas son diferentes. Se uso Log de la variable hpg (P<0.05).

La eliminación de hpg estuvo correlacionada de manera negativa con el VCA (R=- 0.56) y de manera positiva con el total de ngi (R=0.54), así como con el número de *C. curticei* hembras y machos (R=0.55 y 0.50 respectivamente).

Sólo la longitud del cuerpo de los machos de *H. contortus* estuvo afectada por el tratamiento de preinmunización realizado (Cuadro 2). Los nematodos de esta especie en los ovinos que se infectaron con 25 y 50 Larvas tuvieron menor longitud del cuerpo que aquellos animales infectados con 100 L₃. Posiblemente haya tenido que ver la cantidad de nematodos que se implantaron ya que hubo menor cantidad de *H. contortus*, lo que originó menos competencia y por lo tanto mayor tamaño del cuerpo.

Sólo se observó que la espícula derecha de los animales preinmunizados con 25 L₃ fue más pequeña. Con el tamaño y forma de las espículas se determinó como especie a *Cooperia curticei*.

Cuadro 2. Morfometría de machos de *Haemonchus contortus* en ovinos preinmunizados

Tratamiento	N	Longitud del cuerpo (mm)	Longitud espículas (µm)	Longitud de los ganchos (µm)	
				Derecho	Izquierdo
<i>H. contortus</i>					
25 L ₃ Kg ⁻¹	20	14.6 ^a ^b (1.3)	398.1 ^a (17.9)	39.8 ^a (3.5)	21.2 ^a (2.1)
50 L ₃ Kg ⁻¹	10	14.4 ^b (2.2)	388.6 ^a (15.8)	38.7 ^a (1.7)	20.5 ^a (1.5)
100 L ₃ Kg ⁻¹	15	15.4 ^a (1.8)	403.4 ^a (20.9)	39.0 ^a (3.0)	21.6 ^a (1.6)
Pastoreo	5	14.8 ^{ab} (1.3)	412.3 ^a (17.3)	39.2 ^a (2.6)	19.6 ^a (2.1)

Cuadro 3. Morfometría de machos de *Cooperia curticei* en ovinos preinmunizados.

Tratamiento	Espícula derecha			Espícula izquierda		
	N	Promedio	Desviación	N	Promedio	Desviación
25	25	131.0 ^a	10.8	25	134.5 ^a	12.3
50	10	139.0 ^b	6.1	10	140.2 ^a	7.7
100	15	137.6 ^b	4.9	15	141.1 ^a	7.6
Pastoreo	5	138.6 ^b	7.4	5	139.6 ^a	6.7

Las medidas morfológicas coincidieron con lo indicado por Jacquet *et al.* (1997) y Lifchtense *et al.* (2003).

Cuadro 4. Morfometría de hembras de nematodos adultas

Variable	<i>Haemonchus contortus</i>			<i>Cooperia curticei</i>		
	N	Promedio	Desviación	N	Promedio	Desviación
Longitud del cuerpo	48	21.2	3.0			
Longitud a la papila	47	457.1	31.5			
Longitud de esófago	48	1433	80.1	63	325.2	23.3
L del esfínter anterior	48	176.5	29.7	63	101.0	18.5
Longitud de vestíbulo	48	167.1	20.1	63	95.8	37.0
Longitud de vagina	47	93.7	14.8			
L del esfínter posterior	48	172.1	35.5	63	98.4	16.0
L cola - ano	48	451.2	67.2	63	140.6	23.7
L cola-vulva				63	1691	180.9
Número de huevos				63	27.2	7.4

CONCLUSIONES

La inmunización previa con diferentes dosis de larvas en tercer estadio no afectó los conteos de huevos de nematodos en ovinos reinfectados en pastoreo.

El tamaño de *Haemonchus contortus* fue menor cuando los animales tuvieron menor cantidad de adultos en abomaso.

REFERENCIAS

- Eysker M, Bakker N, Kooman, FNJ, Plooger HW. 2005. The possibilitiesw and limitations of evasive grazing as a control measure for parasitic gastroenteritis in small ruminants in temperate climates. *Vet. Parasitol.* 129: 95-104.
- FAO. 2003. Resistencia a los Antiparasitarios: Estado Actual con Énfasis en América Latina. Dirección de Producción y Salud Animal. ONU-FAO. Roma, Italia.
- Fox, MT. 1997. Pathophysiology of infection with gastrointestinal nematodes in domestic ruminants: recent developments. *Vet. Parasitol.* 72 (1997) 285-308.
- García E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4a ed. Instituto de Geografía. UNAM. México, D. F., p 217.
- González-Garduño, R, Córdova-Pérez C, Torres-Hernández G, Mendoza-de Gives P, Arece-García J. 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. *Vet. Mex.* 42(2): 125-135.
- Jacquet P, Cabaret J, Cheikh D, Thiam E. 1997. Identification of *Haemonchus* species in domestic ruminants based on morphometrics of spicules. *Parasitol Res* 83:82–86

- Lichtenfels, JR, Pilitt, PA, Gibbons, LM. 2003. Ovejector structure in the *Haemonchiae* (Nematoda:Trichostrongyloidea) of ruminants. *J. Parasitol.* 89(5): 984–993.
- Miller JE, Horohov DW. 2006. Immunological aspects of nematode parasite control in sheep. *J Anim Sci* 84(Suppl): E124–E132
- Niec, R. 1968. Cultivo e identificación de larvas infectantes de nematodos gastroentéricos del bovino y ovino. INTA. Manual técnico 3. Argentina.
- SAGAR-INIFAP. 1999. Diagnóstico de las nematodosis gastrointestinales de los rumiantes en México. CENID. Memoria Técnica 1. Jiutepec, Morelos. Méx. 76 p.
- Thienpont D, Rochette F, Vanparijs OFJ. 1986. Diagnóstico de la helmintiasis por medio del examen coprológico. Janssen Research Foundation, Beerse, Bélgica.

AISLAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE *Escherichia coli* EN TERNEROS Y DIAGNÓSTICO DE SENSIBILIDAD Y RESISTENCIA A ANTIBIÓTICOS

J. Olivares Pérez^{*}, C.A. Bahena Nava, M.T. Valencia Almazán, I. Gutiérrez Segura, S. Rojas Hernández y A. Córdova Izquierdo

¹*Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia - UAGRO.
E-mail: olivares@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo fue aislar e identificar a *Escherichia coli* de heces de terneros y diagnosticar la sensibilidad y resistencia de la bacteria a los antibióticos. El muestreo fue al azar en cinco ranchos de doble propósito (Leche y carne) con antecedentes de cuadros diarreicos en terneros. Directamente del recto se colectaron muestras de veinticinco terneros lactantes (*Bos taurus* x *Bos indicus*) en ranchos del municipio de Pungarabato de la región Tierra Caliente de Guerrero, México. El aislamiento e identificación inicial de la bacteria se realizó en el medio selectivo de cultivo agar Macconkey y adicionalmente por tinción de Gram, posteriormente se trabajaron pruebas bioquímicas más específicas como agar de hierro y triple azúcar (TSI), agar de hierro y lisina (LIA), rojo de metilo y voges proskauer (MRVP), malonato, urea, indol movilidad y producción de ácido sulfhídrico (SIM) y Oxidasa. El diagnóstico de sensibilidad y resistencia de la bacteria se realizó contra los antibióticos Amikacina, Carbenicilina, Ceftriaxona, Cloranfenicol, Netilmicina, Nitrofurantoína, Ampicilina, Cefalotina, Cefotaxima, Gentamicina, Pefloxacina y Sulfametoxazol. *E. coli* se aisló en el 48 % de las muestras colectadas; se observó sensibilidad a Carbenicilina, Gentamicina, Sulfametoxazol, Cefotaxima, Amikacina, Ceftriaxona, Cloranfenicol, Netilmicina y Pefloxacina en la mayoría de los aislados de *E. coli*. Se observó resistencia a múltiples antibióticos como Ampicilina, Carbenicilina, Cefalotina, Cefotaxima, Ceftriaxona, Gentamicina y Pefloxacina en algunos de los aislados de *E. coli*. Por los resultados se concluye que el uso de antibióticos en medicina veterinaria y humana requiere de comunicación y educación encaminada a prevenir el desarrollo de resistencia de bacterias contra los antibióticos.

Palabras clave: antibacterianos, pruebas bioquímicas, bovinos, salud animal

INTRODUCCIÓN

Escherichia coli es una bacteria que forma parte de la flora microbiana común del tracto gastrointestinal de la mayoría de las especies animales incluido el ser humano, pero puede llegar a ser patógena y causar daños a la salud de sus huéspedes (Ali *et al.*, 2009; Da Silva y Mendoza, 2012). En sus formas patógenas suele ocasionar padecimientos graves y mortales como la meningitis, endocarditis, infección del tracto urinario, septicemia y diarrea epidémica entre otros en animales de todas las edades (Ali *et al.*, 2009). Los padecimientos clínicos de los animales ocasionados por este agente, así como la demanda de productos alimentarios de origen animal por el hombre, ha propiciado el uso de antimicrobianos en la profilaxis de enfermedades y como promotores del crecimiento (Nsofor y Iroegbu, 2012). El uso excesivo de quimioterapéuticos es razón principal para la selección de cepas bacterianas resistentes (Nsofor y Iroegbu, 2012; Da Silva y Mendoza, 2012). El presente estudio fue diseñado para aislar e identificar a *E. coli* de heces de terneros lactantes y realizar un diagnóstico de la sensibilidad y resistencia de la bacteria a diferentes antibacterianos usados en medicina veterinaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los ranchos utilizados fueron del municipio de Pungarábato, Guerrero que se ubica a 18 °20'30" de longitud norte y 100° 39'18" de longitud oeste, situado en la región de Tierra Caliente de México. El clima predominante es AW0. La temperatura promedio es de 28°C. Altitud de 250 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación media anual de 750 mm.

Colección y procesamiento de muestras de heces: Se colectaron asépticamente aproximadamente 50 g de heces de 25 terneros lactantes. De cada muestra se utilizó una submuestra de 5 g aproximadamente y se colocó en tubos de ensayo estériles que contenían 10 ml de caldo nutritivo (Caldo de selenito). Los tubos se cerraron con caucho para evitar contaminación de las muestras. Los tubos fueron transportados al laboratorio para su rápido procesamiento (Tiempo máximo de tres horas). Posteriormente cada muestra contenida en los tubos, con un hisopo fueron sembradas en cajas de Petri que contenían medio de cultivo de agar Macconkey y se incubaron a $37\pm 2^\circ\text{C}$ por 18 a 24 h para aislar e identificar cepas de *E. coli* (colonias secas, planas, de color rosa-Lactosa positiva) (Murray *et al.*, 1994). Adicionalmente las muestras se trabajaron por tinción de Gram para determinar muestras con bacterias gram-negativas como *E. coli* (bacterias teñidas de color rosa) por observación directa al microscopio con el objetivo de inmersión (100x) (Murray *et al.*, 1994). Las muestras positivas a *E. coli* en agar Macconkey y a tinción de gram se confirmaron posteriormente por pruebas bioquímicas específicas como agar de hierro y triple azúcar (TSI), agar de hierro y lisina (LIA), rojo de metilo y voges proskauer (MRVP), malonato, hidrólisis de urea, indol movilidad y producción de ácido sulfhídrico (SIM) y Oxidasa (Murray *et al.*, 1994)

Diagnóstico de susceptibilidad y resistencia a antibióticos: Las pruebas de sensibilidad y resistencia de *E. coli* se realizaron contra doce antibióticos Amikacina (AK-30 µg), Carbencilina (CB-100 µg), Ceftriaxona (CRO-30 µg), Cloranfenicol (CL-30 µg), Netilmicina (NET-30 µg), Nitrofurantoína (FN-300 µg), Ampicilina (AM-10 µg), Cefalotina (CF-30 µg), Cefotaxima (CTX-30 µg), Gentamicina (GE-10 µg), Pefloxacina (PEF-5 µg) y Sulfametoxazol (STX-25 µg). Para el desafío cada muestra positiva a las pruebas bioquímicas fue resembrada en cajas de Petri que contenían medio de cultivo de agar Macconkey, se colocaron los discos de antibióticos y se incubaron a 37° C durante 24 horas. La lectura de sensibilidad se realizó de acuerdo al diámetro de inhibición del halo: sensibles entre ≥ 15.0 y ≥ 23.0 ; intermedio entre 13.0 y 22.0 y resistentes entre ≤ 12.0 y ≤ 10.0 mm. Los resultados se presentaron en gráficas y cuadros con datos procesados por estadísticos descriptivos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En tinción de gram solo en el 72 % de las muestras se observaron bacterias gram-negativas teñidas de rosa lo que se sospechó sobre la posible presencia de *E. coli*. En el cultivo de agar Macconkey solo en el 52 % de las muestras se diagnosticó crecimiento de *E. coli*. Ali *et al.* (2009) diagnosticó bacterias gram-negativas hasta en el 99 % de las muestras en aves por la técnica de tinción de gram y en el 82 % por pruebas bioquímicas, prevalencias que superan a las reportados en este estudio.

Las pruebas bioquímicas muestran una prevalencia de *E. coli* entre el 44.0 y 48.0 % de las muestras (n-25) colectadas de terneros lactantes provenientes de ranchos ganaderos con antecedentes de padecimientos diarreicos (Cuadro 1). Fegan *et al.* (2004) reportan prevalencias entre el 10 al 15 % en muestras de heces de bovinos. Se puede apreciar variación en la prevalencia de la bacteria, sin embargo, se reconoce la importancia de la bacteria como agente oportunista en los bovinos que en cualquier momento pudiera ocasionar problemas de salud (Da Silva and Mendoca, 2012).

Cuadro 1. Diagnóstico de *Escherichia coli* por diferentes pruebas bioquímicas (n=25)

Prueba bioquímica (Caldo nutritivo)	Reacción de <i>Escherichia coli</i>	Muestras positivas	
		Nº	%
Agar de hierro y triple azúcar (TSI)	AAG	12	48.0
Agar de hierro y lisina (LIA)	(+)	12	48.0
Rojo de metilo y voges proskauer (MRVP)	(-)	12	48.0
Malonato	(-)	11	44.0
Hidrolisis de urea	(-)	12	48.0
Indol movilidad y producción de ácido sulfhídrico (SIM)	(MI)	12	48.0
Oxidasa	(-)	12	48.0

AAG: acido, acido, gas; MI: móvil indol

E. coli fue sensible a Carbenicilina, Gentamicina y Sulfametoxazol en el 60 %, Cefotaxima y Amikacina en el 70 % y Ceftriaxona, Cloranfenicol, Netilmicina y Pefloxacina en el 80 % de las cepas aisladas, respectivamente (Cuadro 2). Se observó sensibilidad intermedia entre el 60 y el 70 % de los aislados de *E. coli* hacia Cefalotina y Nitrofurantoína, respectivamente. La resistencia de la bacteria fue baja, solo se observó resistencia entre el 10 y 30 % de los aislados a fármacos como: Ampicilina, Carbenicilina, Cefalotina, Cefotaxima, Ceftriaxona, Gentamicina y Pefloxacina (Cuadro 2). Casos de resistencia de *E. coli* hacia diversos antibióticos han sido reportados en otros estudios (Ajayi *et al.*, 2011; Nsofor y Iroegbu, 2012; Chandra *et al.*, 2012) lo que antepone preocupación a la industria farmacéutica y al sector agropecuario para el uso cuidadoso de estas sustancias en la terapia y tratamiento de enfermedades. Más aún si consideramos la capacidad de las bacterias para transmitir sus genes de resistencia a serotipos patógenos (Nsofor y Iroegbu, 2012; Da Silva y Mendoza, 2012).

Cuadro 2. Susceptibilidad de *E. coli* a antibióticos, aisladas de diez muestras (heces de terneros) positivas a las pruebas bioquímicas

Antibiótico	Sensible (%)	Intermedio (%)	Resistente (%)
Amikacina (AK-30 µg)	70.0	30.0	0.0
Ampicilina (AM-10 µg)	30.0	40.0	30.0
Carbenicilina (CB-100 µg)	60.0	20.0	20.0
Cefalotina (CF-30 µg)	20.0	60.0	20.0
Cefotaxima (CTX-30 µg)	70.0	10.0	20.0
Ceftriaxona (CRO-30 µg)	80.0	10.0	10.0
Cloranfenicol (CL- 30 µg)	80.0	20.0	0.0
Gentamicina (GE-10 µg)	60.0	30.0	10.0
Netilmicina (NET-30 µg)	80.0	20.0	0.0
Nitrofurantoína (FN-300 µg)	30.0	70.0	0.0
Pefloxacina (PEF-5 µg)	80.0	10.0	10.0
Sulfametoxazol (STX-25 µg)	60.0	40.0	0.0

CONCLUSIONES

La eliminación de *E. coli* en las heces de los terneros origina la contaminación de alimentos y agua, lo que predispone a riesgos en la salud de los animales. Además la resistencia a diversos

antibacterianos detectada en algunos aislados de *Escherichia coli* sugiere comunicar y educar sobre el uso de antibióticos en medicina veterinaria y humana.

REFERENCIAS

- Ajayi A.O., A.O. Oluyeye, O.A. Alowe y O. Famurewa. 2011. Antibiotic resistance among commensal *Escherichia coli* isolated from faeces of cattle in Ado-Ekiti, Nigeria. *Journal of Animal and Veterinary Advances*. 10(2):174-179.
- Ali M.A, S. Alam, S.M.R. Hassan and M. Shirin. 2009. Antibiotic Resistance of *Escherichia Coli* Isolated From Poultry and Poultry Environment of Bangladesh. *Internet Journal of Food Safety*. 11:19-23
- Chandra S.K., A.J. Tamhankar, S. Sahoo, P.S. Soumyaranjan, S.K. Rosales and C.L. Stålsby. 2012. Geographical Variation in Antibiotic-Resistant *Escherichia coli* Isolates from Stool, Cow-Dung and Drinking Water. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 19:746-759.
- Da Silva G.J. y N. Mendoza. 2012. Association between antimicrobial resistance and virulence in *Escherichia coli*. *Virulence*. 3(1):18–28.
- Fegan N., P. Vanderlinde, G. Higgs and P. Desmarchelier. 2004. The prevalence and concentration of *Escherichia coli* O157 in faeces of cattle from different production systems at slaughter. *Journal of Applied Microbiology*. 97: 362–370
- Murray, R.G.E., F. Gerhardt, W.A. Wood & N.R. Krieg. 1994. *Methods for General and Molecular Bacteriology*. American Society for Microbiology. Washington D.C. 31 pp.
- Nsofor C.A. and C.U. Iroegbu. 2012. Antibiotic resistance profile of *Escherichia coli* isolated from apparently healthy domestic livestock in South-East Nigeria. *Journal of Cell and Animal Biology*. 6(8):129-135.

ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN PARA REDUCIR BACTERIAS COLIFORMES EN RUMEN Y HECES DE BOVINOS Y OVINOS

C. Arzola*¹, R. Copado¹, F. Rodríguez¹, J. Salinas², A. Corral¹, C. Rodríguez-Muela¹, O. Ruiz¹, H. Gaytan¹

¹Universidad Autónoma de Chihuahua, Chihuahua, Chih., Mexico. ²Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, Mexico
E-mail: carzola@uach.mx

RESUMEN

El uso de cloratos se ha contemplado como una alternativa de control de bacterias patógenas, ya que estos organismos son capaces de reducir el clorato formando el producto autocitotóxico clorito. El objetivo de este trabajo fue evaluar la eficacia del clorato de sodio administrado por vía oral como un regulador de poblaciones de coliformes totales en borregas. Se compararon los resultados de trabajos reportados en la literatura científica y se compararon contra los resultados preliminares de un estudio donde se administró un producto con 30 % de clorato de sodio a doce borregas cruzadas de Pelibuey y Blackbelly con Dorper, en lactación, provenientes de pastoreo, con un peso corporal promedio de 65 kg y sujetas a una dieta balanceada. Se asignaron cuatro borregas a cada uno de tres tratamientos durante nueve días: un tratamiento control (TC), en el que se administraron 3 g de NaCl/animal/d, un tratamiento (T3) en el que se administraron 0.9 g de NaClO₃/animal/d, y otro tratamiento (T9) consumiendo 2.7 g NaClO₃/animal/d. Se colectaron muestras de contenido ruminal y fecales. Estas se cultivaron para determinación cuantitativa de coliformes. No se observaron disminuciones significativas en unidades formadoras de colonias (UFC) en las heces debido a los tratamientos con clorato (P=0.832). En contenido ruminal hubo diferencias (P<0.02) en UFC entre tratamientos y se registró una tendencia de aumento de las UFC a través de los días (P<0.05). En general, no se obtuvieron los resultados esperados con la administración oral de NaClO₃ en las dosis utilizadas. Esto puede ser debido a las bajas dosis utilizadas en relación con otros estudios y/o al método de administración. Se recomienda continuar con esta línea de investigación, cambiando las dosis y utilizando el agua de bebida como vehículo del clorato.

Palabras clave: Técnicas de intervención, *Escherichia coli*, autocitotóxico

INTRODUCCION

Escherichia coli y *Salmonella spp.* son microorganismos comunes en la microflora gastrointestinal de todos los animales, incluyendo los seres humanos. De ellos, *E. coli* O157: H7 produce colitis hemorrágica, la cual es una enfermedad debilitadora y potencialmente letal en humanos. En una compilación realizada por Mead *et al.* (1999), se estimó que las enfermedades causadas por alimentos contaminados por bacterias causan aproximadamente 76 millones de enfermos anualmente, con 325,000 que requirieron hospitalización y 5,000 muertes en los Estados Unidos. En general, enfermedades causadas por alimentos contaminados causan más enfermedades y muertes que lo que previamente se había estimado. Varios brotes en seres humanos se han relacionado con el consumo de carne y leche. La carne puede contaminarse durante el proceso de sacrificio por contacto fecal. Las bacterias presentes en la ubre de la vaca o el equipo de ordeño pueden contaminar la leche.

Los rumiantes son un reservorio natural para esta bacteria patógena que puede contaminar los alimentos durante el sacrificio o procesado de la carne (Orskov *et al.*, 1987; y Rasmussen *et al.*, 1993). Elder *et al.* (2000) han demostrado que aproximadamente el 28 % del ganado vacuno en los E.U.A. están infectados con *E. coli* genérica. Estas bacterias se consideran los principales agentes de transmisión de diarrea neonatal típica por la ruta fecal-oral en los bovinos (Holland, 1990; Nagy y Fekete, 2005; y Ok *et al.*, 2008). En el caso de los ovinos en confinamiento, se estima que la morbilidad debe ser mayor. Para la industria ovina, esto es muy importante, ya que aproximadamente el 50 % de las ovejas en los Estados Unidos nacen en corrales (USDA, 2001). Existen diferentes métodos para el control de las bacterias en los productos animales, pero la regulación a nivel de rumen y la exposición del contenido fecal a clorato de sodio puede ser una alternativa, ya que las bacterias intestinales patógenas son capaces de reducir el nitrato a nitrito intracelularmente por la enzima nitrato reductasa (Alaboudi, 1982). La enzima nitrato reductasa respiratoria también reduce el clorato para formar el producto citotóxico clorito, con el cloruro como producto final (Stewart, 1988). Así, cuando *E. coli* y *Salmonella spp.* se exponen a clorato, son eliminadas por la acción de la nitrato reductasa que contienen. Anderson *et al.* (2000a) y Callaway *et al.* (2001) han demostrado que la adición de clorato de sodio en cultivos de fluido ruminal *in vitro* reducen significativamente poblaciones ruminales de *E. coli* O157: H7. Estudios preliminares *in vivo* han indicado que la adición de clorato de sodio intraruminalmente reduce las poblaciones de *E. coli* en el contenido fecal del ganado (Anderson *et al.*, 2000b). Sin embargo, el método no ha sido suficientemente estudiado en ovinos, por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la eficacia del clorato de sodio administrado por vía oral como un regulador de poblaciones de coliformes totales en las ovejas.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo de campo se llevó a cabo en las instalaciones para ovinos de la Facultad de Zootecnia y Ecología de la Universidad Autónoma de Chihuahua, en la ciudad de Chihuahua, México.

Animales de Experimentación y Tratamientos

Se utilizaron doce ovejas cruzadas de Pelibuey y Blackbelly con Dorper, lactantes, provenientes de pastoreo, con un peso corporal promedio de 65 kg, las cuales se adaptaron a una dieta balanceada. Los animales se alojaron aleatoriamente en corraletas individuales bajo techo, administrándoles alimento y agua ad libitum. Así mismo, se asignaron al azar cuatro ovejas a cada uno de tres tratamientos durante nueve días: Tratamiento control (TC), consistente en la administración de 3 g de NaCl /animal/12 h (07:00 y 19:00 h), como un placebo, equivalente a 90 mg/kg de peso corporal/d en promedio; Tratamiento T3, consistente en la administración de 0.9 g de NaClO₃/animal/12 h (07:00 y 19:00 h), equivalente a 28 mg de NaClO₃/animal/d en promedio por kg de peso corporal; y tratamiento T9, consistente en la administración de 2.7 g de NaClO₃/animal/12h (07:00 y 19:00 h), equivalente a 84 mg de NaClO₃/animal/d en promedio por kg de peso corporal. El NaClO₃ o NaCl se introdujo al rumen mediante un embudo unido a un tubo de látex, utilizando agua para conducir y diluir el producto químico. Estas sustancias se administraron durante 5 d.

Análisis Microbiológico

Muestras de rumen y heces. La toma de muestras de contenido ruminal y fecales se realizó cada 24 h (08:00) durante 9 d, comenzando tres días antes de la administración del placebo y NaClO₃, lo cual se llevó a cabo mediante sonda gástrica y vía rectal, respectivamente, en tres etapas: pretratamiento, administración de clorato de sodio y postratamiento. Las muestras fueron conservadas en refrigeración, y posteriormente sembradas e incubadas por 24 h y 48 h a 39 °C bajo una atmósfera de 100 % de CO₂ para cuantificar *E. coli* genérica, mediante cinco diluciones

seriadas de 10 en 10, colocadas en placas E. coli/coliformes Petrifilm (3M Inc., Minneapolis, MN, USA).

RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis Microbiológico del Contenido Ruminal y Heces

Conteos bacterianos en contenido ruminal. Se observó una diferencia significativa ($P < 0.001$) entre las medias de los tratamientos, pero la media de T9 (tratamiento con la mayor dosis de clorato) fue la que registró la mayor concentración de UFC de coliformes en relación al testigo y T3 (4.96, 4.08 y 4.25, respectivamente). En resumen, no se advirtieron disminuciones en UFC atribuibles al NaClO_3 . Al revisar las tendencias de variación de las UFC, se advirtió una tendencia lineal de aumento ($P = 0.0082$) atribuibles al clorato (no fue un efecto de la variable días). Aunque no se encontraron referencias al uso de NaClO_3 en forma oral, resultados reportados por Anderson et al. (2005) utilizando el químico en agua de bebida indicaron efectos de abatimiento de conteos microbianos (una unidad en logaritmo base 10) en contenidos ruminales de bovinos a los cuales se les administraron 0 o 2500 ppm de ion clorato. De nuevo, estas discrepancias se pudiesen atribuir a las bajas dosis de clorato empleadas. En el presente caso, se observa un efecto de tratamiento (clorato), pero no en la dirección esperada, es decir, a mayor concentración de dosis se observa un aumento en la concentración de UFC. No se tiene una explicación sobre este resultado.

La media generalizada de UFC de contenido ruminal de todos los tratamientos fue de 1.55, 2.80, 3.46, 6.17, 5.88, 5.57 y 5.58 para el 3 d (pre-tratamiento), del 1-5 d (días tratamiento) y 1 d (post-tratamiento, respectivamente). Se advierte un aumento de UFC en todos los tratamientos a partir de la dosis inicial, llegando a su máximo valor al 3 d y 4 d post-tratamiento, y estabilizándose a partir del 5 d. Dado que no se pudieron encontrar antecedentes de trabajos similares (dosis secuenciales de clorato y sus efectos en UFC), no se pudieron hacer comparaciones pertinentes. Fuera de la descripción del comportamiento de las poblaciones microbianas coliformes a través de los días de pre-tratamiento, tratamiento y post-tratamiento, no fue posible dar una explicación causal de este comportamiento.

CONCLUSION

Derivado de las observaciones microbiológicas no se obtuvieron los resultados esperados en términos de disminución de poblaciones de bacterias coliformes derivados de la administración oral de NaClO_3 en las dosis utilizadas, las cuales se consideran sub-óptimas.

Se recomienda continuar con esta línea de investigación, utilizando mayores concentraciones cloratos y utilizando el agua de bebida como vehículo de administración.

REFERENCIAS

- Alaboudi, A. R. 1982. Microbiological studies of nitrate and nitrite reduction in the ovine rumen. Ph. D. dissertation. University of Saskatchewan, Saskatoon from Canada.
- Anderson, R. C., M. A. Rasmussen, N. S. Jensen y M. J. Allison. 2000b. *Dentrobacterium detoxificans* gen a ruminal bacterium that respire on nitrocompounds. *Int. Syst. Evol. Microbiol.* 50:633-638.
- Anderson, R. C., S. A. Buckley, L. F. Kubena, L. H. Stanker, R. B. Harvey y D. J. Nisbet. 2000a. Bactericidal effect of sodium chlorate on *Escherichia coli* O157:H7 and *Salmonella Typhimurium* DT104 in rumen contents *in vitro*. *J. Food Prot.* 63:1038-1042.
- Elder, R. O., J. E. Keen, G. R. Siragusa, G. A. Barkocy-Gallagher, M. Koohmaraire y W. W. Laegreid. 2000. Correlation of enterohemorrhagic *Escherichia coli* O157 prevalence in

- feces, hides, and carcasses of beef cattle during processing. Proc. Natl. Acad. Sci. 97:2999–3003.
- Holland, R. E. 1990. Some infections causes of diarrhea in young farm animals. Clin. Microbiol. Rev. 3:345-375
- Mead, P. S., L. Slutsker, V. Dietz, L. F. McCaig, J. S. Bresee, C. Shaprio, P. M. Griffin y R. V. Tauxe. 1999. Food-related illness and death in the United States Emer. Infect. Dis. 5:607–625.
- Nagy, B. y P. Z. Fekete. 2005. Enterotoxigenic *Escherichia coli* in veterinary medicine. Int. J. Med. Microbiol. 295:443-454.
- Ok, M., L. Güler, K. Turgut, Ü. Ok, I. Sen, I. K. Gündüz, M. F. Birdane y H. Güzelbektes. 2008. The studies on the aetiology of diarrhoea in neonatal calves and determination of virulence gene markers of *Escherichia coli* strains by multiplex PCR. Zoonoses Public Health. 56:94-101.
- Orskov, F., I. Orskov y J. A. Villar. 1987. Cattle as a reservoir of verotoxin-producing *Escherichia coli* O157:H7. Lancet 2:276.
- Rasmussen, M. A., Jr. Cray, C. W., T. A. Casey y S. C. Whipp. 1993. Rumen contents as a reservoir of enterohaemorrhagic *E.coli*. FEMS Microbiol. Lett. 114:79–84.

SITUACIÓN ACTUAL DE PARATUBERCULOSIS BOVINA (*Mycobacterium avium*) EN CUATRO ZONAS DEL ESTADO DE VERACRUZ, MÉXICO

L. Gómez-Martínez², F.T. Barradas-Piña¹, L.C. Favila-Humara¹, R.J. Arieta-Roman², J.A. Fernández-Figueroa², N.F. Ojeda-Robertos³

¹*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. C.E. La Posta. 22.5 Carretera Veracruz-Córdoba Paso del Toro, Medellín de Bravo C.P. 94277, Veracruz, Ver. Tel: 229 26 22222 y 229 26 22223.* ²*Facultad de Ingeniería en Sistemas de Producción Agropecuaria, Universidad Veracruzana. Carretera Costera del Golfo km. 220, Col. Agrícola y Ganadera Michapan C.P. 96100 Acayucan, Veracruz, México. Teléfono: (921) 211-57-21, 9242479122.*

³*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa Km 25. Ranchería La Huasteca, Segunda sección, Villahermosa, Tabasco, México. CP.86280. Tel: (993) 358 1585; 142 91 51.*

E-mail: roarieta@uv.mx.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue determinar la seroprevalencia de paratuberculosis bovina en cuatro zonas distintas del estado Veracruz, México. Se evaluaron 1235 animales adultos mediante la técnica de ELISA indirecta utilizando el antígeno 3065 elaborado en el INIFAP. El tamaño de la muestra fue asignado mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, las zonas evaluadas se clasificaron en (Norte, Centro, Sur y Montaña). Las variaciones obtenidas indican que la seroprevalencia general fue de 22% y fluctuaron entre 6% y 28% siendo para la zona Norte de 10%, Centro 6%, Sur 28% y Montaña 12%. Se concluye que los animales muestreados de las diferentes unidades de producción son serológicamente positivos a dicha enfermedad.

Palabras clave: Paratuberculosis bovina, zonas de Veracruz, seroprevalencia.

INTRODUCCIÓN

La paratuberculosis, es causada por el agente etiológico *Mycobacterium avium* subespecie paratuberculosis (Castellanos, 2010.) Esta enfermedad corresponde a una enteritis granulomatosa infecciosa específica, que se manifiesta con diarreas persistente o recurrente (Ávalos, 2001). Afecta principalmente a rumiantes domésticos y salvajes, y su característica principal es la pérdida de peso progresiva y la presencia de diarrea crónica, que produce desmejoramiento y finalmente la muerte de los animales infectados (Mannig y Collins, 2001). La distribución mundial de la enfermedad, en Europa varía de 7% a 55%, en EEUU la prevalencia está en el orden del 40% (Paolicchi, 2004). En México, se han encontrado seroprevalencia de la enfermedad en estados que cuentan con sistemas de producción de tipo intensivo y semiintensivo, no obstante se desconoce la prevalencia que existe en sistemas de producción de doble propósito, los cuales se encuentran principalmente en las regiones tropicales y subtropicales del país. En este sentido, el objetivo del presente estudio fue determinar la seroprevalencia de paratuberculosis bovina en hatos ganaderos ubicados en distintas zonas del estado de Veracruz, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Estudio y tamaño de muestra. Se realizó un estudio epidemiológico observacional de tipo transversal, el tamaño de muestra fue determinado mediante un muestreo no probabilístico por

conveniencia, resultando un total de 1,235 bovinos muestreados en las diferentes zonas del estado de Veracruz. Los municipios seleccionados se enlistan en Cuadro 1.

Cuadro 1. Municipios seleccionados y número de animales correspondientes.

Municipios	Números de bovinos muestreados
Emiliano Zapata	56
Chicontepec	53
Tamalin	32
Tantima	50
Tantoyuca	138
Huatusco	15
Acayucan	105
Hidalgotitlan	141
Jesus Carranza	472
Las Choapas	131
Medellín	32
Tlatela	10
Total	1235

Muestreo serológico. La muestra de sangre se obtuvo por medio de punción de la vena coccígea. Todas las muestras fueron almacenadas y transportadas, a temperaturas de refrigeración 4 °C, al laboratorio de C.E. La Posta para ser procesadas y posteriormente enviados al laboratorio de CENID- Microbiología Animal- INIFAP, Palo Alto, DF, México para realizar el diagnóstico de la enfermedad.

Técnicas de diagnóstico de laboratorios. Se utilizó la prueba de ELISA utilizando el antígeno Maptb 3065, utilizado a una concentración de 0.02 mg/ml con buffer de carbonatos (pH 9.6). El test permite la detección de anticuerpos específicos del Map en sueros bovinos valorados tanto en forma individual como mezclas de 10 sueros.

Cálculo de seroprevalencia. La seroprevalencia general se determinó para la población total estudiada con la siguiente fórmula propuesta por Thrusfield, M. (1995):

Prevalencia = No. de bovinos seropositivos / Total de bovinos muestreados.

La prevalencia por unidad de producción se determinó al considerar un rancho positivo cuando se encontró al menos un animal seropositivo, y se empleó la siguiente fórmula.

Prevalencia= No. de ranchos seropositivos / No de ranchos muestreados

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El presente estudio permitió conocer la seroprevalencia de paratuberculosis bovina en la zona (norte, centro, montaña y sur), ubicados en el estado de Veracruz, México, siendo la seroprevalencia general fue de 22%. Los resultados de seroprevalencia encontrados en las zonas norte, centro, sur y montaña fueron de 10 %, 6%, 28% y 12% respectivamente. En los siguientes cuadros se muestran los resultados obtenidos en las distintas zonas de estudios, distribuidas en el estado de Veracruz, México.

Cuadro 2. Municipios muestreados en la zona norte y seroprevalencia encontrada.

Zona Norte	Negativos	Positivos	Sospechoso	Total
Chicontepec	49	4	0	53
Tamalin	32	0	0	32
Tantima	42	8	0	50
Tantoyuca	124	14	0	138
Total de animales muestreados	247	26	0	273
(%) Seroprevalencia				10%

Se muestrearon 273 bovinos para el diagnóstico de paratuberculosis bovina en los municipios de la zona norte del estado de Veracruz que son: Chicontepec, Tamalín, Tantima y Tantoyuca, la seroprevalencia promedio fue del 10 %, resaltando que el Mpio. de Tantoyuca fue el de mayor número de bovinos positivos con un total de 14 y en contraparte con ningún bovino positivo el Mpio. de Tamalín (Cuadro 3).

Cuadro 3. Municipios muestreados de la zona centro y seroprevalencia encontrada.

Zona Centro	Negativos	Positivos	Sospechoso	Total
Medellín de Bravo	31	1	0	32
Emiliano Zapata	52	4	0	56
Total de animales muestreados	83	5	0	88
(%) Seroprevalencia				6%

Se muestrearon 88 bovinos para el diagnóstico de paratuberculosis bovina de los municipios de la zona centro del estado de Veracruz que son: Medellín de Bravo y Emiliano zapata, la seroprevalencia promedio fue del 6%, resaltando que el Mpio. de Emiliano Zapata fue de mayor número de bovinos positivos con un total de cuatro y en contraparte con un bovino positivo el Municipio de Medellín de Bravo (Cuadro 4).

Cuadro 4. Municipios muestreados de la zona sur y seroprevalencia encontrada.

Zona Sur	Negativos	Positivos	Sospechoso	Total
Acayucan	40	65	0	105
Jesús Carranza	318	137	17	472
Las Choapas	116	15	0	131
Hidalgotitlán	122	19	0	141
Total de animales muestreados (+) y (-)	596	236	17	849
(%) Seroprevalencia				28%

Se muestrearon 849 bovinos para el diagnóstico de Paratuberculosis Bovina de los municipios de la zona Sur del estado de Veracruz que son: Hidalgotitlan, Las Choapas, Acayucan, Jesús Carranza, la seroprevalencia promedio encontrada en este estudio fue del 28%, resaltando que el Mpio. de Jesús Carranza fue el de mayor número de bovinos positivos con un total de 137 y en contraparte el municipio de Las Choapas se encontraron 15 bovinos positivo al a enfermedad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Municipios de la zona Montaña y seroprevalencia encontrada.

Zona Montaña	Negativos	Positivos	Sospechoso	Total
Huatusco	14	1	0	15
Tlatela	8	2	0	10
Total de animales muestreados (+) y (-)	22	3	0	25
(%) Seroprevalencia				12%

De los 25 bovinos muestreados para el diagnóstico de Paratuberculosis Bovina de los municipios de la zona montañosa del estado de Veracruz que son: Tlatetela y Huatusco, la seroprevalencia promedio encontrada en este estudio fue del 12%, resaltando que el Mpio. de Tlatetela fue el de mayor número de bovinos positivos con un total de 2 y en contraparte el municipio de Huatusco se en contro 1 bovino positivo a la enfermedad (Cuadro 5).

Los resultados obtenidos en este estudio realizado sobre seroprevalencia de paratuberculosis bovina en unidades producción doble propósito en las cuatro zonas del estado de Veracruz, fluctúan entre 6% y 28%. En el país de Venezuela en el 2006 (Alfaro *et al.*, 2006) encontraron 72,1% de prevalencia; sabiendo que el estado de Veracruz se encuentra ubicado en una región de trópico húmedo, donde los climas son muy variados y los sistemas doble propósitos son frecuente por la rusticidad que los caracteriza.

CONCLUSIÓN

Con base a los resultados de laboratorio se concluye que existe una seroprevalencia de 22% a Paratuberculosis Bovina en los 12 Municipios estudiados del estado de Veracruz.

REFERENCIAS

- Alfaro, C. De Rolo M., Clavijo A., Valle A.2006. Caracterización de la paratuberculosis bovina en ganado doble propósito de los llanos de Monagas, Venezuela. *Zootecnia Trop.*, 24(3): 321-332.
- Manning, E.J.B. & Collins, M.T.2001. *Mycobacterium avium* subsp. paratuberculosis: pathogen, pathogenesis and diagnosis. *Rev. sci. tech. Off. int. Epiz.* 2001; 20 (1):133-143.
- Zumarraga M.J., Paolicchi F., Garbaccio S., Gioffere A., Caimil K., Bigi F., Alito A., Cataldi A. 2012. Paratuberculosis, facultad de ciencias veterinarias – UNICEN. Capítulo 1-42.

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TRES MÉTODOS DE LABORATORIO Y LA PRUEBA ALERGICA, PARATUBERCULOSIS EN OVINOS

I.A. Sánchez González, A.C. Berumen Alatorre, A. Gómez Vázquez

*Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, División Académica Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa Km 25. Ranchería La Huasteca, Segunda sección, Villahermosa, Tabasco, México. CP.86280. Tel: (993) 358 1585; 142 91 51.
E-mail: irisantonina05@yahoo.com*

RESUMEN

La paratuberculosis es una enfermedad infecciosa que afecta principalmente a los rumiantes, aunque se ha diagnosticado la presencia del *Mycobacterium* en otras especies como equinos y cerdos. El *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis* fue observado por primera vez por Johne y Frothingham en 1895 en bovinos y más tarde en ovinos, es de distribución mundial y ocasiona grandes pérdidas económicas. El objetivo de este trabajo es presentar los resultados obtenidos en 110 ovinos jóvenes a los cuales se les aplicó la prueba alérgica con Tuberculina P.P.D aviar, comparativamente con los diagnósticos anatómo-patológicos, frotis directo y cultivo.

Palabras clave: paratuberculosis, mycobacterium

INTRODUCCION

La Paratuberculosis, también conocida como enfermedad de Johne es una enteritis de tipo granulomatosa, progresiva y de curso crónico, que afecta a los bovinos, ovinos y otras especies domésticas y de ambientes ecológicos de fauna silvestre y parques zoológicos, pero en la especie que más se ha estudiado es en el bovino.

El *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis* (*M. paratuberculosis*) fue observado por primera vez por Johne y Frothingham en 1895, como causa de paratuberculosis o Enfermedad de Johne's. Primeramente reconocido en bovinos que en ovinos y más tarde en cabras y su distribución es mundial.(OIE, 2004).Siendo Twort el primero que cultivó el germen en medios artificiales.

El microorganismo presenta diferentes características biológicas, como son: crecimiento lento en los medios de cultivo, alta resistencia ambiental, intracelular

Facultativo, infección congénita y transmisión a través de la leche, factores a tener en cuenta en la epidemiología de la enfermedad. Es por ésta razón que no se observan epidemias, ocasionando grandes pérdidas económicas. La leche y sus subproductos serían posibles fuentes de infección y se ha sugerido que el *Mycobacterium avium* subsp *paratuberculosis* resistiría las condiciones de pasteurización. La presencia del *M. avium* subsp *paratuberculosis* en la leche como también en el agua representan vías de transmisión al humano, de ahí su importancia como enfermedad zoonótica (K. Cirone y col, 2007).

En el diagnóstico de la Paratuberculosis se utilizan diferentes métodos como es el aislamiento bacteriológico que resulta ser el método definitivo, las pruebas de hipersensibilidad retardada cutánea, ELISA, Fijación del complemento, y la Prueba de Reacción en cadena de la Per oxidasa (PCR). Cuando se sospeche clínicamente la presencia de la enfermedad en un rebaño, ésta debe ser confirmada con las pruebas de laboratorio, basándose en la presencia de las lesiones con la demostración de los organismos ácido- resistentes en improntas y el cultivo de *M. paratuberculosis*.(OIE, 2004).

En nuestro trabajo presentamos los resultados obtenidos en 110 ovinos adultos y jóvenes de edades comprendidas entre 4 meses y 4 años, a los cuales se les aplicó la prueba alérgica con Tuberculina P.P.D. Aviar, comparativamente con el diagnóstico Anatómo-patológico, frotis directo y cultivo.

MATERIALES Y METODOS

Se sometieron 110 ovinos a la Prueba intradérmica, utilizando Tuberculina P.P.D. Aviar a la dosis de 0.1 ml (7,500 UI), en la pared lateral del cuello, leyéndose la reacción a las 48 horas. Los ovinos se agruparon de acuerdo al grado de la reacción de la tuberculina en: 0,0 – 2,9 mms; de 3,0 – 5,0 mms y de 5,1 – 10,0 mms o más. A todos los animales que reaccionaron a partir de 3,0 mm se les tomaron muestras de heces fecales, se les hizo frotis directo los cuales se tiñeron con la coloración de Ziehl. Neelsen, a 10 animales se les realizó cultivo bacteriológico y 5 necropsias a los animales comprendidos en el grupo de 3,0 o más mms de lectura. A éstos últimos también se les realizó cultivo bacteriológico.

Las muestras tomadas para el cultivo bacteriológico, fueron sometidas a un proceso de descontaminación por el método Acido-Álcalis durante 30 minutos, centrifugadas e inoculadas paralelamente en medios de Herrold con micobactina y sin micobactina, incubadas a 37 gC durante 14 semanas, haciendo las lecturas de los cultivos cada 7 días. De uno de los fetos abortados se procedió a realizar cultivos bacteriológicos de: corazón, pulmón, hígado e intestinos, así como también improntas de cada órgano y coloreadas con la Tinción de Ziehl. Neelsen.

RESULTADOS.

Los resultados demuestran que en los tres grupos con reacciones frente a la Tuberculina de 3,0 o más mm, de un total de 81 ovinos resultaron positivos a los métodos de laboratorio 69, para un 85.2%; mientras que en el grupo con reacciones tuberculínicas inferiores a 3.0 mm sólo resultaron positivos 12 animales para un 41.3%. En los 10 cultivos bacteriológicos realizados, se obtuvo crecimiento del *M. avium* subsp paratuberculosis en 7 de las muestras sembradas. Las primeras colonias bacterianas comenzaron a ser visibles a partir de la novena semana de incubación. Las colonias primarias en el medio de Herrold con micobactina son muy pequeñas, incoloras, sus bordes redondeados y uniformes. La superficie lisa y brillante, cuando el cultivo envejece se vuelve rugosa y opaca. Las colonias tienen una gran dependencia a la micobactina, donde el crecimiento resulta más exuberante.

Las células de las colonias primarias son muy ácidas- resistentes y Gram positivas. Se presentan formando grupos o nidos en el interior de algunas células epiteliales y células gigantes, la forma de agruparse es muy característico para éstas Micobacterias. Clínicamente se pudo observar que la mayor parte de los ovinos se encontraban con enflaquecimiento, hijares hundidos, en algunos edemas submandibular y las heces pierden su forma característica en bolas y se tornan blandas.

El cuadro lesional se apreció principalmente en el intestino y nódulos linfáticos mesentéricos, estos últimos aumentados de tamaño y edematosos. Las alteraciones intestinales consisten en una hipertrofia difusa con la mucosa plegada en gruesas rugosidades transversas, dando un aspecto aterciopelado. En los cortes histológicos se observó infiltrado de células epiteliales, con la presencia de células gigantes, y pequeños focos de necrosis sin calcificación. Del hígado e intestino del feto abortado también se obtuvo aislamiento bacteriano del *Mycobacterium avium* subs Paratuberculosis.

CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

De acuerdo a los resultados obtenidos se establece la posibilidad del empleo del método alérgico para el diagnóstico en ovinos para la detección de animales afectados, como prueba de rebaño y

no como prueba diagnóstica individual. Según SENASA, 2000) la detección de la inmunidad celular se realiza en las etapas iniciales de la enfermedad y para la detección de inmunidad humoral en las etapas de estado clínico o estados finales de la enfermedad.

Se recomienda el aislamiento bacteriológico en el medio de Herrold con micobactina, como método definitivo para el diagnóstico de la enfermedad (Centro Panamericano de Zoonosis, 1973 y K. Cirone, et al., 2007, OIE, 2004).

Con el aislamiento del *M. avium* subsp *paratuberculosis* obtenido del feto abortado, se demuestra que la infección es intrauterina y que puede causar abortos. Según Jubb and Kennedy, 1974, la excreción del microorganismo por la leche y la infección intrauterina representan implicaciones importantes para la epidemiología del proceso. Se ha descrito una incidencia del 50% de infección intrauterina cuando la madre está clínicamente enferma, además ésta forma de infección puede darse aún cuando la madre está clínicamente normal.

Los resultados obtenidos en las improntas de heces fecales o raspados intestinales, teñidos con la coloración de Ziehl Neelsen y observados microscópicamente, no se toman como diagnóstico definitivo sino orientativo, ya que pueden existir otras Micobacterias presentes en intestino, sin embargo según Sánchez (2013, comunicación personal) a la aparición de nidos característicos de esta especie de micobacteria se establece la sospecha de la presencia de la enfermedad en el rebaño.

En cuanto al cuadro anatómo-patológico es evidente la diferencia en las lesiones intestinales de los ovinos con las de los bovinos, ya que en los ovinos aparecen bien marcadas las rugosidades transversales y en los bovinos son horizontales. Estas lesiones contienen gran cantidad de bacilos que se pueden evidenciar por las técnicas histopatológicas.

REFERENCIAS

- Centro Panamericano de Zoonosis.(OPS) 1973. “Métodos de Laboratorio de Mico bacteriología Veterinaria para el aislamiento e identificación de Micobacterias.
- Cicuta, María E.; Boehringer, Silvia I.; Roibón, Walter R.; Benítez, María C.; Barceló, María del C. 2003. “Validez de la prueba tuberculínica para el diagnóstico de paratuberculosis ovina. Universidad Nacional del Nordeste. Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. V-016
- Collins MT, Gardner IA, Garry FB, Roussel AJ, Wells SJ. 2006. “Consensus recommendations on diagnostics testing for the detection of paratuberculosis in cattle in the United States .JAVMA 12: 1912-1919.
- Feller M, Humiler K; Stephan R.; Altpeter E.; Shang A.; Furrer H; Pfeiffer, GE. “Mycobacterium avium subspecies paratuber. And Crohns disease: a systematic review and meta-analysis. Lancet infect Dis 7: 607-613.
- Jubb K.V.F. y Kennedy, 1974. “Patología de los animales domésticos”. Tomo segundo. Ciencia y Técnica. Instituto cubano del libro p. 161-167.
- Organización Internacional de Epizootias (OIE). 2004. Manual of Diagnostic Tests and Vaccines for Terrestrial Animals. “Paratuberculosis” Chapter 2.2.6. 5th edition.
- SENASA. Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria, 2000. Manual de Procedimientos técnico. Diagnóstico de paratuberculosis. Lab. De Referencia de la Office Internacional des Epizooties (OIE) en Paratub. Para América del Sur, América Central, México y Caribe. Argentina: SENASA. 74 p.
- Valentín Pérez Pérez, Patricia Vázquez, Miguel Fernández Gutiérrez, María del Carmen Ferreras Estrada. 2012. “Pequeños rumiantes, Vol. 13 No.2. p.52-59.

RESPUESTAS FISIOLÓGICAS DE VACAS HOLSTEIN Y JERSEY × HOSTEIN BAJO LA SOMBRA EN CONDICIONES DE ESTRES POR CALOR

J.A. Hernández-Rivera^{1,2}, A. Palacios-Ortiz¹, J. Hernández-Bautista¹, F.D. Álvarez-Valenzuela³, U. Macías-Cruz³, L. Avendaño-Reyes³, T.R. Bilby.²

¹*Escuela de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Benito Juárez de Oaxaca.* ²*Texas AgriLife Research and Extension Service, Texas A&M System.*

³*Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California.*

E-mail: juanaugusto_h@yahoo.com.mx

RESUMEN

Con el propósito de evaluar las respuestas fisiológicas de vacas Holstein y Jersey x Holstein en lactación bajo sombra en una zona sub-tropical, 16 vacas multíparas fueron asignadas a uno de dos tratamientos: 1) H, 8 vacas Holstein y 2) JXH, 8 vacas Jersey x Holstein. La sombra se colocó en la parte central del corral. La información se analizó con un diseño completamente al azar. Las temperaturas de nalga (31.97 y 33.07, °C), costado derecho (32.64 y 33.05, °C), ubre (32.73 y 33.42, °C) y cabeza (30.17 y 31.87, °C) durante la mañana fueron menores ($P<0.05$) en el grupo H que en el JXH, respectivamente. Durante la tarde, las temperaturas de nalga, costado derecho, ubre y cabeza fueron mayores ($P<0.05$) en H (38.47, 38.32, 38.76, y 39.23 °C, respectivamente) comparado con JXH (37.24, 37.17, 37.92, y 38.15 °C, respectivamente). Durante la mañana y tarde, la tasa respiratoria en H (74 y 111, resp./min) fue menor ($P<0.05$) con respecto al grupo JXH (84 y 112, resp./min). Estos resultados sugieren que el efecto de las sombras ayuda a mejorar el bienestar principalmente vacas Hosltein durante condiciones de estrés calórico severo. Por otra parte, las vacas JXH tienen mayor capacidad fisiológica para reducir los efectos nocivos del calor.

Palabras clave: Sombras, vacas Holstein, vacas Jersey, estrés calórico.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la temperatura ambiental debido al calentamiento global se ha intensificado principalmente en zonas desérticas, semidesérticas y sub-tropicales, resultando en veranos más intensos y calurosos. La reubicación de establos lecheros a consecuencia de una población en constante crecimiento, así como la disponibilidad de los recursos han obligado a los productores a pasar por alto las condiciones climáticas donde se construyen las nuevas explotaciones lecheras. Esta situación desafortunadamente tiene un alto costo, porque las condiciones climáticas como las altas temperaturas, compromete la eficiencia productiva y reproductiva de vacas lecheras en lactación (Armstrong, 1994), ya que se genera gran cantidad de calor metabólico que combinado con el incremento de la temperatura corporal conduce a una condición conocida como estrés calórico (EC) (Hahn, 1999). El uso de sombras en ranchos lecheros es el método más sencillo para reducir el impacto de la radiación solar, pudiendo ser naturales o artificiales. El objetivo de este estudio fue evaluar variables fisiológicas de vacas Holstein y Jersey x Holstein en lactación bajo condiciones de EC en respuesta a la sombra artificial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Considerando los días en leche, número de partos y producción de leche previo al inicio del experimento, 16 vacas multíparas fueron asignadas a uno de dos tratamientos: 1) H, 8 vacas

Holstein bajo la sombra, y JXH, 8 vacas Jersey x Holstein bajo la sombra. Ambos grupos de vacas fueron sometidos a un enfriamiento previo a la ordeña a las 1100 y 2300 h, que consistió en bañar a las vacas justo en la entrada de la sala con un sistema de aspersión de agua, posteriormente se refrescaron con abanicos colocados a lo largo de la sala de espera. Cada vaca contó con un área de 50 m² dentro del corral (220 vacas por corral). Los corrales contaron con dos áreas de sombra, una hecha de malla en la zona de las trampas y/o comederos y otra metálica al centro del corral. Esta última midió 9 m de ancho por 90 m de largo con orientación E-O. Las variables de respuesta se colectaron dos veces al día (0700 y 1500 h) durante todo el periodo experimental. Para la temperatura de las diferentes partes de la piel (cabeza, costado derecho, nalga y ubre) se usó una pistola con infrarrojo. En la tasa respiratoria (TR) se consideró el número de movimientos del tórax durante un minuto. Adicionalmente se tomaron las medidas de temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR) para estimar el índice de temperatura y humedad (ITH). Las variables fisiológicas fueron analizadas bajo un modelo completamente al azar usando el procedimiento PROC MIXED del SAS Institute Inc. (2004). Se consideró una diferencia altamente significativa al valor de $P < 0.05$, y se consideró tendencia al valor de $P > 0.05$ y > 0.10 .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores máximos y mínimos de TA, HR e ITH por día se ilustran en las figuras 1 y 2. La TA máxima fue de 39.5 °C y la mínima de 25.9 °C, mientras que la HR fue 63.8 y 20 %, respectivamente. El ITH máximo fue de 83.9 unidades y el mínimo de 74.9 unidades. Un valor de ITH de 72 unidades es considerado como el punto en el cual la vaca lechera Holstein inicia con los efectos negativos del estrés calórico. Los valores de ITH menores a 70 unidades se consideran como confortables, de 72 a 78 unidades como estresantes y mayor a 78 se considera como un estrés con peligro de muerte (Armstrong, 1994). En el ganado lechero durante este estudio, el promedio mínimo diario de ITH nunca estuvo en la zona de confort, en el cual se empieza a considerar como estrés calórico (ITH = 72 unidades). Más aún, durante el periodo experimental el ITH máximo tampoco estuvo por debajo de las 80 unidades, lo que sugiere que el estrés calórico fue severo durante el estudio. Las temperaturas de la piel (TP) en la región de la nalga (31.97 vs. 33.07 °C), costado derecho (32.64 vs. 33.05, °C), ubre (32.73 vs. 33.42, °C) y cabeza (30.17 vs. 31.87, °C) durante la mañana fueron menores ($P < 0.05$) en el grupo de vacas H que en el grupo de las vacas JXH, respectivamente (Cuadro 1). Durante la tarde, las TP de la región de la nalga, costado derecho, ubre y cabeza fueron mayores ($P < 0.05$) en vacas H (38.47, 38.32, 38.76, y 39.23 °C, respectivamente) comparado con vacas JXH (37.24, 37.17, 37.92, y 38.15 °C, respectivamente).

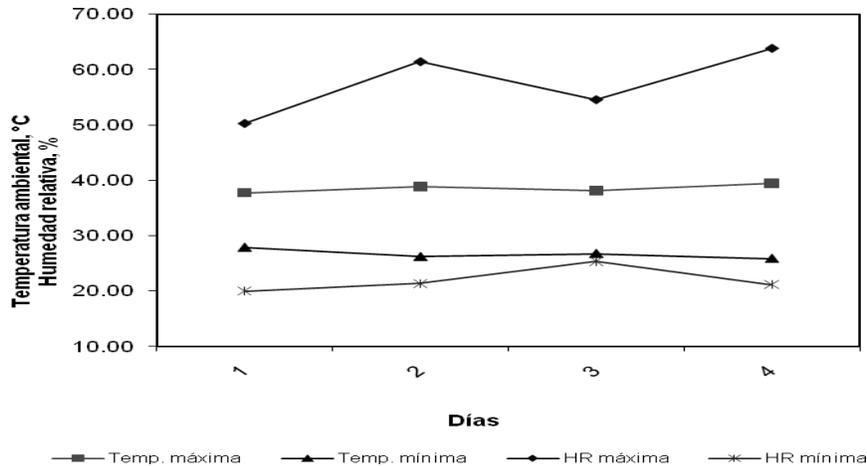


Figura 1. Temperatura ambiental (TA) y humedad relativa (HR) máxima y mínima durante los días de estudio.

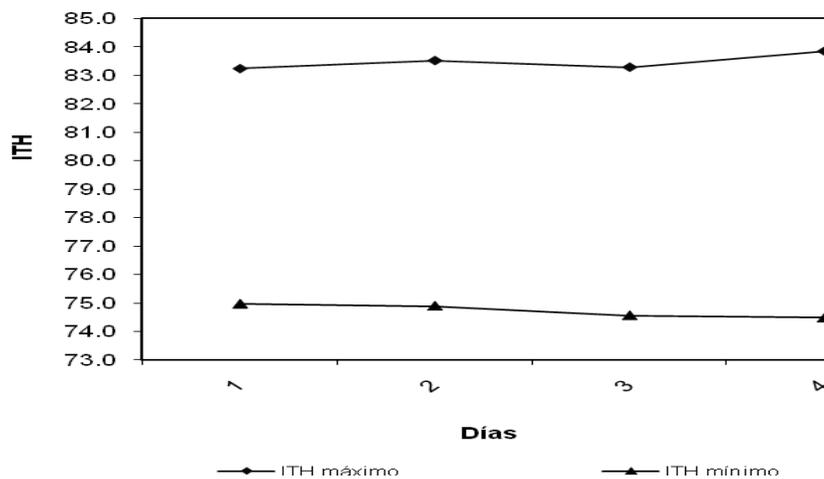


Figura 2. Índice de temperatura-humedad (ITH) máximo y mínimo durante los días de estudio.

Blazquez *et al.* (1994) reportaron que el incremento en el flujo de sangre en la piel esta positivamente correlacionada con la tasa de sudoración. Esto sugiere que el total de las vacas de este estudio tuvieron que redireccionar el flujo sanguíneo hacia la periferia y/o a las glándulas sudoríparas para incrementar la tasa de sudoración (Dampney, 1974). Una tasa de sudoración alta en condiciones extremas de calor puede ayudar a refrescar a las vacas y mejorar el estado de confort, sin embargo, los resultados de esta investigación indicaron que la tasa de sudoración pudo no ser suficiente para reducir los efectos nocivos del EC. Sin embargo, las sombras y el poco enfriamiento durante la ordeña provocó un alivio extra en los animales del grupo JXH, explicando las diferencias de las temperaturas de la piel respecto a las vacas H. Por otra parte, se ha demostrado que dentro de las razas de ganado lechero *Bos taurus*, las vacas Jersey son más resistentes al calor que las vacas Holstein. Durante el verano, la TR de vacas lecheras es responsable de por al menos el 15 % de las pérdidas de calor; esta insuficiencia tiene como

resultado una baja en la productividad. Asimismo, los resultados de este estudio por la mañana y la tarde indicaron que la TR en vacas H (74 y 111, resp./min) fue menor ($P < 0.05$) con respecto a las vacas del grupo JXH (84 y 112, resp./min). Por otro lado, bajo condiciones de EC la TR de vacas lecheras puede incrementarse hasta 80 resp./min más de lo normal (20 resp./min) en zona termoneutral (Mount, 1979). Berman *et al.* (1985) encontraron que la TR empieza elevarse a partir de las 50 y 60 resp./min en temperaturas ambientales mayores a los 25 °C.

Cuadro 1. Efecto del sistema de enfriamiento sobre las temperaturas de las diferentes partes de la piel en vacas lecheras Holstein durante el verano.

	H	JXH	E.E.	Valor-P
Temperaturas de la piel				
Nalga AM, °C	31.97	33.07	0.3311	0.0016
Nalga PM, °C	38.47	37.24	0.4180	0.0050
Costado derecho AM, °C	32.64	33.05	0.2399	0.0955
Costado derecho PM, °C	38.32	37.17	0.3537	0.0022
Ubre AM, °C	32.73	33.42	0.2554	0.0095
Ubre PM, °C	38.76	37.92	0.3879	0.0361
Cabeza AM, °C	30.17	31.87	0.5805	0.0053
Cabeza PM, °C	39.23	38.15	0.3655	0.0051
Tasa respiratoria				
AM (resp./min)	74	84	3.2120	0.0058
PM (resp./min)	111	112	3.6892	0.7876

H= vacas Holstein; JXH= vacas Jersey x Holstein; AM, variables colectadas a las 0700 h; PM, variables colectadas a las 1500 h.

CONCLUSIÓN

El efecto de las sombras provocó un alivio considerable en las vacas Hosltein, redujo la temperatura de las distintas partes de la piel, así como la tasa respiratoria. Por otra parte, las vacas JXH tienen mayor capacidad fisiológica para reducir los efectos negativos del estrés calórico.

REFERENCIAS

- Armstrong, D.V. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. *J. Dairy Sci.* 77:2044-2050.
- Berman, A., Y. Folman, M. MKalm, Z. Mamen, D. Wolfenson, A. Arieli, and Y. Graver. 1985. Upper critical temperatures and forced ventilation effects for high yielding dairy cows in a subtropical climate. *J. Dairy Sci.* 68:1488-1498.
- Blazquez, N.B., S.E. Long, T.M. Mayhew, G.C. Perry, N.J. Prescott and C.M. Wathes. 1994. Rate of discharge and morphology of sweat glands in the perineal, lumbodorsal and scrotal skin of cattle. *Res. Vet. Sci.* 57:277-284.
- Dampney R. A. L. 1974. Cardiovascular alterations associated with bursts of panting in the exercising dog. *J. Physiol.* 238:17-36.
- Hahn, G. L. 1999. Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *J. Dairy Sci.* 77:10-20.
- Mount, L. E. 1979. *Adaptation to Thermal Environment: Man and His Productive Animals.* University Park Press, Baltimore, MD.
- SAS Institute Inc. 2004. *SAS/STATuser's guide software released 9.12.* Cary, NC: SAS Institute Inc.

ILUMINACIÓN CON DIODOS EMISORES DE LUZ DICROMÁTICA Y PARÁMETROS PRODUCTIVOS EN POLLOS DE ENGORDA

S. Pech Pool, H. Mijangos Canché, G. Ayora Ricalde R. Zamora Bustillos, H. Magaña Sevilla*.

*Instituto Tecnológico de Conkal. Antigua Carretera Mérida-Motul, Km. 16.3, C.P. 97345.
Conkal, Yucatán, México
E-mail hectorms68@hotmail.com*

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la iluminación proporcionada por diodos emisores de luz (LED) dicromáticos sobre los parámetros productivos en los pollos de engorda. 200 pollitos de un día fueron sexados y los grupos de machos y hembras se dividieron en dos tratamientos (luz LED dicromática y luz fluorescente) resultando en cuatro tratamientos (dos tipos de iluminación por dos sexos). Se tomaron diariamente los datos de consumo, mortalidad, y semanalmente el peso individual, los animales se sacrificaron al peso de 1.8 kg, y se tomaron los rendimientos de pechugas y piernas. La mortalidad fue mayor utilizando los focos LED (5.68 ± 1.14 Dev. Est. Para LED vs 0% con luz fluorescente, $P < 0.05$), aunque sin diferencias en la conversión y el rendimiento de los cortes, y presentándose un mayor índice respecto a la eficiencia europea utilizando los focos fluorescentes. En granjas abiertas o con cortinas claras, ambas fuentes de iluminación constituyen alternativas para completar las horas requeridas de luz. Se requiere más investigación para determinar el efecto del tipo de luz en la mortalidad de las aves.

Palabras clave: Índice eficiencia europea, avicultura, parrilleros, luz.

INTRODUCCIÓN

En las aves, el empleo de fuentes de iluminación es importante ya que permite mejorar la viabilidad, reduce la mortalidad debida a problemas metabólicos (como por ejemplo ascitis) y de tipo esquelético. De igual manera es posible reducir los índices de conversión (Robinson y Renema, 1999; Abad, 2005). La luz es en sí misma una herramienta de manejo que garantiza el bienestar animal en condiciones de alta densidad (Oviedo, 2008; Oviedo, 2009). La iluminación consume parte de la energía eléctrica que la granja utiliza para mantener las condiciones ambientales de las aves. Los combustibles fósiles para la generación de energía eléctrica son cada vez más difícil y más costosos de obtener, lo cual ha llevado a políticas de conservación de la electricidad, además, México firmó el 16 de febrero de 2005 el protocolo de Kioto comprometiéndose a disminuir las emisiones de contaminantes a la atmósfera, y una de las acciones ha sido la sustitución y eliminación de los focos incandescentes.

Las alternativas que se presentan en cuanto a fuentes de iluminación, se han incrementado en los últimos años, sobre todo con la importancia que representa el ahorro en costo de energía. Es un paso lógico entonces evaluar el efecto sobre la producción animal de estas nuevas alternativas (Lewis y Morris, 2000; Quishpe, 2006).

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de fuentes de iluminación por diodos emisores (LED) dicromáticos y focos fluorescentes en los parámetros productivos de pollos de engorda.

MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en Conkal, Yucatán. 200 pollitos Hubbard fueron sexados manualmente, por las plumas del ala y divididos al azar en dos tratamientos (luz LED dicromática o Fluorescente) en grupos de 10 animales. Se midió y ajustó la luminosidad de ambos tratamientos modificando la altura de los focos y el uso de pantallas para proporcionar 36 luxes de manera uniforme en el piso del área experimental.

Los fotoperiodos utilizados fueron de 22 horas de luz y 2 de oscuridad la primera y segunda semana, 20:4 la tercera y 18:6 de la cuarta en adelante, se alimentaron con alimento comercial y agua *ad libitum*, y se les proporcionó ventilación por presión positiva, según la temperatura de sensación requerida.

La mortalidad (%) se determinó contabilizando el número de aves muertas diariamente; el consumo se determinó midiendo lo ofrecido menos lo rechazado, diariamente. La conversión alimenticia se determinó semanalmente, dividiendo la cantidad de alimento consumido entre el peso ganado. Las aves se pesaron individualmente, con una báscula electrónica con exactitud de 0.01 g cada semana. Respecto al análisis de la eficiencia europea se obtuvo con la aplicación de la fórmula ya establecida: $[\text{viabilidad (\%)} \times \text{peso vivo (kg)} / \text{edad (días)} \times \text{conversión}] \times 100$. A los datos obtenidos se les realizó un análisis de varianza (ANOVA) de dos vías y la comparación de medias con la prueba de Bonferroni ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El mayor porcentaje de mortalidad en las aves se presentó con la utilización de la luz LED, con la luz fluorescente no se presentó mortalidad alguna (Cuadro 1). Sin embargo, se puede notar que la mortalidad en animales con luz LED, se estabilizó a la semana 3.

Cuadro 1. Mortalidad acumulada en pollos de engorda bajo el efecto de la luz LED dicromática y fluorescente.

Tratamiento	Mortalidad acumulada (%)				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
LED	0 ^a	3.22±1.04 ^a	5.56±1.11 ^a	5.68±1.14 ^a	5.68±1.14 ^a
Fluorescente	0 ^a	0 ^b	0 ^b	0 ^b	0 ^b
Significancia	NS	*	**	***	***

Medias±error estándar con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales ($P \leq 0.05$).

^{NS}No significativo, * $P \leq 0.05$, ** $P \leq 0.01$, *** $P \leq 0.001$

En la conversión alimenticia, no se encontraron diferencias estadísticas entre las dos fuentes de iluminación empleadas, en ninguna de las cinco semanas de evaluación; sin embargo, la conversión alimenticia fue ligeramente superior en las aves con la iluminación LED, y un índice menor respecto a la eficiencia europea, por efecto de la mayor mortalidad. (Cuadro 2 y 5 respectivamente).

Con relación al peso de los pollos de engorda machos y hembras, se observó que en la quinta semana no existieron diferencias estadísticas entre semana ni entre tratamientos (Cuadros 3 y 4). Con el tratamiento de luz fluorescente no se registraron muertes, por lo que se estableció la diferencia estadística con el de luz LED. Los pollos que fueron criados con luz LED obtuvieron una conversión alimenticia de 2.29 a la quinta semana, estos resultados fueron inferiores a lo obtenido por Cao *et al.* (2008) empleando luz LED blanca en su evaluación a la semana 7. En la

eficiencia europea se encontró un valor más alto con la luz fluorescente. Al respecto, Díaz *et al.* (2007) y Estrada *et al.* (2007) señalan que la duración del periodo de crianza, peso vivo, viabilidad y conversión son factores que afectan este parámetro.

Cuadro 2. Conversión alimenticia en pollos de engorda bajo el efecto de la luz LED Dicromática y fluorescente.

Tratamiento	Conversión alimenticia				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
LED	1.87±0.29 ^a	1.53±0.14 ^a	1.99±0.08 ^a	2.16±0.01 ^a	2.29±0.04 ^a
Fluorescente	1.53±0.09 ^a	1.26±0.06 ^a	1.70±0.04 ^a	1.75±0.10 ^a	2.13±0.08 ^a
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS

Medias±error estándar con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (P≤0.05).

^{NS}No significativo

Cuadro 3. Pesos en pollos de engorda machos bajo el efecto de la luz LED dicromática y fluorescente.

Tratamiento	Peso Macho				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
LED	166.6±8.6 ^a	367.2±7.0 ^a	692.8±3.3 ^a	1066.3±8.2 ^a	1472.6±49 ^a
Fluorescente	179.2±3.7 ^a	415.5±11.0 ^a	785.8±14 ^a	1178.6±59.2 ^a	1618.5±48 ^a
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS

Medias±error estándar con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (P≤0.05).

^{NS}No significativo

Cuadro 4. Pesos en pollos de engorda hembras bajo el efecto de la luz LED dicromática y fluorescente.

Tratamiento	Peso Hembra				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5
LED	167.4±6.1 ^a	363.5±10.0 ^a	697.5±22.0 ^a	1045.1±13.5 ^a	1418.0±23.9 ^a
Fluorescente	174.0±2.6 ^a	397.8±15.5 ^a	732.3±26.7 ^a	1266.2±141.7 ^a	1462.6±85.0 ^a
Significancia	NS	NS	NS	NS	NS

Medias±error estándar con la misma literal dentro de columnas son estadísticamente iguales (P≤0.05).

^{NS}No significativo

Cuadro 5. Eficiencia europea en pollos de engorda de la línea Hubbard bajo el efecto de la luz LED y fluorescente.

Tratamiento	Índice de eficiencia Europea
LED	195.70
Fluorescente	269.50

CONCLUSIÓN

La luz LED dicromática en las granjas que utilizan luz natural, no presentan ventajas sobre el uso de los focos fluorescentes, quedando su uso por definir con mayor investigación en los aspectos de causas de mortalidad y la relación beneficio: costo derivadas del ahorro de energía, inversión inicial y la duración de los focos.

REFERENCIAS

- Abad J. 2005. Programas de luz en granjas de broiler. Jornadas Profesionales de avicultura de carne, Valladolid, España. Consultado el 30 de Nov. De 2011 <http://www.avicultura.com/docsav/ja0510260405-R-abad.pdf>.
- Cao, J., W. Liu, Z. Wang, D. Xie, L. Jia and Y. Chen. 2008. Green and blue monochromatic lights promote growth and development of broilers via stimulating testosterone secretion and myofiber growth. *J. Appl. Poult. Res.* 17: 211–218.
- Díaz, C.D.R., D. Rivero, J. Collante, y D. González. 2007. Evaluación productiva (IOR) en una granja de pollos de engorde del estado Trujillo de Venezuela con dos sistemas de producción (estudio de casos). *Agricultura Andina*, 12: 55-65.
- Estrada, P.M.M., G.S.M. Márquez y B.L.F. Restrepo. 2007. Efecto de la temperatura y la humedad relativa en los parámetros productivos y la transferencia de calor en pollos de engorde. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 20: 288-303.
- Lewis, P.D. and T.R. Morris. 2000. Poultry and coloured light. *World's Poultry Sci. J.* 56: 189-207
- Oviedo, R. E. O. 2008. Mejora de la eficiencia energética en granjas de broiler. Albèitar, publicación veterinaria independiente No. 115. pp. 4-7.
- Oviedo, R. E. O. 2009. Ahorro energético en granjas avícolas. XLVI Simposium Científico de Avicultura. Zaragoza, 29 de septiembre a 2 de octubre de 2009. Zaragoza, España. pp. 5-21.
- Quishpe, S. G. J. 2006. Factores que afectan el consumo de alimento en pollos de engorde y postura. Tesis Profesional Ingeniero Agrónomo. Zamorano, Honduras. 27 p.
- Robinson, F. E. y R. A. Renema,. 1999. Principios del manejo de los fotoperiodos en reproductoras de engorde. *Boletín Técnico Cobb Vantress*. 7 (1): 1-6.

EFFECTO DE UN FÁRMACO VASODILATADOR SOBRE PARAMETROS SOMATOMETRICOS EN FETOS (*Cavia porcellus*)

P. Sánchez Aparicio^{1*}, J.A. Ibanovich Camarillo², J.M. Mora Victoria², A. Córdova Izquierdo³, H. Bonilla Jaime⁴, J. Del Angel Caraza², H. Reyes Alva²

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex. ²Hospital Veterinario para Pequeñas Especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex. ³División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ⁴Laboratorio de Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana, Iztapalapa
E-mail.pedrosanchezaparicio0@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar si la administración de un fármaco vasodilatador durante la gestación, ejerce efectos sobre los parámetros somatométricos de los fetos al momento de su extracción. Se utilizaron 20 cobayas gestantes que fueron asignadas aleatoriamente a los diferentes grupos: en el grupo 1 (n=10) los animales recibieron solución salina estéril, los grupos 2 (n=5) y 3 (n=5) recibieron sildenafil 50 µg/kg (n= 5) y 500 µg/kg (n= 5) respectivamente. La dosis fue administrada por vía oral desde del día 35 de gestación hasta el día de la cesárea. Treinta y cinco días después de haber identificado el tapón vaginal, la gestación fue confirmada y los animales fueron alojados de forma aleatoria a cada uno de los tratamientos, el peso de las madres fue de aproximadamente 0.7 kg en los tres grupos de estudio (P=0.6). Respecto al peso corporal de los fetos a término obtenidos de madres tratadas con 500 µg/kg sildenafil, estos fueron más pesados (P<0.001) y más largos (P=0.004) que los fetos obtenidos de los otros dos grupos. Los fetos obtenidos de madres tratadas con 500 µg/kg sildenafil, presentaron ancho de cabeza y de grupa más amplias (P=0.001), a diferencia de lo registrado en los grupos testigo y con dosis baja de sildenafil. Los valores del largo dorsal, ancho de cabeza, ancho de grupa y peso de los fetos a término obtenidos de cobayas incluidas en el grupo testigo fueron similares a los observados en los fetos de madres tratadas con 50 µg/kg de sildenafil. La administración de 500 µg/kg de sildenafil desde el día 35 hasta el día de la cesárea resulta en un incremento del tamaño fetal, de sus longitudes y de sus variables somatométricas.

Palabras clave: Morfometría, cesárea, cobayo, longitud.

INTRODUCCIÓN

Una de las mayores causas de muerte perinatal es la prematuridad (Norman *et al.*, 1999). No obstante, la compresión del cordón umbilical y la prevención del trabajo de parto prematuro continúan siendo las principales metas de la investigación en el área de obstetricia. Como resultado de una compresión en el cordón umbilical, ocurren cambios en la circulación pulmonar causando un incremento en la resistencia vascular pulmonar, alteración pulmonar en la reactividad vascular, e inducción vascular y remodelación cardiaca, estos cambios pueden ser prevenidos por inhibición selectiva de fosfodiesterasa (PDE) tipo 5 (Larrue *et al.*, 2005). Recientemente, el citrato de sildenafil ha sido usado como un agente terapéutico por su efecto sobre el aumento de la vasodilatación de pequeñas arterias miométricas, disminución en la resistencia periférica con incremento del flujo sanguíneo útero-placenta y mejoría de la perfusión sistémica perinatal (Wareing *et al.*, 2005). La aplicación de citrato de sildenafil parece ser

efectiva y con seguridad causaran inquietud las observaciones sobre los efectos en el sistema materno-fetal (Khan *et al.*, 2004). Consideramos necesario evaluar el efecto del fármaco sobre el desarrollo fetal expresado en mediciones somatométricas y contribuir en el área de perinatología de animales y humanos a fin de mejorar la calidad y grado de supervivencia neonatal.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los animales del grupo testigo (n=10) recibieron solución salina estéril, mientras que el grupo 2 (n=5) y 3 (n=5) recibieron citrato de sildenafil a diferentes dosis de 50 y 500 µg/kg, respectivamente. El sildenafil fue administrado diariamente a las 10:00 horas, incluyendo los fines de semana, iniciando a partir del día 35 de gestación hasta el día de la cesárea. A fin de evaluar el crecimiento fetal y caracterizar la zoometría del feto, se realizaron mediciones zoométricas en los cadáveres. Los siguientes parámetros fueron obtenidos: peso a la extracción (g), longitud de la cabeza a la base de la cola o largo dorsal (cm), ancho de cabeza y grupa (cm), perímetro torácico y abdominal (cm), perímetro de cañas anterior y posterior (cm) en una de las extremidades distales abdominal y torácica. El ancho fue obtenido por un calibrador vernier mientras que los otros parámetros somatométricos fueron obtenidos con cinta métrica. En cada grupo de estudio, los datos fueron resumidos como media y desviación estándar, mediana (y rangos), o bien como el número de casos observados (%). Debido a que el número de madres incluidas en el estudio fue diferente (10 en el grupo testigo y 5 en cada grupo de tratadas con diferentes dosis de sildenafil), los parámetros fueron comparados entre los 3 grupos por la prueba de Kruskal-Wallis seguida por una comparación de la prueba Conover-Inman (una prueba de Fisher simple). Las variables categóricas fueron comparadas entre los 3 grupos por una prueba de X^2 para grupos múltiples. El análisis estadístico fue realizado con el StatsDirect 2.4.5 (StatsDirect Ltd., Cheshire, United Kingdom). El límite de significancia fue fijado con una prueba de 2 colas y un nivel de significancia de $P < 0.05$.

RESULTADOS

Treinta y cinco días después de haber identificado el tapón vaginal, la gestación fue confirmada y los animales fueron alojados de forma aleatoria a cada uno de los tratamientos, el peso de las madres fue de aproximadamente 0.7 kg en los tres grupos de estudio ($P=0.6$). Los animales en los tres grupos de tratamiento incrementaron su peso corporal en aproximadamente 0.3 kg ($P=0.4$). Respecto al peso corporal de los fetos a término obtenidos de madres tratadas con 500 µg/kg sildenafil, estos fueron más pesados ($P < 0.001$) y más largos ($P=0.004$) que los fetos obtenidos de los otros dos grupos (Cuadro 2). Los fetos obtenidos de madres tratadas con 500 µg/kg sildenafil, presentaron ancho de cabeza y de grupa más amplias ($P=0.001$), a diferencia de lo registrado en los grupos testigo y con dosis baja de sildenafil. Los valores del largo dorsal, ancho de cabeza, ancho de grupa y peso de los fetos a término obtenidos de cobayas incluidas en el grupo testigo fueron similares a los observados en los fetos de madres tratadas con 50 µg/kg de sildenafil.

DISCUSIÓN

El crecimiento retardado de fetos cobayos los hace menos capaces de mantener el oxígeno que es repartido al cerebro y miocardio después de un incremento en el flujo sanguíneo, esto frecuentemente resulta en fetos acidémicos (Detmer *et al.*, 1991). Por lo tanto, parece ser que el peso del feto es un factor decisivo en la sobrevivencia perinatal en cobayos como un reflejo extenso de maduración intrauterina. Las condiciones que reducen la disponibilidad de sustratos o aquellos que reducen el reparto de nutrientes al otro lado de la placenta disminuyen el crecimiento fetal (Gardner *et al.*, 2001).

Cuadro 1. Parámetros somatométricos de cobayos al nacimiento expuestos a los efectos maternos por ingesta de sildenafil

	Testigo	Sildenafil		Valor P
		Dosis baja (50 µg/kg)	Dosis alta (500 µg/kg)	
Madres (n)	10	5	5	--
Peso a los 35 días de gestación (kg)	0.7 ± 0.1	0.7 ± 0.07	0.7 ± 0.04	0.6
Peso al final de la gestación (kg)	1.1 ± 0.2	1.0 ± 0.06	1.0 ± 0.06	0.6
Ganancia de peso gestación(kg)	0.3 ± 0.08	0.3 ± 0.04	0.3 ± 0.06	0.4
Duración de la gestación (semanas)	8.4 ± 0.8	8.2 ± 0.2	8.4 ± 0.3	0.9
Fetos (n)	37	16	14	--
# de fetos extraídos por hembra	3.7 ± 1.88	3.2 ± 0.83	2.8 ± 0.83	0.640
Peso a término (g)	61.9 ± 21.6	66.3 ± 16.0	90.0 ± 12.7 ^{a,b}	<0.001
Largo dorsal (cm)	9.3 ± 1.0	9.6 ± 1.2	10.6 ± 1.1 ^{a,b}	0.004
Ancho de cabeza (cm)	2.1 ± 0.2	2.1 ± 0.2	2.7 ± 1.4 ^{a,b}	0.001
Ancho de grupa (cm)	1.7 ± 0.4	1.8 ± 0.2	2.1 ± 0.2 ^{a,b}	0.001
Perímetro torácico (cm)	8.0 ± 1.0	7.9 ± 1.1	8.8 ± 0.6	0.05
Perímetro abdominal (cm)	7.9 ± 0.9	7.8 ± 1.2	8.7 ± 0.7 ^{a,b}	0.02

^aP<0.05, testigo vs dosis alta de sildenafil; ^bP<0.05, dosis baja vs dosis alta de sildenafil. No hubo diferencias al comparar los parámetros entre el grupo testigo y el grupo con dosis baja de sildenafil.

En contraste, el sobrepeso fetal observado en gestaciones complicadas a causa de diabetes, es resultado de un incremento en la disponibilidad de sustratos que estimulan la secreción de insulina y el crecimiento fetal (Jansson *et al.*, 2006). En este estudio, el incremento observado en el peso corporal de las madres incluidas en el grupo testigo no fue diferente a lo observado en los dos grupos tratados con sildenafil. Por lo tanto, no es posible atribuir algún otro efecto directo del sildenafil hacia las madres, únicamente el efecto de vasodilatador en las arterias uterinas (Villanueva-García *et al.*, 2007). Aunado a la contribución y suplemento de nutrimentos, el crecimiento fetal también está regulado por la interacción de algunas hormonas. La somatotropina de origen materno y placentario así como los factores de crecimiento maternos como el de insulina, son puntos clave de crecimiento fetal y peso al nacimiento (Trujillo-Ortega *et al.*, 2006). Por lo tanto, los resultados ejercen una implicación dual de porque el sildenafil no solo incremento la habilidad del feto para adquirir más nutrientes debido al incremento en el flujo sanguíneo uterino sino que también, no fue alterada la homeostasis endocrina entre la madre, placenta y feto a consecuencia del fármaco, favoreciendo así el crecimiento fetal. Finalmente, en este estudio, no se observaron ni se identificaron malformaciones morfológicas en los fetos o bien en sus órganos. De la misma manera, ninguno de las evaluaciones preclínicas previas han reportado eventos de teratogenicidad con dosis mucho más altas que las evaluadas en el presente estudio, así como fue mencionado en una revisión sistémica reciente de estudios publicados acerca del sildenafil (Villanueva-García *et al.*, 2007).

CONCLUSIONES

Las diferencias observadas respecto al crecimiento fetal entre el grupo testigo y los grupos de cobayos tratados con sildenafil fueron muy evidentes y consistentes, particularmente cuando comparamos con el grupo de dosis elevada de sildenafil. No se diseñó alguna evaluación ultra

estructural para verificar la carencia de alguna alteración producida por la administración de sildenafil durante la gestación. No se estimaron los niveles de sildenafil en los fetos para evaluar la transferencia de la droga y poder establecer conclusiones más contundentes acerca del mecanismo de acción de este fármaco y su efecto sobre el crecimiento fetal y mucho menos para confirmar la seguridad del uso del fármaco durante la gestación.

REFERENCIAS

- Detmer A, Gu W, Carter AM. 1991. The blood supply to the heart and brain in the growth retarded guinea pig fetus. *J Devl Physiol.* 15:153-160.
- Gardner SD, Fletcher WJA, Fowden LA, Giussani AD. 2001. A novel method for controlled and reversible long term compression of the umbilical cord in fetal sheep. *Journal of Physiology.* 535:217-229.
- Jansson T, Cetin I, Powell TL, Desoye G, Radaelli T, Ericsson A, Sibley CP. 2006. Placental transport and metabolism in fetal overgrowth: a workshop report. *Placenta* 27 Suppl A:S109-S113. Epub 2006 Mar 15.
- Khan RN, Hamoud H, Warren A, Wong LF, Arulkumaran S. 2004. Relaxant action of sildenafil citrate (Viagra) on human myometrium of pregnancy. *American Journal of Obstetrics and Gynecology.* 191:315-321.
- Larrue B, Jaillard S, Lorthioir M, Roubliova X. 2005. Pulmonary vascular effects of sildenafil on the development of chronic pulmonary hypertension in the ovine fetus. *American Journal Physiology Lung Cellular Molecular Physiology.* 288:L1193-L1200.
- Norman JE, Thomson AJ, Telfer JF, Young A, Greer IA, Cameron IT. 1999. Myometrial constitutive nitric oxide synthase expression is increased during human pregnancy. *Molecular Human Reproduction* 5(2):175-181.
- Trujillo-Ortega ME, Mota-Rojas D, Hernandez-Gonzalez R, Velazquez-Armenta EY, Nava-Ocampo AA, Ramirez-Necochea R, et al. 2006. Obstetric and neonatal outcomes to recombinant porcine somatotropin administered in the last third of pregnancy to primiparous sows. *Journal of Endocrinology.* 189:575-582.
- Villanueva-García D, Mota-Rojas D, Hernández-González R, Sánchez-Aparicio P, Alonso-Spilsbury M, Trujillo-Ortega ME, Ramírez Necochea R, Nava-Ocampo AA. 2007. A systematic review of experimental and clinical studies of sildenafil citrate for intrauterine growth restriction and preterm labor. *Journal of Obstetrics and Gynaecology* 27:(3):255-259.
- Wareing M, Myers JE, O'Hara M, Baker PN. 2005. Sildenafil citrate (Viagra®) enhances vasodilatation in fetal growth restriction. *Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism.* 90:2550-2555.

PERFIL FISIOMETABOLICO DEL ROEDOR CON HIPOXIA INDUCIDA: EFECTO DE LA GLICOCOLA

P. Sánchez Aparicio¹, M. Vega Rosas^{2*}, J. Mauro Victoria Mora³, J.A. Ibancovich Camarillo³, A. Córdova Izquierdo⁴, H. Bonilla Jaime⁵, A. Luna-Blasio¹.

¹Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bioterio del Hospital Veterinario para Pequeñas Especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex. ²Bioterio Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán. ³Hospital Veterinario para Pequeñas Especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex. ⁴División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ⁵Laboratorio de Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa.
E-mail:pedrosanchezaparicio0@gmail.com

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la glicocola en ratas con hipoxia inducida por isquemia cerebral, tomando como referencia los valores de gases en sangre, electrolitos séricos, glucosa y lactato. Se trabajo con 15 ratas divididas en 3 grupos, se realizó procedimiento quirúrgico para inducir hipoxia. Los animales del G₁: recibieron tratamiento placebo. G₂: posterior a la cirugía se les administro glicocola 40 mMol/Kg intraperitoneal (ip) G₃: 5 días previos a la cirugía, tratamiento con glicocola 40 mMol/Kg ip Se tomaron muestras a los 1, 5, 10, 15 y 20 min post- isquemia cerebral. Los elementos que se valoraron fueron: pH, CO₂, pO₂, Na⁺, K⁺ y Ca²⁺; glucosa y lactato. Obteniendo los siguientes resultados: en el G₁ disminución de pH, pO₂, glucosa y aumento del calcio. En el G₂ los valores se mantuvieron constantes y niveles elevados de glucosa. Finalmente se compararon todos los valores obtenidos del grupo control (a los minutos 1, 5, 10 y 20); con el grupo con tratamiento post isquemia encontrándose diferencias significativas al minuto en pCO₂ con *p= 0.047, a los 5 minutos se encontró elevación de la glucosa *p=0.032, y disminución del lactato *p=0.017. Al comparar el grupo control con el grupo con tratamiento post isquemia al minuto encontramos que la pCO₂ aumentó *p=0.005, el HCO₃⁻ aumento *p=0.005, el TCO₂ aumentó *p=0.004 y el BE disminuyó *p= 0.008. A los 5 minutos aumentó la glucosa *p= 0.026, disminuyó el lactato *p= 0.06 y aumento la saturación de oxígeno *p= 0.010. A los 10 minutos continuó disminuyendo el HCO_{3std} *p= 0.020 y se mantuvo igual a los 20 minutos. Se concluye que una dosis de tratamiento con glicocola posterior a la isquemia produce un mantenimiento de las constantes a nivel de gasometría y electrolitos sanguíneos durante los primeros veinte minutos posteriores a la hipoxia.

Palabras Clave: Gasometría, hipoxia inducida, glicocola.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad cerebro-vascular es un problema de salud pública internacional pues representa la tercera causa de muerte en países industrializados, sólo precedida por enfermedades cardiacas y tumores malignos (Tegos *et al.*, 2000). Su incidencia mundial es de 1.5 a 4 casos por cada 1,000 habitantes, y la prevalencia de 8-20 por cada 1,000 habitantes (Ramiro *et al.*, 2008). En la enfermedad vascular cerebral, se consideran cinco capítulos fundamentales en cuanto a su clasificación: trombosis cerebral, embolia cerebral, hemorragia cerebral, trombosis venosa y crisis isquémica transitoria. La isquemia cerebral no es un evento único sino un *proceso*, como tal es posible modificar su curso y alterar el resultado final. El mayor avance de los últimos años ha

sido el reconocer las etapas de la cascada isquémica, las que podrían ser modificadas, con el objeto de obtener el menor daño posible tras un evento isquémico (Navarro y Henríquez, 2000). El proceso de isquemia neuronal produce un incremento en los aminoácidos excitatorios en las regiones de lesión neuronal. Dichos aminoácidos, juegan un papel importante en la patogénesis de la muerte neuronal (Matsumoto *et al.*, 2008). El incremento del glutamato conduce a una activación descontrolada de los receptores N-metil-D-aspartato (NMDA), un proceso clave en el desarrollo de la hipoxia, la glicocola (C₂H₅NO₂) es un aminoácido y neurotransmisor que juega un papel crítico en la modulación de los receptores NMDA (Oda *et al.*, 2007). Algunos estudios realizados en modelos animales han indicado que la isquemia cortical conlleva a un daño funcional que mejorara substancialmente poco tiempo después de haberse realizado la lesión. La severidad y el déficit crónicos encontrados después del daño depende básicamente del tamaño, localización y severidad de la lesión (Metz *et al.*, 2005). Es bien conocido, que después de un evento de daño cerebral isquémico, el cerebro posee la habilidad para recuperarse a largo plazo. Para investigar los mecanismos potenciales de ésta recuperación, se considera indispensable el uso de modelos animales (McGill *et al.*, 2005). El objetivo de este trabajo consistió en conocer el papel de la glicocola sobre la gasometría sanguínea y electrolitos en un modelo animal con hipoxia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se trabajó con 15 ratas adultas estirpe Wistar (*Rattus norvegicus*) sin signos clínicos de enfermedad, con un peso promedio de 340 g. Los animales fueron distribuidos de forma aleatoria en tres grupos, posteriormente fueron sometidas a un procedimiento anestésico con una mezcla de 80 mg/Kg de clorhidrato de ketamina y 8 mg/kg de Xylazina por vía intraperitoneal (i.p) con el objeto de realizar cirugía para inducir la hipoxia bajo la metodología de Uribe-Escamilla 2009. G₁: grupo control solo se aplicó solución salina. G₂: posterior a la cirugía se les administró glicocola 40 mMol/Kg i.p. G₃: 5 días previos al procedimiento quirúrgico se le dio tratamiento con glicocola 40 mMol/Kg i.p. Las muestras de sangre fueron tomadas en cinco diferentes tiempos, 1, 5, 10, 15 y 20 min post-quirúrgico. La estadística descriptiva fue elegida para cada grupo en este estudio: medida de dispersión, desviación estándar, variación y coeficiente, moda, mínimo y máximo. Con el objetivo de encontrar diferencias entre grupos, los datos fueron considerados como la desviación media \pm estándar y comparados entre grupos por una prueba t de student, asumiendo la igualdad en discrepancias (con SPSS para Windows, release 10.0). En todos los casos, la probabilidad de error seleccionada fue de menos de 0.05 como el criterio para la importancia estadística de los valores del control. Las pruebas de U de Mann-Whitney, ANDEVA, así como el análisis de regresión lineal se realizó mediante el programa StatsDirect 2.4.5 (StatsDirect Ltd., Cheshire, United Kingdom).

RESULTADOS

Se identificaron los datos basales de gasometría y electrolitos en sangre arterial tomándose las medias como referencia de *pH*, presión de dióxido de carbono, presión parcial de oxígeno, bicarbonato estándar, exceso de bases, *sodio*, *potasio*, *calcio*, *glucosa* y *lactato*. Estos valores de referencia permiten la interpretación correcta de los cambios hemodinámicos posteriores por efecto del fármaco o por circunstancias propias del individuo bajo estudio. Al comparar los valores basales antes descritos, se aprecia en el G₁: al min 5 una disminución en los niveles de Ca⁺ (*p=0.040; Cuadro 1) al minuto 10 una disminución en los niveles de bicarbonato (*p=0.005). En el G₂: no se observaron cambios significativos respecto a las medias basales en ninguna de las muestras obtenidas en los minutos 1, 5, 10, 15 y 20 post-quirúrgico. En relación al

G₃ en los valores del minuto 10 y 20, se observó un aumento significativo (*p= 0.046) en los niveles de glucosa. Respecto al exceso de base, se identificó una diferencia estadísticamente significativa al comparar al minuto 1 post-quirúrgico entre los G₁ y G₃ (*p= 0.008). Finalmente se compararon todos los valores obtenidos del grupo control a los minutos 1, 5, 10 y 20; contra el grupo con tratamiento post-hipoxia encontrándose diferencias significativas en el minuto 1 en pCO₂ con *p= 0.047, y al minuto 5 se encontró aumentada la glucosa *p=0.032, y disminuido el lactato *p=0.017 (Cuadro 2).

Cuadro 1. Evaluación del efecto de la glicocola en gases, electrolitos y sustratos; parámetros calculados en el volumen total de sangre, se muestran los tiempos donde hubo diferencias significativas.

Parámetro	Tiempo (min)	Grupo1 control	Grupo 2	Grupo 3	T Student G1 vs	T Student G1 vs
Ph	0	7.36±0.01	7.28±0.01	7.35±0.007		
	5	7.33±0.01	7.28±0.00	7.33±0.015	0.003*	1.00
	10	7.34±0.02	7.22±0.20	7.33±0.012	0.003*	0.643
	20	7.31±0.01	7.23±0.02	7.34±0.013	0.017*	0.086
pCO ₂ (mmHg)	0	38.40±1.74	40.40±5.31	39.40±2.33		
	1	35.40±1.66	44.20±3.35	43.60±1.32	0.047*	0.005*
HCO ⁻³ (mmol/L)	0	21.66±0.78	19.22±2.71	21.70±1.06		
	1	19.16±0.84	20.88±0.76	23.40±0.70	0.169	0.005*
BE	0	-3.48±0.71	-7.24±2.42	-3.64±0.81		
	1	-6.40±0.93	-5.62±0.75	-2.50±0.62	0.535	0.008*
	20	-7.20±1.28	-10.14±2.01	-3.90±0.62	0.254	0.050*

Cuadro 2. Evaluación del efecto de la glicocola en electrolitos y sustratos; parámetros calculados en el volumen total de sangre, se muestran los tiempos donde hubo diferencias significativas.

Parámetro	Tiempo (min)	Grupo1 control	Grupo 2 (medias)	Grupo 3 (medias)	T Student G1 vs. G2	T Student G1 vs G3
Glucosa (mg/dL)	0	218.6±33.8	214.8±44.4	202.4±12.15		
	5	167.4±4.24	239.4±27.53	230.4±22.74	0.032*	0.026*
Lactato (mg/dL)	0	1.28±0.33	0.84±0.13	0.68±0.11		
	1	1.06±0.25	1.28±0.21	0.60±0.03	0.529	0.115
	5	1.82±0.23	0.98±0.14	0.60±0.054	0.017*	0.001*
	10	1.28±0.23	1.58±0.39	0.62±0.02	0.531	0.025*

DISCUSIÓN

En este trabajo se encontró elevación de los niveles de calcio lo cual podría estar relacionado con un incremento en la hormona paratiroidea, la cual inicia movilización del calcio; lo que provoca incremento en los niveles de calcio, esto podría ser parte de un mecanismo de defensa en respuesta al estrés (Starkov *et al.*, 2004). La presencia de hipoglucemia marcada produce alteraciones funcionales y estructurales en el sistema nervioso central; concentraciones inferiores a 20 mg/dL de glucemia originan confusión, y el coma aparece por debajo de los 10 mg/dL. Mientras el cerebro consume los escasos depósitos de glucosa y glucógeno, la situación es

reversible, sin secuelas neurológicas. Al cabo de algún tiempo, el cerebro comienza a metabolizar otras sustancias y aparecen lesiones estructurales, que consisten en una necrosis neuronal cortical selectiva, con preservación del tejido glial (Shiraishi *et al.*, 1989)

CONCLUSIONES

Una dosis de glicocola posterior a la hipoxia en ratas, produce un mantenimiento de las constantes a nivel de gasometría y electrolitos sanguíneos, durante los primeros veinte minutos posteriores a la cirugía. Esto es de gran relevancia debido a que se podría llevar a nivel clínico, pero es necesario realizar una investigación mayor sobre sus efectos a nivel histológico cerebral.

REFERENCIAS

- Matsumoto K., Graf R., Rosner G., Taguchi J., Heiss W. D. 2008. Elevation of neuroactive substances in the cortex of cats during prolonged focal ischemia. *J. Cereb Blood Flow Metab.* 13(4): 586-59.
- McGill J. K., Gallagher L., Carswell H. V. O., Irving E. A., Dominiczak A. F., Macrae I. M. 2005. Impaired functional recovery after stroke in the stroke-prone spontaneously hypertensive rat. *Stroke.* 36 : 135-141.
- Metz G. A., Schlorke I. A., Witte O. W. 2005. Motor improvements after focal cortical ischemia in adult rats are mediated by compensatory mechanisms. *Behavioural Brain Research.* 162: 71-82.
- Navarro T., Henríquez D. 2000. Aspectos Fisiopatológicos de la Neuroprotección: En Busca del Tiempo Perdido, *Cuadernos de Neurología.* 26:1-4.
- Oda M., Kure S., Sugawara T., Yamaguchi S., Kojima K., Shinka T., Sato K., Narisawa A., Aoki Y., Matsubara Y., Omae T., Mizoi K., Kinouchi H. 2007. Direct Correlation Between Ischemic Injury and Extracellular Glycine Concentration in Mice With Genetically Altered Activities of the Glycine Cleavage Multienzyme System. *Stroke.* 38: 2157-2164.
- Ramiro M., Prieto P., Sardiñas J. J. 2008. Enfermedad vascular cerebral. En: Ramiro M., Lifshitz A., Halabe J., Frati A., editores. *El Internista. Medicina Interna para Internistas.* México: Nieto Editores. pp:1035-47
- Rothman S. M., Olney J. W. 1986. Glutamate and the pathophysiology of hypoxic-ischemic brain damage. *Ann Neurol.* 19(2): 105-111.
- Shiraishi K, Sharp FR, Simon RP. 1989. Sequential metabolic changes in rat brain following middle cerebral artery occlusion: A 2deoxyglucose study. *J Cereb Blood Flow Metab.* 9: 765-773.
- Starkov AA, Chinopoulos C, Fiskum G. 2004. Mitochondrial calcium and oxidative stress as mediators of ischemic brain injury. *Cell Calcium.* 36, 257-264.
- Tegos T. J., Kalodiki E., Daskalopoulou S. S., Nicolaides A. N. 2000. Stroke. Epidemiology, clinical picture and risk factors. *Angiology.* 51:793-808

MESA: ALIMENTOS E INOCUIDAD

DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA IDENTIFICAR LA PRESENCIA DE CARNE DE AVE, CERDO Y SOYA EN HAMBURGUESAS COMERCIALES MEDIANTE PCR MÚLTIPLEX

¹A. Sánchez Mendoza*, ²P. Sánchez Aparicio, ¹J. Montiel Sosa

¹Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México UNAM, Unidad de Investigación Multidisciplinaria. ²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bioterio del Hospital Veterinario para Pequeñas Especies de la Universidad Autónoma del Estado de México-UAEMex
E-mail: anasanmem@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue evidenciar la presencia de adulteraciones en hamburguesas, cuyo etiquetado declara ser un producto elaborado únicamente por carne de vacuno. Debido a que las principales adulteraciones registradas en este producto, se realizan con la sustitución de la carne de vacuno por especies de menor valor económico, como pollo, cerdo y soya texturizada, especies que se detectaron en ocho muestras comerciales trabajadas durante este estudio. La detección de estas adulteraciones se llevo a cabo por medio de la técnica de PCR, la cual posee gran sensibilidad y es cien por ciento específica. Para el caso de la detección de soya, se empleo el uso de PCR simple, mientras que para la detección de las especies animales se opto por emplear PCR multiplex, una variación a la técnica que permite detectar varias especies simultáneamente. Los primers empleados, las condiciones de temperatura y ciclos para realizar las detecciones correspondientes fueron tomados de citas de trabajos previos en donde estos fueron probados con resultados satisfactorios. Sin embargo, las condiciones empleadas para ese trabajo tuvieron que ser adecuadas para poder obtener un protocolo eficiente para la detección de adulteraciones en hamburguesas.

Palabras clave: adulteración, *sus scrofa*, PCR, ADN

INTRODUCCIÓN

La determinación del origen de la especie de la carne es una parte integral de la regulación de los alimentos con respecto a la regulación económica (Fajardo *et al.*, 2006). La identificación de las especies es importante para los consumidores por razones como requerimientos médicos de individuos con alergias específicas a algunas especies, o debido a prácticas religiosas (Nicolai *et al.*, 2009). Por lo tanto se deben evitar los actos fraudulentos que se llevan a cabo por compañías para reducir costos. La adulteración de la carne y los productos cárnicos, pueden ocurrir tanto en producto fresco como en procesado por medio de la adición o sustitución de ingredientes. Una práctica común es la adición de soya o sustitución por carne de menor valor económico proveniente de otras especies (Hernández *et al.*, 2007). Es por ello que la autenticidad se centra en la identificación de la especie, ya que existen grandes diferencias de precio de acuerdo a esto. Sin embargo, la identificación de carne de diferentes especies no siempre es posible de llevar a cabo mediante un examen de rutina o por métodos analíticos convencionales. Es por esto que se han desarrollado métodos para la identificación de las especies, siendo los más confiables aquellos basados en el análisis de ADN (Mane *et al.*, 2009). La reacción en cadena de la polimerasa (PCR) es uno de los métodos basados en ADN mayormente empleado, el cual consiste en la amplificación de un fragmento específico de ADN, para ello se emplean primers

sintéticos y específicos de la especie, los cuales se unen a las hebras complementarias de ADN para así dirigir la síntesis de millones de copias del fragmento de ADN. Para lograr la identificación de la presencia de carne en varias especies simultáneamente, es necesario implementar una variación al método convencional de PCR, el cual es conocido como PCR múltiplex.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico: Se requirieron muestras en fresco de tejido muscular de Bovino (*Bos taurus*), Ave (*Gallus gallus domestica*) y Porcino (*Sus scrofa*) así como muestras de soya texturizada. En cuanto a los productos comerciales se trabajaron ocho diferentes muestras tanto procesadas como sin procesar.

Extracción de ADN total a partir de tejido: Para la extracción de ADN de las muestras objetivo, se empleó el protocolo clásico de Sambrook y Ruseel (2001).

Cuantificación de ADN por medición de absorbancia: Para cuantificar la cantidad de ADN, las lecturas se toman a 260 y 280nm. La relación entre las lecturas a 260 y 280nm proporciona un estimado de la pureza de los ácidos nucleicos. Preparaciones puras de ADN tiene valores de 1.8, mientras que valores de 2 muestran la existencia de preparaciones puras de RNA. Si existe contaminación significativa con fenol o proteínas, la relación 260/280 será menor de 1.7 entonces no se puede cuantificar el ADN presente en la muestra. La cuantificación de ADN en las muestras trabajadas se llevo a cabo con ayuda de nanoespectrofotómetro.

Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): Los primer utilizados para la identificación de especies animales mediante PCR multiplex, fueron los diseñados por Matsunaga *et al.*, (1999). Mientras que los de soya se retomaron del trabajo de Kanasawa *et al.*, (1998).

Visualización de Resultados de PCR: Para poder analizar los resultados obtenidos de la PCR, se llevo a cabo una electroforesis horizontal, en gel de agarosa, con tinción de bromuro de Etidio con una concentración de 2% para el caso de soya y 3% para el caso de las especies animales, empleando corrientes de 90v y 60v.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La especificidad de cada uno de los primers a emplear, tuvo que ser comprobada, empleando muestras puras de ADN extraídas de las especies de interés (res, porcino, ave y soya). Esta extracción se realizo con el protocolo descrito por Sambrook y Russel (2001). Posteriormente se realizo la PCR de acuerdo a las condiciones descritas con anterioridad, y los resultados de esta se analizaron por electroforesis en un gel al 2%. Mediante este análisis se pudo comprobar que los primers empleados son eficientes para la identificación de las especies fue posible apreciar bandas definidas y en el lugar esperado de amplificación, para cada una de las especies trabajadas.

Evaluación de presencia de soya en hamburguesas comerciales. En la evaluación electroforética, realizada para verificar la presencia de soya en las hamburguesas comerciales, se encontró que de las ocho muestras estudiadas (que se muestran en los carriles del 2 al 11 de la figura 1, todas contenían soya en su composición. La adición de soya texturizada a los productos cárnicos, como en las hamburguesas, se debe principalmente a que esta posee un contenido proteico muy similar al de la carne de origen animal y a que su textura y consistencia es parecida al de la carne, además de que este producto tiene un valor económico mucho menor al de la carne animal, reduciendo así los costos en cuanto a materias primas para la elaboración del producto sin afectar

las ganancias obtenidas al comercializarlo como un producto elaborado únicamente con carne de origen animal en perjuicio del consumidor.

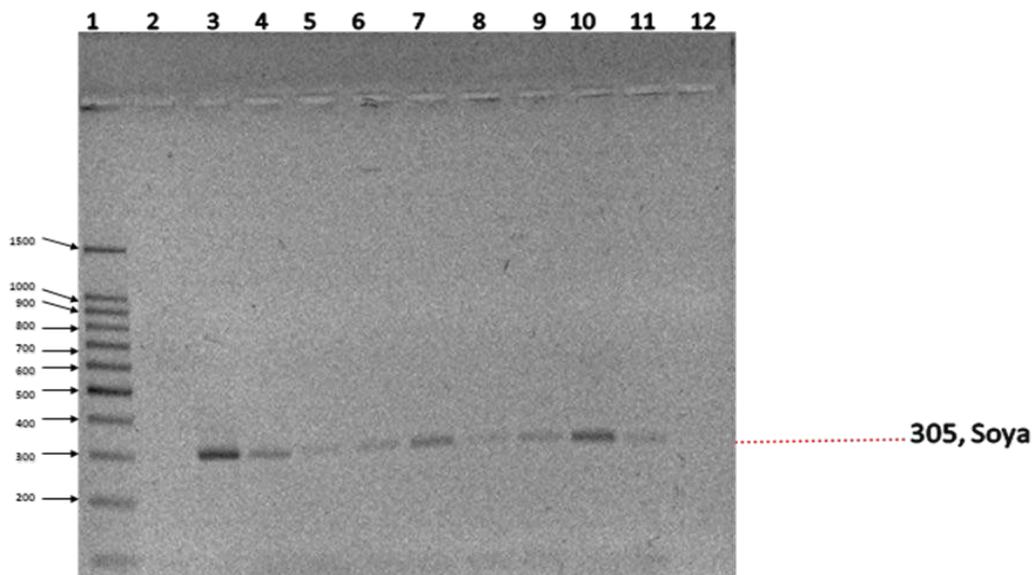


Figura 1: Evaluación electroforética de PCR simple para soya en productos comerciales; 1) Marcador de peso molecular 2) blanco, 3) C+ Soya, 4) M1, 5) M2, 6) M3, 7) M4, 8) M5, 9) M6, 10) M7, 11) M8, 12) C-

Evaluación de presencia de especies animales (Vaca, Cerdo y Pollo) en hamburguesas comerciales: La evaluación electroforética se dividió en dos geles, en los cuales se puede apreciar la ausencia o presencia de dichas especies en los productos estudiados. Los resultados de esta evaluación se muestran en las figuras 2 y 3. En la figura 2, se observan las muestras 1, 2, 3, y 4, además de los controles positivos de cerdo y ave, las muestras restantes de la 5 a la 8 y el control positivo de res, se observan en la figura 3. Esto debido a que no fue posible lograr la amplificación de las tres especies en una sola reacción. Así pues, la evaluación para cerdo y res (CR) fue hecha en una sola reacción, mientras que la de pollo se hizo aparte (P), por lo que en los carriles correspondientes para cerdo y res, se pueden apreciar dos bandas, si es que se encuentran ambas especies, mientras que para pollo se observará únicamente una banda si se confirma la presencia de esta especie. Se puede observar en ambos geles que todas las muestras confirman la presencia de la especie vacuna, sin embargo, en todas estas también se confirmó que contienen al menos una especie adicional ya sea pollo o cerdo, y en algunos casos ambas. Para las muestras 2, 3, 4 y 7 se pudo confirmar que estas hamburguesas contenían además de carne de vacuno, carne de pollo, mientras que para las muestras 1, 5, 6 y 8 se detectó la presencia de pollo y cerdo además de la de res. La adición de estas especies en la elaboración de hamburguesas, se debe principalmente a que son de menor costo en comparación con la carne de vacuno, por lo que la sustitución de esta carne, por carne de pollo y cerdo, resulta monetariamente benéfica para los productores. Además de que al ser un producto a base de carne molida, esto permite que la sustitución de carne de vacuno, no se lleve a cabo precisamente con carne de las especies antes mencionadas, sino que permite que esto se haga con despojos y vísceras procedentes de estas especies, lo cual disminuye aún más su costo, siendo los más afectados con estas prácticas los consumidores.

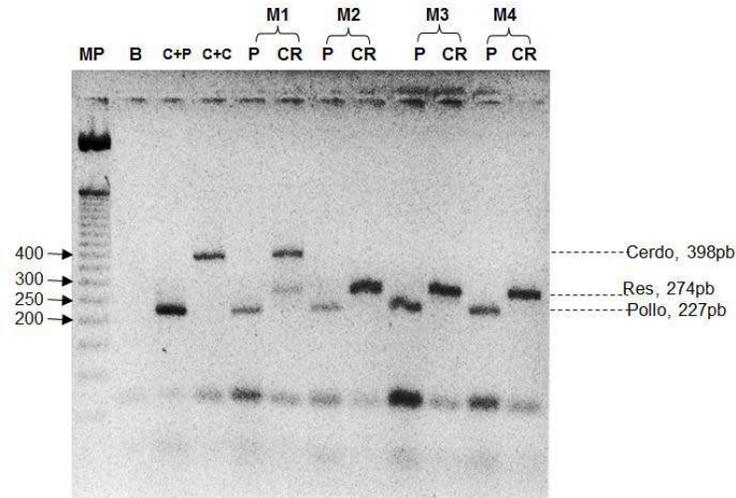


Figura 2. Evaluación electroforética de PCR multiplex en Hamburguesas. MP= marcador de peso molecular, B= Blanco, C+P= control positivo de Pollo, C+C= control positivo Cerdo, M1...4= Numero de muestra, P= evaluación para pollo, CR= evaluación para Cerdo y Res.

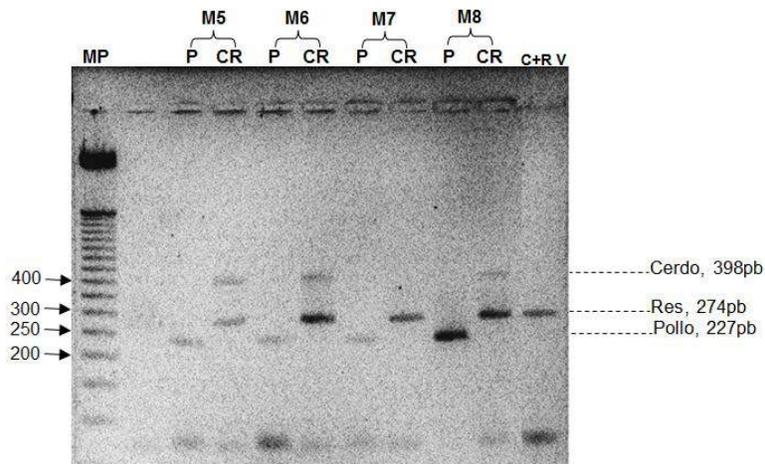


Figura 3: Continuación de evaluación electroforética de PCR multiplex en Hamburguesas. MP= marcador de peso molecular, M5...8= Numero de muestra, P= evaluación para pollo, CR= evaluación para Cerdo y Res, C+R= control positivo de res.

CONCLUSIÓN

Se detectó la presencia de al menos una especie animal adicional a la de vacuno en todas las muestras evaluadas, además de la presencia de soya en todas ellas. Para todos los casos, estos componentes no estaban reportados en el etiquetado, constituyendo adulteración del producto.

REFERENCIAS

Fajardo V, González I, López-Calleja I, Martín I, Rojas M, Hernández PE, García T, Martín R. Identification of meats from red deer (*Cervus elaphus*), fallow deer (*Dama dama*), and roe

- deer (*Capreolus capreolus*) using polymerase chain reaction targeting specific sequences from the mitochondrial 12S rRNA gene. *Meat Science* 2006; 76: 234–240.
- Hernández CJ, González CA, Sánchez EA, Torrescano GR, Camou JP, Córdoba VB.. Técnicas analíticas para la determinación de la autenticidad de la carne y de los productos cárnicos procesados térmicamente. *Nacameh* 2007; 1: 97-109.
- Kanasawa A, Azumi T, Sumie K, Tetsuo M, Juan A, Yoshiya S. Small sequences that serve as recombination sites at the Cox2 and atp6 loci in the mitochondrial genome of soybean are widely distributed in higher plants. *Curr Genet* 1998; 33: 188-198.
- Mane BG, Mendiratta SK, Tiwari AK. Polymerase chain reaction assay for identification of chicken in meat and meat products. *Food Chemistry* 2009; 116: 806–810.
- Matsunaga T., Chikuni K., Tanabe R., Muroya S., Shibata K. Yamada J. Shinmura Y. A quick and simple method for the identification of meat species and meat products by PCR assay. *Meat Science* 1999; 51: 143- 148.
- Nicolai ZB, Finn KV, Anders HK. Species determination – Can we detect and quantify meat adulteration?. *Meat Science* 2009; 83:165–174.
- Sambrook J, Russel D, Molecular Cloning. A laboratory manual. E.U.A, Cold Spring Harbor Laboratory Press 2001.

ASPECTOS HIGIÉNICO-SANITARIOS DE LA PRODUCCIÓN ARTESANAL DE QUESO: EL CASO DEL QUESO RANCHERO EN EL VALLE DE TOLUCA

A.D. Solís-Méndez^{1*} J.G. Estrada-Flores² y O.A. Castelán-Ortega¹

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, ²Instituto en Ciencias Agropecuarias y Rurales de la Universidad Autónoma del Estado de México.*

Instituto Literario No. 100, colonia Centro. C.P. 50000, Toluca, México.

**E-mail: donaxi@gmail.com*

RESUMEN

Se analizaron aspectos higiénico-sanitarios del Queso Ranchero (QR) como los insumos y superficies vivas e inertes utilizadas en su elaboración. El análisis microbiológico evidenció que el queso se realiza bajo condiciones higiénicas deficientes, al rebasar en la mayoría de los casos los límites permitidos por la NOM-243-SSA1-2010. Los resultados sugieren que a pesar de que el QR es un queso genuino por la autenticidad de sus insumos y por el saber - hacer con el que se elabora, es necesario mejorar los aspectos higiénico-sanitarios para obtener un producto inocuo y así favorecer su potencial comercial.

Palabras clave: queso artesanal, sanidad, inocuidad

INTRODUCCIÓN

La necesidad de estudiar los quesos artesanales de México, se debe a que existen alrededor de 30 estilos que difieren de sus precursores europeos, de los cuales el 85% aproximadamente son artesanales y elaborados con leche cruda (Villegas, 1993). Así mismo, se sabe que su consumo representa un problema de salud pública debido a su deficiente calidad sanitaria, lo cual es la primera causa de enfermedades de transmisión alimentaria debido a que los esfuerzos por mejorar su calidad higiénico-sanitaria no han sido categóricos (Parrilla *et al.*, 1993).

Conocer las características sanitarias básicas de los quesos permitirá emprender acciones concretas para mejorar su calidad y hacerla congruente con normas técnicas previamente establecidas para cada estilo de queso. Esto conduciría a una mayor difusión del producto y a la creación de una buena imagen que repercuta en el incremento de la actividad productiva e ingresos económicos para los productores artesanales, al tiempo que contribuya a la autosuficiencia en la producción nacional de lácteos.

El objetivo de esta investigación fue estudiar las características higiénico-sanitarias en las que se produce el QR y su calidad microbiológica final, debido a que es un queso fresco elaborado de manera artesanal con insumos naturales, con una importante distribución en el centro del país y con un gran potencial comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el Valle de Toluca, Estado de México en el altiplano central del país. Con una temperatura y precipitación media anual de 15 °C y 760.7mm (INEGI, 2007). Se trabajó con 18 talleres artesanales elaboradores de QR con presencia en alguno de los tres principales mercados de la región por su antigüedad y tradición. Los talleres se incluyeron en dos tipos de estructuras productivas (EP): nueve en la Cadena Productiva de Lácteos (CPL) y nueve en Unidad Productiva de Ciclo Completo (UPCC). La CPL está compuesta por bloques autónomos productivos los cuales son necesarios para producir el QR, por ejemplo Granja lechera, Taller

artesanal y Comerciante. La UPCC es una organización donde una unidad productiva, integrada generalmente por la familia, se involucra en los tres bloques productivos del QR completando el ciclo de producción. El muestreo se realizó en seis periodos bimestrales a través de un año de producción.

Observaciones en el proceso de producción de QR. En 12 talleres artesanales de QR se tomó muestra de insumos (agua, leche y cuajo) en recipientes esterilizados. Por medio de la técnica de hisopo (Moore y Griffith, 2002) se tomó muestra en superficies vivas e inertes (manos del manipulador de alimentos, utensilios y equipos del proceso de elaboración), a los cuales se les determinó la cantidad de Coliformes Totales (CT), Levaduras y Moho (LyM).

Análisis microbiológico del QR. Se realizaron seis muestreos bimestrales del producto terminado de 18 talleres artesanales de QR. Se les determinó Coliformes Totales (CT), Coliformes Fecales (CF), Levaduras y Moho (LyM). Al finalizar el año de muestreo se realizó una única determinación de presencia en el queso de *Staphylococcus aureus*, *Salmonella* sp. y *Listeria* sp. (SSA, 1994).

Análisis Estadístico Se utilizó un diseño de parcelas divididas, donde las comunidades de origen fueron el factor de bloqueo, la parcela mayor fue la EP y la parcela menor fueron los periodos de muestreo. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza empleando el comando de modelo general lineal, en las variables donde se encontraron diferencias significativas se utilizó la prueba de Tukey con probabilidad de $P < 0.05$ del paquete estadístico Minitab v.14.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El conteo de microorganismos en las superficies, utensilios e insumos nos permitió observar cuales son las fuentes de contaminación como se observa en la Cuadro 1. La principal contaminación se originó del cuajo incorporado a la leche, posteriormente la leche también fue una fuente de contaminación, así como el agua que se ocupa para la limpieza de los utensilios. Las manos del elaborador de QR también representan un peligro de contaminación. En los utensilios de plástico y madera la limpieza no es efectiva a pesar de emplear desinfectante. Sin embargo, en los recipientes metálicos se observó que la limpieza realizada resultó adecuada.

La deficiente higiene en el proceso de elaboración dio como resultado un producto con mala calidad sanitaria (Cuadro 5) pues en todos los casos se excedió el límite permitido por la NOM 243 (SSA, 2010).

En los análisis de bacterias patógenas no se encontró presencia de *Listeria* sp. ni *Salmonella* sp. Sin embargo, se observó una considerable contaminación por *Staphylococcus aureus* con un valor de la mediana de 2 760 UFC/g y el máximo 25 700 000 UFC/g lo que sugiere que la leche puede provenir de vacas enfermas de mastitis (Saran y Chaffer, 2000).

Cuadro 1. Conteo microbiológico en superficies, utensilios e insumos empleados en la elaboración de Queso Ranchero

Superficies y utensilios	LyM UFC/cm²	CT UFC/cm²
Cazo	230	220
Cuchillo	1700	100
Manos	2400	6200
Coladera (metal)	200	1500
Pala de madera	1100	4800
Cubeta (plástico)	500	1400
Colador (plástico)	1500	9600
Molino	1200	750
Tela	220	3300
Molde	100	2200
Recipientes plásticos	2800	3800
Recipientes metálicos	<10	<10
Superficie de amasado	700	1700
Superficie de oreo	3200	4200
Insumos	LyM UFC/ml	CT UFC/ml
Agua	120	200
Leche	5900	780
Cuajo	76000	95900

n = 12. LyM = Levaduras y Moho, CT= Coliformes Totales. UFC/cm²= Unidad formadora de colonia por centímetro cuadrado, UFC/ml = Unidad formadora de colonia por mililitro.

Cuadro 2. Parámetros sanitarios del Queso Ranchero

Comunidad	Coliformes totales UFC/g	Coliformes fecales UFC/g	Levadura y Moho UFC/g
Suburbana	3.0 a	1.9	3.6 a
Urbana	4.8 b	2.4	4.4 b
Rural	3.9 c	2.1	3.7ab
EP			
UPCC	3.8a	2.2	4.4a
CPL	4.4b	2.1	3.7b
Periodo			
1 ^{er}	4.3	2.2 a	5.2 c
2 ^{do}	4.1	2.0 b	4.1 a
3 ^{er}	3.9	2.1 a	3.6 b
4 ^{to}	3.6	2.1 a	4.4 a
5 ^{to}	3.7	2.1 a	4.0 a
6 ^{to}	4.1	2.2 a	4.0 a
NOM*	Max 2	Ausente	Max 2.7

n = 18. ^{abc} Literal diferente entre líneas indica diferencia significativa (P<0.05). * = referencia NOM SSA 243 (2010). UFC/g= Unidad Formadora de Colonias por gramo, NMP= Número más probable, Unidades transformadas en log₁₀.

CONCLUSIONES

Los insumos, superficies vivas e inertes presentaron altos conteos de microorganismos indicadores de contaminación por deficientes prácticas higiénicas. Estas malas condiciones higiénicas durante el proceso de elaboración se reflejaron en la baja calidad sanitaria del producto final. Se observó que el acceso a los servicios públicos, como agua potable y drenaje, no influye en una mejor calidad sanitaria del queso debido a que la comunidad con mayores conteos de microorganismos fue la comunidad urbana. La principal fuente de contaminación para CPL es la inadecuada manipulación de los alimentos al pasar de un eslabón de la cadena al otro, y en el caso de la UPCC es la deficiente o nula limpieza dentro las unidades de producción. Las condiciones climáticas tuvieron cierta influencia en los conteos microbiológicos pero en todos los casos excede los límites permitidos por la norma 243 de la Secretaría de Salud.

RECOMENDACIONES

Debido a sus deficientes características higiénico-sanitarias consumir QR implica un riesgo para la salud, es por ello que se tiene que cuidar las características de la leche ya que debe provenir de un ganado sano y bien alimentado, además la leche debe ser sometida a un tratamiento térmico o de otra índole que garantice la inactivación de los microorganismos causantes de enfermedades. También es indispensable que el proceso de ordeño y la manipulación de los insumos se efectúen en condiciones de rigurosa higiene. Se recomienda emplear utensilios de acero inoxidable, desinfectar las manos, así como el agua de enjuague de los utensilios.

REFERENCIAS

- INEGI. Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática, (2007), Datos Geográficos del Estado de México. México.
- Moore, G. y Griffith, C. 2002. A comparison of surface sampling methods for detecting coliforms on food contact surfaces. *Food Microbiology* 19: 65-73.
- Parrilla, C.M., Vázquez, C.J., Saldate, C.E. y Nava, F.L., (1993), “Brotos de toxiinfecciones alimentarias de origen microbiano y parasitario”, *Salud Pública México*, septiembre - octubre, vol. 35, número, 5, pp. 456 – 463.
- Saran, A y Chaffer, M., (2000), *Mastitis y calidad de leche*. Ed. Inter-medica. Argentina.
- SSA. Secretaría de Salud (1994), Norma Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, NOM-112-SSA1-1994, NOM-111-SSA1-1994, NOM-115-SSA1-1994, NOM-114-SSA1-1994, NOM-143-SSA1-1995, Bienes y Servicios. *Métodos de Prueba Microbiológica Para Alimentos*.
- SSA. Secretaría de Salud (2010), Norma Oficial Mexicana NOM-243-SSA1-2010, Productos y servicios. Leche, fórmula láctea, producto lácteo combinado y derivados lácteos. *Disposiciones y especificaciones sanitarias. Métodos de prueba*.
- Villegas, de G. A., (1993), *Los quesos mexicanos*. Chapingo, México, UACH. 251 p.

EFFECTO DE LA LÍNEA GENÉTICA SOBRE CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL EN CONEJOS NUEVA ZELANDA vs. CALIFORNIA

A.C. Martínez López¹, C.S. Flores Peinado², P. Mora Medina², J.M. Mora Victoria³, J.A. Ibanovich Camarillo³, G.G. Vera y Cuspinera⁴, P. Sánchez Aparicio^{5*}

¹*Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria.* ²*Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM.* ³*Hospital Veterinario para Pequeñas Especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex.* ⁴*División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.* ⁵*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Bioterio del Hospital Veterinario para pequeñas especies, Universidad Autónoma del Estado de México- UAEMex.*

E-mail: pedrosanchezaparicio0@gmail.com

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar el efecto de la raza sobre la morfometría, rendimiento en canal y relación carne-grasa-hueso en conejos (Nueva Zelanda vs California). El experimento se realizó en el Taller de Carnes del Centro de Enseñanza de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, UNAM. Se utilizaron 30 conejos de la raza Nueva Zelanda y 30 de la raza California, los conejos fueron sacrificados al llegar a los 77 días. Para el experimento se tomó el peso al sacrificio, peso de la canal caliente y peso de la canal fría de los conejos de las dos respectivas razas: 15-18 h post-sacrificio y refrigeradas a una temperatura de 2±2 °C. Los conejos fueron insensibilizados, desarticulados cervicalmente y posteriormente sacrificados por exsanguinación en base a la NOM-033-ZOO-1995. Posterior al sacrificio se deshuesaron manualmente, las canales se evaluaron pesando por separado la carne, el hueso y la grasa y se registraron los valores. Los hallazgos del experimento indican que los conejos de la línea Nueva Zelanda tienen mejor peso de la canal en caliente y en frío cuando fueron comparados con la línea California. El rendimiento comercial en ésta línea genética también resulta ser mayor, siendo una característica interesante el hecho de que en la región torácica es el sitio donde se deposita la mayor cantidad de carne.

Palabras clave: Morfometría, rendimiento, canal, conejos.

INTRODUCCIÓN

Probablemente el conejo es el mamífero doméstico con mayor potencial productivo para el auto-abastecimiento de carne, siendo ésta magra y con un porcentaje elevado de aceites poliinsaturados (Shimada, 2003). La composición de la carne varía según la edad del animal y el sistema de alimentación (Sandford, 1988). A pesar de estas características favorables, la popularidad de la especie es muy baja sobre todo en los países en vías de desarrollo que tienen un alto porcentaje de población rural. La composición de la canal y la calidad de la carne difieren entre las diversas razas debido al grado de madurez. Perrier y Ouhayoun (1990), sacrificaron conejos de la misma edad cuyos pesos fueron diferentes, asumiendo que la raza es uno de los principales factores que determinan el peso corporal. Resultados similares fueron obtenidos por Ozimba y Lukefahr (1991), quienes evaluaron el efecto de la raza y las cruces de conejos sobre el peso al sacrificio. Sin embargo, a la fecha no se ha evaluado el efecto de la raza sobre la morfometría o el rendimiento en canal en conejos adultos. Por tal motivo, en este trabajo se

evalúa el efecto de la raza sobre la morfometría, rendimiento de la canal, porcentaje de carne, grasa y hueso en conejos de las razas Nueva Zelanda y California.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el módulo de cunicultura y Taller de Carnes ubicado en el Centro de Enseñanza Agropecuaria de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán (FES-C, campo 4). Se incluyeron en el estudio 60 animales (30 Nueva Zelanda y 30 California) de 77 días de edad. Inicialmente se obtuvo el peso vivo del animal pre-sacrificio en una báscula digital (Tor Rey tipo PCL, México, capacidad de 20 kg). Posteriormente los animales fueron marcados al interior de la oreja izquierda con un marcador de tinta indeleble y numeración consecutiva del 1 al 60, la numeración del 1 al 30 correspondieron a la raza de Nueva Zelanda y del 31 al 60 corresponden a la raza de California. Los conejos fueron insensibilizados por el método de la desarticulación de vértebras cervicales y posteriormente sacrificados mediante un proceso de exsanguinación de acuerdo a lo establecido por la Norma Oficial Mexicana (NOM-033-ZOO-1995) que hace referencia al Sacrificio Humanitario de los animales domésticos. Posteriormente se retiraron las 4 extremidades, se realizó el desollado y eviscerado, dejando adosado a la canal únicamente los riñones e hígado. El peso de la canal caliente fue obtenido en ese momento y empleando la misma báscula digital. Momentos después se colocó una placa de plástico a cada una de las canales a la altura de la tibia y el peroné permitiendo la identificación de la raza, el número de conejo, de igual forma se mantuvo el orden en la línea de matanza.

Las canales fueron lavadas y se dejaron escurrir aproximadamente 10 minutos a temperatura ambiente para posteriormente ser movilizadas a una cámara de refrigeración con temperatura controlada (2 ± 2 °C). Luego de 24 horas posteriores al sacrificio las canales fueron llevadas a un cuarto frío bajo las mismas condiciones de temperatura a fin de obtener el peso de la canal en frío y las medidas morfométricas entre las que destacan el largo de la canal (LC=borde anterior de la primera costilla a la sínfisis isqueo-pubiana), profundidad del tórax (PT=de la parte más baja del esternón a la parte media del dorso) y redondez del jamón derecho (RJ=se determinó en la parte más ancha de la pierna o a la altura de la articulación fémur-tibio-patelar). Todas las mediciones morfométricas se realizaron usando una cinta métrica y un vernier de plástico, de acuerdo a la metodología descrita previamente por Becerril (2004).

Cuadro 1. Medidas de conformación de la canal para las razas de conejo Nueva Zelanda vs. California (Promedio \pm SD).

Variable	G ₁	G ₂	P valor
	Nueva Zelanda	California	
Profundidad del Tórax (cm)	5.3 \pm 0.3	5.0 \pm 4	0.005
Redondez del Jamón (cm)	17.5 \pm 2.5	17.1 \pm 1.3	0.463
Longitud externa de la canal (cm)	30.9 \pm 2.7	30.0 \pm 1.7	0.1283

Posteriormente se realizó la separación de la cabeza, hígado y riñón, y se obtuvo su peso de forma individual. La canal fue cortada en 3 fracciones la primera región incluía el cuello, los miembros anteriores y de la costilla 1 a la 8, la segunda fracción solo incluía el tronco, y la tercer fracción los miembros posteriores y la región pélvica. Para cada fracción, la grasa subcutánea fue retirada y pesada. Las variables respuesta se analizaron estadísticamente utilizando una prueba de t para muestras independientes, el criterio de prueba fue una t-student. En el análisis estadístico se utilizó el programa SAS ver 9.0 (StatsDirect Ltd., Cheshire, United Kingdom).

RESULTADOS

El cuadro 2, muestra el rendimiento en canal obtenido en los animales empleados en el estudio. Se identificó que el peso de la canal caliente fue significativamente mayor en los conejos de la línea Nueva Zelanda respecto a los conejos de la línea California.

Cuadro 2. Rendimiento en canal para las razas de conejo Nueva Zelanda vs. California (Promedio±SD).

Variable	G ₁ Nueva Zelanda	G ₂ California	P valor
Peso al sacrificio (gr)	2076±261	1937±327	0.0751
Peso canal caliente (gr)	1293±134	1187±227	0.0324
Peso canal fría (gr)	1230±137	1089±198	0.0021
Pérdida de peso (gr)	63±22	98±129	0.1422
Pérdida de agua por oreo (%)	5±2	8±8	0.0767
Rendimiento Matadero (%)	63±7	61±7	0.0557
Rendimiento Comercial (%)	60±7	56±4	0.0226

Para las medidas de conformación de la canal en ambas razas, se determinó que existen diferencias significativas ($P<0.05$) en la variable profundidad del tórax, siendo mayor en los conejos del G₁ respecto a los animales del G₂.

Respecto a la relación grasa-carne-hueso de los conejos empleados en este estudio, se determinó que la deposición de grasa en las regiones frontal, tronco y caudal no se mostró diferencias estadísticamente significativas. Una diferencia estadísticamente significativa fue registrada en la deposición de carne en la región del Tronco de la canal, siendo mayor en los conejos de la línea Nueva Zelanda respecto a los conejos California. Finalmente se logró determinar que los conejos de la línea California presentan huesos más delgados y que esto aplica en sus 3 regiones anatómicas. Al hacer la comparación de esta variable entre grupos, se determinaron diferencias estadísticamente significativas en el hueso de la región del tronco, siendo más delgado en la línea California.

DISCUSIÓN

En relación al peso de la canal caliente se pudo observar que los conejos de la raza Nueva Zelanda fue mayor que en la raza California, Dalle (2002) menciona que uno de los principales factores que afectan el peso de la canal y calidad de la carne de conejo es el peso adulto el cual tiene gran importancia en la tasa de crecimiento, precosidad y la composición del cuerpo del conejo. Esto explica el mayor peso en las canales provenientes de la raza Nueva Zelanda ya que esta raza tiene mayor peso adulto que la California. Se observó un mayor rendimiento en la línea Nueva Zelanda ($P 0.0226$) con respecto a la California. Suarez (2009), observó diferencia debido al genotipo y época, resultados que son similares a los observados por Espinoza *et al* (1997), quienes encontraron diferencias en el rendimiento en canal entre grupos genéticos de dos líneas de conejos Nueva Zelanda y sus cruza sin encontrar evidencias de que los animales cruzados fueran superiores a los puros.

Algunos autores proponen una clasificación en la que las canales que tengan un rendimiento del 55% sean consideradas de buena calidad y, la que tengan más de 60%, sean de excelente calidad (Ortíz y Rubio, 2001), por lo que bajo éste criterio las canales analizadas en este estudio entrarían dentro del rango de excelente calidad ya que se obtuvieron rendimientos muy similares.

En cuanto a las características morfológicas se observó que la raza Nueva Zelanda tiene una mayor profundidad de torax esto debido a que en su selección fenotípica refleja, mediante la conformación externa, precocidad de su desarrollo, desarrollando una buena producción de carne por la forma corporal, cuello corto, tórax profundo y largo, dorso bien desarrollado y musculoso, pelo lustroso y un desarrollo sexual completo. En definitiva, presentan un estándar morfológico inamovible (Roca, 2008).

CONCLUSIONES

Los hallazgos del experimento indican que los conejos de la línea Nueva Zelanda tuvieron mejor peso de la canal en caliente y en frío respecto a la línea California. El rendimiento comercial en ésta línea genética también resultó ser mayor. Estos resultados indican que la línea nueva Zelanda es recomendable en sistemas de producción intensivos de engorda de conejos.

REFERENCIAS

- Becerril, H. M. 2004. Tesis de Maestría: Crecimiento y calidad de la canal de cerdos Pelón Mexicano y York-Landrace en confinamiento y pastoreo. FMVZ-UNAM.
- Dalle, Z. A. 2004. Dietary advantages: rabbit must tame consumers. *Viandes et Produits Carnés*. 23: 161-167.
- Espinoza, F.F., Espnoza, V.J., Pró, M.A., Becerril, P.C. y Torres, H.G. 1997. Postweaning performance of two New Zelanda Whuite lines an their reciprocal crosses fed a high forage diet. *World Rabbit Science*. 5(4): 149-154.
- NOM-033-ZOO-1995. Sacrificio humanitario de los animales domésticos y silvestres.
- Ortiz-Hernández, S. A., y Rubio-Lozano, M.S. 2001 Effect of reed and sex on rabbit carcass yield and meat quality. *World Rabbit Science*. 9(2): 51-56.
- Ozimba, C. E., Lukefahr, S. D. 1991. Evaluation of purebred and crossbred rabbits for carcass merit. *Journal Animal Science*. 69: 2371-2378.
- Perrier, G., Ouhayoun, J. 1990 Diversification des carcasses. Croissance et qualities bouchères de lapins issus du croisement terminal de male Argenté de Champagne et de femelles hybrids. In 5èmes j. rech. Cun. Comm (41).
- Roca, T. 2008. Razas de conejos (en línea) <http://www.conejos-info.com/articulos/razas-de-conejos>.
- Sandford, J. C. 1988. El Conejo Doméstico: Biología y Producción. Zaragoza: Primera Edición. Editorial Acriba. pp. 203.
- Shimada, M. A. 2003. Nutrición Animal. México. Primera Edición. Editorial Trillas. 267 p.
- Suarez, J. R. 2009. Tesis Doctoral. Calidad de los Alimentos Comerciales y Genotipos de Conejo para la producción de Carne en México. Mexico Campus Montecillo. Colegio de Postgraduados.

RESIDUOS DE CLEMBUTEROL EN CARNE DE BOVINO COMERCIALIZADA EN EL MUICIPIO DE TEXCOCO ESTADO DE MÉXICO

D. Hernández Sánchez^{1*}, A. Francisco Martínez², J.P. Osorio Reyes², R. Pinto Ruiz³, M.M. Crosby Galván¹, O. Hernández Mendo¹

^{1}Postgrado en Ganadería, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, LPI 7, Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad, y LPI 11, Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesca. Colegio de Postgraduados Campus Motecillo. ²Departamento de Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Estado de México. ³Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad Autónoma de Chiapas, Villaflores, Chiapas.*
E-mail: sanchezd@colpos.mx

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo determinar la presencia de residuos de clembuterol en carne de bovino distribuida en la Ciudad de Texcoco, Edo. de México. Se realizaron muestreos aleatorios en establecimientos de productos cárnicos de bovino para diagnosticar residuos de clembuterol. Se estableció un tamaño de muestra del 20 % de los establecimientos, para realizar los muestreos, y en cada establecimiento se colectaron 200 g de carne del área del lomo. Los establecimientos que fueron muestreados incluyeron tiendas de autoservicio de la localidad (Bodega Aurrera, Comercial Mexicana, Soriana, Sams y Walmart). Para la determinación de residuos de clembuterol en carne se utilizó la prueba RIDASCREEN® Clembuterol Fast-R-Biopharm, AG. Los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar, y la comparación múltiple de medias se realizó por medio de la prueba de Tukey. Los residuos de clembuterol detectados en las muestras de carne analizadas en esta investigación, mostraron una variación muy amplia entre las carnicerías muestreadas, determinándose niveles residuales desde 124 hasta 4 578 ppt. Con base a lo anterior, se pudo constatar que alrededor del 50 % de los establecimientos que distribuyen carne de bovino en la Ciudad de Texcoco, son un peligro para la salud pública, por vender carne con residuos de clembuterol por arriba de los límites máximos permisibles, según el Codex Alimentarius.

Palabras clave: Clembuterol, carne de bovino, carnicerías, peligro, Texcoco.

INTRODUCCIÓN

El clembuterol es considerado como un β -agonista sintético altamente residual, no autorizado por la Secretaría de Salud para uso en la engorda de ganado, y fue prohibido bajo la norma oficial mexicana NOM-061-ZOO-1999 y la norma emergente NOM-EM-015-ZOO-2002 (SAGARPA, 2007). La problemática generada en nuestro país, al usar clembuterol ilegalmente como promotor de crecimiento en la engorda de ganado bovino, es causa de intoxicación en la población que consume carne y vísceras, especialmente hígado (SINAVE, 2007).

Los residuos de clembuterol pueden afectar las funciones de los pulmones y el corazón en seres humanos, de las personas que ingieren carne o hígado de animales administrados con este compuesto. Esto debido a que la ingesta de carne contaminada puede exceder las dosis médicas habituales para seres humanos, que oscilan entre los 40 y 60 $\mu\text{g d}^{-1}$, siendo un riesgo exceder los 150 $\mu\text{g d}^{-1}$ (Gopal, 2004). Con base a lo anterior, es necesario hacer un estudio de la situación del clembuterol y realizar diagnósticos que permita evidenciar el riesgo por el consumo de carne contaminada con este beta agonista. En este sentido, el presente estudio tuvo como objetivo

determinar la presencia de residuos de clenbuterol en carne de bovino distribuida en la Ciudad de Texcoco, Estado de México, en respuesta a la preocupación Municipal por esta problemática.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en el Municipio de Texcoco, Estado de México, donde se realizaron muestreos aleatorios en establecimientos de productos cárnicos de bovino para diagnosticar residuos de clenbuterol. Los análisis químicos de las muestras de carne colectadas, se realizaron en el Laboratorio de Nutrición Animal y Microbiología, perteneciente al Postgrado en Ganadería-IREGEP, del Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, ubicado en el Municipio de Texcoco, Edo. de México, México. Los muestreos de carne distribuida en la Ciudad de Texcoco y los análisis químicos respectivos iniciaron en el mes de octubre y finalizaron en la primera semana del mes de diciembre de 2009.

Después de realizar un censo de los establecimientos que distribuyen productos cárnicos de bovino en la ciudad de Texcoco, se determinó un tamaño de muestra del 20 % de estos para realizar los muestreos, y en cada establecimiento, que representaron los tratamientos, se colectaron 200 g de carne del área del lomo, siguiendo las recomendaciones realizadas por Guerrero *et al.* (2002). Los establecimientos que fueron muestreados incluyeron también las tiendas de autoservicio existentes en la localidad (Bodega Aurrera, Comercial Mexicana, Soriana, Sams y Walmart). Las muestras fueron colectadas a las 7:30 A.M. en cada uno de los cuatro periodos de muestreo (con intervalos de 15 días), generando las repeticiones para cada tratamiento, se colocaron en un recipiente con hielo a 4 °C y fueron transportadas al laboratorio de Microbiología Ruminal, perteneciente al Postgrado de Ganadería, del Colegio de Postgraduados para realizar las pruebas químicas.

Determinación de residuos de clenbuterol (

Para la determinación de residuos de clenbuterol en carne se utilizó la prueba RIDASCREEN® Clenbuterol Fast-R-Biopharm, AG, Darmstadt, Germany, la cual se basa en la reacción antígeno-anticuerpo.

La concentración de clenbuterol se midió por absorbancia a 450 nm, la cual es inversamente proporcional a la concentración de clenbuterol en la muestra. La lectura de las absorbancias se realizó con el lector de ELISA y se analizaron mediante el programa RIDASOFT WIN® (Ridascreen, 2002). Los valores iguales o mayores a 2000 ppt se consideraron positivos, valores menores correspondieron a muestras negativas (FAO, 1996).

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron con un diseño completamente al azar, mediante el procedimiento GLM (SAS, 2002), considerando los niveles de clenbuterol como variable respuesta. La comparación múltiple de medias se realizó por medio de la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los residuos de clenbuterol detectados en las muestras de carne analizadas en esta investigación, mostraron una variación muy amplia ($p < 0.05$; Figura 1) entre las carnicerías muestreadas, determinándose niveles residuales desde 124 hasta 4 578 ppt.

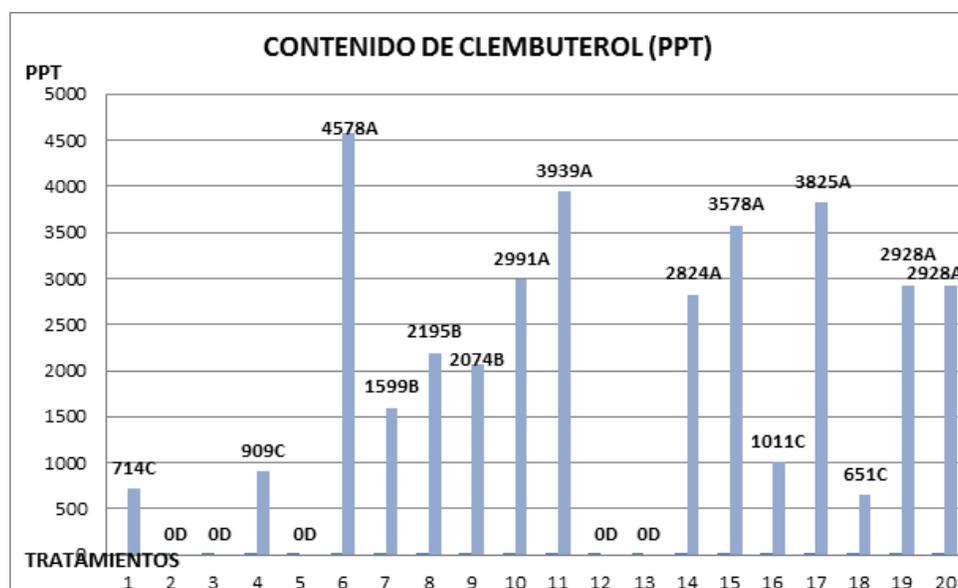


Figura 1. Contenido de clenbuterol en muestras de carne distribuida en la Ciudad de Texcoco.

De acuerdo a la FAO (1996), una muestra se considera positiva a residuos de clenbuterol y potencialmente tóxicas, cuando presenta un valor igual o mayor a 2 000 ppt, con un rango analítico de la prueba de 0 a 8100 ppt (RIDASCREEN, 2002). Asimismo, el Codex Alimentarius (2011), establece como límite máximo de residuos (LMR) de 2 000 ppt para clenbuterol.

Con base a lo anterior, se pudo constatar que alrededor del 50 % de los establecimientos que distribuyen carne de bovino en la Ciudad de Texcoco, son un peligro para la salud pública, por vender carne con residuos de clenbuterol por arriba de los límites máximos permisibles, según el Codex Alimentarius (2011), implicando que los animales de los cuales se obtuvo la carne para este estudio, recibieron una sobredosis entre 5 y 10 veces superior a la recomendada para propósitos terapéuticos, propiciando una acumulación de residuos (Henrich *et al.*, 1991). Un estudio similar conducido por Chávez *et al.* (2012), demostró que en el periodo de 2005 a 2010, los niveles de clenbuterol disminuyeron en el porcentaje de muestras contaminadas a partir del 2006 (20.0 %) hasta llegar a 7.1 % en 2009 en el estado de Guerrero; no obstante, la realidad es que el fármaco se sigue empleando.

CONCLUSIONES

Con base a los objetivos planteados en este estudio y bajo las condiciones en las cuales se realiza la investigación se puede concluir que alrededor del 50 % de los establecimientos que ofrecen productos cárnicos de bovino en la Ciudad de Texcoco, presentan residuos de clenbuterol con niveles iguales o superiores a los límites máximos permisibles por la regulación nacional e internacional, implicando un riesgo para la población a pesar de que legalmente esta prohibido el uso de este fármaco.

REFERENCIAS

- Codex Alimentarius. 2011. Límites máximos de residuos para clenbuterol. 34^a Reunión de la Comisión del Codex Alimentarius FAO/OMS. Roma, Italia. 274 p.
- Chávez A. L. A., Díaz O. J. A., Pérez C. B., Alarcón R. M. A. 2012. Tendencia de 2005 a 2010 de los niveles de Clenbuterol en muestras de bovinos en Guerrero, México. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 3(4):449-458.

- FAO. 1996. Compendio de especificaciones para aditivos alimentarios. JECFA. Límites máximos para residuos (LMR) para clenbuterol. Roma, Italia. 65 p.
- Gopal, K. Soppa R. Ryszard T. 2004. Effects of chronic administration of clenbuterol on function and metabolism of adult rat cardiac muscle. *Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol.* 288: H1468–H1476.
- Guerrero, L. I., Ponce A. E., Pérez, M. L. 2002. Curso práctico de tecnología de carnes y pescado. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Iztapalapa. México D.F. 171 p.
- Heinrich, H., Meyer D., Rinke L. M. 1991. The pharmacokinetics and residues of clenbuterol in veal calves. *J. Anim. Sci.* 69:4538-4544.
- NOM-EM-015-ZOO, 2002. Norma Oficial Mexicana de Emergencia. Especificaciones Técnicas para el control de uso de β -agonistas en alimento para animales.
- RIDASCREEN. 2002. Clenbuterol Fast. Competitive enzyme immunoassay for the quantitative analysis of clenbuterol and other β -agonists in urine, serum/plasma, liver, kidney, meat and tissue. R-Biopharm AG. Germany.
- SAS. 2001. User's Guide: Statistics, version 8 th de. Sas Inst. Inc., Cary, N.C. CD-ROOM.
- SAGARPA. 2007.- Plan Nacional de Desarrollo Pecuario 2006 – 2012 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Normas Mexicanas (NMX) y Oficiales Mexicanas (NOM) relacionadas con la ganadería. <http://www.sagarpa.gob.mx/ganaderia/Paginas/Legislacion.aspx> 30 Septiembre, 2011.
- SINAVE. 2007. Secretaria de Salud. Sistema Nacional de Vigilancia Epidemiológica (SINAVE). Información Epidemiológica. Boletín de Epidemiología. <http://www.dgepi.salud.gob.mx/boletin/2007/sem18/index.htm> 30 Septiembre, 2011.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y NIVELES DE ÁCIDO OLEICO EN LA CANAL DE CORDEROS SUPLEMENTADOS CON *Saccharomyces cerevisiae*

A. Gloria Trujillo, D. Hernández Sánchez*, M. Cobos Peralta, O. Hernández Mendo, M. Crosby Galván, E. Meraz Romero

** Postgrado en Ganadería, Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados Campus Motecillo. LPI 7, Inocuidad, Calidad de Alimentos y Bioseguridad, y LPI 11, Sistemas de Producción Agrícola, Pecuaria, Forestal, Acuícola y Pesquera Carretera México – Texcoco Km. 36.5 CP. 56230. Tel. - Fax (595) 9520200 ext. 1727.*

E-mail: sanchezd@colpos.mx

RESUMEN

Los ácidos grasos (AG) saturados en la canal de rumiantes representan un punto crítico en la alimentación humana por su relación con enfermedades cardiovasculares. Ante esto, *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) por sus altos niveles de ácido oleico representa una alternativa para modificar el perfil de AG en la carne, al incrementar la proporción de AG insaturados depositados. Se realizó un experimento utilizando 30 corderos comerciales en crecimiento (20 ± 0.9 kg PV), distribuidos en tres grupos de 10 animales cada uno, y cada grupo fue alojado a uno de tres tratamientos evaluados: 0, 3 y 5 g de Sc $\text{animal}^{-1} \text{d}^{-1}$, con el objetivo de determinar el comportamiento productivo del animal, niveles plasmáticos de colesterol y AG depositados en la canal. Se utilizó un diseño completamente al azar, los datos se analizaron usando el PROC GLM, considerando diez repeticiones por tratamiento. La comparación de medias de tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey. Los resultados muestran que la adición de 3 g $\text{animal}^{-1} \text{d}^{-1}$ de Sc disminuyó ($P < 0.05$) parcialmente el consumo de MS en los periodos evaluados, sin afectar ($P > 0.05$) la ganancia diaria de peso y conversión alimenticia. Tampoco afectó ($P > 0.05$) el colesterol total en sangre. A medida que se incrementó la dosis de Sc, disminuyó ($P < 0.05$) el nivel de ácido palmítico, oleico y linoleico. Sc no es una fuente apropiada de ácido oleico con capacidad de deposición en la canal, al mostrar una relación negativa entre los niveles de levadura y la concentración de ácido oleico.

Palabras clave: *Saccharomyces cerevisiae*, corderos, oleico, canal.

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de alimentos inocuos y de calidad es un derecho humano básico, y la sociedad exige productos inofensivos de alto valor nutritivo, que permitan disminuir los problemas de salud ocasionados por productos con alto nivel de ácidos grasos saturados que se relacionan con altos niveles de colesterol en el plasma sanguíneo del ser humano. Niveles elevados de colesterol, ocasionan problemas cardiovasculares, que en México constituyen el 23.3% de los casos de defunción (Stevens *et al.*, 2010). En este sentido, el ácido oleico representa una alternativa viable, dada su característica de insaturación, provoca disminución del colesterol total, lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos en plasma sanguíneo. Además, el ácido oleico presenta bajo porcentaje de biohidrogenación en rumen, 21% menos que los ácidos grasos polinsaturados, así como la capacidad de escape a nivel duodenal para depositarse en músculo (Duckett *et al.*, 2002). Este escenario sugiere que incluir *Saccharomyces cerevisiae* (Sc) en la dieta del animal, podría ser una alternativa que mejore el perfil de ácidos grasos en la canal, ya que posee alto contenido de ácido oleico (40.9%) (Cortés *et al.*, 2009). Por lo tanto, el objetivo del presente

estudio fue determinar el perfil de ácidos grasos depositados en la canal y los niveles circulantes de colesterol con la suplementación de Sc.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en la granja experimental del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco, Estado de México. Se utilizaron 30 corderos criollos (PV inicial, 20 ± 0.9 kg) distribuidos en tres grupos homogéneos, con diez animales cada uno, y distribuidos aleatoriamente en jaulas individuales. Los corderos fueron desparasitados y vitaminados. El estudio tuvo una duración de 60 d, previo periodo de adaptación de 10 d. Se evaluaron tres tratamientos (T) con 10 repeticiones, variando el nivel de *S. cerevisiae* (Sc) Yea Sacc¹⁰²⁶: T1 = Testigo, dieta comercial; T2 = T1 + 3 g de Sc animal⁻¹ d⁻¹ y T3 = T1 + 5 g de Sc animal⁻¹ d⁻¹. Se utilizó una dieta comercial para corderos en crecimiento con una composición proximal según análisis de laboratorio de 91.74% de materia seca (MS), 15.71% de proteína total (PT) y 35.47% de fibra detergente neutro (FDN). El agua se ofreció ad libitum y la dieta dos veces por día (8:00 y 16:00 h).

Comportamiento productivo

Para calcular el consumo de materia seca (CMS) se pesó diariamente el alimento ofrecido y rechazado. Los borregos se pesaron en ayuno cada 15 d para calcular la ganancia diaria de peso (GDP), realizando cuatro pesajes a lo largo del experimento, que conformaron los periodos de evaluación. Los datos de CMS y GDP, se usaron para calcular la conversión alimenticia (CA).

Nivel de colesterol total en plasma sanguíneo

Se determinó el nivel de colesterol total en sangre de muestras obtenidas de la vena yugular, las cuales fueron almacenadas en un contenedor con hielo, hasta ser procesadas. Las muestras se centrifugaron a $3200 \times g$ durante 20 min, se extrajo el suero sanguíneo y fue congelado hasta su análisis. Se utilizó el método enzimático de punto final. La concentración de colesterol total (CT) (mg dL⁻¹) se midió en un espectrofotómetro Modelo CARY 1E a una absorbancia de 505 nm.

Perfil de ácidos grasos en la canal

El perfil de ácidos grasos en la canal se determinó del musculo *Longissimus dorsi*, con base al método descrito por Folch *et al.* (1957). Las muestras se analizaron en un cromatógrafo de gases HP 6890 con un inyector HP 7683, equipado con una columna SPMR 2560, con dimensiones de $100 \times 0.25 \text{ mm} \times 0.2 \mu\text{m}$ (película) a una presión de 29 psi, utilizando helio como gas acarreador (con un Make up de 18 mL min^{-1} a una presión de 29 psi). La temperatura del inyector y detector fue de 250 y 260 °C, respectivamente. La rampa de temperatura del horno se elevó de $110^\circ\text{C} \times 1 \text{ min}$ a $240^\circ\text{C} \times 10 \text{ min}$. El contenido de ácidos grasos se expresó en mg 100 g carne⁻¹.

Análisis estadístico

Se utilizó un diseño completamente al azar con tres tratamientos y diez repeticiones. Los datos se analizaron mediante un procedimiento PROC GLM de SAS. Para el análisis del CMS, GDP y CA se utilizó el PV inicial como covariable. La comparación múltiple de medias de tratamientos se realizó mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS y DISCUSIÓN

Comportamiento productivo

El CMS fu afectado ($P > 0.05$; Cuadro 1) por la suplementación con Sc, no así para CA y GDP en donde los valores obtenidos se mantuvieron dentro del intervalo reportado para corderos en engordas comerciales ($200 \text{ a } 300 \text{ g d}^{-1}$) (Medina *et al.*, 2004).

Nivel de colesterol total en plasma sanguíneo

Los valores de colesterol total (CT) en plasma sanguíneo de los corderos alimentados con niveles crecientes de Sc no mostraron cambios ($P > 0.05$; Cuadro 2) entre tratamientos. En este sentido, los resultados obtenidos en el presente estudio y los reportados en la literatura evidencian que la capacidad hipocolesterolemica de Sc es nula (Beynen *et al.*, 2000), señalando que el efecto principal de la levadura se limita a nivel ruminal (Sales, 2011).

Perfil de ácidos grasos en la canal

La concentración de ácido oleico en la canal de corderos disminuyó ($P < 0.05$) a medida que se incrementaron los niveles de Sc en una dieta a base de concentrado. Esto contrasta con la concentración de ácido oleico reportada para corderos alimentados bajo condiciones intensivas ($669.7 \text{ mg } 100 \text{ g de carne}^{-1}$) (Nuemberg *et al.*, 2008). Está documentado que dietas a base de concentrado y altas en proteína explican que el ácido oleico represente hasta un 40 % del total de los ácidos grasos sintetizados en la canal de rumiantes, donde altas concentraciones de ácido palmítico y esteárico son transformadas a ácido oleico por la actividad de la enzima delta - 9 - desaturasa, presente en bacterias ruminales, tejidos grasos e hígado (Valenzuela *et al.*, 2009). Sin embargo, existen factores que inhiben esta enzima a diferentes niveles del metabolismo, como es el caso de la represión de los genes OLE1 en Sc (Cortés *et al.*, 2009) y estearoil coenzima A desaturasa (SCD) en corderos (Daniel *et al.*, 2004), al inhibir estos genes, disminuye la deposición de ácido palmítico, esteárico y oleico a nivel celular, debido a que los principales sustratos para la síntesis de oleico usados por la enzima delta-9-desaturasa son el palmitoil-CoA y la estearoil-CoA (Pollard *et al.*, 1980). En este sentido, la presencia de los ácidos grasos de Sc pudo ejercer el efecto supresor del gen SCD y causar baja deposición de oleico.

Cuadro 1. Variables de comportamiento de corderos en crecimiento alimentados con dietas con diferente nivel de *Saccharomyces cerevisiae*

Variable	Tratamientos			CV
	T1	T2	T3	
Periodos de evaluación	Consumo de materia seca, kg d^{-1}			
1	1.14 ^a	1.13 ^a	1.16 ^a	3.04
2	1.19 ^a	1.17 ^b	1.18 ^{ab}	1.08
3	1.31 ^a	1.29 ^a	1.28 ^a	2.42
4	1.35 ^a	1.29 ^b	1.32 ^{ab}	3.96
Media general	1.25 ^a	1.22 ^b	1.23 ^{ab}	1.87
Periodos de evaluación	Ganancia diaria de peso, g d^{-1}			
1	217.09 ^a	188.7 ^a	197.36 ^a	34.75
2	228.15 ^a	221.75 ^a	231.72 ^a	23.2
3	223.63 ^a	193.72 ^a	215.89 ^a	22.6
4	271.32 ^a	235.4 ^a	254.53 ^a	24.7
Media general	235.05 ^a	209.89 ^a	224.87 ^a	12.54
Periodos de evaluación	Conversión alimenticia, $\text{kg MS kg}^{-1} \text{ PV}$			
1	5.50 ^a	5.31 ^a	5.20 ^a	27.55
2	5.76 ^a	6.32 ^a	5.59 ^a	23.37
3	6.48 ^a	8.30 ^a	6.50 ^a	26.21
Media general	5.91 ^a	6.64 ^a	5.76 ^a	13.75

T1: Testigo, $0 \text{ g d}^{-1} \text{ Saccharomyces cerevisiae}$; T2: $T1 + 3 \text{ g d}^{-1} \text{ Saccharomyces cerevisiae}$; T3: $T1 + 5 \text{ g d}^{-1} \text{ Saccharomyces cerevisiae}$; CV: Coeficiente de variación (%). a, b: medias de tratamientos con diferente literal en la misma hilera muestran diferencia estadística ($P < 0.05$).

Cuadro 2. Variables productivas de corderos en crecimiento alimentados con dietas con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae*

Periodos de evaluación	Tratamientos			CV
	T1	T2	T3	
Colesterol	mmol L ⁻¹			
	1.69 ^a	1.52 ^a	1.7 ^a	33.32

^φ Cada periodo de evaluación tuvo una duración de 15 días. T1: Testigo, 0 g d⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae*; T2: T1 + 3 g d⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae*; T3: T1 + 5 g d⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae*. CV: Coeficiente de variación (%). a, b: medias de tratamientos con la misma literal en la misma hilera no muestran diferencia estadística (P < 0.05).

Cuadro 3. Perfil de ácidos grasos de la carne de corderos alimentados con dietas con diferentes niveles de *Saccharomyces cerevisiae*

Ácidos grasos (mg 100 g ⁻¹ de carne)	Tratamientos, T			CV
	T1	T2	T3	
Mirístico C14:0	7.87 ^a	7.43 ^a	2.10 ^a	42.69
Palmítico C16:0	83.80 ^a	71.58 ^a	21.83 ^b	47.73
Esteárico C18:0	60.22 ^a	47.98 ^a	27.81 ^a	51.29
Oleico C18:1	399.76 ^a	152.21 ^b	33.70 ^c	31.37
Linoleico C18:2	18.65 ^a	11.08 ^{ab}	5.41 ^b	41.03

T1: Testigo, 0 g d⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae*; T2: T1 + 3 g d⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae*; T3: T1 + 5 g d⁻¹ *Saccharomyces cerevisiae*. CV: Coeficiente de variación (%). a, b, c: medias de tratamientos con diferente literal en la misma hilera muestran diferencia estadística (P < 0.05).

CONCLUSIÓN

Con base a las condiciones en que se desarrolló el estudio, se concluye que incluir *S. cerevisiae* en la dieta de corderos no representa una alternativa para incrementar los niveles de ácido oleico en la canal, ya que a medida que se incrementó el aporte de oleico a través de *Sc*, los depósitos de ácido oleico disminuyeron. Se sugiere realizar mayor investigación que permita elucidar la dinámica y los efectos de *Sc* en la deposición de ácidos grasos en la canal.

REFERENCIAS

- Beynen A.C., Schonewille J.T., Tersptra A.H.M. 2000. Influence of amount and type of dietary fat on plasma cholesterol concentrations in goats. *Small Ruminant Res.* 35: 141 – 147.
- Cortés R.C., Villagómez M.E., Avalos S.M., Molina A.S. 2009. Influencia de la peroxidación de lípidos sobre el daño oxidativo mitocondrial y la integridad de *Saccharomyces cerevisiae*. *Inf. Tecnol.* 20(2): 71 – 81.
- Daniel Z.C.T.R., Wynn R.J.A., Salter M., Buttery P.J. 2004. Differing effects of forage and concentrate diets on the oleic acid and conjugated linoleic acid content of sheep tissues: The role of stearoyl-CoA desaturase. *J Anim Sci.* 82: 747 – 758.
- Duckett S.K., Andrae J.G., Owens F.N. 2002. Effect of high oil corn or added corn oil on ruminal biohydrogenation of fatty acids and conjugated linoleic acid formation in beef steers fed finishing diets. *J Anim Sci.* 80: 3353 – 3360.
- Folch J., Lees M., Sloane S.G.H. 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J Biol Chem.* 226: 497 – 509.

- Medina A.G., González S.A., Pérez T.S.R. 2004. Características permisibles para la clasificación de la canal ovina. Memorias III congreso nacional de ovinos tropicales. 134 – 141.
- Nuernberg K., Fischer A., Nuernberg G., Ender K., Dannenberger D. 2008. Meat quality and fatty acid composition of lipids in muscle and fatty tissue of Skudde lambs fed grass versus concentrate. *Small Ruminant Res.* 74:279 – 283.
- Pollard M.R.F.D., Gunstone A.T., James L.J., Morris L.J. 1980. Desaturation of positional and geometric isomers of monoenoic fatty acids by microsomal preparations from rat liver. *Lipids.* 15: 306 – 314.
- Sales J. 2011. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* supplementation on ruminal parameters, nutrient digestibility and growth in sheep: A meta-analysis. *Small Ruminant Res.* 100: 19 – 29.
- Stevens G.A., King G., Shibuya K. 2010. Deaths from heart failure: using coarsened exact matching to correct cause-of-death statistics. *Population Health Metrics.* 8: 6 – 14.
- Valenzuela S.A.R., Montero L.M., Juárez L.F.I. 2009. Contenido de ácidos grasos y conjugados del ácido linoleico en carne de bovinos. *REDVET.* 10: 1 – 84.

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LA CARNE DE OVINOS DE PELO

V. Moo-Huchin^{1*}, M. Chi-Kuk¹, E. Sauri-Duch², M. Moo-Huchin³, I. Estrada-Mota¹, R. Estrada-León¹

¹Instituto Tecnológico Superior de Calkiní, Av. Ah-Canul, C.P. 24900, Calkiní, Campeche, México. ²División de Estudios de Posgrado e Investigación. Instituto Tecnológico de Mérida, C.P. 97118, km 5 Mérida-Progreso, Mérida, Yucatán, México. ³Universidad Tecnológica del Poniente, Col. Las Tres Cruces, C.P. 97800, Maxcanú, Mérida, Yucatán, México.

*E-mail: vmoo@itescam.edu.mx

RESUMEN

El objetivo del presente estudio, fue determinar el perfil cromatográfico de ácidos grasos en carne fresca y madurada (16 días a 4°C) de dos cortes lomo y pierna de tres grupos genéticos de ovinos de pelo (Pelibuey, Dorper x Pelibuey, Dorper x Blackbelly) en el Estado de Yucatán. La composición de ácidos grasos, fue determinada mediante cromatografía de gases. Los resultados encontrados, indican que el lomo y la pierna de los tres grupos genéticos evaluados, resultaron con una mayor proporción de ácidos grasos saturados con valores entre 43.19±5.9% y 64.28±6.1% excepto Pelibuey. Con respecto a los ácidos grasos insaturados, se encontraron valores entre 35.72±6.1% y 56.81±5.9%, de los cuales los valores mayores corresponden a Pelibuey, (P<0.05). De manera similar, para Pelibuey, la pierna mostró una mayor cantidad de ácido linoleico (ω -3) y el lomo de oleico (ω -9), con respecto a cortes de los otros dos grupos genéticos evaluados. En conclusión, los resultados permitirían promover el consumo del lomo y pierna del ovino Pelibuey, debido a su mayor composición de ácidos grasos insaturados

Palabras clave: saturados, insaturados, cromatografía

INTRODUCCIÓN

La composición química de la carne es importante para determinar su valor nutricional y para diseñar nuevas estrategias para producir carne de calidad. La presencia de grasa intramuscular en la carne está ligada a su aceptabilidad, ya que la grasa afecta el color, la percepción de su textura, el aroma y la jugosidad de la carne (Muchenje *et al.*, 2009). Una extensa información en la literatura ha evidenciado la importancia de los ácidos grasos en la dieta y en la salud humana. En este sentido, se sabe que ciertos ácidos grasos (omega 3, 6 y 9) presentes en carne muestran actividad biológica (Wood *et al.*, 2004). El contenido de lípidos y el tipo de ácidos grasos (saturados e insaturados) son las principales características a considerar dentro de la calidad de la carne.

Actualmente, en el sureste mexicano, se produce una cantidad significativa de carne de ovinos a partir de la cría y engorda de razas y cruza de ovinos de pelo, con una tendencia a incrementar en los próximos años, sin que dicha carne sea evaluada con respecto a su calidad a través de su contenido de ácidos grasos.

Se ha reportado que los ácidos grasos con mayor abundancia en carne de ovino de pelo son: mirístico, palmítico, esteárico, palmitoléico, oleico, linoleico, linolénico y araquídico (Díaz, 2001; Madrugada *et al.*, 2006; Carrasco, 2008). Sin embargo, pocos estudios han reportado las diferencias en el perfil de ácidos grasos en diferentes músculos como lomo y pierna, en diferentes grupos.

Por lo tanto, el objetivo del presente estudio, fue determinar el perfil cromatográfico de ácidos grasos en carne fresca y madurada (16 días a 4°C) de dos cortes lomo y pierna en tres grupos genéticos de ovinos de pelo (Pelibuey, Dorper x Pelibuey, Dorper x Blackbelly) en el Estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el presente estudio, se utilizaron 18 corderos machos, seleccionados al azar y clasificados fenotípicamente en tres grupos genéticos (Pelibuey, Dorper x pelibuey y Dorper x Blackbelly); los cuales, se criaron a base de alimento balanceado comercial, por un período de tres meses, en dos jaulas elevadas (2 lotes) con 3 animales de cada grupo genético. Posteriormente, los animales fueron sacrificados con un peso de 34.7±3. kg, a una edad aproximada de 6 meses. Tras el sacrificio por un procedimiento estandarizado, las medias canales de cada animal fueron colocadas en una cámara frigorífica a 4°C, durante 24 h. Entonces se tomaron muestras de 1 kg de cada corte (lomo y pierna) por cada grupo genético, se almacenaron en bolsas ziploc a 4°C y se trasladaron al Laboratorio de Instrumentación Analítica del Instituto Tecnológico Superior de Calkiní en el Estado de Campeche (ITESCAM) para su acondicionamiento y posterior análisis. Las muestras de carne fueron lavadas para eliminar residuos de grasa y sangre. La carne fue cortada y envasada en condiciones de vacío (Oster modelo V2240-013, China) utilizando un film de polietileno. Una parte de las muestras fueron destinadas para su análisis como carne fresca y el resto de las muestras fueron colocadas en refrigeración a 4°C durante 16 días para su maduración. Transcurrido el tiempo de maduración, las muestras fueron congeladas a -20°C hasta su análisis.

Para determinar el perfil de ácidos grasos se siguió la técnica de extracción de los lípidos descrita por Hanson y Olley (1963) y para la formación de los ésteres metílicos se siguió la técnica de Morrison y Smith (1964). La composición de ácidos grasos fue analizado mediante cromatografía de gases utilizando las condiciones cromatográficas descritas por Moo-Huchin *et al.* (2013). Los resultados se presentan como porcentaje del total de ácidos grasos.

El análisis estadístico, se realizó utilizando el procedimiento de modelos lineales generales (GLM) del paquete estadístico SAS (2002), con la finalidad de determinar el efecto del grupo genético, tipo de corte, no. de lote y maduración, así como la interacción del grupo genético x tipo de corte, sobre en el perfil de ácidos grasos. La comparación de medias, se realizó con la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acorde con el resultado de los análisis estadísticos, no se encontraron efectos significativos ($P>0.05$) para los factores principales evaluados, pero si para la interacción del grupo genético x tipo de corte ($P<0.05$), sobre el perfil de ácidos grasos.

De manera general, en la carne de los corderos evaluados, los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME's) que se encontraron en mayor cantidad fueron: palmítico, esteárico, palmitoléico y oleico; sin embargo, por la magnitud en su contenido, la carne evaluada, resultó con una mayor proporción de ácidos grasos saturados con valores entre 43.19±5.9% y 64.28±6.1%. Los valores de ácidos grasos saturados encontrados en el presente trabajo, son mayores a los reportados por Schmid (2011) y por Infanger (2004), quienes han reportado en cordero, cerdo y res, un contenido de ácidos grasos saturados con valores entre 30% y 50%, indicando que la diferencia puede ser debido a la especie, raza y tipo de alimentación (Cuadro 1).

Cuadro 1. Composición de ácidos grasos (% del total de ácidos grasos) en lomo y pierna (fresca o madurada) de tres grupos genéticos de ovinos de pelo.

Ácidos grasos	Pelibuey		Dorper		Blackbelly	
	Lomo	Pierna	Lomo	Pierna	Lomo	Pierna
<i>Saturados</i>						
Mirístico	5.11±1.91 ^{ab}	5.05±1.91 ^{ab}	8.86±1.91 ^b	5.04±1.91 ^{ab}	4.32±1.97 ^a	1.43±1.91 ^a
Palmítico	24.49±7.62 ^{ab}	15.98±7.62 ^a	24.17±7.62 ^{ab}	29.94±7.62 ^{ab}	36.89±7.88 ^b	34.43±7.62 ^b
Heptadecanoico	0.09±0.22 ^a	0.00±0.22 ^a	1.39±0.22 ^b	0.36±0.22 ^a	0.00±0.23 ^a	0.00±0.22 ^a
Esteárico	24.92±3.53 ^{ab}	22.16±3.53 ^{ab}	29.82±3.53 ^b	28.14±3.53 ^{ab}	24.01±3.53 ^{ab}	22.16±3.53 ^a
<i>Monoinsaturados</i>						
Palmitoléico	17.77±5.37 ^a	34.98±5.37 ^b	21.09±5.37 ^a	22.42±5.37 ^a	16.44±5.56 ^a	37.90±5.37 ^b
Oleico	27.12±3.24 ^c	11.91±3.24 ^{ab}	12.55±3.24 ^{ab}	11.17±3.24 ^{ab}	17.22±3.24 ^b	6.53±3.24 ^a
<i>Poliinsaturados</i>						
Linoléico	0.48±1.96 ^a	9.93±1.96 ^b	2.09±1.96 ^a	2.74±1.96 ^a	1.65±2.03 ^a	0.49±1.96 ^a
Total de Saturados	54.63±5.89 ^{ab}	43.19±5.89 ^a	64.27±5.89 ^b	63.66±5.89 ^b	64.28±6.08 ^b	55.07±5.89 ^{ab}
Total de Poliinsaturados	0.48±1.96 ^a	9.92±1.96 ^b	2.09±1.96 ^a	2.73±1.96 ^a	1.65±2.03 ^a	0.49±1.96 ^a
Total de Monoinsaturados	44.89±4.90 ^{ab}	46.89±4.90 ^b	33.64±4.90 ^a	33.60±4.90 ^a	35.09±5.00 ^{ab}	44.43±4.90 ^{ab}
Total de Insaturados	45.37±5.89 ^{ab}	56.81±5.89 ^b	35.73±5.89 ^a	36.34±5.89 ^a	35.72±6.08 ^a	44.92±5.89 ^{ab}

Nota: Letras diferentes en cada fila muestra diferencia significativa. Valor promedio de tres determinaciones (\pm desviación estándar).

Con respecto a los ácidos grasos insaturados, se encontraron valores entre 35.72±6.1% y 56.81±5.9%, de los cuales los valores mayores corresponden al grupo genético Pelibuey, con una diferencia estadísticamente significativa ($P < 0.05$). De manera similar, para Pelibuey, la pierna mostró una mayor cantidad de ácido linoleico (ω -3) con 9.93±1.96% ($P < 0.05$) y el lomo de oleico (ω -9) con 27.12±3.24% ($P < 0.05$), con respecto a los cortes de los otros dos grupos genéticos evaluados.

CONCLUSIÓN

La carne de los tres grupos genéticos de corderos evaluados, se caracterizan por su composición de ácidos grasos predominantemente saturados, excepto la pierna de Pelibuey.

Por su mayor cantidad de ácido linoleico (ω -3) en pierna y oleico (ω -9) en lomo, se podría promover el consumo de dichos cortes de corderos Pelibuey, en mercados exigentes, favoreciendo el desarrollo socioeconómico de la región.

REFERENCIAS

- Carrasco, L. S. 2008. Efecto del sistema de alimentación sobre el crecimiento y la calidad de la canal y de la carne de corderos ligeros de raza churra. Tesis doctoral. Universidad de Zaragoza. pp. 109-113.
- Díaz, M. T. 2001. Características de la canal y de la carne de corderos lechales manchegos. Tesis doctoral. Universidad complutense de Madrid. pp. 149-156.
- Hanson, S. W. F., and J., Olley. 1963. Application of the Bligh and Dyer method of lipid extraction to tissue homogenates. *Biochem. J.* 89: 101-102.
- Infanger, E. 2004. *Swiss Food Composition Tables*. Graf-Lehmann AG, Bern. Ip, C. and Marshall, J.R. 1996. Trans fatty acids and cancer. *Nutr. Rev.* 54: 138-145.

- Madrugada, M. S., F. S., Resosemito, N., Narain, W. H., Souza, M. G., Cunha, and J. L., Ramos. 2006. Effect of raising conditions of goats on physico-chemical and chemical quality of its meat. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*. 5: 100-104.
- Moo-Huchin, V., I., Estrada-Mota, R., Estrada-León, L., Cuevas-Glory, and E., Sauri-Duch. 2013. Chemical composition of crude oil from the seeds of pumpkin (*Cucurbita* spp.) and mamey sapota (*Pouteria sapota* Jacq.) grown in Yucatan, Mexico. *CyTA-Journal of Food*. <http://dx.doi.org/10.1080/19476337.2012.761652>
- Morrison, W.R., and L. M., Smith. 1964. Preparation of fatty acid methyl esters and dimethyl acetals from lipids with boron fluoride-methanol. *J. Lipids Res.* 5: 600-608.
- Muchenje, V., K., Dzama, M., Chimonyo, P. E., Strydom, A., Hugo, and J. G., Raats. 2009. Some biochemical aspects pertaining to beef eating quality and consumer health: A review. *Food Chem.* 112: 279-289.
- SAS. 2002. SAS/STAT User's Guide. SAS Institute. Cary, North Caroline.
- Schmid, A. 2011. The role of meat fat in the human diet. *Crit. Rev. Food Sci.* 51: 50-66.
- Smith, D. R. 1993. Lipid composition of red meat and factors that influence risk for coronary heart disease. *Rev. Fac. Agron. (Luz)* 10: 35-41.
- Wood, J. D., R. I., Richardson, G. R., Nute, A. V., Fisher, M. M., Campo, E., Kasapidou, P. R., Sheard, and M., Enser. 2004. Effects of fatty acids on meat quality: a review. *Meat Sci.* 66: 21-32.

EFFECTO DE ANTIOXIDANTES ADICIONADOS A LA DIETA Y SOBRE LA CARNE EN LA ESTABILIDAD OXIDATIVA DE CARNE DE POLLO COCIDA

F. Avila Ramos¹, A. Pro Martínez², E. Sosa Montes³, J. Manuel Cuca García², C. Becerril Pérez², J. L. Figueroa Velasco², C. Narciso Gaytán².

¹Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. ²Colegio de Postgraduados. ³Universidad Autónoma Chapingo. E-mail: ledifar@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó la estabilidad oxidativa de carne de pollo precocida suplementada con dos antioxidantes en las dietas; vitamina E (10 y 100 mg kg⁻¹ de alimento; VE10 y VE100, respectivamente) y aceite de orégano (10 mg kg⁻¹ de alimento; AO100) y dos antioxidantes adicionados en carne: MIEL de abeja (3%) y BHT (Butil hidroxitolueno) (0.02%). La MIEL y BHT fueron adicionados a carne proveniente de pollos alimentados con 10 mg de vitamina E kg⁻¹ de alimento. La prueba TBARS (2-ácido tiobarbitúrico) se utilizó para cuantificar el malondialdehído (MDA) presente en la carne. Para analizar los datos se utilizó un diseño Completamente al Azar, la comparación de medias se realizó a través de contrastes ortogonales. Los resultados mostraron que la carne del tratamiento VE10 presentó cantidades mayores de MDA ($P \leq 0.001$). No se observaron diferencias en valores de MDA entre tratamientos de antioxidantes suplementados en dieta y los adicionados en carne. La carne adicionada con miel presentó valores de MDA menores que la carne del tratamiento con BHT ($P \leq 0.05$). La carne del tratamiento VE100 presentó menor cantidad de MDA que la del tratamiento AO100 ($P \leq 0.05$). En conclusión, la suplementación de vitamina E 10 mg kg⁻¹ a la dieta resulta en un desarrollo alto de la oxidación lipídica de la carne. El uso de antioxidantes suplementados a la dieta o adicionados a la carne tiene un efecto similar sobre la estabilidad oxidativa de la carne. La adición de miel a la carne fue más efectiva para disminuir el desarrollo de la oxidación lipídica comparado con el antioxidante sintético BHT. Finalmente, la suplementación de 100 mg de vitamina E por kg⁻¹ de alimento presentó un mayor efecto antioxidante que el aceite de orégano al mismo nivel de inclusión.

Palabras clave: miel de abeja, fenoles, flavonoides, DPPH.

INTRODUCCIÓN

La oxidación de los ácidos grasos reduce la calidad de los productos cárnicos, afecta su olor, color y textura. Para disminuir el proceso oxidativo de la carne se adicionan antioxidantes al alimento de las aves o sobre la carne al momento de procesarla. Sin embargo, los consumidores prefieren productos cárnicos adicionados con aditivos naturales por ser sinónimo de inocuidad, sus compuestos principales son: flavonoides, compuestos fenólicos, β -caroteno, timol y carvacrol (Figiel *et al.*, 2010).

La vitamina E y el aceite de orégano son antioxidantes naturales, que al incorporarse a la dieta y consumirse por el ave se acumulan en las membranas celulares de su cuerpo para proteger a los ácidos grasos insaturados de la oxidación. Sin embargo, este manejo nutricional incrementa el costo del alimento y no siempre puede implementarse. Una alternativa para controlar el proceso oxidativo ha sido aplicar los antioxidantes sobre la carne durante su procesamiento (Fasseas *et al.*, 2007).

La miel de abeja es rica en antioxidantes naturales, su actividad es similar a la de la vitamina E en condiciones *in vitro*, pero su composición química varía debido a su origen botánico (Blasa *et al.*, 2006). Los antioxidantes deben controlar la oxidación lipídica al adicionarse en la dieta de las aves o sobre la carne, cada antioxidante tiene un nivel de adición distinto de acuerdo a su estructura química, vía de administración y naturaleza. El objetivo de la investigación fue evaluar el efecto antioxidante de la vitamina E y del aceite de orégano suplementado en la dieta, así como de la miel de abeja y BHT adicionados en carne, sobre la estabilidad oxidativa de carne de pollo cocida refrigerada y congelada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Obtención y procesamiento de la carne

Para elaborar las hamburguesas se utilizó carne de *Pectoralis major*. Su cocción se realizó en planchas eléctricas, al llegar a una temperatura interna de 74 °C, las hamburguesas se enfriaron y se cubrieron con un empaque plástico permeable al oxígeno para almacenarse en refrigeración (4 °C) durante 0, 3, 6 y 9 días, y en congelación (-21 °C) durante 0, 15, 30 y 45 días.

Medición de fenoles, flavonoides y actividad captadora del radical 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazil (DPPH) en la miel

Para determinar los fenoles totales en la miel se utilizó el método de Folin-Ciocalteu, la concentración de flavonoides en miel se determinó por el método de Meda *et al.* (2005) con una curva de quercetina en metanol y la actividad captadora de radicales se determinó por el radical DPPH.

Análisis estadístico

La variable de respuesta evaluada fue la cantidad de MDA (mg kg^{-1}) de carne refrigerada o congelada. Los datos se analizaron con el procedimiento MIXED y se usaron contrastes específicos para comparar las medias de los tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Determinación de malondialdehído en carne refrigerada y congelada

En el Cuadro 1 se presentan los contrastes de los tratamientos en la concentración de MDA en carne refrigerada. La carne del tratamiento VE10 mostró menor estabilidad oxidativa ($P \leq 0.0046$). La carne de los tratamientos exógenos y endógenos no mostró diferencias. La carne del tratamiento MIEL presentó mayor estabilidad oxidativa ($P \leq 0.0241$) comparada con carne del tratamiento BHT y la carne del tratamiento VE100 mostro mayor estabilidad oxidativa ($P \leq 0.0001$) comparada con el tratamiento AO100. En el Cuadro 2 se presentan los contrastes de los tratamientos en la concentración de MDA en carne congelada. La carne del tratamiento VE10 mostró menor estabilidad oxidativa ($P \leq 0.0018$). La carne de los tratamientos exógenos y endógenos no mostró diferencias. La carne del tratamiento MIEL y BHT no presentaron diferencias. La carne del tratamiento VE100 presentó mayor estabilidad oxidativa ($P \leq 0.0124$) comparada con el tratamiento AO100. El contenido total de fenoles y flavonoides en la miel fue de 15.03 y $4.49 \pm 0.27 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ de miel, la actividad captadora de radicales del compuesto DPPH (IC_{50}) fue de $5 \pm 1 \text{ mg por mL}$.

Cuadro 1. Medias de cuadrados mínimos y contrastes ortogonales para malondialdehído (mg kg⁻¹ de carne) determinado en carne refrigerada de 0 a 9 días.

Día	Tratamientos [†]					EE [¶]	Contraste [§] P=			
	VE10	VE10+MIEL	VE10+BHT	VE100	AO100		1	2	3	4
0	0.701	0.514	0.762	0.602	0.434	0.037	0.0046	0.0021	<0.0024	0.0001
3	2.511	1.220	1.190	0.975	1.641	0.101	<0.0001	0.3164	0.8363	<0.0001
6	2.864	1.702	2.050	1.422	2.151	0.106	<0.0001	0.4011	0.0241	<0.0001
9	3.246	1.769	2.470	1.616	2.975	0.210	<0.0001	0.4036	0.0215	<0.0001

[†]Tratamientos: VE10: Vitamina E 10 mg kg⁻¹ de alimento; VE10+MIEL: 3 % de miel en carne; VE10+BHT: 0.02% de BHT en carne; VE100: Vitamina E 100 mg kg⁻¹ de alimento; AO100: Aceite de orégano 100 mg kg⁻¹ de alimento.

[¶]EE: Error estándar.

[§]Contraste ortogonal: C1 = VE10 vs. VE100, AO100, VE10+BHT, VE10+MIEL; C2 = VE10+MIEL, VE10+BHT vs.VE100, AO100; C3 = VE10+MIEL vs. VE10+BHT; C4 = VE100 vs. AO100.

Cuadro 2. Medias de cuadrados mínimos y contrastes ortogonales para malondialdehído (mg kg⁻¹ de carne) determinado en carne congelada de 0 a 45 días.

Día	Tratamientos [†]					EE [¶]	Contraste [§] P=			
	VE10	VE10+MIEL	VE10+BHT	VE100	AO100		1	2	3	4
0	2.161	1.056	1.129	0.950	1.312	0.099	<0.0001	<0.6986	0.6021	0.0124
15	0.982	0.366	0.834	0.760	0.652	0.044	0.0001	0.0189	0.0001	0.0868
30	1.106	0.278	0.709	0.564	0.755	0.091	0.0001	0.0715	0.0016	0.1453
45	0.753	0.406	0.514	0.247	0.884	0.065	0.0018	0.1114	0.2488	0.0001

[†]Tratamientos: VE10: Vitamina E 10 mg kg⁻¹ de alimento; VE10+MIEL: 3 % de miel en carne; VE10+BHT: 0.02% de BHT en carne; VE100: Vitamina E 100 mg kg⁻¹ de alimento; AO100: Aceite de orégano 100 mg kg⁻¹ de alimento.

[¶]EE: Error estándar.

[§]Contraste ortogonal: C1 = VE10 vs. VE100, AO100, VE10+BHT, VE10+MIEL; C2 = VE10+MIEL, VE10+BHT vs.VE100, AO100; C3 = VE10+MIEL vs. VE10+BHT; C4 = VE100 vs. AO100.

Los fenoles y flavonoides contenidos en la miel son una fuente natural de antioxidantes que pueden evitar la formación de hidroperóxidos en la carne; los cuales actúan en medios acuosos o no polares, característica que les permite actuar en diferentes sitios celulares (Aljadi y Kamaruddin, 2004). Pueden actuar donando un átomo de hidrógeno, como aceptores de radicales libres o interrumpen la reacción en cadena de la oxidación. En conjunto disminuyen la oxidación de los ácidos grasos y los valores de MDA en la carne de pollo al adicionar la miel.

La efectividad de la vitamina E se debe a su acumulación en las membranas celulares, donde protegen a los dobles enlaces de los ácidos grasos insaturados de la acción de los radicales libres o peróxidos (Niki *et al.*, 1991). El α -tocoferol dona un hidrógeno y conserva su estructura al recibir un átomo de hidrógeno donado al α -tocoferil por el ácido ascórbico. En carne cocida la vitamina E sigue activa debido a que soporta altas temperaturas y se puede regenerar por el ácido ascórbico presente en la carne. Mientras que el aceite de orégano adicionado a la dieta de las aves, al mismo nivel de inclusión que la vitamina E, no logra mantener la estabilidad oxidativa de la carne como la vitamina E. Esto se debe a que el aceite de orégano es una mezcla de compuestos y su efecto puede depender de la cantidad y tipo de compuestos acumulados en los tejidos del músculo.

Las condiciones de refrigeración aumentaron los valores de MDA en la carne al incrementar el tiempo de almacenamiento. Al aumentar el tiempo de almacenamiento hay acumulación de

hidroperóxidos y radicales libres en la carne, causado por la disminución del antioxidante activo. En carne congelada, los niveles de MDA en todos los tratamientos disminuyeron a partir del día 15 de almacenamiento debido a que la temperatura evitó la formación hidroperóxido-MDA. Además, ningún tratamiento en congelación superó 2 mg kg⁻¹ de carne considerado el umbral económico por evaluadores profesionales (Wen *et al.*, 1997).

CONCLUSIONES

La carne de aves suplementada con 10 mg kg⁻¹ de vitamina E en el alimento presentó los valores de oxidación más altos. El efecto antioxidante de la miel de abeja y BHT, fue similar a los antioxidantes suplementados en las dietas; vitamina E y aceite de orégano. La carne de pollos suplementada con vitamina E 100 mg kg⁻¹ presentó mayor estabilidad oxidativa comparada con aceite de orégano al mismo nivel de inclusión. Estos resultados sugieren que la vitamina E suplementada a 100 mg kg⁻¹ a través del alimento es más eficiente en mantener la estabilidad oxidativa de la carne.

REFERENCIAS

- Aljadi, A. M, and M. Y. Kamaruddin. 2004. Evaluation of the phenolic contents and antioxidant capacities of two Malaysian floral honeys. *Food Chem.* 85: 513-518.
- Blasa, M., M. Candiracci, A. Accorsi, M. P. Piacentini, M. C. Albertini, and E. Piatti. 2006. Raw *Millefiori* honey is packed full of antioxidants. *Food Chem.* 97: 217-22.
- Fasseas, M. K., K. C. Mountzouris, P. A. Tarantilis, M. Polissiou, and G. Zervas. 2007. Antioxidant activity in meat treated with oregano and sage essential oils. *Food Chem.* 106: 1188-1194.
- Figiel, A., A. Szumny, A. Gutierrez-Ortiz, and A. A. Carbonell-Barrachina. 2010. Composition of oregano essential oil (*Origanum vulgare*) as affected by drying method. *J. Food Eng.* 98: 240-247.
- Meda, A., C. G. Lamien, M. Romito, J. N. Millogo, and N. O. Germaine. 2005. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in burkina fasan honey, as well as their radical scavenging activity. *Food Chem.* 91: 571-577.
- Niki, D., Y. Yamamoto., E. Komuro, and K. Sato. 1991. Membrane damage due to lipid oxidation. *A. J. Clin. Nutr.* 53: 201-205.
- Wen, J., P. A. Morrissey, D. J. Buckle, and P. J. A. Sheehy. 1997. Supranutritional Vitamin E supplementation in pigs: influence on subcellular deposition of α -Tocopherol and on oxidative stability by conventional and derivative spectrophotometry. *Meat Sci.* 314: 301-310.

EFFECTO DEL CLORHIDRATO DE ZILPATEROL SOBRE CARACTERÍSTICAS DE CANAL DE CORDEROS FINALIZADOS EN CORRAL: ESTRATEGIAS DE SUPLEMENTACIÓN

S. Soto-López¹, R. Vicente-Pérez, U. Macías-Cruz¹, F.D. Álvarez-Valenzuela¹, N. Torrentera-Olivera¹, A. Correa-Calderón¹, S.A Soto-Navarro², L. Avendaño-Reyes^{1*}

¹ *Instituto de Ciencias Agrícolas, UABC, Mexicali, Baja California, México.*

² *Animal and Range Sciences, NMSU, Las Cruces, NM, USA.*

*E-mail: lar62@hotmail.com

RESUMEN

Se utilizaron 32 corderos Dorper × Pelibuey (edad 4 meses y peso vivo 30.93±2.63) en una prueba en corral de 32 d para evaluar el efecto de tres distintas estrategias de suplementación con clorhidrato de zilpaterol (CZ) sobre características de la canal de corderos de pelo alimentados en corral. Usando el peso vivo como factor de bloqueo, se asignaron los tratamientos bajo un diseño de bloques completos al azar. Los tratamientos fueron: 1) sin CZ (testigo), 2) 20 mg/d/animal durante los primeros 15 d de prueba (CZ15-1), 3) 20 mg/d/animal durante los últimos 15 d de prueba (CZ15-2) y 4) 10 mg/d/animal durante los 30 d de prueba (CZ30). Se usaron 8 repeticiones por tratamiento. Se obtuvo que mientras que la grasa KPH disminuyó ($P<0.05$) en canales de CZ15-2 y CZ30, el peso de canal caliente y fría, rendimiento en canal, AOC y profundidad del tórax aumentó ($P<0.05$) en esos mismos tratamientos comparado con el testigo y con CZ15-1. En tanto la grasa dorsal, largo de canal y largo y perímetro de la pierna no variaron ($P>0.05$) entre tratamientos. La adición de una dosis alta de zilpaterol por 15 d seguido por 2 d de retiro antes del sacrificio resultó una estrategia de suplementación tan efectiva como la que tradicionalmente se ha usado en ovinos, es decir, la de 30 d de suplementación con CZ por 2 días de retiro.

Palabras claves: ovinos de pelo, zilmax, rendimiento en canal.

INTRODUCCIÓN

La adición de agonistas adrenérgicos- β (AA- β) en dietas de finalización de becerros y corderos de engorda es una estrategia de alimentación ampliamente usada por los productores para mejorar el comportamiento productivo en corral y características de canal (Avendaño-Reyes *et al.*, 2011). En ovinos, varios estudios han demostrado que la adición de clorhidrato de zilpaterol (CZ) en la dieta mejora la ganancia diaria de peso y la eficiencia alimenticia sin afectar el consumo de alimento (Avendaño-Reyes *et al.*, 2011; Macías-Cruz *et al.*, 2013a; Macías-Cruz *et al.*, 2013b); asimismo, aumenta el rendimiento en canal y el área del ojo de la costilla sin reducir el porcentaje de grasa KPH y el espesor de grasa dorsal (Macías *et al.*, 2010; Avendaño-Reyes *et al.*, 2011; Macías-Cruz *et al.*, 2013a). No obstante, todos esos estudios se han realizado suplementando CZ a una dosis constante durante periodos de 30 ó 32 días. Sin embargo, de acuerdo al modo de acción de AA- β , podría no requerirse la suplementación de una misma dosis durante un periodo tan prolongado. Al respecto, Kim *et al.* (1989) indicaron que los AA- β tienen su mayor acción biológica en los primeros 15 días, y después decrece paulatinamente en los días subsecuentes debido a la desensibilización de los receptores. Por tanto, una hipótesis es que adicionar CZ a la dosis alta durante 15 días mejora el comportamiento productivo y características de canal en forma similar como se ha demostrado cuando se ofrece durante 30 días

a una dosis constante. El objetivo del presente estudio fue evaluar tres distintas estrategias de suplementación del CZ sobre características de la canal de corderos de pelo alimentados en corral.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el presente estudio se realizó en la Posta Ovina del Instituto de Ciencias Agrícolas-UABC (114.6° LN y 32.8° LO) siguiendo las normas Mexicanas para el cuidado de los animales (NOM-051-ZOO-1995). Se utilizaron 32 corderos machos cruzados de Dorper × Pelibuey con edad y peso promedios de 4 meses y 30.93±2.63 kg, respectivamente. El estudio tuvo una duración de 47 d (15 d de periodo de adaptación y 32 d de periodo experimental). Durante el periodo de adaptación, los corderos se colocaron en corraletas individuales y se alimentaron inicialmente con solamente heno de alfalfa, dicho heno fue sustituido totalmente en forma gradual por dieta experimental base (2.8 Mcal/kg de MS y 14.9 % de PC; trigo molido 61.8%, heno de alfalfa 28.0%, harina de soya 4.0%, Melaza 4.0%, y premezcla mineral 2.2%). Al inicio de periodo experimental, los corderos se pesaron individualmente para asignar los tratamientos bajo un diseño de bloques completamente al azar a los corderos (n=8). El peso vivo fue usado como factor de bloqueo. Los tratamientos fueron dietas con: 1) 0 mg/d de CZ (testigo), 2) 20 mg/d de CZ los primeros 15 d de periodo experimental (CZ15-1), 3) 20 mg/d de CZ en los últimos 15 d de periodo experimental (CZ15-2), y 4) 10 mg/d en los 30 d del periodo experimental (CZ30). Las dietas se ofrecieron en proporción 50:50 por la mañana y la tarde. La disponibilidad de agua fue a libre acceso. Después de 48 h de retiro del CZ, todos los corderos fueron sacrificados por el método de degüelle. Piel y órganos viscerales se retiraron de la canal para registrar el peso de la canal caliente (PCC). Asimismo, la grasa de riñón, corazón y pelvis (KPH) fue registrada. Posteriormente, las canales se enfriaron por 24 h a 4° C para registrar el peso de canal fría (PCF), la conformación usando una escala de 1 a 10 (1= muy mala y 10=excelente) y largo de la canal. Además, la canal se cortó longitudinalmente para medir profundidad del tórax y largo y perímetro de la pierna. El lado izquierdo de la canal se cortó a altura de la 12^{va} y 13^{va} costilla para medir área del ojo de la costilla (AOC) y espesor de grasa dorsal. El PCC y el peso de grasa KPH se expresaron en porcentaje del peso al sacrificio para obtener el rendimiento en canal y el porcentaje de grasa KPH. Todas las variables se sometieron análisis de varianza usando el procedimiento GLM de SAS (SAS, 2004). Asimismo se realizaron comparaciones de medias con el comando LSMEANS, declarándose diferencias significativas a un $\alpha=0.05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se muestran los resultados. El PCC, PCF y rendimiento en canal fueron mayores ($P<0.05$) en CZ15-2 y CZ30 que en testigo y CZ15-1. No se observaron diferencias ($P>0.05$) para esas variables entre testigo y CZ15-1, y entre CZ15-2 y CZ30. Adicionalmente, las canales de CZ30 tuvieron mayor ($P<0.05$) AOC que testigo y CZ15-1, pero similar ($P>0.05$) a la de CZ15-2. El espesor de grasa dorsal no fue afectada ($P>0.05$) por la estrategia usada para ofrecer el CZ, mientras que la grasa KPH fue mayor ($P<0.05$) en canales de testigo que en canales de CZ15-2 y CZ30, entre las cuales no se observó diferencia ($P>0.05$) en esta variable. Las canales CZ15-1 presentaron similar ($P>0.05$) porcentaje de grasa KPH que las canales testigo, CZ15-2 y CZ30. La profundidad del tórax fue mayor ($P<0.05$) en canales de CZ15-1 que en las canales del resto de los tratamientos. Por otra parte, las estrategias de suplementación con CZ no afectaron ($P>0.05$) las siguientes características de la canal: conformación, grasa dorsal, longitud de la canal y pierna ni perímetro de la pierna. En general, estos resultados confirman lo encontrado en otros estudios donde se indica que CZ mejora las características de canal relacionadas con la

deposición de músculo de los corderos (Macías-Cruz *et al.*, 2010; Avendaño-Reyes *et al.*, 2011; Macías-Cruz *et al.*, 2013a), aunque también sugieren que el efecto de CZ se reflejará siempre y cuando el periodo de retiro sea corto (2 d), tal como previamente lo señalaron Robles-Estrada *et al.* (2009) en vaquillas. Por lo tanto algunos hallazgos encontrados en este trabajo, que previamente no había sido reportado en ovinos, son: 1) algunas características de la canal (PCC, PCF, rendimiento en canal, AOC, grasa KPH y profundidad del tórax) se mejoran en forma similar si se ofrece CZ a una dosis alta durante 15 d seguido de 2 d de retiro que cuando se ofrece una dosis normal de CZ por 30 d seguido de 2 días de retiro; y 2) los tiempos de retiro prolongados de CZ minimizan el efecto positivo que tiene este AA-β sobre las características de canal, lo cual se evidencia con la ausencia de diferencias en características de canal entre testigo y CZ15-1 (tuvo 17 d de retiro antes del sacrificio). Finalmente, es posible que cuando se adicionó dosis alta de CZ en los últimos 15 d del experimento, se produjo una saturación de todos los receptores β₂, los cuales se encontraban altamente receptivos a las moléculas de CZ, ya que según Kim *et al.* (1989), los receptores a este tipo de agonista tienden a desensibilizarse después de 2 semanas de estar ofreciendo el producto.

Cuadro 1. Características de la canal de corderos alimentados con diferentes estrategias de suplementación con clorhidrato de zilpaterol (CZ).

	Tratamientos				E.E.
	Testigo	CZ15-1	CZ15-2	CZ30	
Peso de canal caliente (kg)	17.69 ^a	17.88 ^a	18.65 ^b	18.69 ^b	0.27
Peso de canal fría (kg)	17.43 ^a	17.69 ^a	18.33 ^b	18.46 ^b	0.28
Rendimiento en canal (%)	48.56 ^a	49.17 ^a	51.26 ^b	51.39 ^b	0.72
AOC (cm ²)	13.43 ^a	14.41 ^{ab}	15.76 ^{bc}	16.60 ^c	0.59
Conformación	6.74 ^a	7.00 ^a	7.06 ^a	6.93 ^a	0.21
Grasa dorsal (cm)	0.46 ^a	0.51 ^a	0.52 ^a	0.39 ^a	0.06
Grasa KPH (%)	8.96 ^a	7.21 ^a	6.33 ^b	6.22 ^b	0.71
Longitud de canal (cm)	63.43 ^a	61.48 ^a	62.10 ^a	61.65 ^a	0.93
Profundidad del tórax (cm)	16.15 ^a	17.37 ^b	16.63 ^a	16.86 ^a	0.34
Longitud de pierna (cm)	34.27 ^a	33.96 ^a	35.12 ^a	35.57 ^a	0.81
Perímetro de la pierna (cm)	44.33 ^a	44.42 ^a	45.72 ^a	45.84 ^a	0.55

a,b,c Letras diferentes dentro de hileras indican diferencia (P<0.05).

Testigo= No CZ; CZ15-1= 20 mg/d de CZ primeros 15 d; CZ15-2= 20 mg/d de CZ últimos 15 d; CZ30= 10 mg/d de CZ durante 30 d.

CONCLUSIONES

La adición de una dosis alta de zilpaterol por 15 d seguido por 2 d de retiro antes del sacrificio puede ser una estrategia de alimentación tan efectiva como la tradicionalmente usada en ovinos, es decir 30 d de suplementación con CZ por 2 días de retiro. Futuras investigaciones son requeridas para determinar la dosis exacta que se debe usar cuando se ofrezca CZ solamente 15 d. Además se requiere determinar si las dosis altas de CZ han sido completamente metabolizadas antes de llegar al consumidor final de producto y los posibles efectos de los residuos de CZ que pudieran llegar al consumidor.

REFERENCIAS

- Avendaño-Reyes L., U. Macías-Cruz, F. D. Álvarez-Valenzuela, E. Aguila-Tepato, N. G. Torrentera-Olivera, and S. A. Soto-Navarro. 2011. Effects of zilpaterol hydrochloride on growth performance, carcass characteristics, and wholesale cut yield of hair-breed ewe lambs consuming feedlot diets under moderate environmental conditions. *J. Anim. Sci.* 89:4188-4194.
- Kim Y.S., Y.B. Lee, W.N. Garrett, and R.H. Dalrymple. 1989. Effects of cimaterol on nitrogen retention and energy utilization in lambs. *J. Anim. Sci.* 67:674–681.
- Macías-Cruz, U., F. D. Álvarez-Valenzuela, N. G. Torrentera-Olivera, J. V. Velázquez-Morales, A. Correa-Calderón, and L. Avendaño-Reyes. 2010. Effect of zilpaterol hydrochloride on feedlot performance and carcass characteristics of ewe lambs during heat-stress conditions. *Anim. Prod. Sci.* 50:983–989.
- Macías-Cruz U., Avendaño-Reyes L., F.D. Álvarez-Valenzuela, N.G. Torrentera-Olivera, C. Meza-Herrera, M. Mellado-Bosque, S.A. Soto-Navarro, A. Correa-Calderón. 2013a. Crecimiento y características de canal en corderas tratadas con clorhidrato de zilpaterol durante primavera y verano. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.* 4:1-12.
- Macías-Cruz U., F.D. Álvarez-Valenzuela, S. A. Soto-Navarro, E. Aguila-Tepato, and Avendaño-Reyes L. 2013b. Effect of zilpaterol hydrochloride on feedlot performance, nutrient intake, and digestibility in hair-breed sheep. *J. Anim. Sci.* doi: 10.2527/jas.2011-4911 (en prensa).
- Robles-Estrada, J. C., A. A. Arrizon, A. Barreras, J. F. Calderón, F. Figueroa-Saavedra, N. Torrentera, A. Plascencia, and R. A. Zinn. 2009a. Effect of pre-slaughter withdrawal period on response of feedlot heifers to zilpaterol hydrochloride supplementation: Growth performance and carcass characteristics. *J. Anim. Sci.* 87:1759–1763.
- SAS. 2004. SAS/STAT, users guide software released 9.12. SAS Institute Inc., Cary, NC.

APLICACIÓN DE ULTRASONIDO DE POTENCIA EN EL MARINADO DE LA CARNE DE BOVINO

A.D. Alarcón-Rojo*, E.B. Ordaz-Portillo, C. Valenzuela-González

Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Zootecnia y Ecología, Periférico R. Almada km 1, C.P 31453, Chihuahua, Chih. México, E-mail: aalarcon@uach.mx

RESUMEN

Para evaluar el efecto del ultrasonido de potencia en la difusión de cloruro de sodio en carne de bovino se usó el músculo *Semitendinosus* de seis vacas Holstein adultas. El músculo se cortó transversalmente en rebanadas de una pulgada y se colocó dentro de una tina ultrasónica que contenía una solución de sal en cantidad justa para cubrir la carne. El ultrasonido se aplicó en modo pulsado y continuo durante seis tiempos de tratamiento (10, 20, 30, 40, 50 y 60 min) y con dos soluciones de inmersión (5 y 10% de NaCl). Para evaluar la difusión se realizaron mediciones de concentración de sal en tres regiones de la rebanada de carne (externa, media e interna). Se encontraron diferencias significativas ($P < 0.05$) en la difusión de sal entre tratamientos e interacciones dobles significativas entre modo y región de la carne. La carne que presentó mayor difusión fue la que recibió 60 min de ultrasonido en modo continuo y con solución al 10% de NaCl. El ultrasonido en modo continuo presentó mayor difusión de sal en todas las regiones de la carne, siendo la región exterior la de mayor concentración de sal y el incremento fue proporcional al tiempo de sonicado. El ultrasonido de potencia puede ser una alternativa para mejorar la transferencia de cloruro de sodio en el procesado de la carne.

Palabras clave: ultrasonido de potencia, cloruro de sodio, marinado.

INTRODUCCIÓN

El marinado es un proceso en el cual la carne se sumerge en una solución saturada y en éste se llevan a cabo dos mecanismos de transferencia de masa. El agua migra de la carne a la solución saturada y los solutos migran de la salmuera al interior de la carne. De tal manera que hay cambios en la composición de los sólidos debido a que los fenómenos de transferencia de masa disminuyen la cantidad de agua disponible para las reacciones de degradación de las enzimas y microorganismos (Cárcel *et al.*, 2003). El proceso de marinado de alimentos es un proceso donde la transferencia de masa es relativamente lenta. Existen varios métodos como la aplicación de ultrasonidos de potencia que se han utilizado para acelerar esta operación (Cárcel *et al.*, 2007). Jayasooriya *et al.* (2004) establece que el ultrasonido de alta intensidad es capaz de romper las estructuras celulares y subcelulares, y la oscilación periódica de la presión acústica causa ablandamiento de las membranas celulares (Lyng *et al.*, 1997). La ruptura del tejido resulta en migración de las proteínas, minerales y otros compuestos con la consecuente aceleración de la actividad enzimática (Koochmaraie, 1992). También se ha reportado la degradación ultrasónica de las macromoléculas de colágeno (Lyng *et al.*, 1997). Todo esto puede mejorar potencialmente la ternura de la carne y las propiedades sensoriales de la carne.

El objetivo del presente experimento fue evaluar la difusión de cloruro de sodio en carne de bovino por efecto de ultrasonido de potencia continuo y pulsado a diferentes tiempos de aplicación.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó el músculo *Semitendinosus* bovino de seis vacas Holstein adultas. Cada músculo se cortó en rebanadas de una pulgada de espesor y éstas fueron asignadas al azar a dos tratamientos de ultrasonido (continuo y pulsado), dos concentraciones de NaCl (5 y 10%) y seis tiempos de aplicación (10, 20, 30, 40, 50 y 60 min). Se usó una tina ultrasónica marca Branson modelo 2510 con una frecuencia de 40 kHz y una intensidad de 60 Watts. Se seleccionaron tres regiones concéntricas de la rebanada de carne para determinar la difusión de cloruro de sodio, región externa, región media y región central. La concentración de sal se midió por quintuplicado con un refractómetro digital marca Atago.

El análisis de datos se realizó con un PROC GLM del SAS (SAS, 2003) que incluyó como efectos fijos el tiempo, el modo de ultrasonido, la concentración de sal de la salmuera, el tiempo de aplicación de ultrasonido, la región de la rebanada (externa, media y central) y sus posibles interacciones.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se observa la difusión de cloruro de sodio en diferentes regiones de rebanadas de carne sumergidas en solución de sal al 5% y tratadas con ultrasonido en modo continuo y pulsado. Se presentó efecto significativo ($P < 0.05$) de tratamiento (concentración de sal, región de la rebanada, tiempo y modo de aplicación del ultrasonido) e interacción doble significativa ($P < 0.05$) entre región x modo. La mayor ($P < 0.05$) difusión de sal se presentó en la región externa de la carne y con el modo continuo, aunque a los 60 min el modo pulsado presentó la mayor ($P < 0.05$) concentración de sal.

La difusión de sal se incrementó con el tiempo de aplicación, siendo la región externa la que presentó mayor concentración de sal a todos los tiempos, en los dos modos de ultrasonido y en las dos concentraciones de solución de inmersión (Figuras 1 y 2). La difusión de sal varió proporcionalmente con la concentración de la solución de inmersión, se difunde más sal en solución al 10% que en solución al 5%, sin embargo, el modo pulsado presentó mayor difusión en solución al 5% (Figura 1) que en solución al 10% (Figura 2) ya que en esta última no hubo diferencia en la concentración de sal de las regiones central y media entre los dos modos de aplicación de ultrasonido hasta los 50 min de tratamiento.

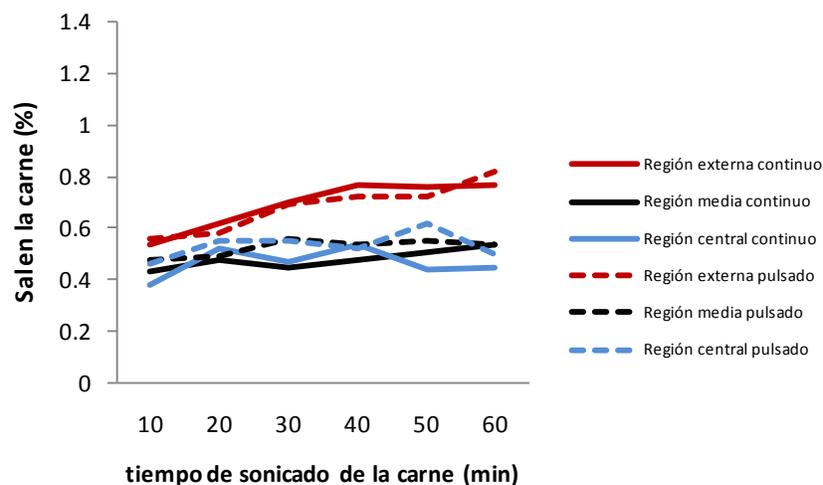


Figura 1. Difusión de sal en la carne de res usando ultrasonido de potencia en modo continuo y pulsado con solución al 5% NaCl.

En general, las diferencias entre la aplicación del ultrasonido en modo continuo y pulsado fueron significativas en algunos tiempos de aplicación, pero analizándolo globalmente no existió diferencia ($P>0.05$).

Se observó una diferencia marcada en la difusión de sal entre la región externa y las regiones central y media en ambos casos de solución (5 y 10%) donde la región central y media presentó menor velocidad de difusión que la región externa (Figuras 1 y 2). Esto indica que el ultrasonido, en ambos modos de aplicación no logra difundir la sal homogéneamente en todo el trozo de carne. Cabe mencionar que las muestras sonicadas con modo continuo en soluciones altas de sal (10%) mostraron una tendencia a incrementar la concentración de sal rápidamente después de 50 min de tratamiento (Figura 2). Por lo tanto, se recomienda ampliar los tiempos de aplicación para dar seguimiento a estas tendencias observadas. No existen referencias que comparen el efecto del ultrasonido pulsado contra el continuo sobre la difusión de sal en carne. Solamente hay reportes donde se manifiestan las ventajas del ultrasonido para facilitar la transferencia de masa en los tejidos cárnicos (Cárcel *et al.*, 2007). Esos autores encontraron que con la aplicación de ultrasonidos de potencia a diferentes intensidades, se mejoraba la transferencia de masa en rebanadas y tiras de carne de cerdo. Ellos concluyeron que el contenido de cloruro de sodio fue mayor en muestras tratadas con ultrasonido que en las muestras no sonicadas.

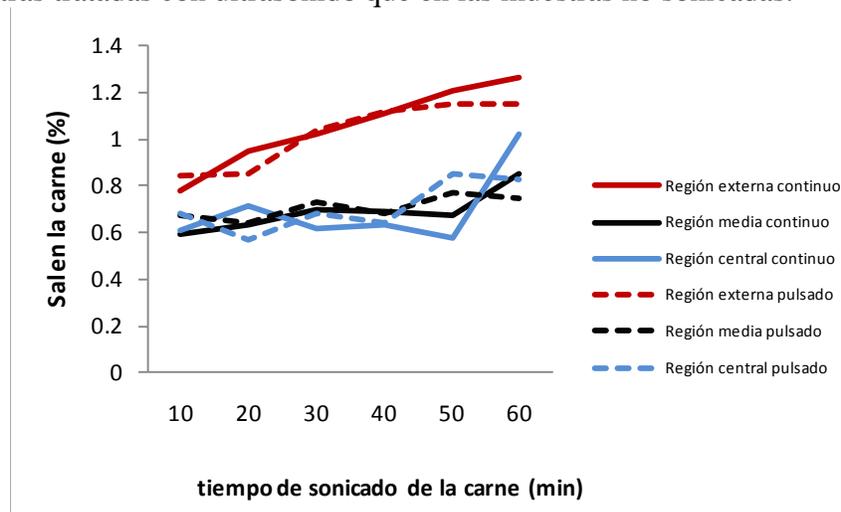


Figura 2. Difusión de sal en la carne de res usando ultrasonido de potencia en modo continuo y pulsado con solución al 10% NaCl.

CONCLUSIONES

La difusión de sal al interior de la estructura muscular es mayor cuando se aplica ultrasonido de potencia en modo continuo, con soluciones de cloruro de sodio al 10% y durante un tiempo de sonicado de 60 min. El ultrasonido de potencia puede ser una alternativa para mejorar la transferencia de cloruro de sodio en el procesado de la carne.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto CONACYT-SEP CB-2008-01/0103933.

REFERENCIAS

- Cárcel, J. A., Benedito, J., Bon, J. and 2007. High intensity ultrasound on meat brining. *Meat Science*, 76, 611-619.
- Cárcel, J. A., Benedito, J., Mulet, A., and E. Riera. 2003. Mass transfer effects during meat ultrasonic brining. WCU: 7-10.
- Jayasooriya, S. D., Bhandari, B. R., Torley, P., & D'Arcy B. R. 2004. Effect of high power ultrasound waves on properties of meat: A review. *International Journal of Food Properties*, 7(2), 301 - 319.
- Koohmaraie, M. 1996. Biochemical factors regulating the toughening and tenderization processes of meat. *Meat Science*, 43, S193 - S201.
- Lyng, J. G., Allen, P. and McKenna, B. M. 1997. The influence of high intensity ultrasound baths on aspects of beef tenderness. *Journal of Muscle Foods*, 8, 237 - 249.

CARACTERÍSTICAS DE LA CANAL DE CERDO POR EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN CON ACEITES ESENCIALES DE *Origanum vulgare*

E.M. Peña¹, A.D. Alarcón-Rojo¹, H. Janacua-Vidales², J.A. Ortega¹

¹Universidad Autónoma de Chihuahua. Facultad de Zootecnia y Ecología, Perif. Fco R. Almada, km 1. Chihuahua, Chih., México C. P. 31453. ²Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ciencias Biomédicas, Departamento de Ciencias Veterinarias, Henri Dunant 4016. Ciudad Juárez, Chih., México C.P. 32310.
E-mail: aalarcon@uach.mx

RESUMEN

El uso de aceites esenciales pueden proporcionar beneficios a la calidad de la carne. El objetivo de la presente investigación fue evaluar el efecto de la suplementación de aceites esenciales de orégano (AEO) mexicano (*Lippia graveolens*) en la dieta de finalización de cerdos sobre las características de la canal. El rendimiento de la canal fue mayor ($P \leq 0.05$) con la suplementación de 2000 y 3000 ppm en hembras. Los machos de todos los niveles de AEO presentaron mayores rendimientos que el control; el lomo presentó mayor rendimiento con la suplementación de AEO ($P \leq 0.05$), pero los rendimientos de la pierna y tocino fueron menores cuando se incluyó AEO ($P \leq 0.05$, $P \leq 0.05$ respectivamente). Se recomienda suplementar cerdos con 2000 ppm de aceites esenciales de orégano para obtener buenas características y rendimientos de la canal.

Palabras clave: calidad de canal, aceites esenciales, suplementación

INTRODUCCIÓN

La suplementación de algunos aditivos (antibióticos, hormonales, agonistas beta adrenérgicos) como promotores de crecimiento están prohibidos en algunos países de la Unión Europea y en México por las implicaciones en la salud humana, (Reig y Toldrá, 2008). Algunos autores señalan que los extractos de plantas o sus aceites esenciales (AEs) son una alternativa potencial para ofrecer beneficios a la salud animal y a la producción de carne (Ahn *et al.*, 2002). Los compuestos de los aceites esenciales que favorecen estos efectos son eugenol, ácido cinamaldehído, timol y carvacrol presentes en el orégano y en una gran diversidad de plantas distribuidas mundialmente (Simitzis *et al.*, 2008). Sin embargo, las investigaciones con respecto al efecto de los aceites esenciales en el rendimiento de la canal y cortes primarios es todavía limitado. El objetivo de este estudio consistió en evaluar el efecto de la suplementación de aceites esenciales de orégano mexicano (*Lippia graveolens*) en las características de la canal de cerdos en etapa de finalización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Cuarenta y ocho cerdos (Landrace \times York) con peso vivo promedio 18.5 ± 5.4 kg fueron distribuidos al azar en cuatro grupos de 12 animales en cada uno (6 hembras y 6 machos). El grupo 1 fue considerado el grupo control y recibió la dieta base (0), y los grupos 1, 2, y 3 recibieron la dieta base suplementada con 1000, 2000 ó 3000 ppm de aceites esenciales de orégano. Los cerdos fueron alimentados *ad libitum* hasta alcanzar un peso vivo de 110 kg y se sacrificaron bajo el procedimiento convencional para rastros TIF. La calidad de la canal y el rendimiento de cortes primarios se determinó siguiendo las recomendaciones de Boggs *et al.* (1998). Los rendimientos se calcularon en porcentaje relativos al peso de la canal. Para analizar

las variables de calidad de la canal (EGD, AOC, LC, AC) y rendimiento en cortes primarios (cabeza, espaldilla, lomo, pierna y tocino) se ajustó un modelo mediante el PROC GLM del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System, 2002) que incluyó como efectos fijos el nivel de aceite, el género, la interacción (nivel y género) y como covariable el efecto del peso inicial. Cuando se observó efecto de la interacción o de los efectos principales se realizaron contrastes para explicar las diferencias entre medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El espesor de grasa dorsal (EGD) no mostró efecto del peso inicial ($P \geq 0.05$), tampoco se observó interacción de nivel de inclusión de AEO con género ($P \geq 0.05$), ni efecto ($P \geq 0.05$) de AEO en la dieta de finalización. El nivel de 3000 ppm de AEO presentó una tendencia a aumentar el EGD con respecto a los niveles 1000 ppm y 2000 ppm mientras que el grupo 0 ppm AEO manifestó la menor EGD. No se reportó efecto de género ($P \geq 0.05$) para esta variable.

El área del ojo de la costilla de la canal no presentó efecto del peso inicial ($P \geq 0.05$), ni de la interacción de nivel de inclusión de AEO con género ($P \geq 0.05$) tampoco fue afectada ($P \geq 0.05$) por la suplementación de AEO en la dieta. Los resultados obtenidos indican que incluir AEO en la dieta no afecta negativamente esta característica. El área del ojo de la costilla es un indicador de calidad y se utiliza como estimador de la musculatura debido a la precisión de su medida, y se correlaciona con los diferentes grados de musculatura de la pierna y lomo (Mota *et al.*, 2006).

El rendimiento de la canal no fue afectado por el peso inicial ($P \geq 0.05$) presentándose interacción ($P \leq 0.05$) del nivel de inclusión con el género (Cuadro 1). Esta interacción se ve manifiesta en el grupo al que no se suplementó con AEO observándose los menores rendimientos de la canal, en los machos. Así mismo el grupo al que se suplementó con 2000 ppm presentó mayores rendimientos en machos con respecto a las hembras; cuando se incluyó 1000 ppm de AEO en la dieta de finalización se reportaron valores intermedios, mientras que los suplementados con 3000 ppm reportaron los mejores rendimientos de todos los grupos en ambos géneros. Este efecto de interacción pudo deberse a la inclusión de AEO que podría actuar como promotor de crecimiento. Al realizar el despiece de la media canal no se encontró efecto del peso inicial ($P \geq 0.05$) en el rendimiento de la cabeza, la interacción de nivel de aceite esencial de orégano con género tampoco fue significativa ($P \geq 0.05$), así mismo el nivel de aceite suplementado en la dieta ($P \geq 0.05$) y el género no afectaron ($P \geq 0.05$) el rendimiento de la cabeza. Tampoco se afectó ($P \geq 0.05$) el rendimiento de la espaldilla, la interacción del nivel de inclusión y género ($P \geq 0.05$) ni se observaron diferencias de los efectos principales nivel de aceite suplementado en la dieta ($P \geq 0.05$) y género ($P \geq 0.05$). El lomo y el tocino se evaluaron juntos. Éstos no fueron afectados por el peso inicial ($P \geq 0.05$) ni por la interacción del nivel de aceite y género ($P \geq 0.05$) (Cuadro 1) aunque se presentó una tendencia a incrementar los rendimientos de éstos cortes con el nivel de AEO en la dieta. Se ha propuesto que los aceites esenciales confieren palatabilidad a los alimentos y éstos estimulan secreciones digestivas que ayudan a la actividad enzimática mejorando la absorción de nutrientes (Windisch *et al.*, 2008).

Cuadro 1. Rendimientos y características de la canal de cerdos suplementados con aceites esenciales de orégano en etapa de finalización (medias de mínimos cuadrados \pm error estándar

Variables ¹	Nivel de inclusión de AEO, ppm ²			
	0	1000	2000	3000
Rendimiento en canal, %				
Hembras	76.8 \pm 2.4	72.4 \pm 1.4	76.1 \pm 1.7	80.5 \pm 2.3
Machos	67.6 \pm 3.0	75.7 \pm 1.6	80.4 \pm 1.5	76.7 \pm 2.7
EGD, mm	10.0 \pm 0.7	17.0 \pm 0.3	13.0 \pm 0.3	21.8 \pm 0.6
AOC, cm ²	30.8 \pm 5.7	28.5 \pm 2.4	30.6 \pm 2.7	24.3 \pm 5.2
Cabeza	8.9 \pm 0.9	8.8 \pm 0.4	8.7 \pm 0.4	9.0 \pm 0.8
Espaldilla	26.6 \pm 1.9	26.4 \pm 0.8	24.4 \pm 0.9	22.3 \pm 1.7
Lomo-Tocino	36.6 \pm 2.2	41.0 \pm 1.0	43.0 \pm 1.1	45.0 \pm 2.1
Pierna	27.3 \pm 1.5 ^a	23.2 \pm 0.6 ^a	23.2 \pm 0.7 ^a	22.0 \pm 1.3 ^b

¹ EGD, espesor de grasa dorsal. AOC, área del ojo de la costilla.

² AEO, Aceite Esencial de Orégano; ppm, partes por millón.

^{ab} Literales diferentes en el mismo renglón indican diferencia entre tratamientos (P<0.05).

El rendimiento de la pierna no fue afectado por el peso inicial (P \geq 0.05) o por la interacción de nivel de inclusión de AEO con el género (P \geq 0.05), sin embargo, el nivel de inclusión de AEO presentó efecto cuadrático (P \leq 0.05) en el rendimiento de la pierna. Se continúa estudiando los mecanismos bioquímicos del efecto de los aceites esenciales sobre la calidad de la canal y la carne así como los beneficios sobre la salud animal.

CONCLUSIONES

La adición de aceite esencial de orégano suplementado en la dieta a un nivel de 3000 ppm durante la etapa de finalización de cerdos incrementa el espesor de grasa dorsal. Cuando se incluyen AEO a cualquiera de los tres niveles estudiados se obtiene mayor rendimiento, siendo mayor el rendimiento de lomo en hembras y de pierna en los machos. El rendimiento de la canal presentó los mejores resultados con la inclusión de 2000 ppm bajo las condiciones del presente estudio, por lo que se recomienda usar AEO a este nivel. La inclusión de AEO en la dieta de cerdos en la etapa de finalización es una alternativa natural, que contribuye en las características de calidad de la carne de cerdos.

REFERENCIAS

- Ahn, J., I. U. Grün y L. N. Fernando. 2002. Antioxidant properties of natural plant extracts containing polyphenolic compounds in cooked ground beef. *Food Chemistry and Toxicology*. 67:1364-1369.
- Boggs, D. L., R. A. Merkel y M. E. Doumit. 1998. *Livestock and carcasses: An integrated approach to evaluation, grading and selection* (5th ed.) Duque, IA: Kendall/Hunt Publishing Company.
- Mota, R. D., M. B. Herrera, F. R. G. Jiménez, M. A. Spilsbury, C. L. Flores, R. R. Necoechea y I. E. Ibarra. 2006. *Calidad de la carne de cerdo, salud pública e inocuidad alimentaria. Cuadernos CBS 52.* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco. 1ra. Edición, México D. F.
- Pauly, C., P. Spring, J. V. O'Doherty, S. Ampuero Kragten y G. Bee. 2008. Performance, meat quality and boar taint of castrates and entire male pigs fed a standard and a raw potato

- starch-enriched diet. *The Animal Consortium*. 2:1707-1715.
- Reig, M., y F. Toldrá. 2008. Veterinary drug residues in meat: Concerns and rapid methods for detection. *Meat Sci*. 78:60-67.
- Statistical Analysis System (SAS) 2002. User's guide: statistics (version 9.0). SAS Inst. Inc., Cary, N. C.
- Simitzis, P. E., S. G. Deligeorgis, J. A. Bizelis, A. Dardamani, I. Theodosiou, y K. Fegeros. 2008. Effect of dietary oregano oil supplementation on lamb meat characteristics. *Meat Sci*. 79:217-223.

**MESA: SUSTENTABILIDAD Y
PRODUCCIÓN DIVERSIFICADA**

ADOPCIÓN-ADAPTACIÓN DEL CONEJO (*Oryctolagus cuniculus*) AL TRASPATIO EN DOS COMUNIDADES DE YUCATAN

*L.E. Cruz Bacab¹, C. Sandoval Castro¹, W. Aguilar Cordero¹ y G.I. Pantoja Nuñez²

Universidad Autónoma de Yucatán – Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5. Apdo. Postal: 4-116 Itzimná, C.P: 97100 Mérida, Yucatán, México.

²Instituto Tecnológico de Sonora – Departamento de Ciencias Agronómicas y Veterinarias.

**E-mail: lecb82@gmail.com*

RESUMEN

En el presente estudio se analizó la adopción - adaptación de conejos al sistema de traspatio en las comunidades de Ucú y Santa Elena en el estado de Yucatán. Se obtuvo información por medio de entrevistas semi estructuradas, entrevistas informales y talleres participativos en cada comunidad, para la selección de familias participantes. A cada familia se entregó un paquete cunícola constituido por tres hembras y un macho. Las familias fueron visitadas semanalmente durante 12 semanas para conocer la opinión e impresiones de los participantes, así como el estado de salud de los animales. La comunidad de Santa Elena presentó un mayor nivel de adopción en comparación con la comunidad de Ucú ($P < 0.05$), sin embargo en ambas comunidades el nivel de adopción fue alto. Los participantes manifestaron interés por incrementar el tamaño de sus paquetes cunícolas por medio de la reproducción para posteriormente vender animales en pie. En conclusión la adopción en las comunidades participantes fue alta, se reconoce el potencial de inclusión de la especie con la utilización de recursos locales. La integración de especies eficientes en el sistema de producción de traspatio representa una herramienta para el mejoramiento de la calidad de vida de las comunidades rurales.

Palabras clave: inclusión, huerto familiar, rural, trópico

INTRODUCCIÓN

Los productos de origen animal proveen una amplia variedad de micronutrientes que son difíciles de obtener en cantidades adecuadas de fuentes vegetales, evitando la presentación de diversos problemas de salud en la población humana. El incremento en la demanda de productos de origen animal ha sido cubierto principalmente con incrementos en la producción animal intensiva, particularmente en la producción avícola, no obstante estudios realizados por la FAO sugieren que la producción y consumo globales de carne continuará incrementándose, de 223 millones de toneladas métricas registradas en el año 2000 a 300 millones de toneladas métricas en 2020 (Speedy, 2003). En el caso de las comunidades rurales, la producción animal representa el medio para poseer una fuente constante de alimento, sin embargo la producción animal enfrenta diversas problemáticas entre las que destacan la tenencia de tierra (espacio disponible), trabajo, dinero, calidad de los alimentos, disponibilidad de agua, enfermedades, genética de los animales, aunado al hecho de que solo algunas especies animales han sido adaptadas en estos sistemas incluso sin considerar algunas características particulares del animal y el sistema, promoviendo la dependencia de insumos externos para la producción (Brown, 2003;). A pesar de que especies de ciclo productivo corto, como pollos y cerdos, a menudo son muy importantes para la seguridad alimentaria de los hogares y las necesidades inmediatas de efectivo, los rumiantes son los únicos que convierten materiales fibrosos y forrajes en productos valiosos para el hombre (Steinfeld, 2003). En este sentido los conejos poseen características fisiológicas que permiten la posibilidad

de utilizar recursos vegetales disponibles en las regiones tropicales proveyéndoles ventajas en comparación con otras especies no rumiantes en el sistema de traspatio. El objetivo del presente estudio fue conocer la adopción – adaptación en la inclusión del conejo (*Oryctolagus cuniculus*) dentro del sistema de traspatio en dos comunidades rurales del estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en Santa Elena ubicada en la zona sur del estado de Yucatán y Ucú localizado en la zona noreste de Yucatán. Se realizaron talleres participativos en cada comunidad con la finalidad de establecer un acercamiento con las familias, así como seleccionar familias que desearan participar en la cría de conejos en sus casas. Cada familia acondicionó un espacio en el traspatio para dicha actividad y una vez realizado esto, se hizo entrega de paquetes productivos, que constaban de cuatro conejos cruce de la raza nueva Zelanda (un macho y tres hembras) previamente desparasitados con ivermectina a la dosis sugerida por Birchard y Sherding (1996). Durante el estudio la participación de las familias fue documentada durante 12 semanas, mediante entrevistas informales, entrevistas semi – estructuradas y reuniones grupales con los participantes. La adopción – adaptación de los conejos por parte de las familias fue evaluada con base a una escala Lickert previamente establecida. El análisis estadístico realizado para la adopción de los conejos fue una prueba no paramétrica de Mann - Whitney – Wilcoxon.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con la escala Likert la comunidad de Santa Elena presentó un nivel de adopción – adaptación mayor (23 puntos) al de Ucú (19 puntos), sin embargo a pesar de que ambas comunidades se ubicaron dentro del nivel de adopción alto existen diferencias entre ellas ($P < 0.05$) (Tabla 1), en las comunidades rurales la adopción de nuevas tecnologías depende de ciertos aspectos culturales y sociales dentro de la comunidad. Aspectos como la escolaridad, la posibilidad de adopción (poder adquisitivo) y la adopción por parte de otros integrantes dentro de la comunidad están correlacionados positivamente con la adopción de nuevas tecnologías. En cuanto a la adopción de los conejos, los resultados obtenidos son similares a los presentados por Prathap y Ponnusamy (2006) en India, donde evaluaron la actitud hacia la crianza de conejos y los factores asociados a la actitud en el distrito de Tamil Nadu. Dichos autores encontraron que los participantes presentaron una actitud favorable hacia la crianza de conejos donde el principal factor de impacto para adoptar una actitud favorable fue el “tipo de familia”. En este sentido las familias de Santa Elena con un trasfondo agropecuario tuvieron un nivel de adopción mayor en comparación con las familias de Ucú. La proximidad con la ciudad provee a los residentes de Ucú la posibilidad de obtener empleos asalariados reduciendo la importancia de las actividades agrícolas y pecuarias para la economía familiar. (Herrera, 2011). La carne de conejo ha sido consumida en las áreas rurales mayas gracias a la tradición de la cacería ya que esta actividad además de formar parte de las tradiciones de las áreas rurales, se asocia con otras actividades productivas como la milpa y el traspatio (control de vertebrados herbívoros que pueden afectar los cultivos), la apicultura y la recolección de leña. Al menos 20 especies de vertebrados terrestres entre ellos el conejo silvestre (*Silvilagus floridanus*) han sido explotados desde tiempos pre hispánicos por las comunidades mayas de Yucatán como fuentes de alimento, comercio, medicina, artesanías o para reducir el daño a sus cultivos (Toledo et al., 2008). De acuerdo con Lukefahr y Cheeke (1990) el conocimiento sobre la actitud y comportamiento de los agricultores ayudaría a mejorar las estrategias de los sistemas de extensión en proyectos agrícolas y de inclusión del conejo.

Cuadro 1. Grado de adopción de la cría de conejos en dos comunidades rurales del estado de Yucatán.

	Baja	Mediana	Alta	Muy alta	Mediana	Rango	W	P-valor
Ucú	-	-	19	-	19.1 ^a	(13, 22)	61.5	0.0014
Santa Elena	-	-	-	23	22.7 ^b	(22, 24)		

Escala de evaluación 6 – 11 puntos adopción baja; 12 – 17 puntos adopción media 18 – 19 puntos adopción alta; 20 – 24 puntos adopción muy alta. n= 9 Ucú, 7 Santa Elena. Columna de datos con la misma literal indican que no existe diferencia estadísticamente significativa entre medias de la ganancia de peso para cada factor (P>0.05).

CONCLUSIÓN

La adopción – adaptación de los Conejos al sistema traspatio fue alta en las comunidades estudiadas. Se reconoce la facilidad de utilizar recursos locales para la alimentación de los conejos, así como el manejo por parte de todos los miembros de la familia.

REFERENCIAS

- Birchard J. y Scherding G. (1996) Manual clínico de pequeñas especies. McGraw – Hill Interamericana.
- Brown, D. (2003) Solution exist for constraints to household production and retention of animal food products. *Journal of nutrition* 133: 4042s – 4047s.
- Herrera, M. (2011) Social change and land tenure regimes in México. A critical review. *Geojournal*. Springer Netherlands. Issn: 0343-2521 *Earth and Environmental Science*. Page 1 – 17. Url: <http://dx.doi.org/10.1007/s10708-011-9409-7>
- Lukefahr S D and Cheeke P R (1990). Rabbit project development strategies in subsistence farming systems (1) Practical considerations, *Livestock research for rural development*. Volume 2 , Article # 2 Retrieved March 2, 2005, from <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd2/3/cheeke1.htm>
- Prathap P.D. and Ponnusamy K.A. (2006). Factors influencing the attitude of farmers of Tamil Nadu, India towards rabbit farming. *Livestock research for rural development* 18: 5.
- Speedy, A. (2003) Global production and consumption of animal source foods. *Journal of nutrition* 133: 4048s – 4053s.
- Steinfeld H. (2003). Economic constraints on production and consumption of animal source foods for nutrition in developing countries. *Journal of nutrition* 133: 4054s – 4061S.
- Toledo, V., Barrera – Bassols, N., García – Frapolli E. and Alarcón – Chaires, P. (2008). Uso múltiple y biodiversidad entre los mayas yucatecos (México). *Interciencia* Vol. 33, p 345 – 352.

PREFERENCIA DE CONSUMO DE ENSILADO ELABORADOS CON *Brosimum alicastrum* y *Leucaena leucocephala*, SOLOS O EN COMBINACIÓN, POR PECARÍ DE COLLAR (*Pecari tajacu*)

R. Montes Pérez, J. Patrón Castro, L. Chan Ek, F. Centurión Castro, J. Mukul Yerves, A. Sierra Vázquez

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.
E-mail: mperez@uady.mx

RESUMEN

La utilización de forraje ensilado es una estrategia alimenticia común en las explotaciones ganaderas. Pero no se le ha dado importancia a su aplicación en las Unidades de Manejo y Conservación de Vida Silvestre, como estrategia para la alimentación de fauna silvestre en México. El objetivo de este trabajo fue evaluar la preferencia de consumo en materia seca de forraje ensilado de árboles nativos, para ser utilizado en pecaríes de collar (*P. tajacu*). Se ofertó a un grupo de cinco machos adultos, el ensilado de tres forrajes: (a) 95% de ramón (*B. alicastrum*) con 5% de melaza, (b) 95% de Huaxin (*L. leucocephala*) y 5% melaza, (c) 47.5% de ramón, 47.5% Huaxin y 5% de melaza. Para evaluar la preferencia se utilizó un diseño de cuadro latino de 3 x 3 con dos factores de restricción (días de ofrecimiento y cambio de posición diario de los comederos), se aplicaron dos réplicas de la prueba. El tratamiento (a) tuvo mayor consumo en comparación con (b) y (c) ($P < 0.05$), pero los tratamientos (b) y (c) no mostraron diferencia significativa ($P > 0.05$). Los pecaríes de collar (*P. tajacu*) consumen en mayor proporción forraje ensilado a base de *B. alicastrum* que los constituidos por *L. leucocephala* o la combinación de ambos en proporciones iguales.

Palabras clave: forrajes, alimentación, fauna silvestre, Unidades de manejo

INTRODUCCIÓN

El pecarí de collar (*Pecari tajacu*) se distribuye desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica hasta el norte de Argentina. Pese a su potencialidad como recurso natural, el pecarí de collar no ha recibido suficiente atención en México. Aunque hay esfuerzos para efectuar su crianza en cautiverio, no está claro si realmente este tipo de aprovechamiento es una alternativa económicamente viable, debido a que el 77% de los costos de producción corresponde a alimentación, la cual está basada en maíz (Nogueira-Filho *et al.*, 2004).

Un análisis económico sobre la producción de pieles de pecaríes en la Amazonia Peruana, determinó que no genera utilidades su crianza en cautiverio, debido a que los costos de producción son mayores que la carne extraída por cacería de subsistencia (Gálvez, 2009). Sin embargo, Nogueira *et al.* (2011) reportan que la crianza de pecarí en sistemas semiintensivos aumenta su productividad, y un factor que podría optimizar su potencial económico es la integración de actividades de cultivo de alimento para los animales.

El alto costo de las materias primas e insumos agrícolas para la producción animal, conduce a buscar otras fuentes proteicas alternativas más económicas que las convencionales, y es aquí donde cobra importancia la búsqueda de estos recursos en la flora regional nativa. En la generalidad de los casos se ha utilizado a las gramíneas como fuente alimenticia primaria, sin embargo poseen bajos contenidos de carbohidratos solubles, bajos niveles de proteína y altos niveles de fibra, aspectos que no garantizan un ensilaje de buena calidad (Cárdenas *et al.*, 2003).

Estos aspectos pueden ser mejorados utilizando estratégicamente los follajes de especies arbóreas forrajeras con gramíneas, ya que se ha evidenciado que ésta es una forma de adicionar proteína al ensilaje y mejorar sus características de fermentación, impactando en la calidad del mismo. Además, se conoce que el uso de mezclas de follajes arbóreos provoca efectos asociativos sobre consumo y digestibilidad, aspectos que podría representar otra ventaja de su uso en la alimentación animal (Titterton y Massdorp, 1997); sin embargo, no existe información sobre la aceptación de únicamente forraje arbóreo ensilado por la fauna silvestre, especialmente del *P. tajacu*. El objetivo de este estudio es evaluar la preferencia de consumo de forraje ensilado, de dos especies arbóreas nativas de México (*Brosimum alicastrum* y *Leucaena leucocephala*) que son ofertados al pecarí de collar (*P. tajacu*), en condiciones de cautiverio.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en la Unidad de Manejo y Conservación de Vida Silvestre Xmatkuil, Yucatán de modalidad intensiva. El clima predominante es tropical subhúmedo (Aw_0), con lluvias en los meses de mayo a octubre (Dutch, 1988). Se utilizaron cinco machos adultos de pecarí de collar (3 años de edad) con pesos de 18 a 20 kg, en un corral de 150 m². La dieta diaria ofrecida a los animales está compuesta por frutas y legumbres de la localidad (papaya, calabaza, pepino, repollo, aguacate, naranja dulce). Una semana antes de iniciar la prueba de consumo, se efectuó el periodo de adaptación, que consiste en ofrecer pequeñas cantidades de ensilado tres horas antes de entregar el alimento cotidiano, y luego retirarlo. Posteriormente se realizó la prueba con la siguiente metodología: los tres tratamientos de forraje ensilado fueron: (a) 95% ramón (*B. alicastrum*) y 5% melaza; (b) 95% de Huaxin (*L. leucocephala*) y 5% melaza; (c) 47.5% de ramón, 47.5% Huaxin, 5% de melaza; se ofrecieron cuatro horas diarias por tres días consecutivos, de acuerdo al diseño cuadro latino 3x3. Cada comedero que contenía el tratamiento de ensilado fue colocado en posiciones diferentes cada uno de los tres días. La preferencia se estimó a partir del consumo en materia seca de los ensilados. El experimento se ejecutó con dos réplicas. Se utilizó análisis de varianza con doble restricción, y la comparación de medias con la técnica de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El Cuadro 1 presenta las diferencias significativas ($P < 0.01$) del consumo en materia seca de ensilado (a) con (b) y (c); sin embargo, el consumo entre los tratamientos (b) y (c) no hubo diferencia significativa ($P > 0.05$). En la Figura 1, se puede observar la preferencia del consumo de ensilado de los árboles forrajeros por el pecarí de collar, siendo el tratamiento (a) ramón con melaza el de mayor consumo.

Cuadro 1. Contraste múltiple de rangos para consumo de materia seca de ensilado (g) por *P. tajacu* para cada tratamiento.

Contraste	Diferencias	+/- Límites
a - b	*75.91	30.9201
a - c	*63.3333	30.9201
b - c	12.5767	30.9201

El ensilado (a) es de 95% de *B. alicastrum* y 5% melaza, (b) es de 95% *L. leucocephala* y 5% melaza, (c) es 47.5% *B. alicastrum*, 47.5 % *L. leucocephala* y 5% melaza. * indica diferencia significativa ($P < 0.01$).

El mayor consumo de ensilado de *B. alicastrum* por *P. tajacu*, es un comportamiento similar al informado por Castillo *et al.* (2009) para venados cola blanca (*O. virginianus*), en pruebas de consumo de forraje fresco, quienes reportaron consumos de materia seca por día por animal de 1200.14 g de *B. alicastrum*, frente a 392.53 g por animal por día de *L. leucocephala*, a pesar de que ambos forrajes contienen un nivel considerable de proteína cruda (14 a 21% PC) (Tropfeed, 1992), la diferencia en el consumo sea tal vez una respuesta a la presencia de compuestos antinutricionales, especialmente de *L. leucocephala*, en la cual se ha informado que posee un aminoácido tóxico, la mimosina (Martínez *et al.*, 2001). El proceso de ensilado no cataliza en cantidades significativa las proteínas ni los aminoácidos contenidos en el alimento forrajero, sino que mantiene altos niveles proteicos, de allí la propiedad de conservación de los nutrientes, por tanto los contenidos iniciales de aminoácidos tóxicos en el forraje fresco podrían estar presentes en el ensilado.

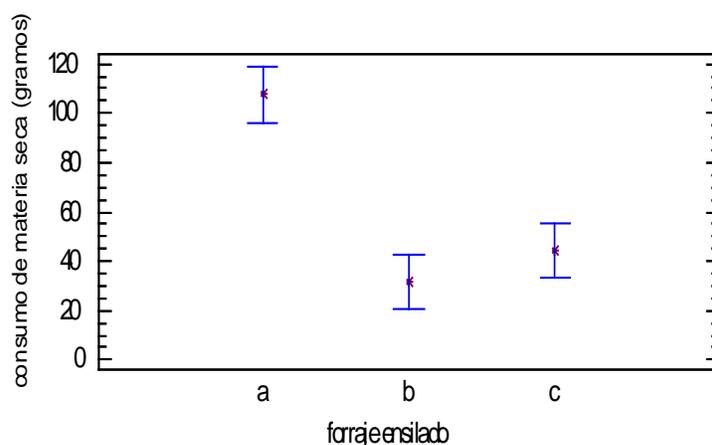


Figura 1. Consumos en materia seca de tres forrajes ensilados por pecaríes de collar (*P. tajacu*). El ensilado (a) es de 95% de *B. alicastrum* y 5% melaza, (b) es de 95% *L. leucocephala* y 5 % melaza, (c) es 47.5% *B. alicastrum*, 47.5 % *L. leucocephala* y 5% melaza. Medias e Intervalos de Confianza al 99%.

Sowls (1997) argumenta que los pecaríes de collar son pseudorrumiantes o prerrumiantes, debido a que producen ácidos grasos volátiles en los sacos ciegos del estómago, incluso pueden utilizar Nitrógeno de la urea, de manera similar a los rumiantes (Oliveira *et al.*, 2009); sin embargo, por no ser rumiantes verdaderos el forraje ensilado representaría un suplemento a la dieta. El ensilado permitiría disponer de forraje arbóreo a lo largo de un ciclo anual, incluyendo épocas de escases, de esta manera disminuiría el uso de alimentos comerciales y la reducción de forrajes de gramíneas como *P. purpureum*, que son consumidos en bajas cantidades por los pecaríes (Montes Pérez *et al.*, 2012).

CONCLUSIÓN

Los pecaríes de collar (*P. tajacu*) consumen en mayor proporción forraje ensilado a base de *B. alicastrum* que los constituidos por *L. leucocephala* o la combinación de ambos en proporciones iguales.

REFERENCIAS

- Dutch J. 1988. Conformación territorial del Estado de Yucatán. Universidad Autónoma de Chapingo. Texcoco, Estado de México.
- Cárdenas M.V.J., Sandoval C.C.A., Solorio S.J.F. 2003. Composición química de ensilajes mixtos de gramíneas y especies arbóreas de Yucatán, México. *Técnica Pecuaria México* 41: 283-294.
- Castillo López I.F., Montes Pérez R.C., Rodríguez Molano C.E. 2009. Preferencia de consumo de cuatro forrajes por venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), mantenidos en cautiverio en Yucatán. *Ciencia y Agricultura* 7: 75-82.
- Gálvez C.H.A. 2009. La zootecnia en la Amazonia. *Agro Enfoque*. 24: 72-74.
- Martínez Y., Chongo B., Pizarro L. y Castillo E. 2001. Una nota acerca de las concentraciones de hormonas tiroideas de toros de ceiba que consumieron *Leucaena leucocephala*. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 35: 379-381.
- Montes Pérez R.C., Mora Camacho O., Mukul Yerves J.M. 2012. Forage intake of the collared peccary (*Pecari tajacu*). *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias* 25:586-591.
- Nogueira-Filho S., Nogueira S., Mendes A., Jori F. 2004. A large-scale commercial farming of collared peccary (*Tayassu tajacu*) in North-Eastern Brazil. *Game and Wildlife Science*. 21: 413-420.
- Nogueira S.S.C., Sérgio L.G., Nogueira-Filho S.L.G. 2011. Wildlife farming: an alternative to unsustainable hunting and deforestation in Neotropics forest?. *Biodiversity Conservation* 20:1385-1387.
- Oliveira E.G., Santos A.C.F., Dias J.C.T., Rezende R.P., Nogueira-Filho S.L.G., Gross E. 2009. The influence of the urea feeding in the forestomach of collared peccary (Artiodactyla, Tayassuidae). *Journal of Applied Microbiology* 107: 1711-1718.
- Sowls K.L. 1997. Javelines and other peccaries: Their Biology, management and use. Second Edition. Texas A&M University Press. Tucson, Arizona.
- Titterton M. and Massdorp B.V. 1997. Nutrition improvement of maize silage for dairying: mixed crops silages from sole and intercropped legumes and a long season variety of maize. *Ensilage. Animal Feed Science and Technology*. 69: 263-270.
- Tropfeed: Tropical Feeds. 1992. Version 3.0 FAO. Oxford.

VALOR NUTRITIVO Y FERMENTACIÓN *IN VITRO* DE NOPAL (*Opuntia ficus indica*) COMPARADO CON FORRAJES USADOS EN OVINOS

I. Almaraz Buendía^{1*}, H. Losada Custardoy¹, J. G. Rivera Martínez¹, J. Cortés Zorrilla¹, L. A. Miranda Romero², J. A. Sánchez Meráz³, J. M. Vargas Romero¹

¹*Biología de la Reproducción, Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México D. F.*

²*Zootecnia, Universidad Autónoma Chapingo.* ³*Agroindustrias, Universidad de la Cañada, Oaxaca, México. E-mail: isac@xanum.uam.mx*

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue evaluar la desaparición *in vitro* de la materia seca (DIVMS) y las variables de cinética de producción de gas (L, tiempo lag; S, tasa de producción de gas y Vmax, volumen máximo de gas) del nopal comparado con dos forrajes usados comúnmente en la alimentación de ovinos: alfalfa y avena henificada. Se usó la técnica de producción de gas y el tiempo de incubación fue de 96 h. Las variables L, S y Vmax se calcularon usando el modelo logístico y PROC NLIN (SAS). El diseño experimental fue completamente al azar y los datos se analizaron con PROC MIXED (SAS). La DIVMS tendió a ser mayor para el nopal, los valores de S y L si fueron superiores ($P < 0.05$). Los resultados indican que el nopal puede ser fermentado adecuadamente por los microorganismos del rumen y podría incluirse en la alimentación de rumiantes a niveles adecuados sin afectar el desempeño productivo.

Palabras clave: rumiantes, no-convencionales, producción de gas.

INTRODUCCIÓN

El reciclaje de residuos orgánicos reduce la emisión de metano hacia la atmósfera y la generación de vertederos. El uso de residuos orgánicos en la alimentación animal es una opción importante en el reciclamiento de alimentos (EPA, 2012), debido a que pueden ser una fuente de alimentos no-convencionales para la alimentación de rumiantes (EPA, 2012). Dentro de estos residuos está el nopal sin espinas. Parte de los residuos sólidos orgánicos urbanos se envían a plantas de composta para producir biogás por degradación anaerobia pero la capacidad de estas plantas es menor al 10% de los residuos generados (Gaceta oficial del Distrito Federal, 2004). Estudios *in vitro* sobre el valor nutritivo del nopal sin espinas en rumiantes son pocos (Pinos-Rodríguez *et al.*, 2010), lo que dificulta sugerir cantidades adecuadas para su inclusión con base en las variables de fermentación. Por tanto, el objetivo de este estudio fue comparar la cinética de producción y la DIVMS del nopal sin espinas con dos forrajes comúnmente usados en la alimentación de rumiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente estudio se realizó en el Laboratorio del Área de Sistemas de Producción Agropecuaria de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa y en el Laboratorio de Microbiología Pecuaria de la Universidad Autónoma Chapingo. Las muestras de los alimentos se secaron en estufa de aire forzado 48 h a 55 °C, se molieron (criba 1 mm) y se analizaron para materia seca (MS), materia orgánica (MO), proteína cruda (PC) y cenizas (AOAC, 1990). Para lignina detergente ácido (LDA), fibra detergente neutro (FDN) y ácido (FDA) se usó un analizador de fibra ANKOM²⁰⁰ con alfa amilasa y sulfito de sodio en el procedimiento para FDN.

Producción de gas *in vitro*

Se usó la técnica descrita por Theodorou *et al.* (1994) y se evaluó cinética de producción de gas y DIVMS. Se usaron frascos de vidrio (125 mL color ámbar) y 0.5 g de sustrato con 6 repeticiones y tres blancos. El inóculo ruminal se extrajo de 2 borregos canulados, la dieta era ensilado de maíz más un suplemento comercial. La presión de gas se midió a 0, 1, 2, 3, 5, 7, 9, 11, 13, 16, 20, 24, 30, 36, 46, 58, 70, 82 y 96 de incubación y se transformó a volumen con la ecuación $P = -0.0159 + 0.0163V$. La DIVMS se obtuvo por triplicado al filtrar (Whatman # 541) el contenido de cada frasco, los residuos se secaron 48 h a 55 °C.

Diseño experimental

Las variables de cinética de producción de gas se obtuvieron con el modelo logístico $F(t) = v/1 + e^{2-4r(t-L)}$ (Schofield *et al.*, 1994) y PROCNLIN (SAS, 2003). El diseño fue completamente aleatorio y el modelo estadístico fue: $y_{ij} = \mu + \beta_i + \varepsilon_{ij}$ $i:1,2,3$ donde y_{ij} = variable respuesta; μ = media general; β_i = efecto del sustrato y ε_{ij} = error aleatorio. La comparación de medias se hizo con la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El alto contenido de agua en el nopal (Cuadro 1) fue similar a lo reportado por Arias *et al.* (2003) y Pinos *et al.* (2010), lo cual es benéfico ante climas secos en zonas áridas. Sin embargo, el alto contenido de agua en forrajes dificulta su traslado y favorece su descomposición (EPA, 2012). La PC fue mayor a la avena y menor a la alfalfa, similar a los resultados de Arias *et al.* (2003) y muy superior a lo reportado por Pinos-Rodríguez *et al.* (2010). En este contexto, Tegegne (2003) menciona que el contenido de PC puede ser de 10.6 a 15% en cladidos jóvenes de nopal cultivados en huertos. El alto contenido de cenizas y menor concentración de FDA y lignina comparados con el heno de alfalfa y avena indica que el valor nutritivo del nopal es bueno.

Cuadro 1. Composición química (%) de nopal y de heno de alfalfa y avena.

Forraje	Humedad	MS	MO	Cenizas	PC	FDN	FDA	Hem	Lignina
Alfalfa	11.2	88.8	89.1	10.9	21.9	43.7	29.2	14.5	5.9
Avena	13.5	86.5	91.1	9.0	9.4	60.1	33.5	26.7	3.4
Nopal	96.1	3.9	75.6	24.5	15.6	49.5	15.3	34.2	2.1

En cinética de producción de gas el Vmax fue similar entre los sustratos con tendencia a ser mayor en el nopal ($P < 0.1$) (Cuadro 2). El tiempo lag (L) indica que la fijación de los microorganismos ruminales hacia el nopal requirió más tiempo comparado con la alfalfa y la avena. Contrariamente, el valor de S fue mayor con respecto a la alfalfa y la avena e indica que su hidrolisis después de su colonización microbiana fue rápida.

Cuadro 2. Cinética de producción de gas y DIVMS

Variables	Alfalfa	Avena henificada	Nopal	EEM
Vmax, mL	219.6 ^a	232.3 ^a	256.0 ^a	9.36
S, h ⁻¹	3.8-E2 ^a	3.6-E2 ^a	4.4-E2 ^b	7.1 E4
L, h	6.5 ^a	6.7 ^a	9.5 ^b	0.23
DIVMS, g	62.1 ^a	52.8 ^b	73.7 ^c	0.23

^{abc} medias con literal distinta en cada fila son diferentes ($p \leq 0.05$); EEM, error estándar; Vmax, volumen máximo de gas; S, tasa de producción de gas; L, tiempo lag.

La DIVMS del nopal tendió a ser mayor ($P < 0.1$) comparado con el heno de alfalfa y de avena. Batista *et al.* (2003) evaluaron distintas variedades de nopal caracterizadas por su alta tasa de degradación de MS en el rumen y sus resultados son similares a los del presente estudio. Shoop *et al.* (1977) encontraron mayor DIVMS del nopal comparado con la alfalfa y lo atribuyeron a su alto contenido de carbohidratos solubles y a su baja proporción de FDN y FDA. En comparación con el heno de avena y alfalfa la mayor DIVMS en el nopal se puede deber a su menor contenido de fibra y a la baja concentración de lignina. Nuestros resultados indican que el nopal puede ser de igual o mayor valor nutritivo comparado con forrajes convencionales usados en la alimentación de rumiantes como lo mencionan Batista *et al.* (2003) y Pinos-Rodríguez *et al.* (2010) y podría incluirse en la dieta de ovinos sin afectar el desempeño productivo.

CONCLUSIÓN

El valor nutritivo y la cinética de fermentación *in vitro* del nopal indican que puede sustituir parcialmente a la alfalfa y a la avena henificada en la dieta de ovinos; lo anterior contribuirá al manejo de residuos vegetales en los grandes depósitos de alimentos y en las huertas nopaleras. Sin embargo, se necesitan más estudios para sugerir niveles adecuados en la dieta en base a su palatabilidad y beneficio económico.

REFERENCIAS

- AOAC (Association of Official Analytic Chemist). 1990. Official Methods of Analysis, 15th ed. Association of Official Analytic Chemist, Washington, DC, USA, 1094 p.
- Arias, L., J. Contreras, H. Losada, D. Grande, R. Soriano, J. Vieyra, J. Cortés, y J. Rivera. 2003. Chemical composition and *in vitro* digestibility of common vegetables utilized in urban dairy systems of the east of Mexico City. *Livestock Research for Rural Development* 15(2). <http://www.lrrd.org/lrrd15/2/aria152.htm>.
- Batista, A. M. V., A. F. Mustafa, G. R. A. Santos, F. F. R. de Carvalho, J. C. D. Dubeux, M. A. Lira, and B. P. Barbosa. 2003. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. *J. Agron. Crop Sci.* 189: 123-126.
- EPA. 2012. Food waste. Consultado en Abril del 2012. <http://www.epa.gov/epawaste/conservation/materials/organics/food/index.htm>.
- Pinos-Rodríguez, J. M., J. C. Velázquez, S.S. González, J. R. Aguirre, J. C. García, G. Álvarez y Y. Jasso. 2010. Effects of cladode age on biomass yield and nutritional value of intensively produced spineless cactus for ruminants. *S. Afr. J. Anim. Sci.* 40 (3): 245-250.
- Schofield, P., R. E. Pitt, and A. N. Pell. 1994. Kinetics of digestion from *in vitro* gas production. *J. Anim. Sci.* 72: 2980-2991.
- Shoop, M. C., E. J. Alford, and H. F. Maryland. 1977. Plains pricklypear is a good forage for cattle. *J. Range Manage* 30(1): 12-17.
- SAS, Institute Inc. 2003. Statistical Analysis Software Versión 9.1.3. Cary North Carolina, U. S. A.
- Tegegne, F. 2003. Valor nutricional de *opuntia ficus-indica* como forraje de rumiantes en Etiopía. *En: Mondragón-Jacobo, C. y S. Pérez-González (eds). El nopal (opuntia spp.) como forraje.* FAO, Roma.
- Theodorou, M. K., B. A. Williams, M. S. Dhanoa, A. B. McAllan, and J. France. 1994. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.* 48: 185-197.

INFLUENCIA DE LAS CERCAS VIVAS DE *Gliricidia sepium* SOBRE ALGUNAS PROPIEDADES DEL SUELO, EN TACOTALPA, TABASCO, MÉXICO.

G. Villanueva-López^{1*}, L. Ramírez-Avilés², P. Martínez-Zurimendi¹, F. Casanova-Lugo²

¹*El Colegio de la Frontera Sur. Carretera a Reforma km 15.5 s/n Ra. Guineo 2ª sección Villahermosa, Tabasco.* ²*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.*

*Email: gvillanueva@ecosur.mx

RESUMEN

Los animales en pastoreo modifican substancialmente las propiedades físicas y químicas del suelo, aceleran la erosión, favorecen la compactación y reducción del volumen de los espacios porosos e influyen en la disminución de la velocidad del flujo del agua y modifican el balance de los nutrientes. El objetivo de este estudio fue determinar algunas características físicas y químicas del suelo en cercas vivas de *G. sepium* en paisajes ganaderos. El trabajo se realizó en 6 ranchos ganaderos ubicados en la subregión Sierra del municipio de Tacotalpa estado de Tabasco. Para el estudio se seleccionó un sistema ganadero con cercas vivas (CV) conformadas con árboles de *G. sepium* silvopastoril asociados con pasto señal (*Brachiaria decumbens* Stapf); y un sistema ganadero convencional bajo el monocultivo de pasto señal. Se seleccionaron 3 ranchos por cada sistema a estudiar. Las variables de estudio fueron: pH, densidad aparente (DA), materia orgánica (MO), carbono (C), nitrógeno (N) y textura. Con excepción del N y el C, el pH, DA, MO, Arena limo y arcilla del suelo, difieren estadísticamente entre profundidades, mientras que con relación a la distancia sólo la MO, el C y N fueron diferentes entre los dos sistemas evaluados. El pH en las CV fue menor con relación al MP en las 3 profundidades del suelo. Los valores de la DA en las CV y el MP oscilaron entre 1.3 y 1.5 respectivamente, y fueron similares entre profundidades. Con la MO, el C y N el mayor contenido ocurrió en las CV (4.8%, 2.8% y de 0.24% respectivamente). En ambos sistemas, el mayor contenido ocurrió de 0-10 cm de profundidad. En relación a la distancia, el contenido de MO fue de 4.4, 5.9 y 4.1% para 0-3, 3-6 y de 6-9 m, el C de 2.6, 3.4 y 2.4%, y el N de 0.2, 0.3 y de 0.2% para 0-3, 3-6 y de 6-9 m de distancia respectivamente. La arena, el limo y la arcilla en ambos sistemas fueron diferentes de 20-30, 10-20 y 10-20 cm de profundidad respectivamente. Concluimos que las cercas vivas tienen un enorme potencial para mejorar substancialmente la estructura y fertilidad del suelo, siendo una oportunidad para frenar el deterioro de los suelos en el futuro.

Palabras clave: Sistema silvopastoril, características del suelo.

INTRODUCCIÓN

Diversos estudios revelan que los animales en pastoreo modifican substancialmente las propiedades físicas y químicas del suelo, lo que disminuyen la velocidad del flujo del agua y modifican el balance de los nutrientes, el contenido de materia orgánica, y caída de la fertilidad del suelo, influido por la compactación y reducción del volumen de los espacios porosos (Cajas y Sinclair, 2001). Las CV en el estado de Tabasco, constituyen la forma más prevalente de cobertura arbórea a lo largo de los paisajes rurales. Es la estrategia más conocida para la introducción de árboles en los sistemas ganaderos (Maldonado *et al.* 2008), y consiste en sembrar líneas de árboles y/o de arbustos en lugar de postes muertos, que sirven para sujetar el alambre de púas. *Gliricidia sepium* ha sido la leguminosa nativa de uso múltiple más ampliamente utilizada.

La preferencia de los ganaderos por esta especie se explica por la facilidad de siembra y manejo, lo fácil de enraizar a partir de estacas, además de ser una especie duradera y de rápido crecimiento inicial, el rápido rebrote después de podas drásticas, la capacidad de tolerar sequías prolongadas, la buena calidad de la madera y de los postes, así como el aporte de suplementos de alta calidad nutricional, como forrajes y frutos durante todo el año (Murgueitio e Ibrahim, M. 2001). Además, los precios disminuyen alrededor de 50% y pueden varios años en relación a los postes muertos. A pesar de la preeminencia de las CV, pocos estudios han considerado el rol de éstas como mejoradoras de las propiedades del suelo. Por ello, el objetivo de este estudio fue analizar algunas características físicas y químicas del suelo para determinar la influencia de las cercas vivas conformadas por árboles de *G. sepium* en las propiedades físicas y químicas del suelo tanto horizontal como verticalmente, en paisajes dominados por la ganadería, teniendo como referencia al sistema ganadero convencional basado en el monocultivo de pasto señal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en seis ranchos ganaderos ubicados en la subregión Sierra del municipio de Tacotalpa estado de Tabasco. Esta región se localiza en el sur del estado, entre las coordenadas 17° 15' y 17° 45' de latitud norte y los 90° 38'08" y 93° 46' de longitud oeste. La temperatura media anual y precipitación es de 25 °C y 3,000 a 4,000 mm por año, respectivamente (Cardoso, 1979). Los suelos se caracterizan por ser rojos, arcillosos, profundos (1.5 a 2.0 m), y de pH ácido (Palma *et al.*, 2007). Para el estudio se seleccionó un sistema silvopastoril (SSP) que consiste en una asociación de pasto señal (*Brachiaria decumbes*) con CV conformadas con árboles de *G. sepium*; además de un sistema ganadero convencional bajo el monocultivo (MP) de pasto señal. Se seleccionaron 3 ranchos por cada sistema a estudiar. En cada rancho se eligió una cerca, y en cada una se asignaron de manera aleatoria 3 parcelas con un tamaño de 600 m² (30 x 20 m) y de 300 m² (30 x 10) para las CV y bajo el MP respectivamente. Cabe mencionar que las parcelas con CV estuvieron conformadas por ambos lados, y en cada una se definieron tres áreas de muestreo: 1) bajo la copa de los árboles de 0-3 m, 2) entre el límite y fuera de copa de 3-6 m y 3) fuera de la copa de 6-9 m de distancia de la CV, mientras que las parcelas bajo el MP, sólo se consideraron un solo lado. Las variables de estudio fueron: pH, densidad aparente (DA), materia orgánica (MO), carbono (C), nitrógeno (N) y textura.

Para determinar la DA se utilizó el método del cilindro de volumen conocido. Para ello se elaboraron calicatas de 20 x 30 x 30 cm y en una de las 4 paredes se introdujo un cilindro de acero inoxidable de 5 cm de alto y 5 cm de diámetro para extraer una muestra por cada profundidad (0-10, 10-20 y 20-30 cm). Las muestras fueron pesadas en fresco en una báscula granataria portátil, y se colocaron en bolsas de polietileno previamente rotuladas con los datos del sitio, profundidad y fecha. Fueron secadas en un horno de circulación de aire forzado (a 110 °C). La DA determino por el método del cilindro de volumen conocido y se calculó como la masa del suelo secado al horno dividido por el volumen del cilindro (Mena 2008). Del mismo modo para determinar el pH, la MO, el C, N y la textura del suelo (arena limo y arcilla), las muestras de suelo se obtuvieron en las mismas calicatas donde se tomaron las muestras de DA, y a las mismas profundidades (0-10, 10-20 y 20-30 cm). Todas las muestras se depositaron en contenedores de plástico previamente rotulados por cada profundidad. Al finalizar el muestreo, el suelo fue mezclado hasta alcanzar un color uniforme por cada profundidad y se tomó una sub-muestra de aproximadamente 500 g, y se colocaron en bolsas de polietileno previamente rotuladas, después fueron secadas bajo sombra y a temperatura ambiente, molidas, y finalmente se pasaron por un tamiz de 2 mm para realizar los análisis de MO, siguiendo el método de combustión seca de

Walkley y Black (1934), el N con el método de AS-25 (Procedimiento de digestado), el pH a través del método AS-02, y la textura utilizando el método de Bouyoucos (1927).

Para el análisis estadístico, se utilizó un diseño experimental completamente al azar con arreglo factorial 2 x 3; donde se analizó el efecto del sistema (cercas vivas y pasto en monocultivo), la profundidad y distancia de muestreo (0-10, 10-20 y de 20-30 cm; 0-3, 3-6 y 6-9 m respectivamente) y, la interacción de ambos factores sobre el pH, la DA, el contenido de C, MO, N y la textura del suelo. Los análisis fueron elaborados con el software Statistic versión 7.0 para Windows. Finalmente, se utilizó una prueba de Tukey al 95% para declarar las diferencias estadísticas

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados muestran que con excepción del N y el C, el pH, DA, MO, arena limo y arcilla del suelo, difieren estadísticamente entre profundidades, mientras que con relación a la distancia sólo la MO, el C y N fueron estadísticamente diferente ($P < 0.05$) entre los dos sistemas evaluados. El pH en el MP en los primeros 10 cm de profundidad fue de 7.5 ligeramente menor que de 20-30 cm (7.6), lo que significa que aunque el pH del suelo en los primeros 10 cm de profundidad en sistemas ganaderos bajo el MP, es neutro, tienden a ser alcalinos a mayor profundidad, lo que puede afectar el desarrollo de las pasturas y de los árboles. En tanto, que en los suelos con CV tienden a ser más neutros conforme a la profundidad, lo que favorece la actividad de los microorganismos y, en consecuencia, mejorar la calidad del suelos para el buen crecimiento de las pasturas y los árboles (Dube *et al.*, 2012). Lo anterior puede deberse, a que los árboles de *G. sepium* mejoran el contenido de N en el suelo, a través de la fijación biológica por los microorganismos del género *Rhizobium* que se encuentran en los nódulos de las raíces (Nygren y Cruz, 1988; Berninger y Salas, 2003), así como a la recuperación de los nutrientes a través de sus raíces desde las capas profundas del suelo, que han llegado por lixiviación a profundidades a las cuales no tienen acceso las raíces de las pasturas en monocultivo, pero sí las raíces de los árboles (Sharrow e Ismail, 2004; Nair, *et al.*, 2007; Schoeneberger, 2008); aun mayor contenido de MO en el suelo por la cantidad de hojarasca de los árboles que entra al sistema, la cual cuando se descompone libera los nutrientes dejándolos a disposición de las pasturas (Graham *et al.*, 2004; Estrada *et al.*, 2000; Eldridge and Wong, 2005; Klein *et al.*, 2008); pero también porque al interior del sistema se genera un microclima más confortable que permite condiciones de mayor humedad, ocasionando que los nutrientes permanezcan disponibles y las plantas lo puedan usar con mayor eficiencia para su crecimiento, y que con el tiempo regresaran al suelo a través del reciclaje de nutrientes, contribuyendo a definir un pH más neutro (Garrett *et al.*, 2004, Oelbermann *et al.*, 2006). Mientras que en el suelo con sistemas ganaderos bajo el MP el pH de 7.5 evidencia la importancia de los árboles en los potreros. Se sabe que los suelos con pH de 7.5 o mayor pueden afectar la actividad de los microorganismos del suelo y en consecuencia el desarrollo de las pasturas, particularmente de aquellas con un crecimiento radical superior a los 10 cm. A pesar de las diferencias entre los sistemas evaluados, los resultados fueron muy superiores a los reportados por Matos *et al.* (2012) en un sistema silvopastoril de manzano asociado con pasto ovilla (*Dactylis glomerata*), con un pH de 5.0 en los primeros 20 cm de la capa superficial y de 6.3 a la misma profundidad en tierras de cultivo.

La densidad aparente, también fue superior en el MP (1.5) en relación a las CV de *G. sepium* (1.3) y mantuvo un comportamiento similar entre las profundidades y distancias analizadas. Ambos sistemas presentaron valores de DA mayor a 1.1 g cm^{-3} y menor de 1.6 g cm^{-3} , lo cual indica que son suelos de textura gruesa de baja porosidad y compactación y, con condiciones físicas favorables (Sánchez *et al.*, 2003; FAO, 2006). Los valores más bajos en las CV pudiera

estar relacionado con el pisoteo de los animales, con una mayor humedad en el suelo por la sombra que generan los árboles de *G. sepium* (Wu *et al.*, 2003 y Matos *et al.*, 2012); a los efectos que ejercen la cantidad, el tamaño y la distribución de las raíces de los árboles durante su tiempo de vida, así como a la cantidad de raíces que producen las herbáceas que favorece un hábitat más confortable para el desarrollo de microorganismos encargados de modificar la estructura del suelo (Garrett *et al.*, 2004, Manning *et al.*, 2006). Similares resultados se han reportado en otros estudios, por ejemplo; Morales (2010) indica que potreros con árboles dispersos y acahuales hubo una densidad aparente de 1.2 g cm^{-3} ; Schmitt *et al.*, (2012) reportaron valores de 0.5 a 1.0 g cm^{-3} , y 0.2 - 0.55 g cm^{-3} , en sistemas agroforestales de café y bosques mixtos en el trópico seco de Guatemala respectivamente; Matos *et al.*, (2012) reportaron valores de 1.3 a 1.5 g cm^{-3} de 0 - 10 y 10 - 20 cm de profundidad respectivamente en un sistema silvopastoril de manzano asociado con pasto ovilla, y de 1.4 a 1.7 g cm^{-3} de 0 - 10 cm y 10 - 20 cm de profundidad respectivamente, en monocultivo de pasto y tierras de cultivo; Howard y Singer (1981) encontraron que en suelos de selva, el rango varió de 0.51 a $1.49 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ y, Sánchez *et al.*, (2003) reportaron $1.22 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ en el cultivo de la caña, similar en pasturas y, de $1.02 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$ en áreas de selva.

Respecto a la MO, el C y N se observó que el mayor contenido ocurrió en las CV (4.8%, 2.8% y de 0.24% respectivamente, $P > 0.05$) y, a 3-6 metros de distancia (6.9%), mientras que debajo (0-3 m) fue de 4.0% y fuera de la copa (6-9 m) de 0.3%, la concentración de dichos elementos fue menor. Los resultados mostraron que las concentraciones más altas se encontraron en la capa superficial del suelo (0-10 cm) y a 3-6 metros de distancia, seguido de 20-30 cm y de 0-3 m y, de 10-20 cm y de 6-9 m de distancia de la CV respectivamente, similar a lo reportado por Sharrow e Ismail (2004) quienes obtuvieron mayores cantidades de C en el suelo en sistemas silvopastoriles con trébol que en los bosques plantados, aunque inferiores a los reportados por Dube *et al.*, (2009) en estudios realizados en pasturas bajo un entorno natural (9.8 y 4.4% a 0-5 y 5-20 cm de profundidad, respectivamente). Las concentraciones más altas de MO juegan un importante papel en el establecimiento y mantenimiento de la estructura del suelo al actuar como agente cementante de las partículas, aumentando la estabilidad estructural por el incremento de agregados organo-minerales que se debe tanto al aumento de los porcentajes de MO, indispensables para su génesis, como al de los cationes de cambio que actúan de enlace entre arcilla y materia orgánica. Probablemente las mayores concentraciones se asocian con una mayor cantidad de N y, otros nutrimentos disponibles en el suelo, el tipo de suelo, estado fisiológico del pasto, así como también por los meses secos en el año y, precipitación (Fisher, 1995; Moya *et al.*, 2010). Lo anterior sugiere entonces, que los árboles de *G. sepium* no tan sólo mejoran las propiedades químicas sino, también, las características físicas del suelo y, cuando se asocian con gramíneas tienen un potencial elevado para concentrar cantidades elevadas de C y N (Dube *et al.*, 2012); y aumentar de 20 a 100% estas concentraciones por la presencia especies fijadoras de N que mejoran la fertilidad del suelo (Lugato *et al.*, 2006; Schoeneberger, 2008; Bambrick *et al.*, 2010). Consideramos que la mayor concentración de MO, C y N tanto en los primeros 10 cm de profundidad como a los 6 m de distancia de las CV probablemente se deba a la cantidad de la hojarasca y tallos leñosos en descomposición, a la hojarasca, a la mortalidad de las raíces de las pasturas y, a una mayor cantidad de microorganismos en el suelo por la humedad que genera la sombra de los árboles; sumamente importantes para una absorción eficiente del agua y los nutrientes de las capas superficiales del suelo, que a menudo se caracterizan por acumulación de MO y por cantidades relativamente grandes de los nutrientes disponibles (Tapia *et al.*, 2005; Wilson *et al.*, 2008). Además, los suelos arcillosos son los que tienen mayor capacidad de acumular C debido a que los minerales arcillosos estabilizan la MO y originan la acumulación de ésta en los suelos.

En relación al MP las mayores concentraciones de MO, C y N se encontraron de 0-10 cm pero disminuyen conforme a la profundidad (Cuadro 2), de manera similar a como lo han descrito otros investigadores (Mutuo *et al.*, 2005; Tian *et al.*, 2005; Soto *et al.*, 2010) en sistemas agroforestales (milpa tradicional con árboles, taungya, acahual natural y acahual enriquecido) en Chilón, Chiapas; y en pasto sin árboles, pastos con cercas vivas, y pastizales con árboles dispersos en la misma región. Esta mayor concentración en la capa superficial (0-10 cm) puede deberse a que las pasturas se caracterizan por una mayor concentración de raíces que aunque tienen un proceso de descomposición más lento por su alto contenido en fibra, su ciclo de vida es más corto, lo que permite la incorporación más frecuente de materia muerta al suelo y formar un perfil con una composición alta de MO. Wang *et al.*, (2009) señala que cuando las pasturas se encuentran expuestas a condiciones climáticas más severas (interacción directa con la luz solar), se ven obligadas a desarrollar sistemas de raíces más exuberante y producen una gran proporción de fotosintatos que se almacena en la capa superior del suelo.

En cuanto a la textura del suelo, solamente las proporciones de arena y arcilla fueron diferentes en ambos sistemas a cualquier profundidad. La mayor proporción de arena se encontró de 0-10 cm; sin embargo, en la arcilla fue de 20-30 cm. Esta mayor proporción de la arena en la parte superficial indica que al menos en esta capa superficial los suelos son más porosos y cuando se asocian con altas concentraciones de MO permiten una mejor aireación y, buena estructura del suelo y, además, mejoran la infiltración de agua, evitando el acumulamiento de agua pero sobre todo que las plantas se mueran en estas condiciones. Es muy probable que durante todo el año los problemas de compactación sean mínimos o no se presenten. El hecho de que en la arcilla los valores más altos se encuentren a mayor profundidad, es una ventaja para evitar encharcamientos en la parte superficial del suelo. Al contrastar estos resultados con los reportados por Matos *et al.*, (2012) observamos que son inferiores para la arena (81.5 y 86.7%), pero superiores para el limo (3.9 y 3.0%) y arcilla (14.6 y 10.2%) en sistemas silvopastoriles y, en monocultivo de pasto y tierras de cultivo respectivamente. Sin embargo, el limo con (44%) y la arcilla (32%) coinciden con lo reportado por Moya *et al.*, (2010) en sistemas forestales. Cabe destacar que a pesar de que la arena, el limo y la arcilla en las CV no se vieron afectados por la distancia, se observó que los valores de la arena fueron superiores de 3-6 m, los de limo de 0-6 y los de la arcilla de 3-6 m de distancia, lo que supone que entre más lejos de la cerca viva los suelos tienden a ser más arcillosos.

CONCLUSIONES

Los resultados indican que fueron las cercas vivas conformadas por árboles de *G. sepium* las que mostraron tener efectos importantes en algunas características químicas y físicas del suelo tanto horizontal como verticalmente, dado que en éstas se encontraron las concentraciones más altas de MO, C, N; y los valores más óptimos de pH, DA, arena y arcilla para el desarrollo de las pasturas y los árboles. La influencia de las cercas vivas fue trascendental hasta los 30 cm de profundidad y a una anchura de 6 m de distancia a ambos lados de la cerca viva; ello permite inferir, por lo menos preliminarmente, que la gran variedad de suelos existente en el área de estudio son susceptibles para el establecimiento de cercas vivas con árboles de *G. sepium*, por lo que es importante tenerlas en cuenta al momento de establecer cercas vivas como una oportunidad para mejorar la estructura y fertilidad del suelo. En tanto que los sistemas ganaderos bajo el MP fueron más vulnerables a cambios negativos en las estructuras del suelo y, en el futuro se espera que estos sistemas modificaran negativamente las propiedades físicas y químicas del suelo, debido al pisoteo de los animales, así como a la falta de fuentes ricas en nitrógeno proveedoras de MO para mejorar la fertilidad y en consecuencia las condiciones del suelo. Se recomienda

continuar con estudios a mayores profundidades y distancias para conocer mejor la influencia de las cercas vivas conformadas por árboles de *G. sepium* sobre las propiedades del suelo.

REFERENCIAS

- Belsky, A., Amundson, R., Duxbury, J., Riha, S., Ali, A., Mwonga, S. 1989. The effects of trees on their physical, chemical, and biological environments in a semi-arid savanna in Kenya. *Journal of Applied Ecology* 26, 1005-1024.
- Berninger, F., Salas, E., 2003. Biomass dynamics of *Erythrina lanceolata* as influenced by shoot-pruning intensity in Costa Rica. *Agroforestry Systems* 57: 19–28, 2003.
- Cajas, J., Sincalir, F. 2001. Characterization of multistrata sivotpastoral system on seasonally dry pastures in the Caribbean region of Colombia. *Agroforestry Systems* 53:215-225.
- Dube, F., Espinosa, M., Stolpe, N. B., Zagal, E., Thevathasan, N. V., Gordon A. M. 2012. Productivity and carbon storage in silvopastoral systems with *Pinus ponderosa* and *Trifolium* spp., plantations and pasture on an Andisol in Patagonia, Chile. *Agroforestry Systems*.
- Eldridge, D., Wong, V. 2005. Clumped and isolated trees influence soil nutrient levels in an Australian temperate box woodland. *Plant & Soil* 270, 331-342.
- Garrett, H. E., Kerley, M. S., Ladyman, K. P., Walter, W. D., Godsey, L. D., Van Sambeek, J. W., Brauer, D. K. 2004. Hardwood silvopasture management in North America. *Agroforestry Systems* 61:21–33.
- Graham, S., Wilson, B. R., Reid, N., Jones, H. 2004 Scattered paddock trees, litter chemistry, and surface soil properties in pastures of the New England Tablelands, New South Wales. *Australian Journal of Soil Research* 42, 905-912.
- Klein, D., Fuentes, P., Schmidt, A. 2008. Soil Organic C as affected by silvicultural and exploitative intervention in *Nothofagus pumilo* forests of Chilean Patagonia. *Forests Ecology and management* (255): 3549-3555.
- Matos, E. S., Freese, D., Mendonca, E. S., Slazak, A., Reinhard, F. H. 2012. Carbon, nitrogen and organic C fractions in topsoil affected by conversion from silvopastoral to different land use systems. *Agroforestry Systems* 81:203–211.
- Mekonnen, K., 2006. Performance of eight tree species in the highland Vertisols of central Ethiopia: growth, foliage nutrient concentration and effect on soil chemical properties. *New Forest*, v.32, n.3, p.285-298.
- Moya, R., Arce, L. V., González, P. E., Olivares, G. C., Ríos, G. V. 2010. Efecto de las propiedades físicas y químicas del suelo en algunas propiedades de la madera de teca (*Tectona grandis*). *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v.34, n.6, p.1109-1118.
- Nair, V. D., Nair, P. K. R., Kalmbacher, R. S., Ezenwa, I. V. 2007. Reducing nutrient loss from farms through silvopastoral practices in coarse-textured soils of Florida, USA. *Ecol Eng* 29:192–199.
- Nygren, P., Cruz, P. 1988. Biomass allocation and nodulation of *Gliricidia sepium* under two cut-and-carry forage production regimes. *Agroforestry Systems* 41: 277–292, 1998.
- Schoeneberger, M. M. 2008. Agroforestry: working trees for sequestering carbon on agricultural lands. *Agroforestry Systems* 75:27–37.
- Sharrow, S. H; Ismail, S. 2004. Carbon and nitrogen storage in agroforests, tree plantations, and pastures in western Oregon, USA. *Agroforest System* 60:123–130.
- Tian, G., Kang, B. T., Kolawole, G. O., Idinoba, P., Salako, F. K. 2005. Longterm effects of fallow systems and lengths on crop production and soil fertility maintenance in West Africa. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.* 71: 139-150.

- Wu, T., Schoenau, J. J., Li, F., Qian, P., Malhi, S. S., Shi, Y. 2003. Effect of tillage and rotation on organic carbon forms of chernozemic soils in Saskatchewan. *J Plant Nutr Soil Sci.* 166:328–335.
- Yunshu, D., Yuchun, QI., Jiyuan, L., Yuanbo, G., Domroes, M., Xiaohong, y Lixin, L. 2005. Variation characteristics of soil respiration fluxes in four types of grassland communities under different precipitation intensity. *Chinese Science Bulletin* Vol. 50 No. 6 583–591.

DEFENSIVIDAD DE COLONIAS DE ABEJAS (*Apis mellifera* L.) EN GUEMEZ, TAMAULIPAS

A. Silva-Contreras¹, J.C. Martínez-González*², F. Briones-Encinia², E. G. Cienfuegos-Rivas², R. López-Zavala³ y J. M. Tapia-González⁴

¹Centro de Bachillerato Tecnológico Agropecuario No. 55; ²Facultad de Ingeniería y Ciencias-UAT; ³Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia-UAT; y ⁴Centro Universitario del Sur-UDG. *E-mail: jmartinez@uat.edu.mx

RESUMEN

La defensa del nido desempeña una función importante en la biología de las abejas, las abejas guardianas vigilan la entrada a la colonia y expulsan a los intrusos y alertan a los miembros de la colonia. El objetivo de este trabajo fue determinar el comportamiento defensivo de colonias comerciales para la producción de miel. Se utilizaron apiarios comerciales de productores de la zona centro de Tamaulipas. Se seleccionaron 30 colmenas y se instalaron en la Posta Zootécnica de la FIC-UAT. La evaluación subjetiva del comportamiento defensivo se realizó con la escala de valores de 1 a 5: 1 = Dócil; 2 = Bajo; 3 = Regular; 4 = Agresiva; y 5 = Muy agresiva. Así como, la tendencia de las abejas a correr sobre los panales, a volar de los panales durante la manipulación de la colonia, volar y chocar contra el velo del operador y la tendencia de las obreras a picar las manos del operador durante la manipulación. Se registró tiempo al primer aguijonazo y el número total de aguijones dejados en una pieza de gamuza. En las pruebas se aplicaron 5 µl de Isopentil Acetato sobre un extremo del papel de forma triangular de 4 x 2 cm durante un periodo de 30 s. Posterior al estímulo, se utilizó una bandera de gamuza negra de 8 x 10 cm que fue elevada y descendida. El promedio de agresividad fue 1.33, el cual corresponde a abejas con bajo comportamiento defensivo, no se observaron diferencias significativas entre las colonias evaluadas ($p > 0.15$). Mientras que la cantidad de aguijones dejados en la bandera de gamuza en la primera y segunda evaluación fueron afectadas por la colonia ($p < 0.02$ y $p < 0.07$). Asimismo, el tiempo que transcurrió para depositar al primer aguijón en la bandera de gamuza fue afectado por la colonia ($p < 0.02$). Se concluye que la conducta defensiva fue variable, por lo que es necesario proseguir con la selección para reducir la defensividad de las poblaciones.

Palabras clave: *Apis mellifera*, defensividad, poblaciones

INTRODUCCIÓN

La defensa del nido desempeña una función importante en la biología de las abejas eusociales, en la cual, las feromonas de alarma tiene una funcionan importante en la organización de la respuesta defensiva. Representa una ventaja clave para la sobrevivencia y se comparte entre los individuos de la colonia (Breed *et al.*, 2004). El comportamiento defensivo de las abejas melíferas es una característica compleja y la intensidad de las reacciones defensivas dependen de factores genéticos, ambientales (temperatura del aire, la radiación solar y humedad relativa), interacciones entre los individuos y las interacciones entre factores genéticos y ambientales (Moritz *et al.*, 1987; Guzmán y Page, 1993; Breed *et al.*, 2004). La respuesta defensiva presenta cuatro fases: alerta, activación, atracción y culminación. Durante la primera fase las abejas guardianas liberan la feromona de alarma para reclutar más abejas, en la siguiente fase las abejas guardianas y las abejas reclutadas buscan la piquera o alguna otra salida al exterior de la colmena, en la tercera fase las abejas vuelan y se orientan hacia el agresor, volando alrededor de él y en la

fase final, chocan contra él o lo agujonean (Collins *et al.*, 1980). Para evaluar la defensividad de las colonias se han empleado diversos métodos: como las feromonas (Collins y Kubasek, 1982); detección de niveles hormonales (Pearce *et al.*, 2001); pruebas metabólicas (Andere *et al.*, 2002); objetos cubiertos de gamuza y banderas de cuero (Guzmán-Novoa *et al.*, 2003); estímulos eléctricos (Uribe *et al.*, 2007) y por último, la identificación de marcadores moleculares asociados al comportamiento defensivo (Lobo *et al.*, 2003).

En el proceso de defensa de la colonia, la abeja africanizada organiza la acción defensiva de manera similar a la abeja europea, sin embargo, el umbral de respuesta que manifiesta es menor y posee la capacidad de reaccionar al estímulo de defensa mucho más intensamente, más rápido y en gran número (Breed *et al.*, 2004), lo que dificulta el manejo de los apiarios comerciales y además eleva los costos de producción (Uribe *et al.*, 2003). Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue determinar el comportamiento defensivo de colonias comerciales para la producción de miel.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se utilizaron apiarios comerciales de productores apícolas de los municipios de Victoria, Padilla, Güemez, Hidalgo y Llera en el Estado de Tamaulipas. Se seleccionaron 30 colmenas, se instalaron en la Posta Zootécnica de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas. En este sitio se evaluó la producción de miel de las colonias progenitoras, así como el comportamiento defensivo, higiénico y la producción de miel de las colonias F1.

El clima de la región es semicálido subhúmedo (A)C(w) con lluvias en verano (García, 1973). La precipitación pluvial media anual es de 700 mm y se presenta con mayor frecuencia e intensidad entre los meses de junio a octubre, la temperatura media anual es de 24.5° C. La vegetación predominante es matorral alto espinoso con espinas laterales de tenaza y granjeno (COTECOCA, 1973).

La evaluación del comportamiento defensivo se realizó con la prueba de clasificación descrita por Guzmán–Novoa *et al.* (2003), en la que se registraron para cada colonia los rasgos de conducta que difieren entre abejas africanizadas y europeas. Los rasgos que se evaluaron y que están genéticamente correlacionados con la conducta defensiva son: la tendencia de las abejas a correr sobre los panales, a volar de los panales durante la manipulación de la colonia, volar y chocar contra el velo del operador y la tendencia de las obreras a picar las manos del operador durante la manipulación.

El procedimiento consistió en levantar la tapa superior de la colmena, se aplicaron dos bocanadas de humo sobre los cabezales de los cuadros superiores (en algunos casos se procedió a remover el alza) y se extrajeron dos cuadros de cría para observar el comportamiento de las abejas en los panales. Para determinar el comportamiento defensivo se aplicó la escala de valores de 1 a 5: 1 = Dócil, las abejas permanecen en sus panales, no se mueven, no vuelan y no pican; 2 = Bajo, existe movimiento reducido de las abejas y muy pocas vuelas (1 -5); 3 = Regular, ligero movimiento de las abejas sobre los panales y vuelan en número de 5 a 10; 4 = Agresiva, gran movimiento de las abejas sobre los panales, las abejas vuelan y chocan contra el velo en número de 10 a 100 y agujonean en número de 5 a 10; y 5 = Muy agresiva, movimiento total de las abejas sobre el panal, aproximadamente en número superior a 100 vuelan y chocan contra el velo del operador y agujonean.

La prueba de comportamiento defensivo de la progenie de las colonias seleccionadas se evaluó registrando las variables tiempo al primer agujonazo y el número total de agujones. Se aplicaron 5 µl de Isopentil Acetato sobre un extremo del papel de forma triangular de 4 x 2 cm filtro

Whatman No. 40, que se colocó sobre la entrada de la colmena durante un periodo de 30 s (Gúzman-Novoa *et al.*, 2003) para inducir el estímulo y desencadenar la respuesta defensiva. Posterior al estímulo, se utilizó una bandera de gamuza negra de 8 x 10 cm suspendida de una pieza de madera (0.7 x 0.5 x 100 cm) durante 30 s (Guzmán-Novoa *et al.*, 1999) que fue elevada y descendida dos veces por segundo frente a la entrada de las colonias a una distancia de 10 cm durante 30 s. Las banderas se guardaron individualmente en bolsas plásticas con la identificación de la colonia correspondiente para el registro de agujones depositados en las banderas de gamuza y se anotó el tiempo al primer agujonazo sobre la bandera de piel. Para evaluar el tiempo al primer agujonazo y número total de agujones se utilizó la prueba de Kruskal Wallis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente experimento el comportamiento defensivo de las colonias evaluadas mostro un promedio de 1.33 en la escala sugerida por Guzmán-Novoa *et al.* (2003), la cual corresponde a abejas con bajo comportamiento defensivo. Este resultado no concuerda con los reportados por Ramírez (2004) quien encontró una valor de 2.16.

No se observaron diferencias significativas entre las distintas colonias evaluados ($p > 0.15$). Las colonias seleccionadas mostraron comportamiento defensivo bajo, similar al reportado en otras investigaciones (Ramírez, 2004).

Los valores promedio resultado de la suma de las características de comportamiento defensivo de los grupos madre, padre 1 y 2 fueron 1.3, 1.2 y 1.5, respectivamente. Estos valores difieren de los que reportó Ramírez (2004), con promedios de 2.0, 2.4 y 2.1, en zonas con abejas africanizadas.

La respuesta defensiva desarrollada por las colonias evaluadas se debió a que los apicultores realizan anualmente el cambio de reinas con individuos de origen europeo, las cuales desarrollan la respuesta defensiva en forma más lenta y menos intensa a diferencia de las abejas de origen africano (Collins *et al.*, 1984; Palacio *et al.*, 2000) y que en las poblaciones africanizadas se pueden encontrar colonias con baja defensividad (Ramírez, 2004).

Se observaron diferencias significativas ($p < 0.02$) en la cantidad de agujones (NA) dejados en la bandera de gamuza en la primera evaluación, mientras que en la segunda no hubo diferencias significativas ($p > 0.07$).

Por otro lado, el tiempo que transcurrió al primer agujón (TA) en la bandera de gamuza, se observaron diferencias estadísticas significativas entre grupos en ambas pruebas para TA ($p < 0.02$).

Estos resultados difieren de los que obtuvo Ramírez (2004) quien señaló que no se presentaron diferencias estadísticas significativas en las evaluaciones de la conducta defensiva de la generación F1. Por otro lado, Villa (1988) observó que las abejas africanizadas dejaron mayor cantidad de agujones sobre la bandera de gamuza y tardaron menos tiempo en responder al estímulo ($p < 0.01$).

La cantidad de agujones depositados en 30 segundos determina la respuesta de las abejas al estímulo presentado inicialmente, debido a la feromona de alarma liberada durante el agujoneo, por lo tanto, a mayor tiempo transcurrido más abejas agujonean la bandera de gamuza, elevando la cantidad de feromona liberada atrayendo más obreras hacia el objetivo (Collins *et al.*, 1994).

CONCLUSIÓN

La conducta defensiva de las colonias fue variable, por lo que es necesario proseguir con la selección para reducir la defensividad de las colonias, lo que indica que se pueden encontrar colonias con baja conducta defensiva en las poblaciones locales africanizadas.

REFERENCIAS

- Andere, C., M., A. Palacio, E. M. Rodríguez, E. Figini, M. T. Domínguez and E. Bedascaburre. 2002. Evaluation of defensive behaviour of two honey bees ecotypes using a laboratory test. *Genetic Molecular Biology* 25:51-58.
- Breed, M. D., E. Guzmán N. and G. Hunt. 2004. Defensive behavior of honeybees: Genetic and comparison with other bees. *Annual Review Entomology* 49:271-298.
- Collins, A. M. and K. J. Kubasek. 1982. Field test of honey bee (Hymenoptera: Apidae) colony defensive behavior. *Annual Entomology Society American* 75:383-387.
- Collins, A. M., T. E. Rinderer, J. R. Harbo and M. A. Brown. 1984. Heritabilities and correlations for several characteristics in the honey bee. *The Journal of Heredity* 75:383-387.
- Collins, A. M., T. E. Rinderer, K. W. Tucker, H. A. Silvester and J. J. Lockett. 1980. A model of honey bee defensive behavior. *Journal of Apicultural Research* 19:221-231.
- COTECOCA. 1973. Estado de Tamaulipas. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F. Marzo de 1973.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen, México, D. F.
- Guzman, N. E., M. D. Prieto, R. J. Uribe and G. Hunt. 2003. Relatively reliability of four field assays to test defensive behavior of honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research* 42:42-46.
- Guzmán, N. E., R. E. Page, H. G. Spangler and R. H. Erickson. 1999. A comparison of two assays to test the defensive behavior of honey bees (*Apis mellifera*). *Journal of Apicultural Research* 38:205-209.
- Lobo, N. F., L. Q. Ton, C. A. Hill., C. Emore., J. Romero-Severson, G. J. Hunt and F. H. Collins. 2003. Genomic analysis in the *sting-2* Quantitative trait locus for defensive behavior in the honey bee. *Apis mellifera*. *Genetic Research*. 13:2588-2593.
- Palacio, M. A., E. Figini., R. S. Ruffinengo., E. M. Rodriguez., M. L. del Hoyo y E. Bedascaburre. 2000. Changes in a population of *Apis mellifera* L. selected for hygienic behavior and its relation to brood disease tolerance. *Apidologie* 31:471-478.
- Pearce, A. N., Z. Y. Huang and M. D. Breed. 2001. Juvenile hormone and aggression in honey bees. *Journal Insect Physiology* 47:1243-1247.
- Ramírez, R. J. A. 2004. Selección de abejas africanizadas (*Apis mellifera* L.) para incrementar la producción de miel y reducir el comportamiento defensivo en Yucatán, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Apicultura Tropical UADY-FMVZ. pp. 96.
- Uribe, R. J., A. M. García, C. R. Robles, B. A. Correa, L. I. Fuentes y E. T. Ochoa. 2007. Correlación morfométrica y defensiva en tres grupos genéticos de abejas (*Apis mellifera*) en el altiplano mexicano. 14° Congreso Internacional de Actualización Apícola. Boca del Rio, Veracruz, México. 126-130.
- Uribe, R. J. L., N. E. Guzmán, G. J. Hunt, B. A. Correa, R. J. Zozaya. 2003. Efecto de la africanización sobre la producción de miel y comportamiento defensivo y tamaño de las abejas melíferas (*Apis mellifera* L.) en el Altiplano Mexicano. *Veterinaria México* 34(1):47-59.
- Villa, D. J. 1988. Defensive behaviour of Africanized and European honeybees at two elevations in Colombia. *Journal of Apicultural Research*. 27(3):141-145.

ESTABLECIMIENTO DE UNA UNIDAD DE MANEJO DE VIDA SILVESTRE (UMA) INTENSIVA DE VENADO COLA BLANCA (*Odocoileus virginianus*) EN CHIAPAS.

P.J. Arcos Vázquez, L.F. Jimenez Ramirez, C. Tejeda Cruz

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia (UNACH)

**E-mail: PEDROJ19279@hotmail.com*

RESUMEN

En enero de 2011 se realizó la gestión para acceder al subsidio del fomento a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre nativa en UMA cuyos regímenes son aplicados en las comunidades rurales de la república mexicana, expedida por SEMARNAT, dando este como resultado su aprobación con un monto de \$ 449, 931.00 contando con 6 meses para su ejecución total. El diseño del proyecto consistió en el establecimiento de una UMA intensiva de venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*), en la localidad Zamora pico de oro, región cercana a la REBIMA (reserva de la biosfera montes azules). Se centro en la construcción de instalaciones para contención de ejemplares, adquisición de pies de cría de acuerdo a la sub especie y elaboración de plan de manejo que estableciera las principales actividades zootécnicas a realizar. Cabe señalar que durante la puesta en marcha se utilizaron materiales de contención para encierros completamente especializados conocidas como mallas venaderas triple nudo que brindan confort y protección. La búsqueda de pies de cría resulto en una labor con suma complicación en razón de la alta demanda que se presenta durante los procesos de puesta en marcha de los subsidios. Actualmente se busca alcanzar los objetivos que promueven el aprovechamiento de manera sustentable en los ámbitos ambientales, sociales, económicos y culturales.

Palabras claves: Rebima, Sustentable, Subsidio, Conservación

INTRODUCCIÓN

El venado cola blanca (*Odocoileus virginianus*) se encuentra ampliamente distribuido por todo el país y es probablemente el animal de caza más importante en México, soportando la presión de cacería y la modificación del hábitat (Leopoldo, 1959). Se encuentra a lo largo del todo el Estado de Chiapas con excepción de las escasas selvas húmedas conservadas. Es una especie que se adapta bien a condiciones de cautiverio y por tanto es susceptible de aprovechamiento en criaderos intensivos (Álvarez del Toro, 1991).

En el estado de Chiapas, se encuentran dos subespecies: *O. virginianus thomasi* y *O. virginianus nelsoni*, siendo esta última la que se encuentra presente en la región Selva Lacandona (Galindo y Weber, 1998) en donde se desarrolla el proyecto.

El presente trabajo tiene como objetivo describir las acciones que se han desarrollado para la instrumentación de la UMA Cervatti en el ejido Zamora Pico de Oro, Chiapas e identificar y discutir las limitantes que se han enfrentado en este tipo de proyectos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La UMA Cervatti se encuentra ubicada en el ejido Zamora Pico de Oro, municipio de Marqués de Comillas, en la región Selva Lacandona.

Métodos

1. Sistematización de la experiencia en la gestión e instrumentación de la UMA Cervatti por parte de los autores del artículo, desde la gestión del proyecto hasta su situación actual.
2. Talleres entre los técnicos y el productor para discutir las limitantes y alternativas de solución.
- 3.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los recursos utilizados en la implementación del proyecto se obtuvieron con base en los “Lineamientos para el otorgamiento de subsidios de fomento a la conservación y aprovechamiento sustentable de la vida silvestre en UMA o PIMVS en las comunidades rurales de la República Mexicana. Ejercicio 2011.”, emitidos por la Subsecretaría de Gestión para la Protección Ambiental a través de la Dirección General de Vida Silvestre. La gestión del proyecto dio como resultado su aprobación con un monto de 449, 931.00 por un periodo de 6 meses para su ejecución, en un predio localizado en el ejido Zamora pico de oro, en las coordenadas UTM 1805110 735780 15Q WGS84, perteneciente al municipio de Marqués de Comillas Chiapas, que colinda al noroeste con el Municipio de Ocosingo, al noreste con Benemérito de las Américas, al extremo suroeste con Maravilla Tenejapa y al sur con la república de Guatemala.

Objetivos

En el proyecto se plantearon los siguientes objetivos:

- a) Diseñar y construir instalaciones adecuadas para el mantenimiento de los ejemplares.
- b) Adquirir el pie de cría de la subespecie presente en la región.
- c) Elaborar un plan de manejo de acuerdo a los lineamientos establecidos por la SEMARNAT y adecuado a las condiciones particulares del sitio de implementación.

Construcción de instalaciones

Se logró la Instalación de cercos de 100 m² con 4 divisiones que comprenden el área de reproductores, gestantes, crías y cuarentena con un pasillo central de manejo. Para ello, se usó malla venadera triple nudo de la marca DEACERO®, que es la que proporciona un mayor confort, protección, durabilidad y fácil mantenimiento. Además se construyó una bodega de usos múltiples, se arreglaron las vías de acceso y estableció una plantación de árboles y leguminosas. Se utilizó mano de obra de la región para favorecer la economía las familias locales.

Adquisición del pie de cría

El proyecto contempló la adquisición de un pie de cría compuesto de un macho y 9 hembras en edad reproductiva, en estado fisiológico adecuado y de la misma subespecie presente en la región, mismo que sería adquirido en UMAS con registro y permisos certificados por la SEMARNAT. La complicación que se presentó en este caso, fue que existió una sobre demanda tanto nacional como estatal de venado cola blanca, por los numerosos apoyos que la SEMARNAT otorgó en 2011 para el establecimiento de UMAS de esta especie. Por lo anterior, las UMAS ya establecidas y con permiso de aprovechamiento, no contaban con la tasa de aprovechamiento suficiente para abastecer a esa demanda, o bien, únicamente tenían ejemplares machos disponibles dado que las hembras son mantenidas en las UMAS como reproductoras o se encontraban gestantes. Como resultado, después de visitar diferentes UMAS de venado cola blanca en el Estado, sólo se pudo adquirir a un semental en el ejido Pedro Méndez.

El traslado del ejemplar se realizó con sumo cuidado, ya esta especie es muy propensa al estrés por manejo, utilizando las medidas de sujeción y contención establecidas por la SEMARNAT, bajo la supervisión continua de un médico veterinario. El traslado se hizo en una caja especial bien ventilada y con medidas de seguridad para evitar lastimar al ejemplar.

Plan de manejo

Se elaboró y adecuó un plan de manejo, siguiendo los lineamientos establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y en el plan de manejo tipo, que comprende las principales actividades a realizar para la conservación y aprovechamiento sustentable del venado cola blanca, tomando en cuenta, medidas y calendarios para la alimentación, reproducción, cuarentena, medicina preventiva.

CONCLUSIÓN

La construcción de las instalaciones se logró sin mayores contratiempos considerando espacios e instalaciones adecuadas para el establecimiento de una UMA de venado cola blanca.

La principal limitante para la instrumentación del proyecto fue la imposibilidad de adquirir el pie de cría. La demanda por los numerosos apoyos para UMAS de esta especie superó la oferta, pero se sigue en la búsqueda del cumplimiento de los objetivos planteados de acuerdo a los principios de sustentabilidad que establecen las reglas de operación.

El programa de manejo para la UMA Cervatti se elaboró de acuerdo a los términos de referencia que marca la DGVS de la SEMARNAT. Actualmente se ha sido evaluada con éxito y obtención del registro con número: SEMARNAT-UMA-IN-0146-CHIS/11.

REFERENCIAS

- Álvarez del Toro, M. 1991. Los mamíferos de Chiapas. Gobierno del Estado de Chiapas. Segunda Edición. 133 pp.
- Galindo-Leal, C. y Weber M. 1998. El venado de la Sierra Madre Occidental. Ecología, manejo y conservación. EDICUSA-CONABIO. Primera edición. 272 pp.
- Leopold, A.S. 2000. Fauna silvestre de México. Segunda Edición en español de la obra en inglés (1959). Editorial Pax, México. 600 pp. + Apéndices.

LA OVINOCULTURA EN LAS CUATRO ZONAS BORREGUERAS DE MICHOACÁN DE OCAMPO.

MGJ. Nuncio Ochoa^{1*}, J. Nahed Toral², V. Salinas Melgoza¹, CM. Arriaga Jordán³, E. Sánchez Vera³ y B. Gómez Ramos⁴.

¹ Instituto Tecnológico del Valle de Morelia. ² El Colegio de la Frontera Sur. ³ Instituto de Ciencias Agropecuarias y Rurales (ICAR). Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). ⁴ Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. E-mail: kaab5@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se identificaron cuatro Zonas Borregueras (ZB): i) la del Altiplano Michoacano (ZBAM), ii) la del Bajío Michoacano (ZBBM), iii) el Valle de Apatzingan (ZBVA) y iv) el Trópico Subhúmedo (ZBTS). Las cuales están integradas por 24 municipios, con una población ovina 146'416 cabezas. Las ZB fueron caracterizadas bajo criterios fisicobióticos y en las unidades de producción ovina (UPO) se considerando aspectos socioeconómicos y tecnológicos. La ZBAM se distingue por contribuir con el 43.5% de la población ovina y el 50.0% de la producción ovina en canal, además por su ubicación geográfica y su colindancia con el estado México, mayor productor y consumidor carne ovina.

Palabras clave: producción ovina, diversificación productiva y economía familiar.

INTRODUCCIÓN

La situación actual de la ganadería en el estado de Michoacán ha llevado a muchos ganaderos a buscar alternativas productivas como la ovinocultura, que con respecto la ganadería bovina representen un menor costo de producción, debido a la adaptabilidad de la especie a diferentes ambientes, permite mayor cantidad de carne por hectárea con un 23% de mayor precio/kg en pie. Además, en algunas Unidades de Producción que inicialmente fueron granjas porcícolas, principalmente en la región del Bajío Michoacano, en la actualidad se han introducido ovinos, debido a la crisis económica que sufrió la porcicultura en México y la entrada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLECAN), disminuyendo la producción porcina. Esto ha sido positivo para la ovinocultura en la región, incrementándose el número de cabezas que van de 220,085 en 1997 a 248,500 de ovinos en el 2009. No obstante, se desconocen las características de las zonas ovinocultoras de la entidad y del papel que desempeñan en el desarrollo de la ovinocultura. Por lo que el objetivo fue identificar y caracterizar las zonas borregueras de Michoacán, considerando la diversificación de las unidades de producción, así como determinar la participación económica de la actividad ovina dentro del ingreso familiar.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de enero a diciembre del 2011, en 152 UPO de 24 municipios borregueros del estado de Michoacán, donde se aplicó a los productores un cuestionario de acuerdo a metodología de Padua (1981) y de Vela, (2001), para seleccionar los municipios borregueros (aquellos que mantuvieron una población mayor 2400 ovinos durante el periodo) se empleó la información sobre la población ovina por municipios de Michoacán de los anuarios estadísticos del INEGI de los años 1994 al 2009 (información en línea) y la base de datos del Censo Agrícola Ganadero y Forestal versión digital (INEGI, 2007, publicado en 2010), específicamente los

tabulares de la población de ovinos por municipio y número de unidades de producción ovina con uso de tecnología por municipio, Para el cálculo del tamaño de la muestra se empleó el método aleatorio estratificado, con precisión de muestreo absoluto y 15% de prevalencia desconocida con un nivel de confianza del 95%. Así se obtuvo el total de UPO a estudiar por municipio. Las Zonas Borregueras fueron elegidas con base en los criterios propuestos por Nuncio *et al.* (2001). Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva.

RESULTADOS

Se identificaron cuatro Zonas Borregueras; Altiplano y Bajío Michoacano, Valle de Apatzingán y Trópico Húmedo (Cuadro 1), integradas por 24 municipios, que coinciden con cuatro de las cinco Regiones Ganaderas del estado de Michoacán, descritas por Sánchez y Sánchez (2005), cada una de las zonas borregueras con características propias (Cuadro 1). El Altiplano Michoacano representa la zona de mayor importancia ovina, debido a que se localizan el 54% de los municipios borregueros, lo que representa el 44% de la superficie borreguera y esto coincide con el 70% de la población humana, en ésta zona se concentra casi el cincuenta por ciento de la población y producción ovina estatal, esto puede deberse a su fisiografía, que le permite tener un clima dominante que es el Templado Semifrío, propicio para la cría de ovinos, ya que éstos se encuentran en el intervalo óptimo de su zona termoneutral (Johnson y Hahan, 1982), por lo que se encontró una mayor diversidad de razas ovinas de lana y pelo, en donde prevaleció el 66% de razas de lana, y con un 33% de pelo. Además de ser la zona que colinda y confluye con el Estado de México, uno de los mayores consumidores de carne ovina a nivel nacional, lo que le permite obtener de del 10 al 12% de mayor precio del kg en pie y de carne respectivamente, dentro de las cuatro Zonas Borregueras (Cuadro 1).

Dentro de las unidades de producción ovinas se desarrollan diversas actividades agropecuarias (Cuadro 2), entre las que se encuentran la cría de bovinos, aves y cerdos, las cuales cumplen una función importante dentro de la economía familiar. Así mismo, en las unidades también se realizan actividades no agropecuarias, en las que los productores se desempeñan como empleados estatales, federales, jornaleros, transportistas y comerciantes etc. (Cuadro 2), y esto les permite complementar el ingreso económico. En las zonas borregueras del Altiplano Michoacano, Valle de Apatzingán y Trópico Subhúmedo, la agricultura se desarrolla en más del 91.0% de las UPO y en la ZBVA un alto porcentaje (83.5%) comercializa los excedentes agrícolas, generando un ingreso adicional a la UPO, al igual que la ZBBM, mientras en las ZBAM y ZBTS la actividad agrícola está encaminada al autoabasto. El 81.2% de la producción ovina en la ZBTS se combina con animales de solar (Cuadro 2). En el 73.0% de las UPO de la zona del Bajío Michoacano la producción de bovinos representó el 85.0% del ingreso por la venta de lácteos y animales en pie. Se destaca que el 46.6% de las UPO de la ZBBM tienen animales de solar (Cuadro 2) y que de éstas el 100.0% tienen ingreso por la venta de sus productos, pues se distinguen algunas UPO por ser inicialmente granjas de porcinos que han introducido ovinos, debido a las fuertes crisis económicas que sufrió la porcicultura en México y la entrada del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLECAN), por lo que ésta región del Bajío Michoacano ha sido afectada en la producción de porcinos (Bobadilla *et al.*, 2010). La diversificación de las unidades de producción ovina, es generadora de ingresos y contribuye a mantener la estabilidad económica en momentos de crisis, así como el nivel nutricional de las familias campesinas. Medrano (2000) señaló que el 34.0% de las unidades de producción ovinas en México viven solamente de ésta actividad, lo que indica el que el resto de los ovinocultores del país tienen otra actividad complementaria, como se aprecia en este estudio.

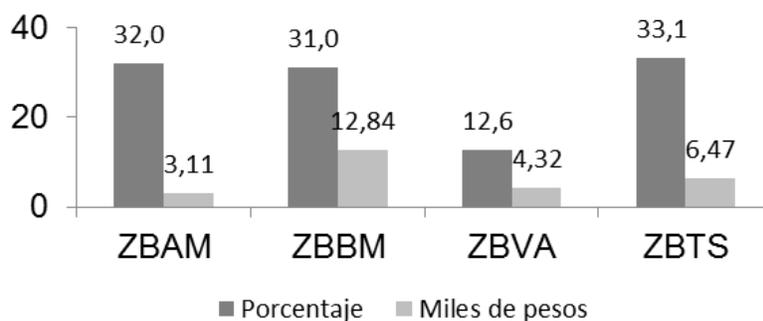
Cuadro 1. Caracterización de las Zonas Borregueras de Michoacán

Indicador (Localización en el Estado)	Zona Borreguera			
	Valle de Apatzingán (ZBVA) (Suroeste)	Bajío Michoacano (ZBBM) (Noreste)	Trópico Subhúmedo (ZBTS) (Sur- Sureste)	Altiplano Michoacano (ZBAM) (Centro Oriente)
Observaciones	3	5	3	13
Municipios Muestreados (24)	Apatzingán, Mújica y Parácuaro	La Piedad, Sixto Verdúzco, Puruandiro, V. Carranza y Zacapu	Huetamo, San Lucas y Tuzantla	A. Obregón, Contepec, E. Huerta, Hidalgo, Jungapeo, Maravatio, Morelia, Ocampo, Senguio, Tlalpujahuá, Tuxpan, Zinapécuaro y Zitácuaro.
UPO Muestreadas (152)	13	15	16	108
Población Humana Habitantes, 2010	193,955	289,901	76,706	1 314,096
Clima Dominante %	Árido y Semiárido 53.5 Cálido y Semicálido 46.0	Cálido y Semicálidos 56.0 Templado Semifrío 44.0	Cálido y Semicálido 52.6 Árido y Semiárido 46.8	Templado Semifrío 83.0
Temperatura Media Anual	97.5% de la zona 22°C. Tepalcatepec 49.3	18°C 12 a 18°C.	96.5% de la zona 22°C	12 a 18 °C
Sub-provincias Fisiográficas %	Cordillera Costera del Sur 32.9 Escarpa Limítrofe del Sur 16.9	Sierra y Bajío Michoacano 65.4 Neovolcánica Tarasca 13.0 Chapala 11.6	Depresión del Balsas 87.4 Cordillera Costera del Sur 11.2	Mil Cumbres 61.7 Depresión del Balsas 14.4 Sierra y Bajío 9.9
Superficie Total Ha.	250 900	188 587	354 277	617 825
Uso del Suelo, (%)				
Agricultura	44.0	54.0	26.9	39.8
Pastizal	7.7	9.4	14.5	13.9
Tenencia de la Tierra, %				
Ejidal	53.4	64.0	53.0	46.6
Pequeña Propiedad	46.6	36.0	47.0	53.4
Población Ovina cabezas	10, 057	15,450	12,909	108, 000
Y (%)	4.0	6.2	5.1	43.5
Producción ovina en canal \bar{x} 2006-2008, %	2.6	3.0	2.4	50.0
Precio carne \$/Kg, 2010	43.4	45.2	41.5	46.2
Precio en pie \$/Kg, 2010	23.50	23.90	21.7	24.7
Razas de ovinos, % de:				
Lana	13.6	13.6	0.0	66.6
Pelo	84.6	86.4	100	33.4

Cuadro 2. Unidades de producción ovina por zona borreguera asociadas a otras actividades productivas y contribución a la economía familiar.

	Porcentaje de UPO con Participación de Otras Actividades				Porcentaje de UPO que tienen Ingreso Económicos por Venta de Productos			
	ZBAM	ZBBM	ZBVA	ZBTS	ZBAM	ZBBM	ZBVA	ZBTS
Bovinos	54.6	73.0	46.0	43.7	75.5	85.0	100	100
Animales de solar (cerdos y aves)	68.5	46.6	61.5	81.2	64.8	100	50.0	53.8
Agricultura	91.0	66.7	92.0	93.7	37.6	79.4	83.5	33.4
No agropecuario	43.7	33.3	61.5	75.0	-	-	-	-

El mayor ingreso económico mensual por la venta de ovinos y subproductos de éstos (Figura 2) se observó en las unidades de producción ovina de la Zona del Bajío Michoacano, con un promedio mensual de \$12,841.0 pesos, posiblemente por que las UPO son de tipo empresarial, las cuales pasaron de ser granjas porcinas, a empresas dedicadas a la producción ovina y/o bovinos, con una mínima inversión; mientras que para la zona Altiplano Michoacano, no obstante ser la de mayor importancia por la población ovina que concentra, el ingreso mensual fue de \$ 3,105.0 pesos, debido a que las unidades de producción fueron de tipo social o familiar. La participación del aporte económico del sistema ovino a la Unidad de Producción Familiar fue mayor al 30.0% en las zonas: ZBAM, ZBBM y ZBTS; mientras que en la ZBVA solo significó el 12.6% de los ingresos de la unidad familiar (Figura 1). Lo que coincide con el estudio realizado por Nahed-Toral *et al.* (2003), donde la participación económica del sistema ovino en las unidades de producción familiar ovinocultoras de los Altos de Chiapas aportó más del 30.0% de los ingresos a la unidad.

**Figura 1.** Ingreso promedio mensual y porcentaje de aporte por ventas de ovinos y productos de éstos, a la Unidad Familiar por zona.

CONCLUSIONES

El Estado de Michoacán cuenta con cuatro zonas Borregueras, en las que sobresale Altiplano ya que contribuye con la mayor proporción de la población y producción ovina, el sistema ovino participa con un 27.1 % en los ingresos de la unidades familiares, además se observó una diversificación productiva importante en las cuatro zonas, que en forma adicional complementan económicamente a las unidades familiares.

AGRADECIMIENTOS

A los productores de ovinos de Michoacán por la información proporcionada y a la Fundación Produce Michoacán, A.C., por el financiamiento para el desarrollo del trabajo de investigación.

REFERENCIAS

- Bobadilla S.E.E., Espinosa O.A. y Martínez C.F.E. (2010). Dinámica de la producción porcina en México de 1980 a 2008. *Revista mexicana de ciencias Pecuarias*, 1 (3): 251- 268.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática) (2010). Censo Agrícola, Ganadero y Forestal 2007.
- Medrano J.(2000). Recursos animales locales del Centro de México. *Archivos de Zootecnia*, 49: 385- 390.
- Nahed-Toral J., Cortina-Villar S. y López-Tirado Q. (2003). Uso de recursos y posibilidad de mejora en la unidad espacial de la zona borreguera Tzotzil. *Arch. Latinoam. Prod. Anim.* 11(1): 40-49.
- Nuncio OG, Nahed TJ, Díaz BH, Escobedo AF, Salvatierra BI. 2001. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia* 35:469-477.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación) (2009). Datos tabulares (archivo electrónico).
- Sánchez R.G. y Sánchez V.A. (eds) (2005). La ganadería bovina del estado de Michoacán. Fundación Produce Michoacán, A.C. Michoacán, México.
- Padua J. 1981. Técnicas de investigación aplicadas a las ciencias sociales. Fernández Editores. Estado de México. Pp. 38-45.
- Vela F. (2001). Un acto metodológico básico de la investigación social: la entrevista cualitativa. En: Tarrés M.L. (ed) *Observar, escuchar y comprender. Sobre la tradición cualitativa en la investigación social*. Porrúa y FLACSO., México, pp. 63-95.

COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO Y REPRODUCTIVO DE UN HATO BOVINO COMERCIAL EN PASTOREO SUSTENTABLE EN EL SUR DE CAMPECHE.

F. Álvarez Flores

*Agropecuaria Mayalam S.P.R. de R.L.
E-mail: agroasesores2010@hotmail.com*

RESUMEN

Se presenta información sobre el comportamiento productivo y reproductivo de un hato comercial con datos de 1992 al 2012, al pasar de un sistema extensivo tradicional a otro tecnificado más intensivo, eficiente y sustentable. Se utilizan algunas prácticas de manejo apropiadas que contribuyen de revertir procesos de degradación de los recursos naturales, lograr bienestar animal y aumentar productividad. En este lapso nacieron 1,257 crías hembras y 1,353 machos. Se destetaron 989 hembras y 1,027 machos con peso de 163.7 y 178 kg respectivamente. Se observó una tendencia a aumentar 17% el peso y reducir la edad en 13 % al destete. En el periodo de 1998-2012 se estimó una producción de 183 kg de destetes por ha/año y por vaca/año hato. La edad al empadre se redujo 16% llegando a los 22 meses con 360 kg. La edad al primer parto disminuyó en 7 meses, resultando el primer parto a los 34.6 meses. El intervalo entre partos disminuyó en los últimos 20 años de 560 a 398 días. El Intervalo entre partos de acuerdo al número de partos bajó de 516 a 436 días del segundo al décimo parto. El hato terminó en 2012 con: 240 vacas, 87 vaquillas, 147 novillonas, 70 becerras, 75 becerros, 90 toretes y 10 sementales; con 541 UAA y una carga animal promedio de 1.18 UA/ha. Del 2000-12 se vendieron en canal: 245 vacas, 205 vaquillas, 850 toretes finalizados y 17 sementales de desecho; en pie, 176 toretes media ceba y 166 novillonas. Los rendimientos pie canal fría fueron: vacas desecho 53%, vaquillas 56 %, torete finalizado 57.5 % y sementales de desecho 58% que clasificaron como finalizado y supremo. Se compraron 28 sementales razas Cebú, suizo, posteriormente Beefmaster y algunos Brangus Rojo recientemente. La mortalidad se ubicó por debajo del 1 %.

Palabras clave: pastoreo racional, intensificación.

INTRODUCCIÓN

Los sistemas tradicionales extensivos de producción bovina se caracterizan por ser de baja productividad y que degradan los recursos naturales al permitir el sobrepastoreo, especialmente en la época seca del año que dura de 4 a 5 meses.

En la década 2000 a 2010, la ganadería pasó por una crisis de bajos precios y productividad que ocasionó descapitalización, descuido en la conservación de los recursos naturales, no utilización de tecnología apropiada y abandono de la actividad. Sin embargo, en los años 2011 y 2012 el aumento en la demanda de carne provocó un incremento en los precios de los bovinos y reducción en la oferta ocasionada por la venta de hembras de remplazo y vacas jóvenes en actividad reproductiva.

Existen recursos naturales, tecnología apropiada y condiciones para mejorar la productividad de los hatos ganaderos, sin perder de vista que la conservación de los recursos naturales debe ser de alta prioridad para la sustentabilidad de la actividad.

En el presente trabajo se muestra la información técnica sobre el comportamiento productivo y reproductivo de un hato bovino comercial con información parcial desde año 1992 al 2012, la

cual no se enmarco dentro de un modelo estadístico, ya que no era su objetivo inicial. El obtivo del presente trabajo fue analizar el comportamiento productivo y reproductivo de un hato bovino comercial de carne en ciclo completo (cría, desarrollo y finalización) bajo condiciones de pastoreo con información obtenida de 1992 al año 2012,

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la empresa: El presente trabajo se realizó en 2 predios ganaderos de 230 ha c/u denominados La Alianza y Loma Linda, manejados como una sola unidad de producción. Ubicados en los km 198 y 199 de la Carretera Villahermosa- Escárcega, Municipio Carmen, Campeche.

Suelos: Los suelos tienen la característica de ser perfiles medianos, arcillo-limo-arenosos, pH ligeramente ácido, con ligeras pendientes, susceptible de mecanizarse, algunas áreas son susceptibles de inundarse durante la estación de lluvias. Suelos aptos para la siembra de árboles forestales, forrajeros y pastos como: Estrella Africana, humidicola, Dictyoneura, Guinea y nativos como el Alicia, Cabezón (*Paspalum virgatum*) y otros tolerantes a inundaciones como Alemán y Panameño.

Agua: Las fincas se abastecen de agua limpia utilizando bombas en pozos artesanales y tanques elevados (7 a 8 m) distribuyendo el agua por gravedad a través de poliductos que llega a bebederos portátiles con flotador Hudson, asegurando que el agua llegue limpia y suficiente al ganado en todos los potreros.

Vegetación: Predominaba Selva Mediana Subperennifolia y pastos nativos.

Clima: El clima es cálido subhúmedo con lluvias en verano (AW_{01}) y temperatura media anual de 26 °C con una oscilación térmica de 12 a 40 °C durante el año. La precipitación media anual es de alrededor de 1300 mm distribuida de Junio a Diciembre. La estación seca, de Febrero a Mayo, afecta negativamente el comportamiento productivo de la pradera y del ganado.

Unidades de producción: Los predios son manejados coordinadamente. En La Alianza se mantienen vacas de cría, algunas vaquillas gestantes, becerros lactantes y sementales. La carga estimada es de una vaca con su cría por ha/año. En Loma Linda se llevan los destetes; aquí se desarrollan, preñan novillonas, engordan y salen al mercado o regresan a la unidad de cría como vaquillas gestantes o vacas de primer parto. La población ganadera oscila en alrededor de 2 cabezas por hectárea y 1.4 UAA/ha/año.

Manejo de la información: Se dispone de un programa ganadero computarizado amigable denominado Congawin que procesa la información disponible acumulada desde 1992 sobre el comportamiento productivo y reproductivo del hato, esta información se trasladó a una base de datos, para analizar la información y realizar algunos análisis estadísticos.

Manejo de praderas: En la unidad Loma-Unión la capacidad de carga animal disponible estimada es de alrededor de 562 U.A.A. Los potreros son manejados en pastoreo rotacional, disponiendo de alrededor de 140 de éstos divididos con cercos eléctricos de un hilo con alambre liso. El ganado es lotificado de acuerdo a su etapa productiva en lotes de 60 a 90 cabezas.

Ganado: La empresa se inició con ganado predominantemente Cebú/suizo y cruza sin control de varias razas europeas. A partir del año 2006 se empezó a cruzar en forma masiva con sementales de la raza Beefmaster con la finalidad de producir ganado de mejor calidad cárnica; eficiente y adaptado a las condiciones locales. **Suplementación alimenticia:** El principal alimento es el pastoreo directo. Los animales se suplementan en forma restringida cuando se requiere en corrales cercanos a los potreros o en la engorda mas intensiva con granos/subproductos en la etapa de finalización. También se suministra a libre acceso una fórmula mineral y/o bloques multinutricionales en los potreros.

Reproducción: Las novillonas entran a empadrear con un peso mínimo de 350 kg o 24 meses de edad, lo que ocurra primero. Se pone especial atención en mantener una buena condición corporal en vacas pre y postparto para preñarlas lo más temprano posible después del parto. Se apoyan con suplementación estratégica, amantamiento restringido, destete temporal, empadre controlado, palpaciones rectales, rotación de sementales y aplicación de vitaminas y minerales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Nacencias: En el periodo de 1992 a 2012 fueron registrados 2,610 becerros nacidos; 1,257 hembras y 1,353 machos.

Peso y edad al destete: Se destetaron 2,016 crías, 989 hembras y 1,027 machos. El peso promedio al destete ha aumentado en alrededor de 15 kg en hembras y 20 kg en machos con 163.7 y 178 kg respectivamente. La edad al destete se ha reducido en 1 mes de 7.3 a 6.3. El peso ajustado a los 205 días mostró una tendencia similar.

Pesos hembras: Se ha incrementado alrededor de un 17% al destete con una reducción del 13% en la edad. El peso al empadrear ha aumentado 18% y se redujo en 24% la edad. La edad al primer parto se ha disminuido en 7 meses (Figura 1).

Estos parámetros muestran una mejora importante con el tiempo, lo que representa una mayor cosecha de becerros y una mayor tasa de extracción y le ha permitido a la empresa intensificar y eficientar la producción.

Intervalo entre partos: Disminuyeron de 580 a 398 días de 1992-12 (Figura 2). Lo que representa mantener en la empresa una mayor proporción de vacas productivas, eliminación temprana de vacas y aumentar significativamente el porcentaje de nacencias a más del 85 %, lo que significa un mejoramiento muy importante para la empresa al pasar de la obtención de un becerro/vaca de 19 a 13 meses. El intervalo entre partos de acuerdo al número de partos muestra una tendencia similar (Cuadro 1), indicando que las vacas están teniendo una vida productiva más larga al mantener una mayor proporción eficientemente de vacas de más de 8 partos en el hato.

Intervalo entre partos por número de partos: Muestra una tendencia a reducirse de 516 a 436 días en el décimo, muestra buena eficiencia hasta el octavo parto.

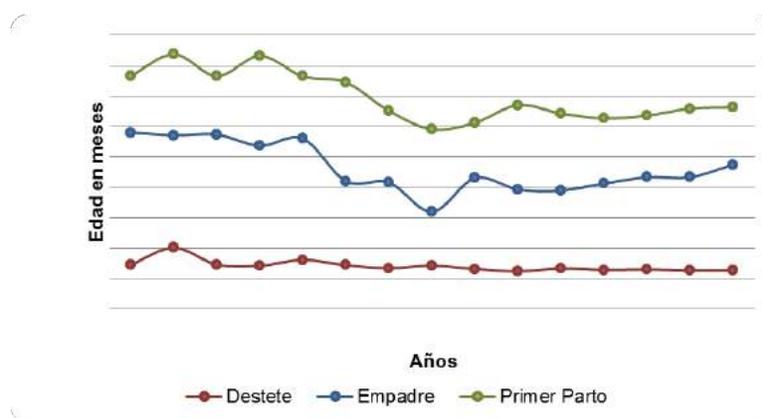


Figura 1. Edad de novillonas al destete, empadre y primer parto de 1998 al 2012.

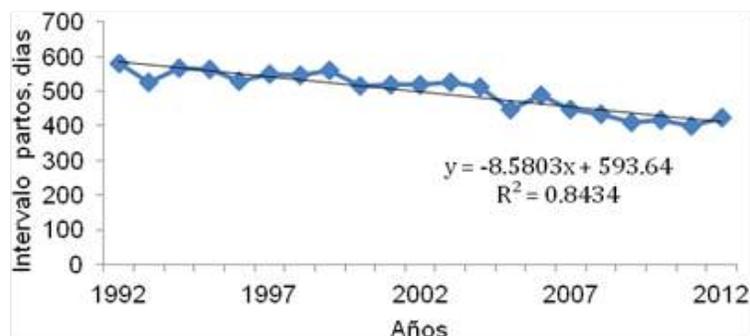


Figura 2. Tendencia del intervalo entre partos vacas. 1992 a 2012.

Cuadro1. Intervalos entre partos por número parto y peso destetes de 1992 a 2012.

Núm. parto	Intervalo parto	Peso destete	Núm. observaciones
2	516 ± 11	176	480
3	473 ± 11	180	383
4	445 ± 12	177	329
5	434 ± 14	181	260
6	429 ± 16	174	191
7	417 ± 17	173	136
8	414 ± 19	176	93
9	430 ± 25	167	56
10	436 ± 32	181	29
Total	444 ± 5	176	1957

Ventas: En el periodo 2000-12 se vendieron en canal fría: 245 vacas de desecho de 497 kg y 53% de rendimiento pie/canal; 205 novillonas de 430 kg, de 28 meses y 56% de rendimiento; 850 toretes de 440 kg con 22 meses y rendimiento 57.6%; 17 sementales de desecho de 743 kg con 68.1 meses y 58.5% de rendimiento. Las canales clasificaron como finalizado y supremo. Además se vendieron en pie: 166 novillonas y 176 toretes de 405 kg y 20 meses. Durante el 2009-2012 se estimó una producción de 184 kg/ha/año de carne en pie vendida en la unidad. Esta información indica que ha sido posible vender más carne de mejor calidad a menor edad de los animales, lo que aumento la tasa de extracción y permitió la utilización de las praderas con animales más productivos.

Mortalidad: La mortalidad fue menor del 1%. A fines del 2012 se tuvo un ataque virulento de rabia en 10 animales jóvenes no vacunados.

CONCLUSIONES

En el periodo 2000-2012 los pesos al destete aumentaron entre 15-20 kg en hembras y machos. La edad al destete bajo de 7.3 a 6.3 meses. Se estimó una producción de 183 kg de destete por ha/año y vaca/hato en unidad de cría. El peso al empadre aumento 18% y se redujo en 24% la edad. La edad al primer parto disminuyó en 7 meses de 41.6 a 34.6 meses. Se redujo el intervalo entre partos de 580 a 398 días lo que significa un porcentaje de nacencias superior al 85%. Considerando la unidad completa se vendieron 184 kg/ha/año

LAS UMA'S TABASQUEÑAS DE TORTUGA BLANCA *Dermatemys mawii*: ALTERNATIVAS PARA LA CONSERVACIÓN DE LA CULTURA ALIMENTARIA MEDIANTE SU APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE

G. Beauregard Solís¹, C.E. Zenteno Ruiz², C.A. Méndez Sánchez³, J.D. Peregrino Reyes, E. Guzmán Juárez y C. Solís Zurita

¹ *Cuerpo Académico Educación Ambiental, Cultura y Sustentabilidad de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco-División Académica de Ciencias Biológicas (UJAT-DACBiol), Km. 0.5 carretera Villahermosa-Cárdenas, entronque a Bosques de Saloya, Centro, Tabasco, México. C.P. 86029.* ² *Cuerpo Académico Ecología y Conservación de Fauna Silvestre Neotropical (UJAT-DACBiol),* ³ *Secretaría de Energía, Recursos Naturales y Protección Ambiental (SERNAPAM). E-mail: graciela.beauregard@ujat.mx; ceibeuregard@yahoo.com*

RESUMEN

Este trabajo da a conocer uno de los Capítulos del libro “Educación ambiental para la conservación de la tortuga blanca *Dermatemys mawii*”, con el objetivo de coadyuvar a la conservación de la Especie, fomentando una cultura de protección, conservación y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, en la población del Estado. Particularmente, a través de las Unidades de Manejo para la conservación de la tortuga blanca (UMA's), en Tabasco. Lo anterior, porque esta es una de las nueve especies de quelonios dulceacuícolas que forman parte de la cultura alimentaria del tabasqueño, mismas que le han aportado, además de arte culinario, proteínas.

Palabras clave: patrimonio natural, tradición.

INTRODUCCIÓN

México es una zona cuya riqueza natural y cultural se encuentra en las regiones prioritarias (hot spots) internacionales para la conservación de la vida y la identidad humana. Lo anterior, debido al abuso en el uso de sus recursos naturales y a la desaparición de los hábitats naturales de muchas de sus especies de flora y fauna. En las tierras bajas de Tabasco, la tortuga blanca fue abundante y tuvo un uso alimenticio extendido desde tiempos ancestrales, sin que se registraran problemas con su población y distribución. Sin embargo, en las últimas décadas, sus poblaciones se han reducido drásticamente, al grado de desaparecer en muchas localidades, por lo que actualmente se considera como una especie en peligro de extinción. Por lo anterior, es importante que conozcamos nuestros recursos naturales y aprendamos a convivir armónicamente con ellos, ya que la mayoría no son renovables, o dependen de procesos tan frágiles como prolongados, para recuperarse.

El capítulo que se describe es el correspondiente a las Alternativas para la conservación, protección, investigación, aprovechamiento sustentable, recreación, divulgación y educación ambiental: Unidades de Manejo (UMA's) de la tortuga blanca.

La tortuga blanca, la cual se localiza en ríos caudalosos, es una especie que alcanza hasta 60 cm. de longitud. Es de color gris oliváceo y preferentemente herbívora (consume plantas acuáticas emergentes y sumergidas). La puesta de huevos ocurre de octubre a diciembre y pone de 8 a 10 (Figura 1).

Actualmente en México, la tortuga blanca es una especie en peligro de extinción según la NOM-059-SEMARNAT-2001 (SEMARNAT, 2001). Asimismo, se encuentra incluida en la lista

mundial de las 25 especies de tortugas terrestres y de agua dulce con mayor amenaza de desaparición por el Fondo para la Conservación de las Tortugas (TCF, 2003) y desde 1981 se contempla en Apéndice II por la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES, 2005). Por esta razón, la formación de las UMAS representa una alternativa para su conservación.



Figura 1. Ejemplar de tortuga blanca

MATERIALES Y MÉTODOS

Las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) buscan promover esquemas alternativos de producción compatibles con el cuidado del ambiente, a través del uso racional, ordenado y planificado de los recursos naturales renovables en ellas contenidos, frenando o revirtiendo los procesos de deterioro ambiental. Modifican substancialmente las prácticas de subvaloración, el uso abusivo y los modelos restrictivos tradicionalmente empleados en el país para la gestión de la vida silvestre. Intentan crear oportunidades de aprovechamiento que sean complementarias de otras actividades productivas convencionales, como la agricultura, la ganadería o la silvicultura. Las UMA pueden funcionar como centros productores de pies de cría, como bancos de germoplasma, como nuevas alternativas de conservación y reproducción de especies, en labores de investigación, educación ambiental, capacitación, así como unidades de producción de ejemplares, partes y derivados que puedan ser incorporados a los diferentes circuitos del mercado legal.

Las UMA's funcionan con base en la aplicación de su plan de manejo, previamente aprobado por la SEMARNAT, mismo que es elaborado por el técnico responsable, de acuerdo a los objetivos de la misma, garantizado con un programa de trabajo la conservación de los ecosistemas y la viabilidad de las poblaciones de todas las especies existentes en el lugar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las UMA's se clasifican en dos grandes grupos: *Extensivas*, aquellas en donde los ejemplares de fauna silvestre se desarrollan en libertad y bajo procesos de reproducción y selección natural. *Intensivas*, son las unidades de producción o exhibición que cuentan con infraestructura y en donde los ejemplares se encuentran en cautiverio y son objeto de manejo controlado.

En el mapa de la Figura 2, se muestra la localización de las diez UMA'S de *Dermatemys mawii* que hay en Tabasco. La Granja de Tortugas del Estado de Tabasco, es el único criadero que ha logrado la reproducción intensiva y ha completado el ciclo completo de la tortuga blanca. Resguarda una población de 524 ejemplares (hasta diciembre de 2011) entre crías, juveniles y adultos. Cabe mencionarse que estas Unidades han sido constituidas gracias al involucramiento de la población. De hecho, el 90% de ellas trabaja gracias a la organización de las comunidades donde se localizan.



Figura 2. Localización de las diez UMA'S de *Dermatemys mawii* en Tabasco.

Ante este panorama, es imperante que el gobierno del Estado, instituciones de investigación, cámaras empresariales y la sociedad civil, se comprometan a colaborar en la conservación de esta especie, parte de la identidad cultural de Tabasco (Figura 3).



Figura 3. Unidad de manejo para la conservación de vida silvestre, “Granja de tortugas Arroyo Tabasquillo.”

CONCLUSIÓN

Se deben llevar a cabo las siguientes acciones, a favor de la conservación del Especie: Impulsar la investigación científica sobre su historia de vida y estado de las poblaciones silvestres; desarrollar estrategias comunitarias de protección de su hábitat; reducir los impactos ocasionados en su hábitat por efecto de actividades industriales y agropecuarias; difundir el estado actual de la especie a través de campañas de educación ambiental; dar a conocer y cumplir lo establecido en la legislación vigente en relación a la protección de la especie; combatir el tráfico ilegal; impulsar la reproducción de la especie a través de criaderos o protección de áreas de nidación o UMA'S y fomentar el ecoturismo.

Por todo lo anterior, el estudio de esta Especie, además de las otras ocho de tortugas de agua dulce, representa un campo interesante y que aún requiere de mayor investigación para abordar su valoración y conservación como un recurso tanto cultural y biológico.

REFERENCIA

Zenteno, R. C.E., C.A. Méndez S., G. Beauregard S., 2012. Educación ambiental para la conservación de la tortuga blanca *Dermatemis mawii*. SERNAPAM-UJAT (México). 249 p.

DINÁMICA DE ARVENSES EN EL CULTIVO DE MAÍZ EN CALLEJONES CON ÁRBOLES FORRAJEROS EN LA ZONA CENTRAL DE YUCATÁN

R. Tzuc-Martínez, F. Casanova-Lugo*, A. Caamal-Maldonado, M. Gallegos-Pérez

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5, C.P. 97100 Mérida, Yucatán, México. *E-mail: fkzanov@gmail.com*

RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar la dinámica de la cobertura y la biomasa de arvenses en sistemas agroforestales integrados con maíz asociado con árboles forrajeros: *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, y *Moringa oleifera*, durante dos ciclos agrícolas. Se realizaron muestreos de arvenses al inicio, la mitad y al final de cada ciclo de cultivo. La menor cobertura de arvenses al inicio del ciclo de cultivo fue para la asociación de *Guazuma* con maíz (<40%). En sentido opuesto, en los muestreos subsecuentes el sistema de *Moringa* asociado con maíz presentó la mayor cobertura de arvenses (59%). Asimismo, la mayor cobertura de arvenses se presentó a la mitad del ciclo de cultivo de maíz (57%). La biomasa de arvenses, fue menor en los sistemas agroforestales evaluados en comparación con el monocultivo de maíz (292.9 vs. 411.9 g MS/m², en promedio). Al final de cada ciclo de cultivo se apreció una reducción en la biomasa de dichas especies. Se concluye que los sistemas agroforestales contribuyen al control de las especies espontáneas que surgen durante el proceso de cultivo, dado que reducen su cobertura y biomasa, en comparación con el monocultivo de maíz.

Palabras clave: especies forrajeras, control de arvenses, cobertura de arvenses, biomasa de arvenses.

INTRODUCCIÓN

En Yucatán, la milpa bajo el esquema de roza, tumba y quema (rtq) es un sistema diversificado que representa el 95% de la superficie cultivada (Arias y Dzib, 2008); no obstante, en las últimas décadas la reducción en los rendimientos del maíz y el aumento considerable de las especies que se desarrollan de forma natural (arvenses) ante la perturbación ocasionada por el manejo agrícola, son dos factores que limitan su sostenibilidad (Libman, 1996).

A pesar de los muchos esfuerzos de control realizados por los campesinos, por medios químicos o manuales en Yucatán, las arvenses representan un problema en el cultivo de maíz, por lo que se han buscado opciones para su manejo, como el uso de coberturas vivas o muertas (mantillos) o la intercalación con especies arbustivas o arbóreas en sistemas agroforestales (Caamal-Maldonado *et al.*, 2001).

Existe evidencia que indica que las especies arbóreas que poseen un sistema de raíces profundo y extenso, como el caso de *Leucaena leucocephala*, pueden producir gran cantidad de follaje y limitar el crecimiento de arvenses debido a la sombra que éstas producen (Jama *et al.*, 1991). Por su parte, Giraldo (1996) señala que las especies arbóreas que poseen copas redondeadas y extendidas, y hojas simples y ovaladas; como el caso de *Guazuma ulmifolia*, pueden reducir significativamente la riqueza y abundancia de arvenses debajo del dosel, debido a la gran cantidad de luz que estas especies interceptan. No obstante, en algunas modalidades agroforestales, las especies arbóreas son podadas para obtener forraje, lo que podría modificar el control de dichas especies. Por lo tanto, el propósito de este estudio fue determinar la dinámica de

la cobertura y biomasa de dichas especies en sistemas agroforestales integrados con el maíz durante dos ciclos agrícolas, durante los cuales se realizan podas periódicas de los árboles asociados.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en una parcela experimental del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CCBA), de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY). La zona presenta un clima Aw₀, con una precipitación promedio anual de 953 mm. La temperatura media anual es de 26°C, con poca variación (García, 1988). Los suelos predominantes son las rendzinas, de moderada fertilidad (Bautista *et al.* 2005). La evaluación tuvo una duración de un año, que abarcó dos ciclos de cultivo de maíz: el primero de junio a diciembre de 2011, y el segundo, de enero a mayo del 2012.

Las unidades experimentales fueron establecidas desde junio de 2004 y están conformadas por parcelas de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleifera*, en un arreglo de la plantación de 2.0 m entre hileras y de 0.5 m entre plantas. Las especies arbóreas han sido podadas a 1.0 m de altura cada 3 meses desde el primer año de establecimiento.

El maíz utilizado fue de la variedad local Nal-Xoy, material genético de grano amarillo desarrollado en el municipio de Peto, Yucatán. Este maíz se obtuvo de una cruce aleatoria del Nal-Tel y la PR7822 (Dzib y Ortega, 2002). La siembra se realizó primero en semilleros: charolas plásticas de 70 celdas con una apertura de 3 cm de diámetro y una profundidad de 5 cm aproximadamente. En cada celda se colocaron dos semillas, y después de 15 días las plántulas en pares fueron trasplantadas en las unidades experimentales respectivas. Cabe mencionar que previo al trasplante, las leñosas fueron podadas de manera habitual.

El maíz en campo fue establecido en hileras intercaladas entre los árboles forrajeros, distanciadas entre sí a un m y con una distancia entre individuos de 50 cm, logrando con ello una densidad de 20,000 plantas/ha,

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones; los tratamientos fueron:

1. *Leucaena leucocephala* asociada con maíz (Leucaena + Maíz)
2. *Guazuma ulmifolia* asociada con maíz (Guazuma + Maíz)
3. *Moringa oleifera* asociada con maíz (Moringa + Maíz)
4. Monocultivo de maíz.

Los muestreos de arvenses se realizaron en tres periodos distintos, para conocer su dinámica: i) Inicio, al momento de trasplante del maíz; ii) Intermedio, después del primer corte de las especies arbóreas forrajeras, aproximadamente a la mitad del ciclo de cultivo; y iii) Final, antes de la poda de las especies arbóreas forrajeras, al finalizar el ciclo del cultivo.

Se establecieron cuadrantes metálicos de 0.5 x 0.5 m; seis por cada unidad experimental y distribuidos en zig-zag, en ambos lados de la hilera central de la especie arbórea respectiva, en cada unidad experimental. La cobertura de arvenses fue estimada a partir de fotografías digitales de alta resolución, tomadas en un ángulo recto (90°) y a una altura de 1.20 m sobre cada cuadrante. Cada imagen fue analizada con el software CobCal versión 2.0 para Windows © para estimar la cobertura (Ferrari *et al.*, 2009). También, las arvenses incluidas dentro de cada cuadrante metálico fueron cosechadas desde la raíz y separadas por especie para análisis posteriores. Posteriormente, las muestras fueron secadas con una estufa de circulación de aire forzado a 70°C hasta peso constante para determinar la biomasa en base seca.

Finalmente, los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza con el paquete estadístico SigmaPlot® versión 11.0 (Systat Software Inc, USA). Cuando se presentaron diferencias se realizó la prueba de comparación de medias de acuerdo con Tukey al 5 %.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La mayor cobertura de arvenses ($P < 0.05$) se mostró a la mitad del ciclo de cultivo de maíz (Cuadro 1). Por tratamientos, al inicio del ciclo del cultivo el sistema conformado por Guazuma asociado con maíz tuvo la menor cobertura de arvenses ($P < 0.01$). En contraste, el sistema de Moringa asociado con maíz presentó la mayor cobertura de arvenses (60% aproximadamente) a la mitad y al final del ciclo del cultivo ($P < 0.05$).

Cuadro 1. Cobertura de arvenses promedio (m^2) en tres momentos de muestreo en sistemas agroforestales y un monocultivo de maíz en la zona central de Yucatán, México.

Tratamientos	Ciclo de cultivo		
	Inicio	Intermedio	Final
Leucaena + maíz	0.47 a	0.56 b	0.47 c
Moringa + maíz	0.50 b	0.62 a	0.56 a
Guazuma + maíz	0.39 c	0.54 b	0.42 d
Monocultivo de maíz	0.45 a	0.57 ab	0.51 b
Promedio	0.46 B	0.57 A	0.49 B

Literales distintas indican diferencias estadísticas de acuerdo a Tukey al 5% de error.

Cuadro 2. Biomasa de arvenses promedio (g MS/ m^2) en tres momentos de muestreo en sistemas agroforestales y un monocultivo de maíz en la zona central de Yucatán, México.

Tratamientos	Ciclo de Cultivo		
	Inicio	Intermedio	Final
Leucaena + maíz	321.0 b	322.2 b	310.0 b
Moringa + maíz	300.6 b	327.4 b	263.4 c
Guazuma + maíz	246.6 c	285.0 c	259.6 c
Monocultivo de maíz	429.6 a	420.0 a	386.0 a
Promedio	324.5 A	338.7 A	304.8 B

Literales distintas indican diferencias estadísticas de acuerdo a Tukey al 5% de error.

Por otra parte, la biomasa de arvenses fue menor en los sistemas agroforestales evaluados en comparación con el monocultivo de maíz, en todos los periodos de evaluación ($P < 0.05$; Cuadro 2). De hecho, el valor promedio de los tres sistemas con árboles, contabilizando las tres etapas de muestreo fue de 292.9 g MS/ m^2 , menor que el obtenido al promediar los mismos periodos para el monocultivo de maíz: (411.9 g MS/ m^2). Además, al final del ciclo de cultivo se logró apreciar una reducción en biomasa de dichas especies en comparación con los muestreos anteriores ($P < 0.05$; Cuadro 2).

Los resultados encontrados en el presente estudio concuerdan con lo reportado por Caamal-Maldonado *et al.* (2001) quienes indican que la cobertura arbórea reduce la germinación de arvenses y en algunos casos disminuye su desarrollo hasta la etapa reproductiva, lo que deprime la cobertura y biomasa de arvenses. Además, Farooq *et al.* (2011) mencionan que algunas

leguminosas liberan en el medio algunos compuestos alelopáticos que contribuyen al control de dichas arvenses.

CONCLUSIONES

La presencia de árboles en los sistemas agroforestales contribuye a reducir la cobertura y la biomasa de arvenses en el cultivo de maíz en la zona central de Yucatán. Es prioritario, entonces, realizar otros estudios que contribuyan al entendimiento de las interacciones entre los componentes de los sistemas agroforestales, en particular leñosas-cultivos-arvenses, para optimizar el diseño, manejo y aprovechamiento de dichos sistemas y con ello contribuir a la producción de alimentos.

REFERENCIAS

- Arias L.; Dzib, L. 2008. Estudio entonobotánico de las razas criollas de maíz en la península de Yucatán. Cinvestav-UACH, p. 29.
- Bautista, F.; Palacio, G. 2005. Caracterización y Manejo de los suelos de la península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. Universidad Autónoma De Campeche, Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, pp. 282.
- Camal-Maldonado, J.A.; Jiménez-Osornio, J.J.; Torres-Barragán, A.; Anaya, A.L. 2001. The use allelopathic legume cover and mulch species for weed control in cropping systems. *Agronomy Journal*, 93:27-36.
- Dzib, A.L.; Ortega, R. 2002. Caracterización agronómica del maíz Nal-Xoy. Memorias del XIX Congreso Nacional de Citogenética. Saltillo Coahuila, México. p. 243.
- Farooq, M.; Jabran, K.; Cheema, Z.A.; Wahid, A.; Siddique, K. 2011. The role of allelopathy in agricultural pest management. *Pest Management Science*, 67(5): 493-506.
- Ferrari, D.M.; Pozzolo, O.R.; Ferrari, H.J. 2009. Desarrollo de un software para estimación de la cobertura vegetal. Uruguay. p. 5.
- García, E. 1988. CONABIO. Climas clasificación de Koopen. *En* .Instituto Nacional de Ecología. México.
- Giraldo, L.A. 1996. Efecto de tres densidades de árboles en el potencial forrajero de un sistema silvopastoril Natural. *In: Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles*. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Pp.57-72.
- Jama, B.; Getahun, A.; Ngugi, D.N. 1991. Shading effects of alley cropped *Leucaena leucocephala* on weed biomass and maize yield at Mtwapa, Coast Province, Kenya. *Agroforestry Systems*, 13: 1-11
- Libman, M. 1996. Agroecología y Agricultura Sostenible. San José de las Lajas, Cuba, Ed. por CLADES, CEAS- ISCAH, pp. 107-118.

RENDIMIENTO DE FORRAJE DE ESPECIES ARBÓREAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES Y SU USO COMO ABONO VERDE PARA EL MAÍZ

M. Gallegos-Pérez, A. Caamal-Maldonado, F. Casanova-Lugo, R. Tzuc-Martínez

Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán. Carretera Mérida-Xmatkuil Km. 15.5, C.P. 97100 Mérida, Yucatán, México.

E-mail: magdis_lilu@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue determinar el rendimiento de forraje de *Leucaena leucocephala*, *Guazuma ulmifolia* y *Moringa oleífera* en la estación seca y su aplicación como abono verde sobre la producción del maíz en sistemas agroforestales. Se utilizaron 9 parcelas, en un diseño de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas. Se cuantificó el rendimiento de biomasa forrajera y no-comestible, así como la producción y peso específico del grano de maíz. El rendimiento de forraje de *Leucaena* (4.8 t MS/ha) fue mayor que *Guazuma* (3.6 t MS/ha) y *Moringa* (2.1 t MS/ha). *Guazuma* fue la especie con menor proporción de biomasa no-comestible. El sistema conformado por *Moringa*, tuvo el mayor rendimiento de maíz, el que fue similar aún sin la aplicación del follaje verde como abono. Por su parte, la aplicación de dicho material tuvo un efecto positivo sobre el rendimiento de maíz en los tratamientos de *Leucaena* y *Guazuma*. Por otra parte, el maíz asociado con *Guazuma* mostró menor calidad de grano, en comparación con *Moringa* y *Leucaena*; sin embargo, la aplicación de follaje fresco de *Guazuma* mejoró su calidad en un 20%, en comparación con el tratamiento sin abono. Se concluye que los sistemas agroforestales conformados por especies leñosas y maíz son una buena opción para la producción de forraje y maíz durante la estación seca en condiciones cálidas subhúmedas.

Palabras clave: especies leñosas, producción, grano, leguminosas.

INTRODUCCIÓN

En los trópicos subhúmedos y semiáridos, la producción ganadera se ve seriamente limitada por la escasez y la mala calidad de forraje durante la estación seca; aunado a esto, las actividades agrícolas extensivas de roza, tumba y quema son de escasa productividad, debido a condiciones ambientales de suelos someros y clima de trópico subhúmedo y semiárido y por el alto grado de perturbación de los ecosistemas (Bautista y Palacio, 2005).

En el mantenimiento de los pastizales se invierte gran cantidad de esfuerzo y recursos económicos en la fertilización, control de arvenses y el riego que sólo se resuelve temporalmente con su abandono y con la apertura de nuevas tierras para pastos; esto provoca degradación y pérdida de toneladas anuales de materia orgánica (MO) y suelo fértil, ya que éste resulta fundamental en la búsqueda de la sustentabilidad en la agricultura (Jonhston *et al.*, 2009). Los sistemas agroforestales son una opción para reducir la erosión, reducir la contaminación de suelos, mejorar el ciclo y la calidad del agua, entre otros servicios, a través de la utilización de especies leñosas perennes; sin embargo al utilizar estos sistemas de manera intensiva se tiende a sobreexplotar los recursos disponibles, con lo que se disminuye su productividad (Musálem, 2001). Por ello, se han hecho trabajos de la asociación de leguminosas con los cultivos y su incorporación como abono verde; la mineralización del material vegetal tiene un efecto positivo sobre el cultivo, con las ventajas de que al ser aplicado se incrementa la MO del suelo y se reduce el uso de fertilizantes químicos (Galván- Gutierrez *et al.*, 2001). En tal contexto, el objetivo de

este trabajo fue evaluar la producción de forraje de especies leñosas y el efecto de aplicar una parte del mismo como abono verde en un sistema agroforestal.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en un sistema agroforestal experimental ubicado en el Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán, en Xmatkuil, Yucatán, México; el periodo reportado aquí abarcó de mayo de 2011 a mayo de 2012. La zona presenta un clima Aw_0 , con una precipitación promedio anual de 953 mm. La temperatura media anual es de 26°C, con poca variación (García, 1988). Los suelos predominantes son las rendzinas, de moderada fertilidad (Bautista y Palacio, 2005). El experimento se realizó en una parcela de 0.5 ha, establecida desde el año 2005. El área está dividida en 12 unidades experimentales de 4 x 10 m, con un espacio de 2 m entre parcelas. Se utilizó un diseño experimental de bloques completos al azar, con un arreglo en parcelas divididas. Las parcelas grandes estuvieron conformadas por la especie arbórea particular (i.e. *Leucaena*, *Guazuma*, y *Moringa*), cuyas plantas estuvieron espaciadas a dos m entre hileras (tres) y 50 cm entre individuos, con una densidad de plantación de 10,000 plantas ha⁻¹. A su vez, las parcelas chicas se formaron con los niveles de aplicación de follaje de las especies leñosas al maíz asociado: con y sin abono. La cantidad de material vegetal utilizada fue equivalente a la dosis de fertilización recomendada para el cultivo de maíz que es igual a 3.4 kg N/ha/día; así, para cubrir ese requerimiento y de acuerdo con las características de contenido de humedad y de N del follaje de cada especie arbórea, fue necesario utilizar: 1.72 kg follaje fresco de *Leucaena*; 2.42 kg de *Guazuma* y 3.5 kg de *Moringa*.

Se determinó el rendimiento de biomasa (i.e. forrajera y no-comestible) de las distintas especies leñosas mediante podas de biomasa aérea cada tres meses, que coincidieron con el inicio del cultivo y la etapa de floración del maíz. El procedimiento consistió en seleccionar de manera aleatoria, seis árboles en cada hilera, los cuáles fueron podados a una altura de 1.0 m y la biomasa fue separada en dos partes: forraje (hojas y tallos tiernos) y no-comestible (ramas y tallos leñosos). Después, el material recolectado fue pesado en fresco y se tomaron tres muestras de cada especie para determinar su contenido de materia seca. Del material podado de los árboles restantes se tomó la cantidad de follaje necesaria para abonar al cultivo de maíz. Al final del ciclo del cultivo se registró el rendimiento y peso específico del grano. Para esto último se tomaron dos sub-muestras de 100 granos cada uno, fueron pesadas en fresco y después de secadas en un horno a 60° C durante 2 días.

Los datos de producción de forraje y rendimiento de maíz fueron analizados mediante un ANOVA usando el modelo PROC MIXED (SAS Institute, 2001). Asimismo, se utilizó la prueba de Tukey al 5% de error para la comparación de medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Leucaena fue la especie con mayor producción de biomasa forrajera comparada con *Guazuma* y *Moringa* ($P=0.001$). En contraste, *Guazuma* tuvo la menor proporción de biomasa no-comestible (40% menor) que *Leucaena* y *Moringa* ($P<0.05$). Con respecto a la biomasa total, se observó que *Leucaena* alcanzó un mayor valor que *Guazuma* y *Moringa*. Un estudio similar realizado por Petit-Aldana (2011) reportó que en la estación seca, *Guazuma* produjo una mayor cantidad de forraje (1.9 t MS/ha), que *Leucaena* (1.5 t MS/ha) y *Moringa* (1.1 t MS/ha). Estos resultados difieren con los encontrados en este estudio, debido posiblemente a la alta pedregosidad existente en el área de estudio, ya que se ha demostrado que los arbustos forrajeros, no leguminosos, como en la especie *Guazuma*, el tallo disminuye sus reservas para la formación de flores y frutos en la estación seca.

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa forrajera y no-comestible en sistemas agroforestales conformados por *Leucaena Leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Moringa oleifera* en Xmatkuil, Yucatán.

Parámetro	Especie arbórea		
	Leucaena	Guazuma	Moringa
Forraje (t MS ha ⁻¹)	4.8 ± 1.18 a	3.6 ± 0.53 b	2.1 ± 0.68 b
No-comestible (t MS ha ⁻¹)	1.8 ± 0.34 a	0.9 ± 0.20 b	1.6 ± 0.66 a
Total (t MS ha ⁻¹)	6.6 ± 1.36 a	4.5 ± 0.64 b	3.7 ± 1.26 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$).

El rendimiento de maíz fue mayor en el tratamiento de *Moringa*, aunque no fue diferente al aplicar el abono de dicha especie al maíz. Lo anterior puede ser debido a la rápida descomposición del material, tal como sugieren Segura-Rosel *et al.*, (2012), quienes observaron que *Moringa* liberó el 80% de N total en sus hojas en sólo 4 semanas de descomposición, a diferencia de *Leucaena* y *Guazuma* donde la liberación de dicho elemento fue más lenta. Ello explicaría el efecto positivo de la aplicación de follaje fresco sobre el rendimiento del cultivo en los tratamientos de *Leucaena* y *Guazuma*, debido a que el rendimiento de grano se incrementó casi al doble en comparación con las parcelas sin dicho aporte. De hecho, el rendimiento del maíz en ambos tratamientos se redujo a casi la mitad de lo reportado como promedio en la zona, pero al aplicar el abono el rendimiento alcanzó dicho valor promedio.

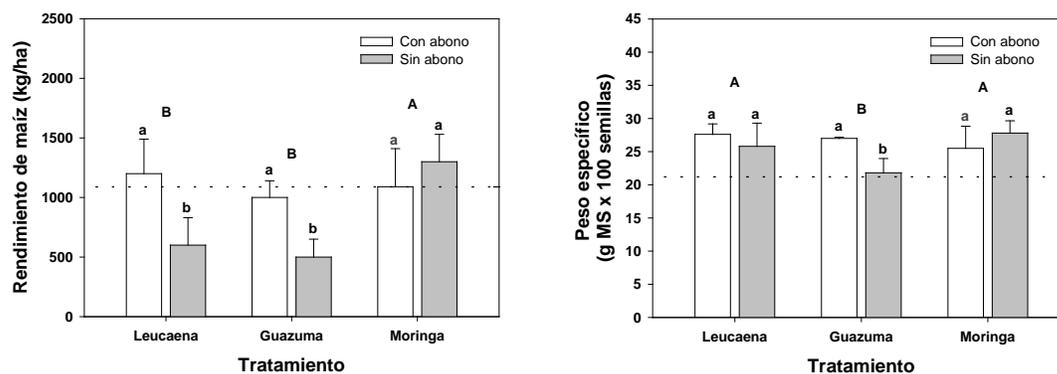


Figura 2. Rendimiento y peso específico del grano de maíz Nal-Xoy cosechado en sistemas agroforestales de *Leucaena Leucocephala*, *Guazuma ulmifolia*, *Moringa oleifera* en Xmatkuil, Yucatán. Letras distintas indican diferencias estadísticas entre tratamientos de acuerdo a Tukey ($P < 0.05$). La línea punteada (---) representa un monocultivo de referencia en la zona de estudio.

Por otra parte, el peso específico del grano de maíz fue diferente entre tratamientos, dado que *Guazuma* tuvo menor una calidad de grano, en comparación con *Moringa* y *Leucaena*. No obstante, la aplicación de follaje fresco de *Guazuma* como abono mejoró la calidad del grano en un 20%, en comparación con el tratamiento sin abono. Se ha reportado que el peso específico del grano de maíz es afectado por diversos factores (Gamboa, 2009), siendo la disponibilidad de luz el determinante en sistemas agroforestales, dado que esta es interceptada por los árboles y reduce su disponibilidad para el cultivo asociado. Esto es frecuente en especies leñosas que ramifican a baja altura y su copa es ancha e irregular, como en el caso de *Guazuma* donde la entrada de luz a la superficie del suelo puede ser limitada en comparación con las otras especies leñosas.

Asimismo, la adición del follaje fresco como abono verde mejora posiblemente la disponibilidad de recursos (i.e. humedad y nutrientes) para el cultivo asociado (Segura-Rosel *et al.*, 2012).

CONCLUSIONES

Los sistemas agroforestales conformados por especies leñosas y maíz mantienen una buena producción de forraje durante la estación seca, asimismo mantienen y en algunos casos mejoran el rendimiento y calidad del grano de maíz al aplicar el follaje fresco de dichas especies como abono.

REFERENCIAS

- Bautista, F.; Palacio, G. 2005. Caracterización y Manejo de los suelos de la península de Yucatán: implicaciones agropecuarias, forestales y ambientales. UACAM, UADY. Mérida, Yucatán, pp. 282.
- Galván-Gutiérrez, D; Farías-Rodríguez, R; Peña- Cabriales, J.J Y Sanchez – Yáñez, J.M. 2001. Lbranza de conservación, abono verde e inoculación sobre rendimiento de Trigo. Cuatro Vientos, UMSNH. Morelia. 28: 14-18.
- Gamboa, M.A. 2009. Efecto de la sombra de Genizaro (*Albizia saman* Jacq.) y Coyote (*Platymiscium parviflorum* Beth.) sobre la productividad primaria neta aérea y la composición química de pastizales seminaturales en fincas ganaderas de Muy Muy, Nicaragua. Tesis Maestría. Turrialba, Costa Rica. 81 p.
- García, E. 1988. CONABIO. Climas clasificación de Koopen. México, DF.
- Johnston, A.E.; Poulton, P.R.; Coleman, K. 2009. Soil organic matter: its importance in sustainable agriculture and carbon dioxide fluxes. *adv. agron.* 101: 1-57.
- Musálem, S.M. 2001. Sistemas agrosilvopastoriles. Universidad Autónoma de Chapingo. División de Ciencias Forestales. México D.F. 120 p.
- Petit-Aldana, J. 2011. Asociación de especies arbóreas forrajeras para mejorar la productividad y el reciclaje de nutrimentos en sistemas agroforestales Tesis de Doctorado. UADY. Mérida, Yucatán. p 36, 37.
- SAS Institute. 2001. SAS/STAT User's Guide. Release 8.1. SAS. Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Segura-Rosel, A.; Casanova-Lugo F.; Solorio-Sánchez F.; Chay-Canul A. 2012. Asociación de especies leñosas en bancos de forraje: Influencia sobre el aporte de hojarasca, descomposición y liberación de nitrógeno. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 15: 61-69.

PRODUCCIÓN DE TILAPIA EN JAULAS FLOTANTES UNA ESTRATEGIA PARA EL DESARROLLO ACUÍCOLA

J. Julián-Hernández, M. Fernández-Pérez y I. Gallegos-Morales

Laboratorio de Reproducción y Genética Acuícola. División Académica de Ciencias Agropecuarias-UJAT. Carretera Villahermosa-Teapa Km. 25, R/a La Huasteca, Villahermosa, Tabasco, México. E-mail: mafepz@hotmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas flotantes, mediante el método escalonado como una alternativa económica para pequeños productores. Se utilizaron nueve jaulas de 3 x 3 x 1.2 m, con malla alquitranada de una pulgada. El ciclo tuvo una duración de 183 días, 33 días en crecimiento, 60 días en la pre-engorda y 90 días en la engorda y las densidades utilizadas fueron de 1000, 380 y 100 ej./m³ respectivamente. Los peces fueron alimentados diariamente con una ración del 3% de la biomasa ofrecida en 5 porciones al día. Se realizaron las biometrías cada 15 días para determinar la ganancia en peso, el factor de conversión alimenticia y la sobrevivencia. Los resultados mostraron que no hubo diferencia significativa ($P \leq 0.05$) entre jaulas para la sobrevivencia que fue de 96%. La conversión alimenticia fue 1.6 y la tasa de crecimiento para la etapa de engorda fue de 2.98 g/día, la producción obtenida fue de 350 kg/jaula/ciclo. Se concluye que el cultivo en jaulas es una alternativa viable y económicamente rentable.

Palabras clave: Tilapia, jaulas flotantes, cultivo intensivo.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la acuicultura en los últimos años, es considerado como uno de los procesos productivos de mayor avance a nivel mundial, sin embargo su crecimiento ha requerido maximizar la productividad, ello a través de un sistema apropiado para el manejo de los peces y la utilización de especies con cortos períodos de crecimiento.

Entre las especies de cultivo más utilizadas en el mundo se encuentra la tilapia, especie considerada muy productiva debido a su rusticidad (Wicki, 1998; Kitaev, 2002). Autores como Garduño (1998), Suresth (1999), Basurto (2002) y Fernández y Gallegos (2004) reportan que la Tilapia ha podido sobrevivir en aguas con diferentes niveles de concentración de sales, incluyendo aguas marinas y aguas con bajos contenidos de oxígeno como las estancadas.

El presente trabajo basado en el cultivo intensivo de la tilapia (*Oreochromis niloticus*) en jaulas flotantes mediante el método escalonado, pretende aportar información sobre el crecimiento y desempeño general de la especie con el fin de identificar las ventajas y dificultades que representa su cultivo e iniciar la conformación del paquete tecnológico que permita su aprovechamiento comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la comunidad de La Palma, municipio de Tenosique, el cual se encuentra ubicado en la región de los Ríos, Tabasco, México. Se utilizaron nueve jaulas de 3 x 3 x 1.2 m, con malla alquitranada de una pulgada, las cuales fueron colocadas a lo largo del río San Pedro, separadas tres metros entre sí, a las cuales se les colocó una malla de 20 cm de tipo mosquitero a nivel del agua para evitar la fuga del alimento. La alimentación se realizó 5 veces al día con

alimento “El Pedregal” en sus distintas presentaciones. Los parámetros de temperatura, oxígeno y pH fueron tomados diariamente con un oxímetro digital y un potenciómetro. Para el resto de los parámetros se utilizó el disco de Sechii y un kit de análisis para la calidad del agua, estos fueron tomados cada 15 días. El cultivo se realizó de forma escalonada en tres etapas, la primera de “crecimiento” se realizó en una jaula con malla tipo mosquitero, a una densidad de 1000 ej./m³ por 33 días en que alcanzaron la talla para ser trasladados a dos jaulas de una pulgada de luz de malla cada una. La segunda etapa de “pre-engorda” se realizó durante 60 días a una densidad de 380 ej./m³, aquí los peces permanecieron hasta sobrepasar los 100 g. Por último en la etapa de “engorda”, los peces se colocaron en seis jaulas a una densidad de 100 ej./m³ hasta la cosecha.

Los peces utilizados en este trabajo correspondieron a la tilapia nilotica variedad Tabasco (F-2) procedente del programa de mejora genética de la UJAT, estos fueron trasladados en un contenedor de 1200 L, con aireación. Quincenalmente se realizaron los muestreos a los peces donde se midió el peso y la longitud total al 10% de la población de cada jaula. Con estos datos se calculo la Tasa de Crecimiento Diaria (Tacre), el Factor de conversión del alimento (FCA) y el factor de condición (k).

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para comparar los valores de sobrevivencia, tasa de crecimiento y factor de condición. Al final del experimento los peces cosechados se comercializaron directamente en el lugar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La calidad del agua fue un factor importante para el crecimiento de los peces ya que se mantuvo dentro del rango permisible para el cultivo. La temperatura osciló entre 27.3 y 28.9°C, mientras que el oxígeno se mantuvo por encima de 5.2 mg/L durante todo el cultivo, así como el resto de los parámetros (Figura 1). Valores similares a los reportados para la producción de tilapias en diferentes sistemas de manejo (Popma y Lovshin, 1996; Leonhardt *et al.*, 2006).

La cosecha de la primera etapa de la engorda se realizó a los 60 días y la sobrevivencia fue de 87% para la jaula uno y 91 % para la jaula dos, se cosecharon un total de 6087 ejemplares de tilapia con un rango de peso que varió entre 81g y 167g y el peso promedio fue de 136 g., en esta etapa el FCA fue de 1.9.

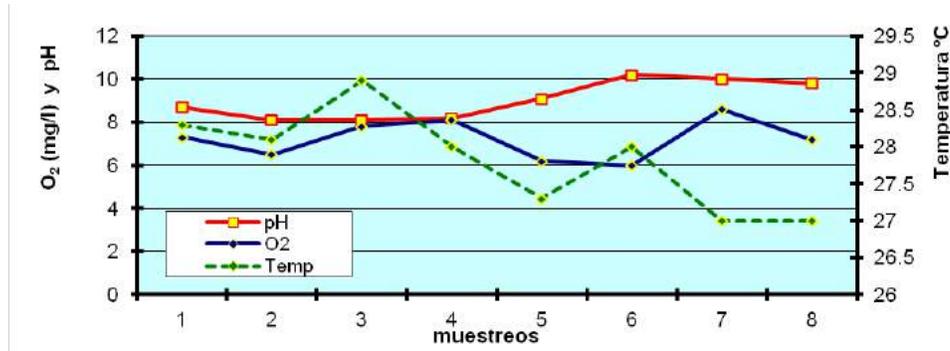


Figura 1. Oxígeno, pH y temperatura durante el cultivo

En la segunda etapa los peces se cosecharon a partir de los 90 días, cada semana fueron cosechada dos jaulas. El peso promedio fue de 405 g., se obtuvo una ganancia diaria de 2.98 g/día, la sobrevivencia promedio en esta etapa fue del 96%. Hay que destacar que la dispersión de tallas fue baja como consecuencia de la clasificación realizada al terminar la etapa de pre-engorda, que permitió agrupar los peces por tamaño. El FCA. fue de 1.6, similar a los resultados obtenidos por Ridha (2006) que reporta un factor de conversión alimenticia de 1.27 y 1.68 con

densidades de siembra de 125 y 200 alevines/m³, lo que indica buena utilización del alimento. Estos resultados indican un buen manejo del cultivo, ya que la mortalidad reportada fue baja y se obtuvo una producción promedio de 350 kg/jaula/ciclo. Se demostró la factibilidad técnica y económica del cultivo de tilapia en jaulas pequeña escala.

CONCLUSIONES

El cultivo en jaulas representa una alternativa viable, pero se recomienda que se realice de forma escalonada, es decir con desdoblamientos periódicos que permita una mejor utilización del espacio y evitar la dispersión de tallas en la cosecha.

La atención dedicada al cultivo arrojó como resultado buenas tasa de crecimiento 2.98 g/día; Factor de Conversión Alimenticia de 1.9 para la pre-engorda y 1.6 durante la engorda, redundando en un menor costo final.

AGRADECIMENTOS

La realización del presente trabajo fue posible gracias a la colaboración de la familia del Sr Ricardes que participo en la construcción y cuidado de las jaulas. A la Dirección de Desarrollo del Ayuntamiento de Tenosique, por el apoyo logístico brindado, a los profesores-investigadores del laboratorio GENACUA por el respaldo científico, a los estudiantes de Ing. en Acuicultura por la colaboración durante los muestreos. A la UJAT y al CRSP a través de Oregon State University por el financiamiento de la investigación.

REFERENCIAS

- Basurto Origel, M. 2002. Algunos aspectos reproductivos de la Tilapia *Oreochromis niloticus* (Linneo) en la laguna de Chila, Veracruz. Centro Regional de Investigación Pesquera en Puerto Morelos, Q. Roo. URL: <http://ecologia.uat.mx/biotam/v6n3/art6.html>
- Fernández Pérez, M. y I. Gallegos Morales. 2004. Caracterización de los principales cuerpos de agua del municipio de Tenosique Tabasco y su potencialidad para la acuicultura. Gobierno del estado de Tabasco. Editorial “Formas continuas de Villahermosa”, Tabasco, México. 40 p.
- Garduño Lugo, M. y G. Muñoz Córdova. (1998). Comparación de parámetros reproductivos, de crecimiento, fenotípicos y económicos de tilapia roja. URL: http://www.ecologia.edu.mx/sigolfo/pagina_n3.htm.
- Kitaev, S.P. (2002). Relationships between atmospheric precipitation, evaporation, temperature, and production of aquatic ecosystems. *Water Resources*, 29(1): 90-94.
- Leonhardt, J.H., M.C. Filho; H. Frossard y A. Machado. 2006. Características morfométricas, rendimiento e composição do filé de tilapia do Nilo, *Oreochromis niloticus*, da linhagen tailadensa, local e do cruzamento de ambas. *Ciências Agrárias*, 27 (1): 125-132.
- Popma, T. and L. Lovshin. 1996. Worldwide prospects for commercial production of tilapia. Auburn University, Alabama, USA. Research and Development Series N° 41. P.
- Ridha M.T. (2006) Comparative study of growth performance of three strains of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, L. at two stocking densities. *Aquaculture Research* 37, 172-179.
- Suresh, A.V. (1999). Recent advances in tilapia broodstock management. *Puerta de la Cruz Venezuela. Acuicultura*, 99:17-20.
- Wicki, G.A. (1998). Estudio de desarrollo y producción de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) *Revista AquaTIC*, 2, ISSN 1578-4541 URL: <http://www.revistaaquatic.com/aquatic/>

CRECIMIENTO DE MAÍZ UTILIZANDO LA VERMICOMPOSTA DE EXCRETAS PORCINAS

B. Balam Cocom¹, A. Martin Casanova¹, M. Puc Chan¹, *W. Trejo Lizama², R. Belmar Casso²

¹ *Estudiante de Agroecología;* ² *Profesor Investigador. Departamento: Producción Animal en Agroecosistemas Tropicales. Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.*
Email: wtlizama@uady.mx

RESUMEN

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la vermicomposta sobre el crecimiento del maíz. Se elaboró vermicomposta utilizando excretas de cerdos. Se establecieron tres tratamientos, con dos kg de sustrato combinando vermicomposta con suelo Kankab: testigo sin vermicomposta, cantidad baja de vermicomposta correspondiente a 500 gr de vermicomposta por maceta, cantidad alta de vermicomposta correspondiente a 1000 gr de vermicomposta por maceta. Se utilizó maíz criollo variedad Nal-Tel, con tres repeticiones por tratamiento y una planta por maceta, y se determinó la altura, biomasa y grosor del tallo a las 8 semanas. La aplicación de vermicomposta como abono orgánico mejoró ($p < 0.05$) la altura, grosor de tallo y biomasa del maíz.

Palabras claves: vermicomposteo, heces, cerdos, maíz.

INTRODUCCIÓN

Las excretas derivadas de la producción animal generados en unidades de producción intensivas, representan por su volumen y concentración en espacios reducidos una fuente de contaminación de los mantos acuíferos y de la atmosfera. Solo en porcicultura, en México, el inventario de porcinos es de alrededor de 9 millones de cabezas (INEGI, 2007), que generan un volumen estimado de heces de alrededor de 487 toneladas BS/día. Las cuales a través del proceso de compostaje puede ser aprovechado el contenido de nutrientes entre ellos el nitrógeno de estos desechos. Existen diferentes tipos de compostaje, entre ellos la vermicomposta, que como abono puede contribuir significativamente a mantener y mejorar la fertilidad del suelo. El humus de lombriz es producto de la descomposición de la materia orgánica por las lombrices, las cuales pueden descomponer casi todo tipo de material de origen vegetal o animal; de manera que su integración a la producción de cultivos contribuya con el reciclaje de nutrientes. Uno de los sistemas de producción agrícola tradicionales como la milpa, requieren de la incorporación de fuentes alternativas para fertilizar sobre todo los suelos sobreexplotados, este sistema de producción se caracterizan por su baja intensificación, en el cual se utiliza entre otras razas de maíz, el Nal- tel, el cual se caracteriza por su precocidad (3 meses). El humus como sustrato para las plantas, puede proporcionar los nutrientes necesarios para estas, sin embargo determinar el volumen a aplicar es importante ya que ello permitiría conocer el valor de la vermicomposta y además contribuir a minimizar la presión de contaminación que representan las grandes cantidades de excretas derivadas de las actividades agropecuarias, por tanto, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del vermiabono sobre el crecimiento del maíz.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de agosto 2012 a enero 2013, en el área de invernaderos del Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias CCBAA – UADY, ubicado en la zona centro del estado de Yucatán.

La vermicomposta usada se elaboró con 7 kg excretas de cerdos que consumieron pasto y 0.5 kg de lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*), monitoreando y controlando los parámetros básicos para la elaboración de vermicomposta, entre ellos temperatura, pH y humedad semanalmente utilizando termómetro digital, potenciómetro y prueba de puño, respectivamente.

Se utilizó suelo tipo Kan kab (Luvisol) de una milpa con tres años consecutivos de explotación. Se utilizó maíz criollo variedad Nal- Tel, con tres repeticiones por tratamiento y una planta por maceta, y se determinó la altura, biomasa y grosor del tallo a las 8 semanas. Se usaron 9 macetas con 2 kg totales de sustrato en cada una, los tratamientos fueron: T1) testigo (2 kg suelo), T2) 25% vermicomposta- 75% suelo (0.5kg vermicomposta, 1.5kg suelo) y T3) 50% vermicomposta-50% suelo (1 kg vermicomposta, 1kg suelo), cada tratamiento con tres repeticiones distribuidas al azar en condiciones de invernadero. Se aplicó 0.5L de agua cada dos días según capacidad de campo. Las variables a evaluar fueron altura, biomasa y diámetro del tallo de las plantas de maíz. Las mediciones de altura se realizaron a los 18, 29, 48 y 63 días. La medición del diámetro y el muestreo de las plantas, se realizó a los 63 días después de la germinación, pesando por separado raíz, tallo y mazorca. Se utilizó un análisis de varianza de una vía completamente al azar, se compararon las medias por medio de Tukey y se realizó con el programa estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se obtuvieron 4.5 kg de vermiabono a los 60 días después del inicio del proceso de vermicompostaje. La temperatura del proceso fue de $30^{\circ}\text{C} \pm 1$, el pH fue de 6.5 ± 0.5 y humedad del 70% aproximadamente. Estos parámetros fueron similares a los reportados por Castillo *et al*, (2000) quienes elaboraron compostas con excretas de bovino y desperdicio de cocina puros y con diferentes combinaciones.

Como se observa en el Cuadro 1, los tratamientos con vermicomposta tuvieron una altura 4 veces mayor ($p < 0.05$) al testigo, el diámetro de tallo fue 2.5 veces mayor ($p < 0.05$) y la biomasa fue 9 veces mayor que el testigo. Los tratamientos con vermicomposta fueron iguales ($p > 0.05$) entre ellos, aunque con una marcada tendencia a reducirse el crecimiento en el tratamiento con mayor vermicomposta (tratamiento 50% vermiabono-50% suelo).

Cuadro 1. Efecto de vermicomposta sobre indicadores de crecimiento de maíz.

Ítem	T1	T2	T3	ESM
Altura tallo (cm)	41.0 ^a	171.0 ^b	146.3 ^b	14.3
Diámetro de tallo (cm)	0.400 ^a	1.100 ^b	0.900 ^b	0.130
Biomasa planta ⁻¹ (kg BS)	0.004 ^a	0.040 ^b	0.030 ^b	0.007

Literales diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes ($p < 0.5$).

T1: testigo; T2: 25% vermicomposta 75% suelo; T3: 50% vermicomposta 50% suelo

Brito (2011) encontró resultados similares en la aplicación de vermicomposta en el cultivo de maíz a razón 1:3, en donde la altura promedio de las plantas fue de $130 \text{ cm} \pm 0.2$ y el diámetro de $0.83 \text{ cm} \pm 0.31$; al igual que Pérez-Luna *et al* (2008), quien obtuvo 1.33 m de altura promedio, pero mayor grosor de tallo con una media de 2.36 cm y una biomasa promedio de $0.213 \text{ planta}^{-1} \text{ kg}$. Esta mejora en el crecimiento de las plantas se pudo haber debido a que la vermicomposta aumenta la capacidad de absorción de agua y nutrientes en las raíces, además del aporte de

nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en contraste con el suelo sin abono (Chee *et al*, 2011; Naturland Internacionales, s/a).

Los resultados del presente trabajo permiten considerar el vermicompostaje como una alternativa viable para minimizar la contaminación derivada de las grandes cantidades de excretas provenientes de las actividades agropecuarias. Y con ello, el vermiabono se convertiría en una opción para abonar los suelos sobreexplotados de las milpas, en donde su aplicación mejoraría el crecimiento de las plantas debido a su contenido de nutrientes y a su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES

La aplicación de vermicomposta demostró que mejora el crecimiento del maíz, sin embargo no se requiere aplicar más de 25% de composta (500 g) de vermicomposta, ya que a niveles mayores las variables de crecimiento mostraron una tendencia negativa.

REFERENCIAS

- Brito, R. 2011. Fuentes de fertilización nitrogenada y actividad insecticida del extracto acuoso de *Carica papaya* L. sobre *Spodoptera frugiperda* Smith en maíz. Colegio de postgraduados Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Puebla. Consultado el 25 de febrero de 2013. Disponible en http://www.biblio.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/handle/10521/494/Figueroa_Brito_R_DC_EDAR_2011.pdf?sequence=1#page=89
- Castillo E. S., Quarín H. S. y Iglesias C. M. 2000. Caracterización química y física de compost de lombrices elaborados a partir de residuos orgánicos puros y combinados. *Agricultura Técnica (Chile)* 60 (1): 74 – 79.
- Chee, C.; Hernández, A.; Robledo, E.; Gómez, L.; Maldonado, R.; Cruz, J. 2011. Calidad microbiológica de abonos orgánicos. Departamento de suelos y agroecología, Universidad Autónoma de Chapingo. México.
- INEGI 2007. Estados Unidos Mexicanos. Censo Agropecuario 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal. Aguascalientes, Ags. México.
- Naturland Internacionales “Vermicompost (S/A). Un abono de alta calidad para mejorar la fertilidad del suelo”. Alemania.
- Pérez Luna, Y.; Álvarez Solís, J.; Mendoza Vega, J.; Pat Fernández J.; Gómez Álvarez R.; 2008. Influencia del humus de lombriz y biofertilizantes en el crecimiento y rendimiento del maíz; *Gayana Bot.* 69. México.

CARACTERIZACIÓN DE GRANJAS PORCINAS CON BIODIGESTORES EN EL ESTADO DE YUCATÁN

A.J. Uicab, L.B. Vázquez González, W. Trejo Lizama*, R. Belmar Casso, A. Caamal Maldonado, J. Castillo Caamal, R. Santos Ricalde.

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias de la Universidad Autónoma de Yucatán. Mérida, Yucatán, México. *Email: wtizama@uady.mx*

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar las granjas porcinas y las descargas de aguas residuales de las mismas, fueron aplicados cuestionarios a porcicultores del Estado de Yucatán. A través de estos cuestionarios y visitas a las granjas todas ellas con biodigestores, se determinó la relación de las características de las granjas porcinas y las descargas de aguas residuales de granjas con biodigestores. Se aplicaron 17 cuestionarios con sus correspondientes visitas a las granjas porcinas para determinar la correlación de las variables estudiadas. Se encontró que el volumen del agua por unidad animal no está correlacionado con el tamaño de la granja es decir, las granjas de tamaño mayor fueron más eficientes en el uso del agua. La concentración de sólidos totales fue baja (1 %). Los biodigestores han sido impulsados en primer lugar como tratamiento de aguas residuales, en segundo término para reducir las emisiones atmosféricas a través de la producción de biogás para generar electricidad.

Palabras clave: granjas porcinas, biodigestores, aguas residuales

INTRODUCCIÓN

Una de las preocupaciones al inicio de la década pasada era la falta de tratamientos de las descargas de aguas residuales de las granjas porcinas (Drucker et al., 2003). Por el volumen de éstas y por sus implicaciones ambientales, contaminación atmosférica, pero sobre todo por el riesgo de contaminación de las reservas de agua en los mantos acuíferos de la región (Pérez-Espejo, 1999). Durante esa década ha sido notable el aumento en el número de biodigestores instalados en las granjas porcinas de gran escala. Este incremento en la instalación se debió en buena parte a través del mecanismo de desarrollo limpio (MDL), en el cual los países desarrollados están comprometidos a reducir sus emisiones contaminantes. Parte de estas reducciones pueden ser llevadas a cabo en países en desarrollo y contribuir en el desarrollo sustentable de éstos. En los últimos cinco años un número importante de biodigestores (62) se han instalado en granjas porcinas. De manera adicional también se ha iniciado la instalación de biodigestores en granjas pequeñas y de traspatio.

Las características de una granja y su descarga de agua residual es un elemento esencial a considerar en el manejo adecuado de la problemática de las aguas residuales de la porcicultura intensiva y aportar datos que justifiquen la toma de decisiones para mitigar el posible daño ambiental.

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue caracterizar las descargas de aguas residuales porcinas de granjas con biodigestores en el Estado de Yucatán.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el estado de Yucatán, el número de granjas de cerdos que poseen biodigestores en Yucatán es de aproximadamente 62, por lo que se muestreó el 27% del total de

ellas. El número total de entrevistas utilizando un cuestionario y visitas fue de 17. El estudio se realizó de junio a octubre de 2012. Se tomaron muestras de las descargas de aguas residuales para determinar: la concentración de sólidos totales.

Se calcularon las estadísticas descriptivas y se determinaron correlaciones entre la concentración de sólidos totales de las descargas de aguas residuales y el número de Unidades de producción animal (UPAS) por granjas y los litros de agua de lavado utilizado por UPA. Así como de estiércol producido por el número de UPAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características de las granjas según su número de UPAS se distribuyó de la siguiente manera: Tres granjas con menos de 1000 UPAS, doce granjas entre un mil y 10 mil UPAS y dos granjas con más de 10 mil UPAS. Diez de las granjas fueron de ciclo completo, dos fueron exclusivamente de engorda, una de destete, una de pie de cría y una de pie de cría con destete. Las granjas en las que se realizó el estudio conformaron una población total de 109 mil cabezas de porcinos. El número animales por categoría en las granjas muestreadas se puede ver en el cuadro 1.

Cuadro 1. Número de animales por categoría en las granjas muestreadas.

Categoría de animales	Media	Absolutos	Desv Est
Destete	2090.0	27160	2471.3
Engorda	4715.2	66013	5059.4
Vientres	1226.2	15941	1807.5
Sementales	8.4	101	9.9
Media del Total	5115.9	109215	2471.3

La cantidad de agua en la cual se diluye el estiércol es variable, sin embargo, en la concentración de sólidos totales (ST), se identificaron tres estratos de granjas: cuatro con 0.43 % de ST, cinco con 0.86 % y cuatro granjas con 1.5 % de ST. El promedio fue de 1 % de sólidos totales. Esta baja concentración indica un alto uso de agua de lavado en los corrales de los cerdos.

No hubo una correlación significativa ($p=0.683$) entre los sólidos totales de las descargas de aguas residuales y los litros por UPA y el número de UPAS por granjas ($p=0.247$). Este resultado indica que la concentración de ST de las descargas de aguas residuales en las granjas es independiente del tamaño de las mismas. Es decir, un número mayor de UPAS genera una mayor masa de estiércol, sin embargo la cantidad de agua residual no aumenta en la misma proporción. Esto coincide con estimaciones realizadas por Drucker et al. (2003), quienes encontraron mayor eficiencia en el uso del agua en granjas con mayor número de UPAS. Debido a que la generación de estiércol es constante en relación al número y estado fisiológico de los animales, la variación en el manejo del agua de lavado representa la única forma de modificar la concentración de los sólidos totales. En la Figura 1 se presenta la relación del volumen de estiércol en función del número de UPAS en las granjas de cerdos (correlación 0.89, $p= 0.01$).

Por su parte, Pérez-Espejo (2006) en su estudio de granjas porcinas en Michoacán encontraron que las granjas pequeñas tienen un mayor gasto de agua de lavado, debido a que sus sistemas de limpieza son menos sofisticados que en las granjas grandes y megas. Esta autora reporta volúmenes de agua entre 10 y 40 litros por cerdo, mientras que en este estudio se reportan entre 33 y 55. Esto muestra diferencias importantes en el volumen de agua que se utiliza para el lavado de los corrales en diferentes partes de México.

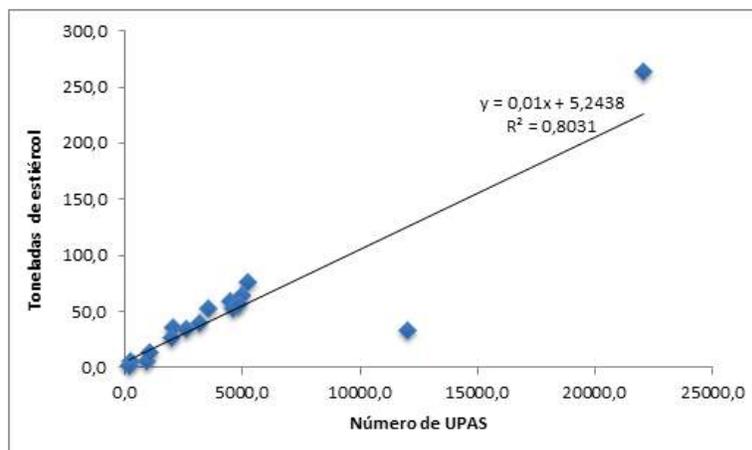


Figura 1. Correlación entre el número de UPAS y las toneladas de estiércol generadas por día.

Las granjas tienen una superficie promedio de 37.14 ha (± 45.72), con una superficie de tratamiento de 3.09 ha (± 3.97). Del total de granjas, el 76% posee algún tipo de cultivos, de los cuales el cultivo de pastos para la alimentación de rumiantes fue de 65%, en menor medida se encontraron árboles frutales, ornamentales y cultivos para la producción de biocombustibles. La superficie de cultivo promedio es de 16 ha (± 12.2). El 53% de las granjas produce otras especies animales, la mayoría de las cuales son ganado bovino u ovino. Estos datos dejan ver una transformación de la actividad porcícola ya que se reconoce la emergencia de elementos nuevos en las unidades de producción porcina además de la crianza de cerdos.

Por otra parte, la principal razón por la cual fueron instalados los biodigestores fue para tratar el agua residual, sin embargo, el principal financiamiento para ello fue el registro de proyectos en el mecanismo de desarrollo limpio. En el 41% de las granjas con biodigestores genera electricidad. Finalmente, el volumen del biodigestor no tiene una correlación con el número de UPAS o con los sólidos totales.

CONCLUSIONES

La baja concentración de sólidos totales de las granjas porcinas en el estado de Yucatán, indica un alto uso de agua de lavado en los corrales de los cerdos. El volumen de agua de lavado utilizado por UPA es menor en las granjas de mayor tamaño. Dado que el número de UPAS tiene una alta correlación con la cantidad de estiércol generado, la modificación de la concentración de sólidos totales podrá realizarse a partir de mejoras en el lavado de los corrales.

Referencias

- Drucker, A., Escalante, R., Gómez, V., Magaña, S. 2003. La Industria Porcina en Yucatán: Un análisis de la generación de aguas residuales. Problemas del desarrollo: Revista Latinoamericana de Economía. Vol. 34 (135): 105-124.
- Pérez Espejo R. 1999. Porcicultura intensiva y medio ambiente en México. Revista Mundial de Zootecnia, 92: 17-34.
- Pérez Espejo R. 2006. Granjas Porcinas y medio ambiente: Contaminación del agua en la Piedad, Michoacán. Universidad Autónoma de México. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Plaza y Valdés Editores. México, D.F. 201 pp.

VALORES DE QUÍMICA SANGUÍNEA DEL COCODRILO DE PANTANO (*C. moreletii*) EN CAUTIVERIO DURANTE LA ÉPOCA REPRODUCTIVA.

G. Borrallas-Briones^{1*}, M. Velásquez-Castro.^{1*}, P. Mendoza-Nazar¹, B. Ruíz-Sesma¹, j. Domínguez-Laso²

¹*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas.* ²*Zoológico Miguel Álvarez del Toro –Museo Cocodrilo*
E-mail: rolin_22_05@hotmail.com, marc52x@hotmail.com

RESUMEN

La explotación de especies silvestres en cautiverio se ha ido consolidando como una alternativa factible de producción competitiva para el sector agropecuario. La familia Crocodylia es eminentemente carnívora y resulta difícil y costosa la implementación de dietas balanceadas que contengan las proteínas de origen animal, de las cuales ellos se alimentan; a la vez compiten con la alimentación humana. En la época reproductiva existe una demanda por nutrientes, la cual en el caso de los animales en cautiverio debe ser provista por la dieta suministrada. En este sentido los valores hematológicos y en la química sanguínea en suero y plasma de los ectodermos presentan variaciones entre y dentro de las diversas especies. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la nutrición, sexo, edad, dinámica de la población y a las condiciones medioambientales. El análisis de la sangre puede proveer información clínica de la salud del animal y de su estado fisiológico.

Palabras clave: Alimentación, Nidación, Bioquímica sanguínea

INTRODUCCIÓN

En la actualidad la explotación de especies silvestres en cautiverio se ha ido consolidando como una alternativa factible de producción competitiva para el sector agropecuario; no solo como respuesta a los requerimientos comerciales internacionales, sino como una opción transicional biológica de conservación de especies en vía de extinción. En este desarrollo subyace una problemática caracterizada por el acelerado proceso de domesticación que han sufrido algunas especies como las de la familia Crocodylia, alterando las condiciones ecológicas de su hábitat, pues su explotación se estructuró sin una base conceptual y teórica que permita garantizar el óptimo aprovechamiento de este recurso natural.

Los Crocodylianos son eminentemente carnívoros y resulta muy difícil y costosa la implementación de dietas balanceadas que contengan las proteínas de origen animal, de las cuales ellos se alimentan; a la vez compiten con la alimentación humana. Además se debe tener en cuenta que este tipo de animal están diseñado de tal manera ya que lleva más de 200 millones de años de evolución y esto lo ha convertido en un animal extremadamente especializado, haciendo muy delicado y complejo cambiar sus hábitos alimenticios.

Los valores hematológicos y en la química sanguínea en suero y plasma de los ectodermos presentan variaciones entre y dentro de las diversas especies. Estas diferencias pueden ser atribuidas a la nutrición, sexo, edad, dinámica de la población y a las condiciones medioambientales.

El análisis de la sangre es una técnica relativamente poco invasiva, la cual puede proveer información clínica de la salud del animal y de su estado fisiológico, por lo que el objetivo del presente trabajo de investigación fue comparar los valores en la química sanguínea de hembras

reproductivas de cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) antes y después de la puesta de huevos en el museo cocodrilo del ZOOMAT, Chiapas.

MATERIALES Y METODOS

El ZooMAT está ubicado al sur de Tuxtla Gutiérrez, en una reserva de más de 100 hectáreas de selva semi-húmeda conocida como El Zapotal.

Los ejemplares de cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*), considerados para este estudio, fueron cuatro hembras adultas y dos machos con una edad promedio de 14.4 años y una longitud promedio de 2.5 m. El periodo experimental estuvo comprendido durante el periodo reproductivo, de febrero a junio de 2011, según los datos obtenidos del Zoológico Miguel Álvarez del Toro, este es el periodo en el cual se tiene registrado el inicio de la época reproductiva y culmina en el mes de junio con la última ovoposición

Para la química sanguínea se tomaron muestras de sangre de los seis ejemplares, al inicio y al final del periodo experimental. Las muestras sanguíneas se obtuvieron por medio de la punción del seno venoso cervical, rama dorsal de la vena cava craneal, caudal al occipital e inmediatamente dorsal a la medula espinal mediante contención física por sujeción manual. La muestra fue depositada en tubos rojos vacutainer sin anticoagulante que después se colocaron en centrifuga a 3000 rpm durante 10 minuto para la obtención de suero sanguíneo que sirvió para análisis de química sanguínea, y en tubos morados vacutainer con anticoagulantes para frotis sanguíneos y observación de células sanguíneas.

Para el manejo y contención física de los ejemplares, se utilizaron sogas de calibres diferentes según el tamaño del ejemplar y la resistencia de la misma, utilizando técnica de lazo y bozal (técnica cubana); para la sujeción. Para inmovilizar el hocico se les colocaron tiras de hule que se amarraron firmemente por detrás de las narinas.

Para el análisis de los datos obtenidos se realizó por medio de la prueba T de student por el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La talla de los ejemplares se encontraron dentro de los rangos reportados por Casas-Andreu *et al.*, (2011), en la cual reportan una longitud total de 1.35 - 2.53 m para hembras y de 2.14 - 3.10 m para machos (Cuadro1).

Cuadro 1. Valores obtenidos en peso y talla de los seis ejemplares de *C. moreletii* adultos

Sexo	(n)	Longitud total (mm)	Peso (Kg)
Machos	2	2.07	54.0
Hembras	4	2.20	63.0

De acuerdo con los resultados obtenidos, en los Cuadros 2 y 3 se pueden observar los datos obtenidos de la bioquímica sanguínea realizada a hembras adultas al inicio y al final del periodo reproductivo.

Lo anterior coincide con Padilla *et al.*, (2011), quienes realizaron un estudio para obtener referencias hematológicas y bioquímica de plasma de *C. moreletii* en cautiverio y vida libre, reportando para glucosa el valor de 69.55 mg/dl (64.25-74.85), en este sentido el nivel de glucosa encontrado en este estudio se encuentra dentro de los rangos reportados para esta especie

En el Cuadro 2 se puede observar diferencias estadísticas significativas ($P < 0.0254$) con respecto a la albumina y relación albumina/globulina esto posiblemente se debe a lamovilización de proteínas séricas, movilización de sustancias hormonales y proteínas con actividades antibacterianas, para la formación de la clara con un 3.6 % de sólidos como hace mención Huchzermeyer (2003) y Burley *et al.*, (2006).

Cuadro 2. Bioquímica sanguínea hembras de *C. moreletii*

Análito	HEMBRAS		Valor de <i>P</i>
	Inicio periodo reproductivo	Final del periodo reproductivo	
Glucosa mg/dl	75.21	63.95	0.3901
Acido úrico mg/dl	3.00	3.90	0.674
Creatinina mg/dl	0.20	0.20	0.3282
Colesterol mg/dl	225.06	176.72	0.5694
AST* (U/L)	25.50	29.5	0.4518
FA* (U/L)	48.75	25.25	0.2092
CK* (U/L)	416.33	395.52	0.3747
Proteínas totales g/L	78	36.25	0.0736
Albumina g/L	23.50	7.5	0.0254
Globulinas calculado g/L	54.50	28.75	0.1158
Relación Albumina/Globulina calculado	0.43	0.25	0.0284
Calcio total mmol/l	9.54	3.05	0.0131
Calcio ionizado mmol/l	1.38	1.6	0.005
Fosforo mmol/l	2.59	1.05	0.0332
Potasio mmol/l	4.08	3.54	0.6384
Sodio mmol/l	147.25	148	0.8518
Cloro mmol/l	113	109.75	0.1576
Bicarbonato mmol/l	9	11.5	0.5391
Anión gap calculado mmol/l	29.32	30	0.9226
Diferencia de iones F.cal mmol/l	34.25	39	0.074

*AST: Aspartato aminotransferasa, *FA: fosfatasa alcalina, *CK: Creatincinasa

Con relación al Ca total y Ca ionizado existen diferencias significativas con ($P < 0.05$). Packard *et al.*, (1989) mencionan que puede deberse a la movilización del mismo para la formación del cascarron; también se almacena un porcentaje de calcio en yema, que servirá para el crecimiento del embrión durante los dos primeros tercios de la incubación, así como en las dos últimas semanas las reservas de calcio movilizado del cascarron ayudaran al proceso de esquelotogenesis dejando las reservas de calcio de la yema para el desarrollo neonatal. Mora (2003) reporta un valor de 3.69 mmol/L en ejemplares juveniles, coincidiendo con el resultado del presente trabajo con valor de 3.05 mmol/L posterior a la ovoposición.

La movilización de fosforo mencionado por Packard *et al.*, (1989) se da en relación a la movilización de calcio. Morales *et al.*, (2007) en un trabajo de investigación de caracterización físico-química huevos de *Crocodylus intermedius* menciona que el contenido promedio de fosforo inorgánico en la cascara del huevo de de 0.2 g(1.84 % \pm 0.27) y el de calcio inorgánico 4.74 g (43% \pm 3.20). La del calcio y fosforo datos representa aproximadamente la mitad del peso

de la cascara. Lance (1989) menciona que el contenido de fosforo inorgánico debe estar en proporción optima en relación con el calcio ya que una dieta rica en fosforo puede producir deficiencia de calcio. En la etapa reproductiva de las hembras de Crocodilianos las variaciones radicales en el metabolismo del calcio interfieren con la formación normal de la cascara del huevo.

Cuadro 3. Bioquímica sanguínea en Machos de *C. moreletii*

Análito	MACHOS		Valor de P
	Inicio periodo reproductivo	Final del periodo reproductivo	
Glucosa mg/dl	105.39	80.16	0.1344
Acido úrico mg/dl	3.76	3.65	.
Creatinina mg/dl	0.23	0.23	1
Colesterol mg/dl	230.28	180.20	0.768
AST* (U/L)	82	31	0.5858
FA* (U/L)	45.50	22	0.2897
CK* (U/L)	488	772.50	0.712
Proteínas totales g/L	70.50	42	0.397
Albumina g/L	24.50	10.50	0.1344
Globulinas calculado g/L	46	31.50	0.5595
Relación Albumina/Globulina calculado	0.52	0.33	0.2247
Calcio total mmol/l	5.04	2.69	0.4791
Calcio ionizado mmol/l	1.52	1.55	0.5903
Fosforo mmol/l	2.24	1.41	0.5361
Potasio mmol/l	4.55	3.75	0.4103
Sodio mmol/l	149.40	145	0.6301
Cloro mmol/l	111.45	106.5	0.4801
Bicarbonato mmol/l	6	11	0.5
Anión gap calculado mmol/l	35.90	31	0.602
Diferencia de iones F.cal mmol/l	37.95	38.5	0.8331

*AST: Aspartato aminotransferasa, *FA: fosfatasa alcalina, *CK: Creatincinasa

Con el incremento de los requerimientos para la formación del huevo y almacenamiento de una concentración de fosforo en la yema para el desarrollo embrionario, esto hace énfasis a la diferencia estadística significativa ($P < 0.05$) en el siguiente trabajo con niveles altos en fosforo por lo antes mencionado.

Como se aprecia en el cuadro 3, no se encontraron diferencias estadísticas significativas en los machos en ninguna de las variables evaluadas. Sin embargo se puede apreciar una disminución del inicio del periodo reproductivo al final de mismo como es el caso de la glucosa que oscilo de 105.39 a 80.16 mg/dl. Lo anterior puede ser atribuido al desgaste del macho por el cortejo.

Al respecto, Barbosa *et al.*, (2011) menciona en un estudio con *caimán latirostris* y caimán yacaré en cautiverio que los aumentos de glucosa y lípidos séricos registrado durante las épocas cálidas probablemente se deba al incremento metabólico que ostentan los reptiles en el período estival y por el aumento de las horas-luz.

CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos y a las condiciones en las que se llevo a cabo el presente trabajo de investigación se llego a las siguientes conclusiones:

Los valores de bioquímica sanguínea encontrados en ejemplares adultos de *C. moreletii* al inicio y al final de la época reproductiva en condiciones de cautiverio, variaron de manera significativa en las hembras, lo anterior posiblemente se deba a la demandan para la realización de la ovogénesis.

Las medidas morfométricas de animales adultos en cautiverio se encuentran dentro de los rangos reportados por otros autores.

REFERENCIAS

- Barboza *et al.*, 2011. Variación de indicadores nutricionales en “yacaré” (*Caiman latirostris*) alimentados con distintas dietas en un criadero de Chaco, Argentina
- Burley *et al.*, 2006. Proteins and lipoproteins in yolk from eggs of the estuarine crocodile (*Crocodylus porosus*); a comparison with egg yolk of the hen (*Gallus domesticus*), School of Biological Sciences, The University of Sydney, Australia
- Gustavo Casas-Andreu*, Gabriel Barrios-Quiroz y Rodrigo Macip-Ríos 2011. Reproducción en cautiverio de *Crocodylus moreletii* en Tabasco, México. Revista Mexicana de Biodiversidad 82: 261-273, 2011
- Huchzermeyer, F. W. (Fritz W.) (2003). Crocodiles : biology, husbandry and diseases. Onderstepoort veterinary institute, south Africa, CABI Publishing.
- Lance VA. 1989. Reproductive Cycle of the American Alligator. American Zoologist 29(3): 999-1018.
- M. J. Packard , G. C. Packard, 1989. Mobilization of calcium, phosphorus, and magnesium by embryonic alligators (*Alligator mississippiensis*), AJP - Regu Physiol December 1989 vol. 257 no. 6
- Morales a. Julián *et al.*, 2007. Caracterización físico-Químico del huevo del caimán llanero (*Crocodylus intermedius*, Gaves 1829.) acta zoológica mexicana (nueva serie) vol. 23 numero 003 pp. 17-27
- Mora-Rivera NC. 2003. Perfil hematológico del cocodrilo de pantano (*Crocodylus moreletii*) en cautiverio en Veracruz, México. Tesis de licenciatura. Médico Veterinario Zootecnista. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales (U.D.C.A.), Bogotá, Colombia. Universidad Veracruzana, Veracruz, México. 49 pp.
- Padilla Sergio E *et al.*, 2011. Hematologic and plasma biochemical reference intervals for Morelet's crocodiles (*Crocodylus moreletii*) in the northern wetlands of Campeche, Mexico. Journal of Wildlife Diseases (2011) Volume:47, Issue:3, Pages:511-522

ÍNDICES ZOOMÉTRICOS DE OVINOS BLACKBELLY BAJO MANEJO SEMI-EXTENSIVO EN CAMPECHE, MÉXICO

F. Dzib-Can¹, G. Torres-Hernández^{2*}, R. González-Garduño³, J.A. Hinojosa-Cuéllar⁴

¹*Instituto Tecnológico de Chiná, Campeche,* ²*Colegio de Postgraduados-Campus Montecillo,*
³*Universidad Autónoma Chapingo, Teapa, Tab.,* ⁴*Universidad Popular de la Chontalpa,*
Cárdenas, Tab.

E-mail: glatohe@colpos.mx

RESUMEN

Con el propósito de determinar su probable función productiva se analizaron 6 índices zoométricos en 40 machos y 65 hembras Blackbelly adultos. Los animales provienen de 66 rebaños comerciales del Municipio de Campeche, estratificados por su nivel de tecnificación en los niveles alto, medio y bajo. En los ovinos se analizaron los siguientes índices zoométricos: índice corporal (IC), índice de cortedad relativa (ICR), índice de profundidad relativa del tórax (IPRT), índice de profundidad (IP), índice dáctilo torácico (IDT), e índice dáctilo costal (IDC). De los índices zoométricos se calcularon sus medias y desviación estándar, y se efectuó una prueba de “t” para probar si había diferencias de estos índices entre machos y hembras. Los resultados indicaron que no hubo diferencias ($P>0.05$) de estos índices entre machos y hembras. Por las características de IC e ICR, los ovinos Blackbelly pueden clasificarse como brevilineos, longilineos y relativamente altos. La magnitud de los índices IPRT e IP sugiere en estos animales una tendencia a la aptitud cárnica. El valor de IPRT también indicó una buena adaptación de los animales al medio y a las condiciones de manejo en que se encuentran. Los valores de IDT y de IDC indicaron una aceptable inclinación de las ovejas Blackbelly a la aptitud lechera. Con base en la magnitud de los índices zoométricos analizados, se concluye que la aptitud principal de los ovinos Blackbelly es la producción de carne, aunque muestran cierta inclinación hacia la producción de leche.

Palabras clave: ovinos de pelo, medidas corporales, función productiva.

INTRODUCCIÓN

Las razas locales más populares en el trópico húmedo de México son la Pelibuey y Blackbelly, aunque en los últimos años se han introducido principalmente machos de las razas Katahdin, Dorper, Charollais, Texel y otras, que se han estado cruzando con hembras Pelibuey y Blackbelly, lo que está ocasionando una pérdida de la variabilidad en estos genotipos locales, que por muchos años de selección natural y evolución han demostrado su adaptación y resistencia a las condiciones adversas del trópico. El estudio de medidas zoométricas en los animales proporciona información de gran importancia para su caracterización racial, y existe una fuerte asociación entre la morfología y la aptitud productiva (Bravo y Sepúlveda, 2010). En bovinos de carne, Alderson (1999) desarrolló un sistema de medidas lineales para medir tipo y función, y sugirió que este sistema también se puede aplicar en otras especies. Algunas de las medidas zoométricas que más se han estudiado en ovinos de pelo son: altura a la cruz, longitud del cuerpo, perímetro torácico, circunferencia escrotal, ancho del pecho, longitud de la grupa, ancho de la grupa, ancho de la cabeza, longitud de la oreja (López-Carlos *et al.*, 2010; Vilaboa-Arroniz *et al.*, 2010). Los índices zoométricos, que se obtienen a partir de medidas zoométricas (Costa Júnior *et*

al., 2006; Mernies *et al.*, 2007), permiten una medida objetiva de la conformación corporal desde el punto de vista del tipo del animal, ya que las medidas zoométricas están asociadas con características productivas (Salako, 2006). El objetivo del presente trabajo fue describir índices zoométricos de machos y hembras Blackbelly con el propósito de conocer su función productiva zootécnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo se llevó a cabo utilizando 40 machos y 65 hembras Blackbelly adultos de 3 años de edad, provenientes mediante un muestreo aleatorio estratificado de 66 rebaños comerciales del Municipio de Campeche, México. La alimentación de los animales está basada en función de 3 niveles de tecnificación, alto: caracterizado por utilizar forrajes de corte, complementado con cultivos de algunos pastos y el uso de cerco eléctrico y malla borreguera para la rotación de potreros, medio: la alimentación se basa únicamente en el pastoreo en pastizales naturales, y hay descanso de potreros mediante el uso de malla borreguera, bajo: los animales pastorean en caminos vecinales, áreas agrícolas ya cosechadas, y traspatios (Dzib-Can *et al.*, 2006).

Con base en medidas zoométricas de estos animales tomadas en un estudio anterior (Dzib-Can *et al.*, 2011), se procedió a la construcción de los siguientes índices: índice corporal (IC): longitud del cuerpo x 100/perímetro torácico, índice de cortedad relativa (ICR): altura a la cruz x 100/longitud del cuerpo, índice de profundidad relativa del tórax (IPRT): profundidad del tórax x 100/altura a la cruz, índice de profundidad (IP): profundidad del pecho/altura a la cruz, índice dáctilo torácico (IDT): perímetro de la caña x 100/perímetro torácico, índice dáctilo costal (IDC): perímetro de la caña x 100/ancho del tórax. Se efectuó una prueba de “t” (Steel y Torrie, 1988) para hacer una comparación de estos índices entre machos y hembras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la prueba de “t” no indicaron diferencias ($P > 0.05$) entre machos y hembras en ninguno de los índices analizados (Cuadro 1).

De acuerdo con Avellanet (2006, citado por Bravo y Sepúlveda, 2010), el IC proporciona una estimación de la proporcionalidad de la raza, en donde valores del $IC \leq 85$ permiten clasificar a los animales como brevilineos o compactos, indicando además que a un menor valor del IC el animal se aproxima más a un rectángulo, que es la forma predominante en los animales con aptitud carnífera (Salako, 2006), y esto aplica para los animales del presente estudio, cuyos valores en machos y hembras fueron 68.9 y 67.8. El ICR es un índice etnológico que determina las proporciones corporales de la raza (Álvarez *et al.*, 2000b). El valor del ICR aquí encontrado de machos y hembras (121.6 y 126.4, respectivamente) ubica a estos ovinos como longilineos y relativamente altos (menor compacidad corporal). El valor del IPRT en hembras (44.4) es similar al obtenido por Sánchez *et al.* (2000) en ovejas Gallegas y por Ezquivelzeta *et al.* (2009) en ovejas Ripollasa y, de acuerdo con los criterios de Álvarez *et al.* (2000a) y Milán *et al.* (2003), los animales muestran una tendencia a la producción de carne. De acuerdo con Ezquivelzeta *et al.* (2009), el IPRT también indica la longitud de los miembros, lo que sugiere que los animales están bien adaptados al medio y a las condiciones de manejo. Salako (2006) indicó que el IP tiene relación con la producción de carne; el valor aquí obtenido es similar al de ovinos Garut Local y St. Croix (Handiwirawan *et al.*, 2011). El IDT indica la forma del animal, estableciendo una relación entre la masa del animal y los miembros que la sostienen (Bravo y Sepúlveda, 2010). El valor aquí obtenido en hembras (9.6) es similar al de ovejas Criollas de Uruguay (Mernies *et al.*, 2007), al de ovejas Ripollasa (Ezquivelzeta *et al.*, 2009), y al de ovejas Criollas de Argentina (De

la Rosa *et al.*, 2010), pero ligeramente menor al de ovejas Criollas Araucanas (Bravo y Sepúlveda, 2010). La magnitud de los IDC obtenidos en este estudio en machos y hembras es mayor a los valores encontrados por Álvarez *et al.* (2000a,b) en ovejas Canarias y Palmera, respectivamente, pero similar al valor de 46.6 en ovejas Ripollesa (Ezquivelzeta *et al.*, 2009).

Cuadro 1. Medias (\pm D.E.) de índices zoométricos de machos y hembras Blackbelly adultos en Campeche, México.

Índice	Machos		Hembras	
	Media	DE	Media	DE
IC	68.9 ^a	9.5	67.8 ^a	7.4
ICR	121.6 ^a	12.2	126.4 ^a	10.8
IPRT	46.4 ^a	2.8	44.4 ^a	3.4
IP	0.46 ^a	0.03	0.44 ^a	0.03
IDT	1 0.3 ^a	1.2	9.6 ^a	0.9
IDC	48.9a	7.4	45.5a	6.3

IC: índice corporal, ICR: índice de cortedad relativa, IPRT: índice de profundidad relativa del tórax, IP: índice de profundidad, IDT: índice dáctilo torácico, IDC: índice dáctilo costal, IPRT: índice de profundidad relativa del tórax, IP: índice de profundidad. D.E.: desviación estándar.

CONCLUSIONES

Con base en las características de los índices zoométricos analizados, la función zootécnica principal de los ovinos Blackbelly es la producción de carne, aunque muestran cierta inclinación hacia la producción de leche.

REFERENCIAS

- Alderson, G.L.H. 1999. The development of a system of linear measurements to provide an assessment of type and function of beef cattle. *AGRI*. 25: 45-55.
- Álvarez, S., M. Fresno, J. Capote, J.V. Delgado, y C. Barba. 2000a. Estudio para la caracterización de la raza ovina Canaria. *Archivos de Zootecnia*. 49: 209-215.
- Álvarez, S., M. Fresno, J. Capote, J.V. Delgado, y C. Barba. 2000b. Estudio para la caracterización de la raza ovina Palmera. *Archivos de Zootecnia*. 49: 217-222.
- Bravo, S., y N. Sepúlveda. 2010. Índices zoométricos en ovejas Criollas Araucanas. *International Journal of Morphology*. 28: 489-495.
- Costa Júnior, G. da S., J.E. Guimarães Campelo, D.M.M. Ribeiro Azevêdo, R.M. Filho, R.R. Cavalcante, J.B. Lopes, e M.E. de Oliveira. 2006. Caracterização morfométrica de ovinos da raça Santa Inês criados nas microrregiões de Teresina e Campo Maior, Piauí. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 35: 2260-2267.
- De la Rosa, S.A., M.A. Revidatti, E.R. Tejerina, A. Orga, J.S. Cappello, y J.F. Petrina. 2012. Estudio para la caracterización de la oveja Criolla en la región semiárida de Formosa, Argentina. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*. 2: 87-94.
- Dzib-Can A.F., G. Torres-Hernández, A. Ortiz-de-Montellano, y E. Aceves-Navarro. 2006. Prácticas de manejo utilizadas por productores de ovinos de pelo de dos sectores sociales en Campeche, México. *Livestock Research for Rural Development*. Volume 18, Article #105. Fecha de consulta: Febrero 4, 2013, de: <http://www.lrrd.org/lrrd18/7/dzib18105.htm>

- Dzib-Can, A.F., A. Ortiz de Montellano, y G. Torres-Hernández. 2011. Variabilidad morfoestructural de ovinos Blackbelly en Campeche, México. *Archivos de Zootecnia*. 60: 1291-1301.
- Esquivelzeta, C., M. Fina, R. Bach, C. Madruga, G. Caja, y J. Piedrafita. 2009. Estudio de la diversidad morfológica entre rebaños. El caso particular de la raza ovina Ripollesa. Memoria del XXXIII Congreso Nacional de Buiatría. Tuxtla Gutiérrez, Chis. CD-Rom.
- Gusmão Filho, J.D., S.M. Teodoro, M.A. Chaves, e S.S. Oliveira. Análise fatorial de medidas morfométricas em ovinos tipo Santa Inês. *Archivos de Zootecnia*. 58: 289-292.
- Handiwirawan, E., R.R. Noor, C. Sumantri, and Subandriyo. 2011. The differentiation of sheep breed based on the body measurements. *Journal of Indonesian Tropical Animal Agriculture*. 36: 1-8.
- Mernies, B., F. Macedo, Y. Filonenko, y G. Fernández. 2007. Índices zoométricos en una muestra de ovejas Criollas Uruguayas. *Archivos de Zootecnia*. 56: 473-478.
- Milán, M.J., E. Arnalte, y G. Caja. 2003. Economic profitability and typology of Ripollesa breed sheep farms in Spain. *Small Ruminant Research*. 49: 97-105.
- López-Carlos, M.A., R.G. Ramírez, J.I. Aguilera-Soto, C.F. Aréchiga, and H. Rodríguez. 2010. Size and shape analyses in hair sheep ram lambs and its relationship with growth performance. *Livestock Science*. 131: 203-211.
- Salako, A.E. 2006. Application of morphological indices in the assessment of type and function in sheep. *International Journal of Morphology*. 24: 13-18.
- Steel, G.D.R. y J.H. Torrie. 1988. *Bioestadística: Principios y Procedimientos*. 2da Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana de México S.A. de C.V. México, D.F.
- Vilaboa-Arroniz, J., R. Bozzi, P. Díaz-Rivera, y L. Bazzi. 2010. Conformación corporal de las razas ovinas Pelibuey, Dorper y Katahdin en el estado de Veracruz, México. *Zootecnia Tropical*. 28: 321-328.

LOS CULTIVOS DE COBERTURA EN EL VALLE DEL TULIJÁ, SALTO DE AGUA, CHIAPAS. MÉXICO

C. González Santiago

Estudiante MCPAT UNACH. Email: carmengleztg@gmail.com

RESUMEN

En tres localidades del Valle del Río Tulijá en el Estado de Chiapas, se caracterizó el proceso de adopción de la práctica agrícola denominada Roza Incorpora con Cobertura (RICO). Consistente en derribar la vegetación secundaria, incorporarla al suelo (trozos pequeños), sembrar maíz, transcurridos 45 días, sembrar frijol nescafé, cosechado el maíz, permanece como cobertura hasta el siguiente cultivo. Se comparó con el sistema tradicional Roza Quema (RQ), que inicia derribando los acahuales, se queman, y a las primeras lluvias, siembran maíz. Se encontró que la adopción del uso del frijol nescafé (*mucuna pruriens*) como cultivo de cobertura en la producción de maíz fue gradual. La adopción está en función de los productores innovadores y la rapidez con que se obtengan resultados exitosos. No se encontraron diferencias significativas en el rendimiento de maíz, entre los que adoptaron la técnica y los que no. Donde se practicó RICO incrementó el contenido de humedad aprovechable, el contenido de materia orgánica, K, Fe y Al; además de la actividad microbiana, biomasa microbiana y la cantidad de arvenses adicionada, el contenido de fósforo disminuyó. Se atribuyó a la cobertura impedir la evaporación y el aporte de los restos vegetales proveyó de la energía suficiente para incrementar la actividad y biomasa microbiana. La mayor adición de arvenses con RICO se debió a que las arvenses crecieron más rápido en un suelo sin quemar; en comparación con RQ que usa fuego en la preparación del terreno. Los contenidos más altos de P en suelos con RQ se atribuyeron a la adición de cenizas, producto de la quema.

Palabras clave: frijol nescafé, adopción, roza quema, maíz.

INTRODUCCION

Los habitantes del trópico húmedo, en todo el mundo, han practicado la Roza, Tumba y la Quema (RTQ). Las culturas máyenses la practicaron para cultivar maíz, principal componente en la dieta familiar. Esta práctica en sí misma no es dañina. La intensificación del uso del suelo sí. Inicia con períodos de descanso mayores a 20 años, al intensificarse disminuyen, hasta llegar al uso continuo. En nuestro caso, estos eran de cinco años, la vegetación secundaria era pequeña no usaban el hacha, por esta razón se nombro Roza Quema (RQ). Los rendimientos de maíz disminuyen, se incrementa la cantidad de arvenses, el ataque de plagas y enfermedades, abandonan las parcelas y la gente migra a otras actividades. Las comunidades de habla Cho'1, tenían bajos rendimientos de maíz, disputas por las mejores tierras, migración de los jóvenes a las ciudades. En este contexto se inicio la labor de AMEXTRA A.C, con un proceso de capacitación que privilegio la comunicación de campesino a campesino, y una práctica de restauración de suelos.

La técnica RTQ clasificada como un sistema agroforestal secuencial, afronta la dificultad de obtener alimento en un ambiente tan agresivo como la selva. Pool y Hernández, 1995 lo definen como un sistema que aprovecha los recursos de los ecosistemas con la rotación de áreas de cultivo. Ilsley (1984) identifica tres estados de uso del suelo: a) un área cuya vegetación de muchos años de desarrollo es talada y quemada; b) el terreno es cultivado por algunos años y c)

el terreno es abandonado, permitiéndose el desarrollo de la vegetación; para luego iniciar al estado a). Ofrece una base para la agricultura de subsistencia, los valores culturales y estabilidad social a bajas densidades de población. El sistema no funciona cuando el flujo energético de recuperación se acorta, por la presión demográfica.(Pool y Hernández, 1995). La RTQ se vuelve RQ con acahuales menores de 5 años de crecimiento, los rendimientos de maíz por unidad de superficie disminuyen drásticamente. Cuando no sirve para RQ se usa como pastizal, para ganadería extensiva. Cuando el pasto no crece se abandona para su recuperación.

En estudios en la franja platanera de Guatemala sugieren que el frijol nescafé *mucuna pruriens*, fue introducida por la United Fruit Company en 1920 con el propósito de servir como mejorador de suelo y como alimento para las mulas (Buckles, 1993). Los sistemas con esta cobertura, son capaces de agregar hasta 50 t/ ha de materia verde cada año, fijar hasta 150 kilos de N/ ha, integrarse a los cultivos de Mesoamérica, eliminar las peores arvenses, servir como alimento humano, forraje para animales, servir como pesticidas, proteger contra la sequía, y no ocasionan gasto adicional al productor.(Bunch, 1994). Disminuyen los jornales en un 33% en comparación con RQ (Buckles, 1993). Mejora el ambiente manteniendo altos niveles de materia orgánica, reduce el uso de fertilizantes, abate la erosión, (aún en pendientes de 35% y 2000 mm de precipitación anual), disminuye la presión sobre la tierra, y las emisiones de CO₂ a la atmósfera. (Bouch, 1994)

En 1958 Albert Debork y Enrique Stij introdujeron y enseñaron el uso del frijol nescafé como cultivo de cobertura. Diseminaron semillas entregándolas a los productores, dispersándolas a las orillas de los caminos e incluso por aire con avionetas. (Aguilar, 1997). Donde los Cho'les del Valle del Tulijá realizan dos ciclos de maíz durante el año, la primera es la milpa de año o Cho'leel (primavera verano) y la tornamil ó mo'ol (en otoño invierno). El uso del cultivo de cobertura está más generalizado en el ciclo otoño invierno.

El frijol nescafé se establece febrero, al momento de la cosecha, en los meses de abril a mayo, el frijol nescafé se encuentra en su crecimiento vegetativo y su ciclo biológico concluye en los meses de octubre, cuando inicia del ciclo de tornamil. Se hace una preparación del terreno con machete y se dejan las semillas en el terreno, estas germinaran entre enero y febrero, iniciando el ciclo nuevamente. En 10 años alcanzo a más de 3,000 productores, quienes producen maíz para su sustento, sus animales , y excedentes. (AMEXTRA, 1994)

La principal ventaja del frijol nescafé se fundamenta en el mantenimiento de un mulch perenne que recicla continuamente los nutrientes, acumulando una gran cantidad de energía, no permitiendo que se pierda por erosión o por lixiviación (Buckles, 1993) Conocemos los resultados mas no el funcionamiento de la rotación de cultivo leguminosa gramínea en un ambiente tropical húmedo, es lo que pretendemos aportar con este estudio. Este pretende comprobar que los productores adoptan la técnica RICO, por el incremento de sus rendimientos de maíz por ha, como efecto del incremento del contenido de nutrientes en el suelo y estas modificaciones provocan incremento de la producción de maíz en la región.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizo en tres localidades de Municipio de Salto de agua, Chiapas. Estas se encuentran a orillas del Rio Bascán, afluente de Rio Tulijá. El Rio Bascán se intercepta con la carretera Playas de Catzajá Ocosingo en el kilómetro 53.5; este es el centro de las comunidades en comento. El clima de estas localidades es cálido húmedo con lluvias todo el año, la oscilación térmica es de 5.6 °C, la precipitación anual es de 3,400 mm, la temperatura media anual es 26.7 °C. Los suelos donde se desarrolla la agricultura son luvisoles, acrisoles, cambisoles, nitosoles y litosoles.

Se aplicó un cuestionario a 100 productores de las tres comunidades objeto del presente estudio. El objeto fue obtener información del proceso de cultivo del maíz, sus prácticas más comunes, costos de producción, los efectos en la vida de las familias y la localidad. Seleccionándose ocho parcelas con RICO, de manera aleatoria y dos parcelas con RQ para producir maíz. Se documentó su posición en el paisaje y faceta en el paisaje.

Se tomaron muestras en tres lotes de observación en cada parcela, colectándose arvenses, vegetación secundaria, cultivos y muestra de suelo, durante el ciclo otoño invierno del año 1996. Se muestreo de suelo al momento de la aparición de la hoja bandera, y se determinaron propiedades, físicas: textura (bouyoucos), humedad aprovechable (curva de retención de humedad, ollas de presión), químicas: fósforo (Bray1), potasio (Elayometría), azufre (Absorción atómica), aluminio (Absorción atómica), Hierro (Absorción atómica), materia orgánica (Walkley y Black) y pH (Suspensión en agua 1:2) y biológicas (biomasa (CO₂) y actividad microbiana (Jenkinson y Powlson)).

Se estimó el rendimiento de maíz por ha, colectándose las mazorcas en 10 m lineales sobre un surco, por triplicado, secándose (15% de humedad), se desgranaron, pesaron, se calculó el promedio. Para determinar adición de material vegetativo, se colectó todo el material vegetal en una superficie de 1 m², por triplicado, secándolo hasta su peso constante.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De 100 productores entrevistados 80% dijeron usar la práctica de cultivo de cobertura, y de estos últimos, el 10% usa fertilizante químico. El 20% restante usa fuego para prepara sus terrenos y todo usan fertilizante químico en su proceso de cultivo. Todos usan semilla que seleccionan de sus propias parcelas. De quienes usan el cultivo de cobertura, lo sembraron una sola vez y después nace solo en la parcela. Usan semilla donde no nace. Incorporan el frijol nescafé en los meses de octubre a diciembre. Nace nuevamente en el mes de enero con distribución irregular y muere en la época de sequía de marzo y abril. Todos los productores afirman que su cosecha de maíz mejoro y que las plagas pocas veces se presentan y su ataque es mínimo.

Todos los insumos que requiere RIC están disponibles en la comunidad, este sistema se mejora con el tiempo e incrementa la frecuencia de uso del terreno. Los cambios en el contenido de nutrientes de un suelo usando RIC no son significativos, con una mineralización más lenta, pierde menor cantidad de nutrientes, la cobertura es una reserva de nutrientes. Al productor le interesa usar su terreno continuamente, y usar menos mano de obra en la preparación del terreno. La mayoría de los productores entrevistados afirmaron que ellos adoptaron RIC, después que otros productores habían obtenido resultados satisfactorios, en dos o tres años de aplicar la práctica. Pero aún existen productores que no adoptan la técnica,

Encontramos que el rendimiento de todas las parcelas supero al promedio estatal, y en una parcela de RQ el rendimiento fue mayor que siete tratamientos de RICO y otro fue superior a tres tratamientos RICO, por lo que se rechaza la hipótesis que los productores adoptan RQ por obtener mayor rendimiento por superficie. Todos los sitios presentaron contenidos nutrimentales altos de acuerdo a la clasificación compilada por Vázquez (1999). El sistema RQ presentó mayor contenido de P, por la adición de cenizas producto de la quema. Se asocia el pH, y el contenido de Ca, Mg y K con la posición en el paisaje. La faceta lomerío en el valle presentó un pH ácido y bajo contenido de estas bases, por el alto grado de lixiviación a que son expuestos estos suelos. Se encontraron pH neutros en la faceta planicie en el valle y pH ligeramente ácidos en la faceta lomerío en pie de monte atribuible a la adición de suelos.

CONCLUSIONES

En la región el 80% de los productores ha adoptado el sistema RICO porque requiere menor cantidad de mano de obra y puede usarse el terreno con mayor frecuencia. Los contenidos de nutrientes en el suelo no se incrementaron con el uso de los cultivos de cobertura del sistema RICO en comparación a los suelos con manejo tradicional. Se puede recomendar el sistema RICO en función del menor uso de mano de obra y la frecuencia de uso, pero no por el rendimiento, debido a que se obtuvieron mayores rendimientos de RQ que en algunas parcelas sobre otras parcelas manejadas con RICO.

REFERENCIAS

- Aguilar, J.C.E. (1997) La utilización del nescafé (*Stizolobium deeringianum*. Bort) como abono verde por los indígenas Cho'les del Valle del Tulijá, al norte del Estado de Chiapas, México. pp. 33-40. In: Red de Gestión de Recursos Naturales No. 7. Fundación Rockefeller. México D.F.
- AMEXTRA A.C. (1994). Informe anual de actividades. Puebla, Puebla. México.
- Buckles, D.Y. (1993) Gorras y sombreros: Caminos hacia la colaboración entre técnicos y campesinos. CIMMYT. México, D.F.
- Bunch, R. (1994) El potencial de las coberturas muertas en el alivio de la pobreza y la degradación ambiental. In Thurston H.D. (editor). TAPADO. Los sistemas de de siembra con cobertura. CATIE y CIIFAD. Cornell University. Ithaca, New York.
- Illsey, G.C. (1984). Vegetación y producción de la milpa bajo Roza Tumba y Quema en el ejido Yaxcabá, Yucatán, México. Con énfasis en la vegetación arvense. Tesis Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- Pool, N.L. y Hernández, X.E. (1995). Los contenidos de materia orgánica de los suelos en áreas bajo el sistema agrícola de Roza Tumba Quema: importancia del muestreo. pp. 109-127. In Hernández, X.E., Bello, B.E., y Levy, T.S. (compiladores). La milpa en Yucatán. Un sistema de producción agrícola tradicional. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México.
- Vázquez, A.A. (1999) Guía para interpretar el análisis Químico del agua y suelo. Departamento de Suelos. Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, México

PRODUCCIÓN ANIMAL DIVERSIFICADA PARA LA SUSTENTABILIDAD Y LA SEGURIDAD ALIMENTARIA EN CONDICIONES DE INUNDACIÓN ANTROPOGÉNICA EN TABASCO, MÉXICO

J. Cámara-Córdova^a, G. Beauregard S.^b, G.R. Cansino A.^a, Álvaro Hernández S.^c, M. Fernández P.^d, L.M. Gómez D.D.^c, S. López J.^c, M.A. Magaña A.^b, W. Álvarez J.^e, L. del C. Cámara C.^f, R.A. Cantú G.^a, R. Flores B.^a y J. Nava A.^a

^a Grupo transdisciplinario de desarrollo glocal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT).^b Cuerpo Académico (CA) de Educación Ambiental, Cultura y Sustentabilidad de la División Académica de Ciencias Biológicas (DACBiol)/UJAT. ^c CA de Acuacultura Tropical y Pesquerías de la DACA/UJAT. ^d CA de Acuacultura Sustentable de la DACA/UJAT. ^e Licenciatura en Ecología de la DACBiol/UJAT. ^f CA de Ecología, Sistemática y Manejo de Comunidades Tropicales de la DACBiol/UJAT. E-mail: jcamaracordova@yahoo.com

RESUMEN

El manejo hidráulico en la parte mexicana de la cuenca transfronteriza Grijalva (que nace en la parte occidental de la República de Guatemala, discurre desde el sureste y el sur del estado mexicano de Chiapas, el Oriente de los estados de Oaxaca y Veracruz, atravesando el territorio del estado de Tabasco hasta el Golfo de México), ha generado alteraciones del patrón de escurrimientos superficiales en la parte baja de la cuenca, que se explaya completamente en Tabasco. Algunas de estas modificaciones tuvieron el objetivo de proteger la capital tabasqueña contra inundaciones fluviales catastróficas como la ocurrida en 2007, pero incrementaron la duración, extensión y profundidad de la inundación en varios municipios tabasqueños: Centla, Centro, Comalcalco, Cunduacán, Jalapa, Jalpa de Méndez, Nacajuca y Paraíso. Diversas instancias de los Gobiernos Federal y Estatal crearon en 2011, un Equipo Interinstitucional para el Estudio de Reconversión Productiva e Infraestructura Hidroagrícola para Cinco Municipios con Alto Riesgo de Inundación. Se describen aquí algunas de las actividades identificadas en el rubro de la producción animal diversificada, para promover la sustentabilidad y la seguridad alimentaria en esas condiciones de inundación antropogénica en Tabasco, México.

Palabras clave: Inundación fluvial, Conversión productiva, Tabasco, México.

INTRODUCCIÓN

La Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas (CEPAL, 2008) reporta que “las lluvias intensas y las consecuentes inundaciones ocurridas en el estado a consecuencia de los fenómenos meteorológicos que se presentaron entre el 22 y 29 de octubre de 2007 causaron estragos inéditos en el estado” que “el fenómeno fue de tal magnitud que se estima que en su momento más álgido estaba cubierto de agua el 62% de la superficie estatal, afectó a cerca de 1,500 localidades (90% de las cuales eran rurales), dejó a casi 1.5 millones de damnificados (75% de la población del estado), casi 6,500 kilómetros de carreteras y caminos afectados (73% de la red del estado) y 132 puentes, 570 mil hectáreas agrícolas siniestradas, 123 mil viviendas con afectaciones.”

Fuentes académicas estiman que el 80% del estado se inundó, debido fundamentalmente a la intensa deforestación en la parte media y alta (Chiapas y Guatemala) de la cuenca del Grijalva que ocasiona erosión hídrica y azolve de los ríos; a una política hídrica mal concebida de obras de

ingeniería civil con nula intervención en la conservación de la vegetación; al juego de grupos políticos para atraer votos a su favor, permitiendo asentamientos humanos dentro de los cauces de los ríos (Toledo et al., 1983) y a los eventos recurrentes de precipitaciones extremas” (García y Kauffer, 2011). Fuentes oficiales atribuyen esta circunstancia a lluvias intensas en la región de La Sierra como resultado de una depresión en el Golfo de México y a la onda tropical No. 37; la entrada del frente frío Núm. 3, seguido del Núm. 4 para el 24 de octubre, con lluvias por arriba de los 200 mm en Jalapa (227 mm), Sayula (208.7 mm) y Macuspana (205.5 mm), así como la llegada de un nuevo frente frío para el 27 de octubre con fuertes lluvias (GTE, 2007a; 2007b).

A partir de esta primera inundación del siglo XXI en Tabasco (desde y hasta el 2011, cada año se inundó alguna parte de la geografía en la entidad), el gobierno federal a través de la Comisión Nacional del Agua, formula diversas intervenciones con el objetivo de reducir el riesgo de inundación y sus efectos concomitantes en Villahermosa. Sus acciones resultaron en la adecuación y construcción de estructuras de control fluvial en diversos puntos de la geografía estatal, causando la inundación de terrenos que antes no se inundaban, una inundación más prolongada o más profunda en otras áreas o hasta la inundación permanente de terrenos que antes no se inundaban o lo hacían estacionalmente (Cámara-Córdova *et al.*, 2012a).

Al presentarse los efectos del cambio de circulación superficial de los flujos del río Mezcalapa, la Secretaría de Desarrollo Agropecuario Forestal y Pesca del Gobierno del Estado de Tabasco y la Delegación Federal en Tabasco de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación del Poder Ejecutivo Federal, integran un grupo de expertos provenientes de diversas dependencias estatales y federales, así como de Centros e Instituciones de Investigación Científica y Educación Superior. Inicialmente considerando que solamente ocho mil hectáreas sufrían de inundaciones antropogénicas como consecuencia de las modificaciones al flujo hidrográfico del río Mezcalapa, a finales del 2011, ya se identificaron otras zonas que abarcan más de cien mil hectáreas y que sufren de inundaciones antropogénicas como consecuencia de las modificaciones a la hidrografía alrededor de Villahermosa (Cámara-Córdova, *et al.* 2012b).

Consecuente del riesgo de inundación antropogénica, representa un reto social construir la sustentabilidad y la seguridad alimentaria en este territorio, a pesar de las repercusiones ambientales, sociales y económicas de la generación hidroeléctrica en el trópico. Es un saldo del megaproyecto hidroeléctrico nacional, del crecimiento desordenado de la mancha urbana y del desarrollo de la actividad petrolera en la llanura aluvial del Golfo de México, que nos debería haber llevado a administrar la abundancia y del desarrollo carretero “necesario” para el desarrollo regional y la integración al concierto nacional. Sin embargo, esta nueva circunstancia local puede ser asumida como una oportunidad regional para planificar su futuro inmediato y facilitar o permitir el tránsito hacia el desarrollo sustentable.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Equipo Interinstitucional para el Estudio de Reconversión Productiva e Infraestructura Hidroagrícola para Cinco Municipios con Alto Riesgo de Inundación del Estado definió seis acciones para poder construir una *Propuesta de reconversión productiva, adecuación y desarrollo de infraestructura hidroagrícola para cinco municipios con alto riesgo de inundación en Tabasco* (Cámara-Córdova *et al.* 2012c).

En la sexta de las acciones propuestas, dirigida por el autor principal y mediante recorridos de campo y entrevistas con la población local realizados a lo largo de 2012, el colectivo de autores identificó entre otras más, una serie de alternativas de producción animal que contribuirán de manera sustentable, a conseguir la Seguridad Alimentaria regional.

RESULTADOS

En el rubro que se antoja más favorecido, la producción acuícola, se muestran en el cuadro 1, seis sistemas productivos para diversas especies y una actividad generadora de ingresos para la población local. Sin embargo, algunas actividades pecuarias que requieren de tierra firme, también fueron identificadas y se anotan en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Acuicultura sustentable para la seguridad alimentaria en condiciones de inundación antropogénica en Tabasco, México.

Sistema	Especies	Requerimientos	Observaciones
UMA´s	Cocodrilo, Tortugas dulceacuícolas.	Inundación estacional con tirante máximo de 1 m.	Áreas con inundación temporal, sin riesgo para las instalaciones ni la producción.
Encierros rústicos	Tilapia.	Tirante entre 1 y 2 m.	Siembra de juveniles ya con talla jaula.
Pesquería acuicultural	Tilapia, Mojarras nativas, Pejelagarto.	Tirante mínimo de 1 m durante al menos 6 meses; sin límite de profundidad.	Siembra de juveniles ya con talla jaula.
Agro-piscicultura	Tilapia, Mojarras nativas, Pejelagarto.	Construcción de estanques con bordos elevados.	Similares a camellones chontales y a los de Cámara-Córdova (2012).
Jaulas flotantes	Tilapia.	Tirante mínimo permanente de 1.5 m, corriente leve.	Funcionamiento solo en temporada de estiaje, con riesgo mínimo de crecientes; solo engorda.
Pesca deportiva	Especies nativas de importancia deportiva	Ríos, lagos y lagunas permanentes.	Asociada con la promoción ecoturística

Cuadro 2. Actividades pecuarias sustentables para la seguridad alimentaria en condiciones de inundación antropogénica en Tabasco, México.

Sistema	Especie	Productos	Observaciones
Traspatio	Pollos y Gallinas.	Pollas ponedoras, Carne blanca, Huevo, Plumas, Pollinasa.	Para consumo local y comercialización regional de los excedentes.
Ganadería ecológica	Búfalo de agua.	Carnes rojas, Piel y Otros derivados.	Para comercialización foránea y promoción del consumo local.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

El listado de producción animal sustentable para la seguridad alimentaria en condiciones de inundación antropogénica conforma parte de un catálogo de alternativas adecuadas a las diversas condiciones hidrográficas identificadas.

Permitirá la acción conjunta, solidaria y responsable de los gobiernos locales, municipales, estatales y federales, como de la iniciativa privada y del sector social para la construcción sustentable de la seguridad alimentaria en la región de Tabasco, México, que sufre ya las consecuencias de la inundación antropogénica.

REFERENCIAS

- Cámara-Córdova, J. 2012. Contribución del huerto familiar a la economía rural, a la adaptación al cambio climático y a la conversión productiva en Tabasco, México. En Mariaca M, R. 2012. El huerto familiar del Sureste de México. Villahermosa, Tabasco, México: Secretaría de Recursos Naturales y Protección Ambiental del Estado de Tabasco. ISBN: 978-607-7637-68-4. Pág. 372-389.
- Cámara-Córdova, J.; A. Galindo A., R.A. Cantú G. y G. Beauregard S. 2012a. Conversión productiva del territorio inundado en Tabasco. Presentación ppt en el 4° Encuentro Internacional 2012 Planeación territorial y hábitat sostenible. Villahermosa, Tab., MX: Divisiones Académicas de Ciencias Biológicas y de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 7 y 8 de marzo de 2012. 32 diapositivas.
- Cámara-Córdova, J.; G. Beauregard S., G. R. Cansino A., R.A. Cantú G., R. Flores B., M.A. Magaña A., J. Nava A. y A. Sala P. 2012b. Conversión productiva inducida por inundación antropogénica en Tabasco, México. Memorias del IV Congreso Internacional Perspectivas del Desarrollo Regional. Disponible en CD. 18 pág.
- Cámara-Córdova, J.; G. Beauregard S., G. R. Cansino A., R.A. Cantú G., R. Flores B., M.A. Magaña A., J. Nava A. y A. Sala P. 2012c. Conversión productiva regional por inundación antropogénica en Tabasco, México. Presentación ppt en la Semana de Difusión y Divulgación Científica 2012. Villahermosa, Tab., MX: Secretaría de Investigación, Posgrado y Vinculación de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. 24 al 28 de septiembre de 2012. 46 diapositivas.
- CEPAL. 2008. Tabasco: características e impacto socioeconómico de las inundaciones provocadas a finales de octubre y a comienzos de noviembre de 2007 por el frente frío número 4. LC/MEX/L.864. 16 de junio de 2008. Santiago de Chile: Comisión Económica para América Latina y el Caribe de las Naciones Unidas. 231 p. [En línea]. Disponible en <http://www.eclac.cl/cgi-bin/getProd.asp?xml=/publicaciones/xml/3/33373/P33373.xml&xsl=/mexico/tpl/p9f.xsl>. Consultado el 2012.08.01.
- García G., A.; y E. Kauffer M. 2011. Las cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice: un acercamiento a su delimitación y problemática general. *Frontera Norte* 23 (45): 131-161.
- GET. 2007a. Sala de prensa 20 de octubre. <http://www.tabasco.gob.mx/estado/index.php>
- GET. 2007b. Sala de prensa 27 de octubre. <http://www.tabasco.gob.mx/estado/index.php>
- Toledo, A.; A. Núñez y H. Ferreira 1983. *Cómo destruir el paraíso: el desastre ecológico del sureste*. México: Océano. 151 pág.

CONSUMO Y PREFERENCIA ALIMENTICIA DE IGUANA VERDE (*Iguana iguana*) EN ETAPA JUVENIL EN CONDICIONES DE CAUTIVERIO

P. Mendoza Nazar*, A. K. Zavala Huchin, B. Ruiz Sesma, M. A. Oliva Llavén, R. Pinto Ruiz, F. Guevara Hernández, P. G. Macías Farrera y A. Yamasaki Maza

**Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas
Rancho “San Francisco” Km. 8, Camino Ejido “Emiliano Zapata” Apartado postal No.
392, Tel. 01 961 67 1-60-75 y 01 961 61 5-73-73.*

**Email: paula.mendoza@unach.mx*

RESUMEN

El conocimiento de los hábitos alimentarios de la iguana verde (*Iguana iguana*) brindan información básica, ya que la alimentación es uno de los principales factores a considerar tanto en la cría exitosa, como en los costos de producción. Las iguanas criadas en cautiverio, principalmente las destinadas como mascotas, pueden estar siendo criadas con alimentos que no cubren sus requerimientos nutricionales debido a que al único alimento que tienen acceso es aquel que su cuidador les ofrece. El presente estudio da a conocer las preferencias alimentarias de la iguana verde (*Iguana iguana*) en condiciones de cautiverio, que pueden servir para la selección de ingredientes para una dieta equilibrada de esta especie. Para determinar las preferencias alimenticias de la iguana verde, se realizó una prueba de cafetería con un diseño bloques al azar, evaluándose cuatro categorías de alimentos: 1) Alimentos comerciales, 2) Verduras, 3) Frutas y 4) Hojas de arbóreas. De acuerdo a los resultados de consumo la preferencia en orden descendente fue de verduras, frutas, arbóreas y por último de alimentos comerciales. Los alimentos utilizados en el presente trabajo pueden ser obtenidos durante todo el año, el aporte de alimento comercial puede equilibrar las necesidades nutricionales, considerando además el costo de alimento, se podría utilizar el alimento de peces que contiene un mayor contenido de proteína cruda y es más económico ya que no hubieron diferencias significativas en el consumo de los alimentos comerciales utilizados.

Palabras clave: prueba de cafetería, cautiverio, diversidad productiva

Introducción

En la actualidad el estado de Chiapas se ha considerado como uno de los estados más importantes en la producción de reptiles, en especial las zonas de la Costa y Soconusco las cuales son ideales para la reproducción en cautiverio debido a sus condiciones climáticas y a la alta demanda en el mercado de especies exóticas como mascotas y alimento. Por lo cual la SEMARNAT de acuerdo con la Ley General de la Vida Silvestre y a través de las Unidades de Manejo Animal (UMA) ha impulsado proyectos en materia de producción de iguanas. La experiencia generada en otras especies animales criadas en cautiverio, indica que la alimentación es uno de los principales factores a considerar tanto en la cría exitosa, como en cuanto a los costos de producción (Cobos, 1998). A pesar de que las iguanas requieren un aporte adecuado de nutrimentos, proteínas, vitaminas, fibra, grasa, energía, entre otros, que son obtenidos de los alimentos que consumen en vida libre, bajo un proceso de selección natural, puede parecer irrelevante (Lara, 1994); sin embargo, las iguanas criadas en cautiverio, principalmente las destinadas como mascotas, pueden estar siendo criadas con alimentos que no cubren sus requerimientos nutricionales debido a que al único alimento que tienen acceso es aquel que su cuidador les ofrece, por lo que el objetivo del

presente trabajo de investigación fue evaluar la preferencia alimenticia de insumos convencionales y no convencionales de iguana verde (*Iguana iguana*) en etapa juvenil.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tuxtla Gutiérrez, (16° 45' N y 93° 7' O), a una altura de 600 msnm. La temperatura media anual es de 25,4 °C. La precipitación pluvial oscila según las áreas municipales y es en promedio 900 mm anuales. Para determinar las preferencias alimenticias de la iguana verde, se realizó una prueba de cafetería con un diseño bloques al azar (Martínez, 2010), evaluándose cuatro categorías de alimentos: 1) Alimentos comerciales, 2) Verduras, 3) Frutas y 4) Hojas de arbóreas, con cuatro réplicas cada uno. Considerando como alimento comercial el alimento comercial para iguana juvenil de la marca Wardley® con un contenido de proteína cruda de 20%, alimento de conejo marca Purina® con un contenido de proteína de 16% y alimento de pescado marca Apatilapia® con un 30% de proteína cruda. Verduras que pueden encontrarse durante todo el año como calabaza italiana (*Cucurbita pepo* L.) acelga (*Beta vulgaris*), tomate (*SolanumLycopersicum*) y cilantro (*Coriandrumsativum*). Frutas: Sandía (*Citrulluslanatus*), papaya (*Carica papaya*), manzana (*Pyrusmalus* L), pepino (*Cucumissativus*) y finalmente hojas de arbóreas: Tulipan (*Hibiscus rosa-sinensis*) Guásima (*Guazumaulmifolia*) y Leucaena (*Leucaenaleucocephala*). Para la evaluación se utilizó una tina de fibra de vidrio con capacidad de 1500 lt, con una longitud de 3 × 2 m. En donde se colocaron tres repeticiones de los alimentos probados, colocadas en recipientes individuales de manera longitudinal en la parte central de la tina. En cada periodo se introdujeron a la tina 31 iguanas juveniles con peso promedio de 30.93 g de ocho meses de edad en promedio, identificadas con un número pintado en los costados. Por categoría de alimento, se realizaron cuatro repeticiones, en las cuales se observó durante dos horas la actividad de las iguanas, en un horario establecido para todos los periodos de 12:00 a 14:00, con dos días de descanso entre cada evaluación. Las variables evaluadas fueron, toques o visitas de los animales a cada alimento y consumo, así como el consumo promedio por alimento en cada período, a las que se aplicó un análisis de varianza para un diseño bloques al azar, para la diferencia de medias se utilizó la prueba de Tukey utilizando el paquete estadístico SAS. Se determinó el consumo del alimento ofrecido en los periodos experimentales, pesando el alimento ofrecido, menos el alimento rechazado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto a la aceptabilidad de los alimentos ofrecidos, hubo diferencias significativas en el consumo del alimento comercial y de las hojas de arbóreas comparándolos con el consumo de verduras y frutas.

Cuadro 1. Consumo de alimentos en prueba de cafetería de iguanas juveniles en cautiverio.

Alimento	Consumo (gr)
Verduras	12.43 ^a
Alimento comercial	0.55 ^c
Frutas	13.66 ^a
Arbóreas	5.10 ^b

*Literales diferentes existe diferencia estadística significativa (P=0.0001)

De acuerdo con estudios realizados en iguanas en vida libre se ha notificado que el consumo de hojas predomina en todo el año (34 a 100 %), mientras que el consumo de flores se incrementa en la época de secas (11 a 43 %) y el de los frutos en primavera y verano (9 a 18 %) Zurita et al. (2009). Los alimentos utilizados en el presente trabajo pueden ser obtenidos durante todo el año,

el aporte de alimento comercial puede equilibrar las necesidades nutricionales, considerando además el costo de alimento, se podría utilizar el alimento de peces que contiene un mayor contenido de proteína cruda y es más económico ya que no hubieron diferencias significativas en el consumo de los alimentos comerciales utilizados.

Cuadro 2. Consumo de los diferentes tipos de alimento ofrecidos a iguana verde juveniles en cautiverio.

Tipo de alimento	Alimento	Consumo (gr)
Verduras	Calabaza	20.32 ^a
	Acelga	9.79 ^{cde}
	Tomate	10.57 ^{cd}
	Cilantro	9.04 ^{cde}
Alimento comercial	Conejo	0.73 ^f
	Pez	0.59 ^f
	Iguana	0.33 ^f
Frutas	Sandía	11.98 ^{bcd}
	Papaya	17.17 ^{ab}
	Manzana	10.04 ^{cde}
	Pepino	15.44 ^{abc}
Arbóreas	Leucaena	3.27 ^f
	Guásuma	3.66 ^{ef}
	Tulipán	8.29 ^{de}

*Literales diferentes existe diferencia estadística significativa (P=0.0001)

Cuadro 3. Aceptabilidad y consumo correspondientes a todos los diferentes tratamientos.

Tipo de alimento	Alimento	Toque	Consumo
Verduras	Calabaza	0.333 ^d	9.250 ^a
	Acelga	3.917 ^a	4.750 ^{bcde}
	Tomate	1.917 ^{abc}	3.500 ^{cdef}
	Cilantro	0.917 ^{cd}	4.667 ^{abcde}
Alimento comercial	Conejo	1.750 ^{bcd}	0.083 ^g
	Pez	0.500 ^{cd}	1.000 ^{fg}
	Iguana	1.250 ^{bcd}	1.417 ^{efg}
Frutas	Sandía	1.167 ^{bcd}	3.250 ^{cdef}
	Papaya	1.250 ^{bcd}	9.833 ^{ab}
	Manzana	1.250 ^{bcd}	2.083 ^{defg}
	Pepino	1.500 ^{bcd}	6.167 ^{abc}
Arbóreas	Leucaena	0.667 ^{cd}	7.500 ^{abcd}
	Guásuma	3.000 ^{ab}	2.083 ^{cdef}
	Tulipán	2.500 ^{ab}	5.667 ^{abcde}

*Literales diferentes existe diferencia estadística significativa (P=0.0001)

CONCLUSIÓN

La preferencia y consumo de cada uno de los diferentes tratamientos pudo estar influenciada por su sabor, olor, textura, color, la costumbre o previa experiencia de los animales a dichos tratamientos.

REFERENCIAS

- Cobos, M.A.(1998) Alimentos y alimentación de la iguana negra en cautiverio. En: Primer Taller Nacional Sobre Manejo de Iguanas en Cautiverio. Pátzcuaro, Michoacán. Dirección General de Vida Silvestre y Delegación Federal de la SEMARNAP.
- Lara, L. M. S. (1994) Hábitos alimentarios de la iguana verde (*Iguana iguana*Wiegmann) en la región de la Mancha, Actopan, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias. Facultad de Biología. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz.
- Martínez, M. R. (2010) Bloques multinutricionales elaborados con follaje de arboles como suplemento alimenticio de ovinos.Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Posgraduados.Tepetates, Manlio F. Altamirano, Veracruz.
- Rand, A. S., Dugan, A., Monteza, H. y Vianda, D. (1990) Thediet of a generalizedfolivore: *Iguana iguanain* Panama. Journal of Herpetology. 2: 211-214.
- Zurita-Carmona ME (2009). Composición de la dieta, consumo de proteína y energía en iguana negra, *Ctenosaurapectinata*wiegmann, 1834, y densidad poblacional en Santos Reyes Nopala, Oaxaca. Universidad y Ciencia en el trópico. 25(1):103-109,2009

CARACTERIZACIÓN DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN ACUÍCOLA EN EL ESTADO DE CHIAPAS

F. Moreno Martínez *, A.E. Ruiz Pereyra, P. Mendoza Nazar, B. Ruiz Sesma, C. Ibarra Martínez

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas

**E-mail: eivan_13@hotmail.com*

RESUMEN

La acuicultura rural es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales, representado una alternativa en la generación de empleos. Ante esta situación la SAGARPA, estableció unidades de producción acuícola en zonas de alta y muy alta marginación en beneficio de las familias mexicanas dedicadas a esta actividad. Por lo que el objetivo de esta investigación fue realizar la caracterización del sistema de producción acuícola en el estado de Chiapas. El muestreo fue seccional cruzado, se usaron entrevistas semiestructuradas en la unidad de producción. Se utilizó la técnica de encuesta directa y observación participante, con preguntas relacionadas con aspectos generales de las unidades de producción y el inventario acuícola. Para la caracterización de las unidades de producción acuícola se realizaron 30 entrevistas directas a los productores. De acuerdo a los resultados obtenidos, el 3.7 % de los productores de los sistemas de producción evaluados no poseen ningún grado de estudio y tienen un promedio de edad de 50 años. El 44.4% tienen estudios de nivel primaria y el 29.6 % poseen estudios universitarios. Esta actividad la realizan principalmente el género masculino con un 92.6%. Debido a problemas técnicos, económicos, sociales, entre otros, el 25% de las unidades acuícolas están abandonadas. La especie con mayor demanda para su cultivo (81.5%) fue la tilapia. De los sistemas de producción acuícola el de jaula fue el más productivo con un rendimiento de 21.48 kg/m³/año, seguido de geomembrana y estanque circular de cemento con 16.99 y 7.59 kg/m³/año respectivamente.

Palabras clave: Sistemas acuícolas, caracterización.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad gran parte de la población rural está en condiciones de desventaja alimentaria, por lo tanto los esfuerzos que deriven en desarrollar alternativas prácticas para dotar de una mejor alimentación y calidad de vida a estos grupos poblacionales es de particular importancia. De acuerdo con Martínez (2005) la población marginada se concentra generalmente en las áreas rurales o periurbanas, por lo que la acuicultura rural para autoconsumo puede tener un enorme valor social aún no cuantificado como reductor de la pobreza y por ende de la calidad de vida. Estudios llevados a cabo en diversas regiones de México han sugerido que la acuicultura rural es una alternativa de producción capaz de atenuar la demanda y disminuir la presión sobre los recursos naturales. La acuicultura rural es importante como alternativa en la generación de empleos, el arraigo en las comunidades y la producción de alimento de alta calidad nutricional para el ser humano (Amador del Ángel et al., 2006). Una de las especies de gran oferta y demanda en el país es la tilapia, su consumo es el más alto entre las especies del agua dulce. Ante esta situación la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) estableció unidades de producción acuícola en zonas de alta y muy alta marginación en beneficio de las familias mexicanas dedicadas a esta actividad. Sin embargo se

desconoce la situación que guardan estas unidades, por lo que el objetivo de esta investigación es realizar la caracterización del sistema de producción acuícola UPA en el estado de Chiapas.

MATERIALES Y METODOS

De acuerdo con los datos obtenidos de la Comisión Nacional de Acuicultura y Pesca (CONAPESCA), órgano desconcentrado de la SAGARPA, se identificó a los grupos de productores a los que se les concretó apoyos económicos para el establecimiento de proyectos productivos rentables en el Estado de Chiapas, los cuales fueron distribuidos de acuerdo a las zonas económicas del estado. Se realizó un muestreo estratificado con asignación Neyman con base a un marco lista de 1800 unidades de producción, se consideró el tipo de sistema de producción de la unidad de producción como base de estratificación. El cálculo del tamaño de muestra se basó en una precisión del estimador de 10% y confiabilidad del 95 %. El tamaño de muestra obtenido fue de 30 unidades de producción, distribuidas en diez estratos: Bordo, Encierro, Estanque con cemento, Estanque circular con cemento, Estanque rustico de tierra, Estanque rustico con cubierta de plástico, Geomembrana, Jaula, Presa y Tinajas. El muestreo fue seccional cruzado, se usaron entrevistas semiestructuradas en la unidad de producción. Se utilizó la técnica de encuesta directa y observación participante. Para la caracterización de las unidades de producción acuícola se realizaron 30 entrevistas directas a los productores de las unidades de producciones seleccionadas, sobre los aspectos generales de las unidades de producción y el inventario acuícola. Para la caracterización de las unidades de producción acuícola sobre los aspectos generales de las unidades de producción y el inventario acuícola, se realizó un análisis de frecuencias y se calcularon los estadísticos descriptivos para las variables cualitativas y para las variables cuantitativas se obtuvieron las medidas de tendencia central (Steel, Torrie, y Dickey 1997).

RESULTADOS Y DISCUSION

De acuerdo a los resultados sobre la caracterización de la población potencial de las UPA del estado de Chiapas, el 3.7 % de productores no posee ningún grado de estudios, con un promedio de edad de 50 años. Sin embargo, el 44.4% que corresponde al mayor porcentaje de los productores tienen estudios de nivel primaria, el 22.2% que poseen estudios a nivel secundaria (Martínez, 2005). El segundo apartado con mayor porcentaje 29.6 % corresponde a productores que poseen estudios universitarios. Cabe destacar que esta actividad la realizan principalmente el género masculino con un 92.6%, con una edad promedio de 42.9 años, mientras que una minoría con el 7.4% la representa la participación de las mujeres en esta actividad acuícola. Los productores que no poseen estudios son quienes tienen más años dedicados a la actividad acuícola con un promedio de 30 años. El segundo grupo con 20.4 años en promedio dedicados a esta actividad tiene estudios de nivel primaria y los que poseen estudios de nivel secundaria tienen en promedio 13.7 años dedicados a estas labores. Cabe destacar que el 29.6 % de la población posee estudios universitarios y en promedio tienen 8.2 años dedicados a actividades acuícolas.

De acuerdo a las características generales de los sistemas de producción acuícolas, los productores realizan la captura en presas y ríos es de 21.9%. Las UPA están distribuidas en diferentes sistemas de producción, cada uno con características bien definidas, el sistema de geomembrana es el más predominante en el estado con 21.4%, seguido de los estanques rústicos con cubierta de plástico con el 17.9%. Los sistemas de estanques rústicos de tierra se presenta muy poco (10.7%) esto posiblemente debido al costo de la maquinaria, al tipo de suelo, etc. El sistema de estanque circular con cemento está presente en el 10.7% de las UPA.

Debido a problemas técnicos, económicos, sociales, entre otros, el 25% de las unidades acuícolas del estado de Chiapas están abandonadas. El sistema de estanque rustico con cubierta de plástico de las UPA, el 80% de estas están abandonadas en el estado, el 66.6% se presenta en la región fronteriza y el 33.3% en la región frailesca. El sistema de geomembrana presenta un 16.7% de abandono en el estado, recalcando que en la región centro del estado presenta el 100% y en la región frailesca el 50%. El 63% de los sistemas de producción dependen de la energía eléctrica para la realización de las actividades dentro de las unidades acuícolas, dentro de las actividades más comunes está el llenado de los estanques, oxigenación, recambio de agua, entre otras. Los sistemas que dependen del 100% de la energía eléctrica son; estanques con cemento, estanque circular con cemento, estanque rustico de tierra, geomembrana y tinas. En lo que respecta a el sistema de estanque rústico con cubierta de plástico el 60% de estos depende exclusivamente de la energía eléctrica y el 40% utiliza un sistema de gravedad. Los sistemas de bordo, encierro, jaula y presa (29.6%) no utilizan energía eléctrica para sus actividades. La especie con mayor demanda para su cultivo con un valor de 81.5% de población es la tilapia (*Oreochromis niloticus*), esta especie originaria del continente africano en las últimas décadas ha sido introducido en prácticamente todas las regiones del planeta susceptibles de cultivarlo. En los sistemas de producción acuícola estanque de cemento, estanque circular de cemento, estanque rustico tierra, estanque rustico membrana de plástico, geomembrana y Jaula, se cultiva la tilapia, con dos ciclos por año, en la región soconusco se cultiva el pejelagarto en el sistema de geomembrana y tina, su principal objetivo es la producción de crías (Meyer 2007; Triminio et al., 2007). En el sistema de bordo y encierro, se cultiva principalmente camarón. De acuerdo con los datos obtenidos el 77.8% de los productores proporcionan alimento industrializado, con una frecuencia de 3 a 6 veces al día. El 22.2% de los productores no alimentan. Este porcentaje corresponde a los sistemas de bordo, encierro y presa. Las unidades de producción acuícola están compuestas principalmente por socios masculinos, y únicamente el 11.4% de los socios son mujeres. Las mujeres participan principalmente en los sistemas de producción acuícola, el encierro, estanque con cemento, estanque rustico con cubierta de plástico, geomembrana y jaula. La participación de la mujer, el sector acuícola es inferior al promedio nacional de mujeres ocupadas en los sectores de actividad económica (33.2%). Por otro lado, en la actualidad la proporción de mujeres en las áreas rurales de México que participan en actividades productivas en el campo representan 32.2% de la fuerza de trabajo femenina ocupada rural.

CONCLUSION

Es necesario dar seguimiento cercano por parte de las autoridades correspondientes para conocer las bondades y debilidades del programa, así como del correcto uso de los recursos para los objetivos planteados.

Impulsar la acuicultura en un marco de sanidad, calidad e inocuidad acorde con los estándares internacionales.

Promover la participación de Instituciones de investigación y docencia, para impulsar programas de transferencia de tecnología, asistencia técnica y capacitación, con la finalidad de mejorar la eficiencia y productividad con calidad y respeto al medio ambiente.

Establecer los canales de comercialización adecuados para los productos y subproductos de la actividad acuícola de las unidades de producción.

Fomentar la participación de las mujeres en las actividades para darle valor agregado a los productos y/o subproductos (venta de filete, curtiembre de la piel, artesanías, etc).

REFERENCIAS

- Amador del Ángel L. E., Córdoba Rivera C. M., Gómez Vázquez J., Villareal López C., Valdez Morales S. & Cabrera Rodríguez P., 2006, Diagnóstico de las unidades femeniles de producción rural (UFPR) de Mojarra Tilapia (*Oreochromis spp*) en la Península de Atasta, Campeche (México). Comunicación Científica - CIVA 2006 (<http://www.civa2006.org>), 907-915
- Fernando Vega-Villasante F, María del Carmen Cortés-Lara, Luz María Zúñiga-Medina, Barbarito Jaime-Ceballos, José Galindo-López, Mao Ernesto Rafael Basto-Rosales y Héctor Nolasco-Soria. 2010. Cultivo de tilapia (*Oreochromis niloticus*) a pequeña escala ¿alternativa alimentaria para familias rurales y periurbanas de México? REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 1695-7504 Volumen 11 Número 03.
- Martinez, M., 2005, Disadvantaged groups and aquaculture. Issues Fact Sheets. In: FAO Fisheries and Aquaculture Department [online]. Rome. Updated 27 May 2005. [Cited 15 September 2009].
- Meyer, D.E.; Triminio, S. 2007. Reproduccion y cria de alevines de Tilapia: Manual Práctico. Aquaculture Collaborative Research Support Program (ACRSP), Oregon State University, Corvallis, Oregon, USA. p. 11-12, 25, 40-44.

**MESA: ECONOMÍA Y ADMINISTRACIÓN
AGROPECUARIA**

DIAGNÓSTICO Y ALTERNATIVAS DE MEJORA EN LOS SISTEMAS PECUARIOS DE PRODUCCIÓN FAMILIAR EN SANTA MARÍA HUATULCO, OAXACA

Y.A. Cabrera-Vargas¹, Y. Villegas-Aparicio^{1*}, P. Bautista-Hernández², M.P. Jerez-Salas¹, M.A. Vasquez-Davila¹

¹*Ex-Hacienda de Nazareno, Xoxocotlan, Oaxaca. División de Estudios de Posgrado e Investigación, Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.* ²*Asesor del Comisariado de los Bienes Comunes de Santa María Huatulco, Oaxaca. E-mail: yurivil37@yahoo.com.mx*

RESUMEN

Con la finalidad de realizar un diagnóstico de la situación de los sistemas pecuarios en el municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca, se levantaron encuestas descriptivas con preguntas abiertas en las comunidades que integran este municipio. Se seleccionaron comunidades más representativas donde se concentraron los datos que abarcaron las variables: Superficie utilizada por el productor, Superficie de Agostadero o Enmontada, Producción Pecuaria (bovinos, porcinos, caprinos, ovinos y aves), Seguro, Crédito, Apoyos y Ahorro, Organización para la Producción y Actividad principal y Problemática principal. Se utilizaron los criterios de consistencia entre los valores y las variables de cada entrevista para la verificar la información, después se clasificó en una base de datos para analizar los resultados obtenidos, para ser llevadas a su análisis. El periodo de tiempo manejado, para la recolección de datos proporcionados por el productor fue de un año, dado que los periodos de lluvia y sequia influyen mucho en la producción. Para el análisis de la información se realizó un concentrado para ver el comportamiento de las comunidades. Se observa que tienen suficiente extensión de tierra para sembrar o para pastorear sus animales pero les falta asesoría para sembrar pastos mejorados y que sus animales sean sustituidos por mejores razas. Sin embargo las nuevas generaciones de productores están en la mejor disposición de trabajar sus tierras y a sus animales, prueba de ello son las pequeñas inversiones realizadas, pero sin ayuda podrían abandonarlo.

Palabras clave: situación, productividad animal, extensión, campesinos

INTRODUCCIÓN

En la actualidad las cadenas agroalimentarias exigen calidad en el producto finalizado, lo cual pone a los pequeños productores en un desventaja, ya que tienen que mejorar sus productos o limitarse a vender estos en el mercado local donde su precio es castigado. Los sistemas de producción predominantes en el estado de Oaxaca son los llamados familiares o de traspatio La Unidad de Producción familiar campesina (UPFC) como una unidad básica multifuncional de organización productiva en el campo (CEDRSSA, 2012), caracterizados por la disponibilidad de tecnología casi nula, instalaciones precarias y muy poco conocimiento técnico. Estos sistemas que predominan en las regiones del estado son, sin embargo los que surten en mayor parte al mercado local de Oaxaca. Un diagnostico detallado de la situación actual se podría dar propuestas de posibles proyectos¹ que ayuden a estos pequeños productores a incorporarse a las cadenas productivas y agroalimentarias existentes en Oaxaca. Por lo anterior, el presente estudio tiene como objetivo elaborar un diagnóstico de la situación de los sistemas pecuarios de producción familiar de Santa María Huatulco, Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

En el Municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca, se realizó un levantamiento de entrevistas descriptivas de preguntas abiertas considerando un periodo comprendido entre el mes de Julio del año 2011 y Junio de año 2012. Se abarcó las áreas comunales con mayor producción pecuaria y con clima diferente a otras. Para la recopilación de la información y la obtención de datos, se utilizaron mapas para localizar los parajes de cada comunidad y una entrevista por muestreo, se utilizó un muestreo aleatorio estratificado. En base al mapa del municipio se delimitó la zona de mayor producción pecuaria y se marcaron las zonas de levantamiento de las encuestas. La información se recolectó mediante un cuestionario en formato digital, incorporado en un dispositivo móvil (tableta electrónica), se aplicó una entrevista a los productores pecuarios. El levantamiento de información se llevó a cabo directamente a los domicilios y predios de los productores donde se les aplicó el cuestionario. Los datos se capturaron en un formato digital y se incorporaron en un dispositivo móvil. Se clasificó en diferentes cuadros de Excel elaborados dependiendo el tipo de información en cada comunidad elegida como prioritaria, los datos se conformaron en un mismo criterio o unidad para que sea homogéneo y comprensible. Se validó mediante criterios de consistencia entre los valores y las variables, esto para verificar información en cada caso y se generaron los resultados con un modelo descriptivo utilizando la herramienta Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuestión de superficie las seis comunidades se comportaron en dos grupos, donde Arroyo Suchitl, Chacalmata y Pueblo Viejo son las comunidades con menor superficie reportada (en promedio, 46.8 ha) (Cuadro 1). El otro grupo es de Bajos de Coyula, Hacienda Vieja y Todos Santos (en promedio 131.8, ha). Las comunidades alcanzan un promedio de 89 ha en superficie utilizada. En pastos no cultivados las comunidades que reportaron pocas ha utilizadas, fueron Arroyo Suchitl, Chacalmata y Pueblo Viejo, por el contrario Bajos de Coyula, Hacienda Vieja y Todos Santos reportaron un mayor número de ha de pastos no cultivados alcanzando un promedio 66 has. En pasto cultivado las comunidades que se relacionan son Arroyo Suchitl, Bajos de Coyula y Todos Santos. Las otras comunidades Chacalmata, Hacienda Vieja y Pueblo Viejo, son las que reportaron mas ha de pastos cultivados alcanzando un promedio de 14 ha. Los pastos no cultivados, agostadero o enmontada, para Santa María Huatulco es de 481.61 ha. A pesar de la mala proporción de pastos cultivados se nota un crecimiento de la superficie de pastos con 536 ha. Por otro lado el promedio de ha sembradas en los últimos 5 años alcanzaron las 43 ha. Agrupando las comunidades Bajos de Coyula y Todos Santos como las más altas luego Arroyo Suchitl, Hacienda Vieja. Por último Chacalmata y Pueblo Viejo como las más bajas. En el sector de cría y explotación de animales se reportó un promedio de 96 cabezas de bovinos donde la comunidad Bajos de Coyula es la más alta y Chacalmata la más baja las demás comunidades manejan un número igual de cabezas; se reportan 642 cabezas en total. La edad que más predomina son los animales mayores de 3 años. El sistema más utilizado para la producción de bovinos es con pastoreo controlado. En ganado porcino se reportó un promedio de 7 animales por comunidad donde la comunidad Bajos de Coyula, Chacalmata y Pueblo Viejo fueron los más altos. El INEGI reportó mayor existencia (Censo Agrícola, Ganadero, 2007). En aves la comunidad Bajos de Coyula fue la que más aves reportó, le siguen la Hacienda Vieja y Pueblo Viejo con un buen número de aves reportadas (255); las demás comunidades son bajas pero las anteriores suben el promedio alcanzando las 166 cabezas en el municipio. El promedio de producción de huevo diario es de 38; y las ventas son 15. En el Censo del 2007 se reportan 166 en total lo que demuestra un aumento considerable con esta especie. En ovinos Bajos de Coyula

y Todos Santos reportaron más animales (16 en promedio); en las demás comunidades va decreciendo el número de animales, incluso en algunos no hay existencia.

Cuadro 1. Diagnóstico de comunidades en Santa María, Huatulco, Oaxaca.

Variables	Comunidad					
	Arroyo Suchitl	Bajos Coyula	Chacalmata	Hacienda Vieja	Todos Santos	Pueblo Viejo
	Superficie					
Utilizada	48	131.5	34	111	153	58.5
Total	174	182.5	121	180	209	159.5
Agostadero	27	87	23.5	102	106	51
Cultivos	18	22.5	4.5	13	20	4.5
Forrajeros						
	Inventario animal					
Bovino	91	173	43	81	87	99
Porcino	2	19	9	0	2	12
Aves	87	383	27	276	33	187
Ovinos	0	52	17	8	44	2
Caprinos	0	54	26	0	0	12
	Seguros, créditos y apoyos					
Prestamos	2	0	0	0	0	0
Seguro	1	0	0	0	0	2
Apoyo de gobierno	8	5	2	5	4	3
	Organización					
Solo	5	7	3	2	2	8
Esposa e hijos	5	9	8	9	8	3
Grupo o cooperativa	5	1	0	0	1	0
	Actividad principal					
Agricultura	4	4	0	3	1	1
Ganadería	0	3	4	0	7	8
Ambas	6	10	7	8	4	2

En caprinos solo la comunidad Bajos de Coyula, Chacalmata y Pueblo Viejo reportaron animales, se promedió 15 animales. En el sector de seguros, créditos y apoyos, solo la comunidad Arroyo Suchitl reportó préstamos. En seguros la comunidad Arroyo Suchitl y Pueblo Viejo fueron las que reportaron (1 y 2, respectivamente). En apoyos de gobierno la comunidad Arroyo Suchitl, Bajos de Coyula y Hacienda Vieja fueron más altas (8, 5 y 5, respectivamente) que las demás alcanzando un promedio de 5 productores. En ahorro las comunidades alcanzaron un promedio muy bajo 3 pero en reinversión de capital el promedio fue de 7. En organización y manejo las comunidades reportaron que los productores realizan sus labores del campo con la ayuda de su esposa e hijos y casi nadie en grupos o cooperativas. Las edades de los productores fueron en su mayoría las que tienen entre 19 a 60 años, seguidas de los productores de 12 a 18 años. En las actividades agrícola y pecuaria, se reportó que la mayoría de productores realizan ambas actividades con un promedio de seis; siendo la comunidad Arroyo Suchitl, Bajos de Coyula, Chacalmata y Hacienda vieja las más dedicadas, le sigue los productores que solo se dedican a la producción de animales. Los altos costos, la poca infraestructura y la falta de

asistencia técnica fueron los principales factores reportados por todos los productores como los motivos principales por lo que les es difícil producir y alcanzar éxito en todas sus producciones. El INEGI en el 2007 reporto que las causas principales fueron: perdidas por fenómenos meteorológicos, difícil acceso a crédito y la pérdida de fertilidad del suelo.

CONCLUSIONES

El Municipio de Santa María Huatulco, Oaxaca, tienen suficiente extensión de tierra para sembrar o para pastorear sus animales pero les falta asesoría para sembrar pastos mejorados y que sus animales sean sustituidos por mejores razas. Sin embargo las nuevas generaciones de productores están en la mejor disposición de trabajar sus tierras y a sus animales, prueba de ello son las pequeñas inversiones realizadas, pero sin ayuda podrían abandonarlo.

REFERENCIAS

Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA). 2007. Rumbo Rural. [www.cedrssa.gob.mx /includes/asp/download.asp?iddocumento](http://www.cedrssa.gob.mx/includes/asp/download.asp?iddocumento).

INEGI, 2007, VIII Censo Agrícola, Ganadero y Forestal.

MODELO DE SIMULACIÓN PARA EVALUAR LA RENTABILIDAD EN LA PRODUCCIÓN DE OVINOS FINALIZADOS EN YUCATÁN.

P. Soberanis Ojeda, C.A Sandoval Castro, L.A Sarmiento Franco

*Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán (CCBA-UADY). Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5 C.P 97100 Mérida, Yucatán, México.
E-mail: patts_o@hotmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de generar información sobre la rentabilidad en la producción intensiva de ovinos, se utilizó un modelo de simulación económica para evaluar el efecto de las variables: ganancia diaria de peso (GDP), costo de la dieta, rendimiento de canal, precio de venta, peso al finalizado y espacio vital, en diferentes escenarios de producción, para identificar las variables con mayor impacto sobre la rentabilidad de la empresa. Se tomaron datos productivos y económicos de una unidad de producción ovina, ubicada en el municipio de Tahmek, Yucatán, México. utilizando una hoja de Microsoft Excel © se calcularon los costos de producción (CP), utilidad y la rentabilidad sobre ventas de la empresa, la cual se tomó como escenario base para simular diferentes escenarios productivos con una sola variable y con la interacción de ellas, formando escenarios de “Máxima eficiencia” y “Mejorados” para animales vendidos en pie y en canal. Se obtuvo que la rentabilidad del escenario base para animales vendidos en canal es mayor a la rentabilidad del escenario base de venta de animales en pie (31.6% vs. 13.4%). Los escenarios que tuvieron la mayor rentabilidad fueron aquellos donde se incrementó el precio de venta en pie (20.6%) y GDP (24.6%) o se redujo el peso vivo al finalizado (20.7%) y precio de la ración (21.6%). Se concluyó que el modelo de simulación económica es una herramienta adecuada para evaluar *ex ante* diversos escenarios productivos de interés para el productor o profesional de la Ovinocultura.

Palabras clave: costos de producción, corderos, escenarios de producción.

INTRODUCCION

La producción ovina en México es considerada dentro del sector ganadero como la actividad de mayor desarrollo registrado en los últimos años. Dentro de este crecimiento, la implementación de los sistemas de engorda intensiva, ha demostrado ser una actividad importante y rentable para los productores. Estos sistemas se caracterizan por lograr una alta GDP y conversión alimenticia con una viabilidad económica sujeta a un alto precio de venta, así como al costo y disponibilidad del grano (Sánchez, 2001).

A pesar de que se han logrado buenos resultados productivos, al realizar una evaluación de los sistemas de engorda, por lo general solo se considera la información técnica (López *et al.*, 2007), dejando de lado los registros económicos, como consecuencia del poco control administrativo, esto impide al productor conocer los costos de producción, y por consiguiente los principales indicadores económicos; imposibilitando con ello determinar el nivel de rentabilidad que se obtiene o pudiera obtenerse con esta especie. Si el productor desconoce la eficiencia económica de su sistema de producción, difícilmente podrá tomar decisiones adecuadas que hagan de su granja una empresa rentable. Asimismo, la implementación de nuevas tecnologías carecería de sentido lógico en su empresa (Vilaboa, *et al.*, 2006). Por esta razón, es importante que los

productores introduzcan conceptos y modelos económicos y empresariales, donde se analice no solo su eficiencia productiva, sino también la económica (Fajardo, 2004), para seleccionar el sistema de engorda que se ajuste al mercado objetivo.

Por tal motivo, en el presente trabajo el objetivo fue emplear un modelo de simulación económica como herramienta para evaluar la rentabilidad de diferentes escenarios de producción para la engorda de ovinos bajo un sistema intensivo.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó información productiva y económica histórica de una empresa de engorda intensiva de ovinos cuyos datos formaron el escenario base, además se realizó una revisión bibliográfica para generar escenarios factibles de ser implementados en la unidad ovina, modelando aquellas variables que tienen un alto impacto productivo y sobre la rentabilidad de la empresa, como son: costo de alimentación, precio de venta en pie y en canal, espacio vital en jaulas elevadas, GDP, rendimiento de canal (%) y peso animal finalizado. Para realizar este tipo de escenarios se utilizó una hoja de cálculo Microsoft Excel ©.

Los indicadores de producción que se tomaron como constantes para realizar el escenario base fueron: 192 animales producidos/ciclo, peso inicial destete 18 Kg, 40 Kg peso finalizado, \$26 precio de venta/Kg en pie, \$70 precio de venta/Kg en canal, 47% de rendimiento en canal, \$5.97 precio de ración/animal/día, número de trabajadores 1 y espacio vital en jaula 0.5 m²/ animal.

Se realizó la simulación con los siguientes escenarios, cambiando una sola variable para animales vendidos en pie: GDP: 260, 280 y 300 g, precio de venta en pie \$28 /Kg, espacio vital en jaula elevada 1m²/ animal, 35 Kg peso al finalizado; y rendimiento de canal 50 %; precio de venta en canal: \$65 y \$75 para animales vendidos en canal.

Además, se generaron escenarios con la interacción de varias de estas variables formando escenarios de “Máxima eficiencia” y “Mejorados”: Mejoramiento 1 (Máxima eficiencia): 300 g de GDP, 35 Kg de peso finalizado, menos el 20% Costo de la ración diaria. Mejoramiento 2 (Conservador): 35 Kg de peso finalizado, menos el 10% del costo de la ración diaria. Mejoramiento 3 (Máxima eficiencia): 300 gr de GDP, 50% de rendimiento, 35 kg de peso finalizado y 20% menos del costo de la ración diaria. Mejoramiento 4 (Conservador): 35 Kg de peso finalizado, menos el 10% costo de la ración diaria.

Se calcularon los CP, separándolos en costos fijos (CF) y costos variables (CV). Para calcular los CF se incluyeron la depreciación de instalaciones y el sueldo del veterinario. Para los CV se incluyeron el costo de alimentación, costo del destete, costo de medicamentos (vacunas, desparasitantes) y mano de obra. Para la determinación del costo total, se consideró la sumatoria de los CV más los CF (Wadsworth, 1997; Koppel *et al.*, 2002). Para el cálculo de la rentabilidad se utilizó la siguiente fórmula: Rentabilidad sobre ventas: Utilidad neta/ Ventas × 100.

RESULTADOS Y DISCUSION

La rentabilidad del escenario base con animales vendidos en canal resultó mayor a la obtenida del escenario base con la venta de animales en pie (31.6 vs.13.4), esto se debe a que el precio de venta en canal es mayor que el precio en pie, combinado con la proporción del rendimiento en canal, supera la relación obtenida por la venta en pie. Los escenarios que tuvieron la mayor rentabilidad fueron aquellos donde se incrementó el precio de venta en pie (20.6%) y GDP (24.6%), o donde se redujo el peso al finalizado (20.7%) y precio de la ración (21.6%).

En Yucatán, actualmente el precio de venta en pie del borrego se encuentra entre \$30 a 34, la variación de ésta se establece sobre la base de la oferta y la demanda del producto (AGLECO, 2013), Al disminuir y/o aumentar el precio de venta en \$2, con respecto al precio promedio, la

rentabilidad de la empresa baja el 7.2% y sube la misma proporción con respecto al escenario base.

Al mejorar la variable de GDP de los animales, aumentando a 260, 280 y 300 g/d, se mejora la rentabilidad de la empresa en un 3.8, 7 y 11.6 % respectivamente. Este incremento en la GDP puede lograrse utilizando animales de rápido crecimiento. En estudios de Vázquez *et al.* (2011), Cabrera *et al.* (2007) y Moo (2012) encontraron que con el genotipo Kathadin/Dorper se obtiene una GDP de 273-347 g en comparación con los genotipos Dorper/Pelibuey con una GDP de 240-260 y Katahdin/Pelibuey 200- 210 g/d (Macías, 2010; Bores 2001), Por lo que el genotipo Katahdin/Dorper, de rápido crecimiento postdestete (Burke, 2007), y de buen rendimiento de canal, representan un potencial para incrementar la producción de carne ovina.

Al cambiar la variable de peso al finalizado de 40 a 35 kg PV se obtuvieron mejores utilidades, aumentando la rentabilidad sobre ventas en un 7.3 %. Esto se debe a que disminuye el periodo de engorda (días) y por consiguiente se reduce el pago de mano de obra y el costo total de alimentación, aun con una reducción en el volumen de venta (5 kg).

Al modificar el costo de la ración, disminuyendo un 10% o 20% el precio del alimento, el impacto fue de un 4 y 8 % respectivamente sobre las utilidades (no sobre el ingreso), lo que implica que cada punto porcentual de disminución representará para la empresa un aumento en la utilidad de \$3,300. Esta disminución de precio de la ración se puede lograr utilizando insumos de bajo costo como maíz, soya y pasto de corte.

En los escenarios con la interacción de diferentes variables (en pie y en canal), como es lógico de esperarse, se observa que tanto en los escenarios de máxima eficiencia como en los mejorados, cuando alguna de las variables cambia de forma favorable (aumento de GDP o precio de venta), también aumenta la rentabilidad de la empresa.

CONCLUSION

El modelo de simulación permitió estimar los cambios en variables de interés productivo y económico. Ésta información puede servir al productor o técnico para elaborar un plan de acción a corto o mediano plazo, para aumentar la rentabilidad de la empresa. Las variables con mayor impacto son la GDP y el precio de la ración, ya que al modificarlas generan un mayor incremento en la rentabilidad. El CP más alto es la alimentación este representa el 58% del costo total del producto finalizado. Lo anterior define importantes áreas de mejora en la eficiencia productiva, como son el manejo adecuado de genotipos y la búsqueda de alternativas más económicas para la alimentación.

AGRADECIMIENTOS

La M en C. Patricia Soberanis Ojeda, Agradece al Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca (CONACYT- 306633) de apoyo para sus estudios de Maestría en Producción Ovina Tropical en la Universidad Autónoma de Yucatán.

REFERENCIAS

- Bores, R. Q., R.J.J. Baeza, F.J. Quintal y J.S. Canul, 2001. Composición Corporal de Corderos F1 de Pelo Cruzados con Razas Especializadas para Producción Comercial de Carne. Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Mocochoá, Yucatán.
- Burke, J. M and J.K Apple, 2007. Growth performance and carcass traits of forage-fed hair sheep wethers. *Small Ruminant Research*. 67 (2-3): 264-270.
- Cabrera, N.A., M.P. Rojas, R.I. Daniel, S.A Serrano y O.M. López, 2007. Influencia de la suplementación sobre la ganancia de peso y calidad de canal en borregos

- Dorper/Katahdin. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Veracruzana.
- Fajardo, G.O., 2004. La gestión del conocimiento, parte fundamental de la competitividad de las empresas agropecuarias. Ganadero. Vol. XXIX, No. 3. México. 1/2006.
- Koppel, R.E., O.G.A. Ortiz, D.A. Ávila, L.J. Lagunas, M.O. Castañeda, G.I. López, B.U. Aguilar, P.M. Román, C.J.A. Villagómez, S.R. Aguilera, V.J. Quiroz y R.R. Calderón, 2002. Metodología para la evaluación de ranchos ganaderos de doble propósito. En: Manejo de ganado bovino de doble propósito en el trópico. INIFAP. CIRGOC. Libro Técnico No. 5 (2aEdición), México. p 131.
- López, D.A. y H.A. Ortiz, 2007. Centro de Responsabilidad para el cálculo de costos. La revista del Borrego, Año 9, No 49.
- Macedo, R. y Y. Castellanos, 2004. Rentabilidad de un sistema intensivo de producción ovino en el trópico. Avances en Investigación Agropecuaria. Octubre, año/vol. 8, número 3. Universidad de Colima. Colima, México.
- Macías, C.A., V.F.D. Álvarez, G.J. Rodríguez, C.A. Correa, N.G.O. Torrentera, R.L. Molina y R.L. Avendaño, 2010. Crecimiento y características de canal en corderos Pelibuey puros y cruzados F1 con razas Dorper y Katahdin en confinamiento. Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma de Baja California. Baja California, México.
- Vázquez S., J.A. Partida de la Peña, L.M.S. Rubio y M.D Méndez, 2011. Comportamiento productivo y características de la canal en corderos provenientes de la cruce de ovejas Katahdin con machos de cuatro razas cárnicas especializadas. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias, Vol. 2, Núm. 3, pp: 247-258.
- Vilaboa, A.J., R.P. Díaz, J.E. Ortega, R.D.E. Platas, C.M.A. Rodríguez, 2006. Indicadores Económicos de Dos Sistemas de Producción Ovina en el Estado de Veracruz. Consultada en: www.engormix.com.

CARACTERIZACION DE LA CADENA PRODUCTIVA DE LA LECHE Y QUESO EN EL MUNICIPIO DE TECPATÁN, CHIAPAS

B. Sánchez. Muñoz, J. Nahed Toral., J. Calderón, Perez. J. A. Manzur Cruz., M. A. Orantes Zebadua, J.L. Cruz, Lopez, J.L. Ruiz Rojas

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia UNACH. E-mail: jbersam@gmail.com

RESUMEN

El propósito de la presente investigación fue analizar la estructura y el funcionamiento de la cadena productiva de leche y queso en el municipio de Tecpatán, Chiapas, México. Los resultados muestran la existencia de los eslabones de producción de leche y queso, comercialización, transformación y venta. Existen 4 circuitos de comercialización bien diferenciados en cuanto a número y tipo de actores, que participan en la relación de producción-compra-venta, producto comercializado y mercado final de destino. Los actores involucrados en la estructura y funcionamiento de la cadena comercial son en principio los productores primarios de leche, seguidos de los encargados de la comercialización, la transformación, venta del producto y el consumidor. El circuito que acapara los mayores volúmenes de leche y quienes obtienen el mayor margen de ganancia son los intermediarios que participan en el eslabón de comercialización. Los beneficiarios son principalmente acopiadores mayoristas regionales y nacionales del circuito más corto. En el aspecto organizacional, solo los productores primarios están integrados en asociaciones ganaderas locales y regionales, así como sociedades de producción rural, mientras que los agentes de la comercialización no cuentan con ningún tipo de organización. Se requiere una política de apoyo permanente para consolidar alianzas entre los actores, de esta forma, la cadena productiva actual podría transitar poco a poco hacia una cadena de valor.

Palabras clave: comercialización, producción, cadena, intermediarismo

INTRODUCCIÓN

Las cadenas productivas son sistemas constituidos por actores interrelacionados por una sucesión de operaciones, de producción, transformación y comercialización de un producto en un entorno determinado en donde la competitividad se convirtió en la clave para producir y comercializar productos (Iglesias, 2000; Villareal y de Villareal, 2002). Esta situación ha conducido a que los países estén cada vez más interesados en conocer si sus cadenas productivas son competitivas. Para ello es necesario identificar las ventajas comparativas de las cadenas productivas, desde la producción, transformación, la comercialización y la distribución de los productos. (Angulo 2007).

La competitividad de las cadenas productivas puede lograrse: i) obteniendo los máximos niveles de producción y la mayor rentabilidad, sin importar la calidad de los productos ni el efecto sobre los recursos naturales; o bien, ii) favoreciendo la máxima calidad de los productos y la conservación del entorno ambiental para ser comercializados en nichos de mercados alternativos (Alemán et al. 2007). Al igual que en muchos países, en México predomina la primera tendencia, con la desventaja de que México está posicionado como un país abierto, poco competitivo y poco globalizado (Villareal y de Villareal, 2002).

En la presente investigación se analizaron los niveles de estructura y funcionamiento de la cadena productiva agroalimentaria de la leche y el queso del municipio de Tecpatán, en el trópico húmedo de Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el municipio de Tecpatán, Chiapas. El análisis de la estructura y el funcionamiento de la cadena productiva de leche y queso se desarrolló con base en las metodologías empleadas y mencionadas por Angulo (2007), Lundy *et al.* (2003), Nahed *et al.* (2007). Se identificaron los eslabones de: i) Producción (productores primarios de leche); ii) Comercialización (Empresa Acopiadora de leche, Acopiador lechero local y Acopiador lechero regional); iii) transformación y comercialización iv) Venta.

La información se obtuvo: mediante observaciones directas en las explotaciones ganaderas y un cuestionario aplicado a 57 productores primarios de leche, 17 comerciantes intermediarios de leche y quesos y nueve productores de queso, distribuidos en cuatro localidades del municipio antes señalado. El análisis de la información se realizó mediante métodos tabulares y gráficos de la estadística descriptiva. Además se elaboró un modelo conceptual o diagrama causal (Aracil, 1999) de la cadena productiva de leche y queso. La información se sistematizó y se examinó en el programa estadístico SPSS (Statistical Package for Social System) versión 15.0. (Pardo y Ruiz 2005).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estructura y función de la cadena agroalimentaria de la leche y el queso

En la Figura 1 se presenta un diagrama causal que muestra la estructura de la cadena agroalimentaria de leche y el queso y las rutas comerciales o circuitos de comercialización, donde los diversos actores involucrados mantienen relaciones específicas. Esta cadena productiva está estructurada por los eslabones de producción, comercialización, transformación y venta al consumidor final. **Eslabones de la cadena de valor de la leche y el queso**

Los eslabones identificados fueron: *i) Producción*. Con el productor se inicia la cadena de valor, el volumen de leche producida y el tipo de animales que se ordeña está reflejado en el contexto del manejo de las UP.

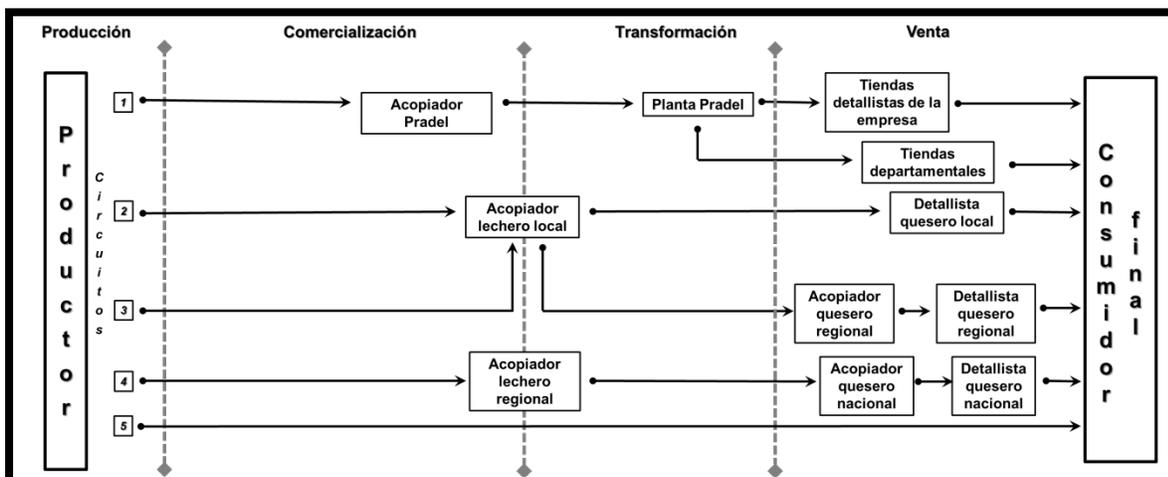


Figura 1. Eslabones de la cadena de valor y circuitos de comercialización identificados para la producción, transformación y venta de leche y queso del municipio de Tecpatán, Chiapas.

ii) Comercialización se identificaron a los siguientes agentes comerciales:

Empresa Acopiadora de leche Lácteos de Chiapas. Esta empresa es la que más acopia leche en el municipio, el acopio se realiza como leche fría a través de una red de tanques fríos de almacenamiento en rutas específicas de la zona, también participa como única que realiza una transformación de los productos.

Acopiador lechero local y Acopiador lechero regional. Estos acopiadores de leche se encargan de elaborar el queso que tendrá diferentes destinos. La leche destinada para la producción de este tipo de queso en particular no es pasteurizada, ni descremada. Los insumos utilizados son sal y cuajo. Elaborando el producto de forma artesanal de baja calidad microbiológica y sin ninguna estructura organizacional.

En el proceso de comercialización se identificaron cinco circuitos de comercialización entre los agentes involucrados y que dependiendo del nivel de especialización se involucran en la recolección, pasteurización, transformación, envasado, etiquetado y distribución del producto, destacándose el circuito 5 integrado por productores y procesadores de leche orgánica. En este el productor se encarga de la producción, transformación, comercialización y venta del producto empaquetado y etiquetado. Este productor recorre todo el circuito, siendo el único actor que une los polos producción y consumo. el producto ha recibido gran demanda en el mercado orgánico diferenciado al que están integrados.

iii) Eslabón venta se identificó a los siguientes agentes comerciales: *Tiendas detallistas de la empresa Pradel.* Estas se encargan de vender los productos elaborados en la procesadora con la que cuenta la empresa al consumidor. *Tiendas departamentales:* estas son las encargadas de la venta de los productos al consumidor. *Acopiador quesero regional:* Este se encarga de acumular producto elaborado principalmente en la capital del estado. También se encarga de recorrer la zona quesera del municipio para adquirir producto y trasladarlo a los mercados regionales para su distribución. *Acopiador quesero nacional;* Este recibe el producto ya transformado en queso de los acopiadores lecheros regionales y se encarga de la distribución del producto a nivel nacional. *Detallista quesero local:* Es el que se ubica en los mercados públicos municipales. Se encarga de la venta de queso en pequeños puestos o tiendas. *Detallista quesero regional:* Es el encargado de la venta de queso al consumidor en los mercados regionales, normalmente al menudeo. Los precios son un poco más elevados debido a que se incluye el flete, los mercados regionales en donde se comercializa el producto son las principales ciudades. *Detallista nacional.* Este recibe el producto de los acopiadores regionales y nacionales, normalmente el mercado nacional en donde se mueve el producto son zonas turísticas del sureste.

Los detallistas locales, regionales y nacionales no cuentan con ningún tipo de organización formal e informal. No cuentan con transportes especializados. No se realizan análisis químico-bacteriológicos, y no se han buscado nuevos canales de comercialización desde hace más de cinco años. La forma de pago es en efectivo al momento de la compra-venta.

CONCLUSIONES

El análisis minucioso de la estructura y el funcionamiento actual de la cadena productiva de leche y queso del municipio de Tecpatán, Chiapas, ha permitido conocer sus limitantes, potencialidades y oportunidades de desarrollo.

Se identificaron 4 eslabones bien diferenciados en cuanto a número y tipo de actores, que participan en la relación de producción-compra-venta, producto comercializado y mercado final de destino. El eslabón que acapara el mayor volumen de leche y queso corresponde a los comercializadores en donde los intermediarios obtienen el mayor margen de ganancia, los beneficiarios son principalmente acopiadores mayoristas regionales y nacionales del circuito más

corto. Los productores primarios son los únicos que cuentan con asociaciones ganaderas locales y regionales y los agentes de la comercialización no cuentan con ningún tipo de organización.

Se requiere una política de apoyo permanente para consolidar alianzas entre los actores, de esta forma, la cadena productiva actual podría transitar paulatinamente hacia una cadena de valor.

REFERENCIAS

- Angulo, J. E. (2007). Estudios de caso para análisis del financiamiento de las cadenas agrícolas de valor. En: Serie de Publicaciones Ruta. Documento de Trabajo No. 26. Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA). Unidad Regional de Asistencia Técnica (ruta). Programa de apoyo a los servicios financieros rurales (Serfirural). Costa Rica. 90 pp.
- Holmann, F. (1997). Reflexiones sobre competitividad de distintos modelos de producción de leche en América Latina tropical. Trabajo presentado en el VI Congreso Panamericano de la Leche, Federación Panamericana de la leche (FEPALE), 23- 25 de abril de 1997. Buenos Aires, Argentina. 20 pp.
- Iglesias, D. H. (2002). Cadenas de valor como estrategia: las cadenas de valor en el sector agroalimentario. Documento de trabajo. Estación Experimental Agropecuaria Anguil. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (IntA). Buenos Aires, Argentina. 25 pp.
- Lundy, M. (2003). Concepto de enfoque de cadena: Diferenciación entre una cadena productiva y una cadena de valor. En: Seminario Internacional. Cadenas de producción para el desarrollo económico local y el uso sostenible de la biodiversidad. Apuntes del seminario. 84:2-13.
- Nahed, T. J.; Jiménez, F. G.; Mena, G. Y.; Castel, G. J. M. y De Asis, R. F. (2007). Propuesta de evaluación de la ganadería chiapaneca para su conversión a sistemas de producción de leche y carne orgánicos. En: Jiménez, F. G.; Nahed, T. J. y Soto, P. L. (Eds.): Agroforestería pecuaria en Chiapas, México. Publicaciones El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. pp. 48-53.

FACTORES QUE INCIDEN EN LA PRODUCTIVIDAD DE LOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN OVINA EN EL ÁREA RURAL DEL CENTRO DEL ESTADO DE YUCATÁN, MÉXICO

G. Muñoz-Osorio; R. Cámara-Sarmiento; A. Aguilar-Caballero

*Campus de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad Autónoma de Yucatán.
Email: gamo_688@hotmail.com*

RESUMEN

El presente trabajo planteó como objetivo describir algunos factores que inciden en la productividad de los sistemas de producción ovina en el área rural del Centro del Estado de Yucatán, México. La información se recabó a través de cuestionarios y se procesó y analizó utilizando una base de datos del programa computacional Excel[®], utilizando estadísticas descriptivas. El manejo alimenticio, reproductivo y sanitario es en general escaso y poco tecnificado. Son pocas las unidades en donde se identifican y llevan registros de los animales. Se describen los factores limitantes encontrados y se discute su incidencia en la productividad de los sistemas ovinos, a fin de que sean tomados en cuenta para cualquier intervención en el sector.

Palabras clave: alimentación, reproducción, sanidad, trópico bajo.

INTRODUCCIÓN

La producción ovina se ha desarrolla en diversas condiciones climáticas, edafológicas y características de producción, lo que ha representado una ventaja en comparación con otras especies pecuarias. No obstante, la producción no ha sido suficiente para satisfacer la demanda de carne de esta especie en el mercado nacional; a pesar de que ésta, sólo se ha dado principalmente en el centro del país para la elaboración de platillos típicos (barbacoa, birria y mixiotes) que se consumen en fines de semana (Mondragón-Alcelmo *et al.*, 2012). La tecnificación de los sistemas de producción ovina contribuiría de manera importante en la mejora de la productividad y en la contribución para satisfacer el mercado, así como en la mejora sustancial de los ingresos de los productores mexicanos y de sus familias. En este sentido, el presente trabajo planteó como objetivo describir algunos factores que inciden en la productividad de los sistemas de producción ovina en el área rural del Centro del Estado de Yucatán, México, para identificar problemas y proponer alternativas de solución, así como identificar prioridades de investigación, que ofrezcan al productor soluciones tecnológicas con una sólida base científica y que al mismo tiempo sean, económicamente viables, socialmente aceptables y ecológicamente sustentables.

MATERIALES Y MÉTODOS

Sitio y periodo de estudio

El trabajo se realizó en el municipio de Izamal, ubicado en la región Centro del Estado de Yucatán (20° 51' y 21° 00' de Latitud Norte y los meridianos 88° 51' y 89° 09' de Longitud Oeste). El clima se clasifica como cálido-subhúmedo (Aw0), con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 27°C y la precipitación pluvial media anual es de 1,200 mm (García, 1988). El estudio se realizó del 1° de Junio al 30 de Septiembre de 2009.

Procedimiento

Se analizó la situación de 17 unidades de producción que integran la Unión Izamaleña de Ovinos y Caprinos de Yucatán, a través de la aplicación de encuestas individuales. Se realizó una revisión física del rebaño para determinar la edad, estado fisiológico, condición corporal y peso. Las unidades de producción fueron localizadas con un mapa. Las visitas para la aplicación del cuestionario se programaron con los productores acordando fecha y hora. La información fue capturada en una base de datos del programa computacional Excel© (Microsoft Office©, 2010), para su análisis correspondiente a través de estadística descriptiva.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Factores alimenticios

Steinfeld *et al.* (2006) indican que los pequeños propietarios de tierras, han utilizado los recursos forrajeros con base en sus oportunidades económicas, incentivos y restricciones que pudieran tener, lo cual es corroborado en el presente estudio. En la época de lluvia, en el 88% de las explotaciones se pastorea a los animales en agostaderos, pastos nativos o introducidos. El pastoreo dentro de cultivos agrícolas: maíz, henequén y cítricos, es empleado en menor medida (12%). Estas fuentes de alimentación han ofrecido buenos resultados biológicos y económicos. No obstante, en la época de seca, de ese 88% sólo en el 47% de los casos se continúa pastoreando a los animales y el 41% restante se estabulan, debido a la poca disponibilidad de áreas vegetativas para el pastoreo. El tiempo de pastoreo fue en promedio de 4 y 5 horas para la época de lluvia y seca respectivamente, lo cual no es suficiente para que los ovinos consuman los nutrientes necesarios para satisfacer sus requerimientos (Bores, 2001). En ambas épocas, los productores han tratado de minimizar estas deficiencias a través de la utilización de concentrados comerciales. En la época de seca el 88% de los productores usan concentrados y de éstos, el 76% continúa con esta práctica en la época de lluvia. Esto, sin embargo, podría repercutir en la rentabilidad de las explotaciones. Por ello, es necesario emplear otras alternativas que ayuden a reducir los costos por concepto de alimentación, pero sin reducir la productividad. Los esquilmos agrícolas y subproductos agroindustriales o bien, los excedentes de forrajes producidos en el periodo de lluvia pueden ser utilizados a través de estrategias de conservación (ensilaje o henificación); también, se pueden sembrar árboles forrajeros y algunos cultivos para usos complementarios que sirvan para la alimentación de los animales y para otros propósitos que puedan ser de interés para los productores (Ramírez *et al.* 2006).

Factores reproductivos

En el 82% de las unidades de producción los rebaños están conformados por las cruza de las razas Pelibuey (Pb), Dorper (D), Black Belly (Bb) y Katahdín (Kn). En el 18% restante, se crían exclusivamente las razas Pb, Bb y D. En cuanto a los sementales, las razas más utilizadas son la Pb (35%) y la D (29%) y en menor proporción la Bb (18%) y la Kn (18%). La rusticidad y tasa reproductiva son dos finalidades para utilizar determinada raza o cruce. El cruzamiento de las razas Pb y Bb es una buena opción para producir ovejas para Pie de cría. La cruce de éstas, con razas terminales (D y Kn) es una buena opción para producir corderos para el abasto. Sin embargo, es necesario evaluar desde el punto de vista reproductivo a las ovejas con genes de razas terminales para poder diseñar estrategias reproductivas de mejora como la cruce rotativa con estas F1 (Velázquez *et al.* 2001). En promedio los sementales permanecen activos un año y seis meses en la unidad de producción. Este criterio es empleado en la mayoría de los casos para evitar el apareamiento con hembras emparentadas. En cuanto a las hembras, en el 59% de las unidades permanecen en promedio cuatro años, con un mínimo de dos y un máximo de seis años.

En el 35% no se sabe el tiempo de permanencia y en el 6% restante, el tiempo es indefinido. La edad, peso vivo y condición corporal de los animales pueden ser considerados como adecuados para un buen desempeño reproductivo. En la mayoría de las unidades de producción (81%) se emplea el empadre continuo y en menor proporción (19%) el semi-controlado. En el 88% de las unidades, las futuras hembras de reemplazo reciben la primera monta de manera natural. En el 12% restante, se emplea la edad y en la mitad de esta cifra (6%) el peso. En menos de la mitad de las explotaciones (41%) se identifican a los animales. Algunas de las razones por las que no se realiza esta práctica son: rebaños pequeños, identificación visual, costo elevado de aretes y desconocimiento de sus beneficios. La bitácora fue la única evidencia de levantamiento de registros productivos (59%).

Factores sanitarios

Un aspecto que con frecuencia se pasa por alto es que la mejor estrategia siempre será la prevención (Roger, 2008). No obstante, en los rebaños se han presentado algunos problemas de salud, tales como las infecciones respiratorias (100%), diarreas (41%) y cojeras (41%). Lacasta *et al.* (2008) y Winter (2008) indican que estos padecimientos han sido los principales problemas de salud que afectan a los ovinos en las regiones tropicales. En muchos casos, los medicamentos utilizados para tratar estos problemas no han sido diseñados para ser aplicados a los ovinos sino a los bovinos. En la mayoría de las unidades (71%) se utilizan antihelmínticos para el control de parásitos, sin considerar que el uso irracional de estas drogas repercute en la aparición de Nematodos Gastrointestinales (NGI) resistentes, lo cual se está convirtiendo en un problema importante en todo el mundo para la producción de los ovinos (Papadopoulos, 2008). Este fenómeno ha traído consigo la necesidad de contar con un enfoque integral que contemple el uso de métodos alternativos de manejo de parásitos internos. La dosis empleada está basada en la recomendación dada (etiqueta) por el laboratorio que fabrica el producto. Sin embargo, la frecuencia de aplicación que es de cada 4.8 meses en promedio (mediana de 6) con un mínimo de 1 y un máximo de 12 meses, es un factor que podría favorecer en algunas unidades la selección de NGI resistentes. En todas las unidades se vacunan a los animales, aunque en algunas de ellas (17%) los productores desconocen el propósito específico de la práctica. La vacunación puede variar dependiendo de la localidad geográfica, así como de las enfermedades existentes en la zona, el manejo y finalidad de la explotación. En promedio las vacunas son aplicadas cada 9 meses, con un mínimo de 6 y un máximo de 12 meses. De las personas que vacunan, sólo cinco dijeron saber el nombre comercial del producto que han utilizado (Exgon 8 ó Bovac 8), los cuales están recomendados para su uso en Bovinos, por lo que no garantiza su efectividad en los ovinos, debido a que casos como estos se presentan en todo el mundo, la Comunidad Internacional de Veterinarios en ovejas ha propuesto buscar soluciones para autorizar medicamentos específicos para el ganado ovino (Mckellar, 2006).

CONCLUSIÓN

Los productores basan su alimentación en el pastoreo de agostaderos, pastos nativos, introducidos lo que los hace vulnerables a las fluctuaciones de la oferta de los recursos naturales a través del año, así como de los precios de insumos del mercado que pueden encarecer la producción. La deficiencia en el manejo alimenticio, reproductivo y sanitario ocasiona niveles bajos de producción que pueden reducir la rentabilidad en las unidades. Con miras a mejorar y sistematizar la producción, es deseable implementar un sistema de identificación adecuado, así como un sistema de registros productivos y económicos, para conocer con precisión la estructura

de costos y poder accionar en la reducción de los mismos. Es necesario que los factores encontrados en estos sistemas sean considerados en toda acción de apoyo para el sector.

REFERENCIAS

- Bores, Q. R. 2001. Capítulo II. Alimentación. En: Producción de ovinos de pelo en el trópico. Libro técnico. Junio del 2001. Ed. CIR-Sureste, INIFAP. pp. 21-33.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köeppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 3ª edición. México, D. F. p. 120
- Lacasta, D., Ferrer L. M., Ramos J. J., González J. M., De las Heras, M. 2008. Influence of climatic factors on the development of pneumonia in lambs. *Small Ruminant Research*. 80: 28-32.
- Mondragón-Alcelmo, J., Domínguez-Vara, I. A., Rebollar-Rebollar, J.L., Bórquez-Castélan, J.L., Hernández-Martínez, J. 2012. Margins of sheep meat marketing in Capulhuac, state of Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 15:105-116.
- Mckellar, Q. A. 2006. The health of the sheep industry and the medicines to maintain it. *Small Ruminant Research*. 62: 7-12.
- Papadopulos, E. 2008. Anthelmintic resistance in shepp nematodes. *Small Ruminant Research*. 76: 99-103.
- Roger, P. A. 2008. The impact of disease and disease prevention on sheep welfare. *Small Ruminant Research*. 76: 104-111.
- Ramírez, A. L., Sandoval, C. C., Estrada, L. J., Ku, V. J. 2006. Integración del componente arbóreo en los sistemas de producción animal tropical. En: Producción y manejo de los recursos forrajeros tropicales. Ed. Universidad Autónoma de Chiapas. pp. 157-174.
- Steinfeld, H., Wassenaar T., Jutzi S. 2006. Livestock production systems in developing countries: status, drivers, trends. *Rev. sci. tech. Off. Int. Epiz.* 25: 505-516.
- Velázquez, M. A., Heredia A. M., Bores Q. R. F. 2001. Estrategias de cruzamiento de ovinos para la producción de carne en el trópico. En: Memorias de la XXXVII Reunión Nacional de Investigación Pecuaria. Del 9 al 12 de Octubre de 2001. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. pp. 69-76.
- Winter, A. C. 2008. Lameness in sheep. *Small Ruminant Research*. 76:149-153.

CARACTERIZACIÓN DE EXPLOTACIONES OVINOCULTORAS DEL MUNICIPIO DE JALAPA, TABASCO

G. Garduza Arias^{a*}, J.U. Medina Reynés^a, C.V. Zaragoza Vera^a, M. Zaragoza Vera^a, G. Arjona Jiménez^a

^a*División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.*

^{*}*E-mail: mvzgarduzarias@hotmail.com*

RESUMEN

Con el objetivo de caracterizar las explotaciones ovinas del municipio de Jalapa, Tabasco, se realizaron encuestas a 10 productores, mismos que fueron elegidos aleatoriamente, de un universo formando por 45 miembros de la Asociación Ganadera Local Especializada de Ovinocultores de Jalapa, Tabasco. Las variables medidas fueron el aspecto socioeconómico, la actividad productiva, manejo sanitario, nutricional y reproductivo, y la composición del rebaño. Se encontró que la edad promedio fue de 50 años, donde la mínima fue de 40 y la máxima 72 años, el propósito o finalidad de las explotaciones ovinas son en 100% destinadas a la cría y engorda, 80% de la población es vacunada únicamente contra *Clostridium spp.* Las enfermedades más comunes en los rebaños son: clostridiosis en 10%, diarreas 10%, neumonías 10%; los abortos se presentan en 20%. Del total de productores el 80 % suplementa y en esta misma proporción dicha suplementación consiste en el uso de sales minerales, el 40 % realiza suplementación mineral y el 60% recurre a la suplementación proteica de forma estratégica, de modo que solo la realiza en épocas críticas (Seca y Nortes). El 100 % de las unidades de producción realiza empadre continuo con monta natural y no realizan diagnóstico de gestación. Los rebaños están compuestos en 20% por la raza Katahdin, 40% Black Belly, 20% Pelibuey, 10% por Pelibuey x Black Belly y 10% por Black Belly x Katahdin x Dorper. A pesar de la mejora racial de los rebaños, el manejo que se les proporciona a los animales es mínimo, existiendo carencia en el uso de nuevas tecnologías.

Palabras clave: Ovinos, unidades de producción, productores

INTRODUCCIÓN

La actividad ovinocultora en el país ha mostrado crecimiento en los últimos años, debido a la demanda de los productos y subproductos de esta especie animal. La producción ovina se incrementó a partir de los años 90's con el consecuente aumento del número de animales, pasando de 7,207,406 a 8,105,562 (Arteaga, 2012) de cabezas entre 2005 y 2010; los estados que contribuyen con el inventario nacional son principalmente el Estado de México e Hidalgo, se identifican cuencas o geográficas donde se encuentra una gran concentración de explotaciones ovinas con fines productivos. Así pues se puede mencionar: La Cuenca del Golfo.- formada por Tamaulipas, Veracruz y Tabasco y La Cuenca de Jalisco, Michoacán y Guanajuato (Soto *et al.*, 2012). No obstante, cuando se mide el índice de productividad, el cual se refiere a la Producción de carne / su inventario; se puede observar que algunos estados producen de manera más eficiente que otros. Así pues los estados con mayor tradición borreguera, son los estados con mayor número de cabezas, sin embargo no son los que producen con mayor eficiencia. Hay muchas razones que intervienen en este aspecto, la principal son los tipos de sistemas que predominan en una y otra región, razón por la cual se realizó el presente trabajo, teniendo como objetivo conocer el aspecto socioeconómico, actividades productivas, manejo sanitario, nutricional

y reproductivo, así como la composición del rebaño de las unidades de producción de Jalapa, Tabasco.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el municipio de Jalapa, estado de Tabasco, que se encuentra ubicado a sureste de México, entre los 17° 38' 15'' N., y entre los 90° 50' 60'' O; colinda con los municipios de Tacotalpa, Macuspana y el Centro. El clima tropical húmedo es una característica muy singular de la región, con temperaturas que van de los 15°C en los meses más fríos (enero y diciembre) y hasta 44°C en los más calurosos; la temperatura promedio es de 26°C. (INEGI, 2008).

Se utilizó un diseño de muestreo completamente aleatorizado, donde la población fue el padrón de ovinocultores de la Asociación ganadera Especializada de Ovinocultores de Jalapa, Tabasco, el cual consistió en 45 miembros de los cuales se tomó una muestra representativa de 11 productores, a los cuales les fue aplicada una encuesta para la recolección de los datos, así como la revisión de los registros existentes en sus unidades productivas, la información recabada se concentró en una hoja de cálculo. Las variables medidas fueron el aspecto socioeconómico, actividad productiva, manejo sanitario, nutricional y reproductivo, y la composición del rebaño.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A partir del aspecto socioeconómico de los productores encuestados, se encontró que la edad promedio fue de 50 años, donde la mínima fue de 40 y la máxima 72 años. El 100% lee y escribe, mientras que la escolaridad corresponde al nivel superior en un 80% y el restante 20% al nivel medio superior. Se observó que en las unidades de producción donde los ovinocultores son de menor edad tienen mayor apertura para implementar actividades innovadoras, en comparación con aquellos productores de mayor edad y de estudios medios superior; lo que se considera que la edad del productor es determinante en la toma de decisiones para el mejoramiento de una producción (Pérez Hernández *et al.*, 2011).

Las actividades productivas de los ranchos se encuentran distribuidas de la siguiente manera, en promedio el 88% de los productores está dedicado a la actividad pecuaria, el 1% de las unidades de producción está dedicado a la actividad forestal y el 12% a otras actividades. El propósito o finalidad de las explotaciones ovinas que pertenecen a este grupo son en 100% destinadas a la cría y engorda. La importancia que le dan a la actividad ganadera en promedio es de 53 %.

El manejo profiláctico sanitario, de acuerdo a los resultados de las encuestas, mostró que un 80% de la población es vacunada únicamente contra *Clostridium spp.*, variando según la época del año para su aplicación; siendo el tiempo promedio de vacunación cada 5 meses; en el 70% de las unidades de producción se realiza la desinfección del ombligo en los corderos al nacimiento. En lo que refiere a desparasitaciones, éstas se realizan en el total de los animales, sin distinguir edades; el 100% de ésta práctica se enfoca en fármacos para el control de parásitos gastrointestinales y ectoparásitos. Las enfermedades más comunes en los rebaños son: clostridiasis en 10%, diarreas 10%, neumonías 10%; los abortos se presentan en 20%. Las muertes al año fueron de animales adultos en un 7.4% y en corderos en un 6%. De esta manera el uso cotidiano de los servicios del médico veterinario es considerado de gran utilidad en 30% de los productores encuestados, mientras que un 10% lo hace solo cuando tiene casos clínicos; el resto de los productores no utiliza los servicios veterinarios.

Una de las especies animales más susceptibles a las parasitosis por su forma de pastorear son los ovinos, pero hay épocas y etapas productivas donde los ovinos tienen una mayor predisposición a infestarse, como son las épocas de lluvias, al destete, las hebras recién paridas y durante la

lactancia, donde los parásitos internos penetran mediante la ingestión de larvas, las cuales salen en forma de huevos en las heces de los animales; contaminando praderas, comederos y bebederos. Los resultados de una infección parasitaria cuando se presenta en forma crónica, son retraso en el crecimiento, mala condición corporal, disminución en la conversión alimenticia y la muerte de animales muy pequeños. En todas las unidades de producción el costo económico de cada ciclo productivo se incrementa por el uso de desparasitantes (González-Garduño *et al.*, 2011).

En cuanto al manejo alimenticio de los animales, éstos son suplementados según las condiciones ambientales y función zootécnica. Del total de productores el 80 % suplementa y en esta misma proporción dicha suplementación consiste en el uso de sales minerales, el 40 % realiza suplementación mineral y el 60% recurre a la suplementación proteica de forma estratégica, de modo que solo la realiza en épocas críticas (Seca y Nortes). Esta suplementación va dirigida en 70 % a las ovejas gestantes, el 60 % de los productores la dirige hacia las ovejas de reemplazo, el 30 % a machos de destete. El 50 % de los productores engorda en pastoreo y el otro 50 % en corral. El 100 % de los productores engordan únicamente a los animales generados en el rancho y ninguno de ellos utiliza implantes como promotores del anabolismo. El manejo reproductivo consiste en 100 % la realización del empadre continuo con monta natural, no realizan diagnóstico de gestación y separan las ovejas próximas al parto.

Los animales son destetados en una media de 2.5 meses de edad, actividad que impacta de manera importante en el manejo alimenticio, requiriendo de suplementación alimenticia. Las condiciones de mejoramiento alimenticio, aunadas a un programa de control sanitario, nos darán como resultado un aumento en la eficiencia reproductiva y productiva, lo que llevará a un mayor ingreso económico para las unidades de producción ovina.

Composición del rebaño: Las unidades de producción están compuestas según la raza de ganado por 20% de animales raza Katahdin, 40% Black Belly, 20% Pelibuey, 10% por Pelibuey × Black Belly y 10% por Black Belly × Katahdin × Dorper.

Una de las consideraciones importantes de caracterizar el manejo de las unidades de producción ovina, es que se pueden constatar los avances tecnológicos e implementar condiciones de mejoramiento, estableciendo programas de tecnificación, según sea las necesidades y los estratos económicos con las que cuenten los productores (Nuncio-Ochoa *et al.*, 2001).

En la estructura de una unidad de producción ovina hay que considerar las estrategias de organización de los productores, como una fuente de producción, tecnificación y comercialización; ya que a través de organizaciones formalmente constituidas se puede tener acceso a programas de apoyo gubernamentales o a programas de vinculación con instituciones de investigación que permitan aterrizar los resultados de las mismas y con ello fomentar el trabajo conjunto entre productores, autoridades, profesionales e investigadores.

CONCLUSIÓN

La ovinocultura en Jalapa, Tabasco se encuentran como una especie productiva secundaria dentro de los sistemas pecuarios de la entidad; como consecuencia se observan diferencias en las distintas unidades productivas como capacidad de producción, disponibilidad de recursos y el uso de tecnologías.

REFERENCIAS

Arteaga C. J.D. 2012. Situación actual y retos de la ovinocultura en México. Union Nacional de Ovinocultores. [www.expoagrohuatehuaca.com.mx/..](http://www.expoagrohuatehuaca.com.mx/)

- González Garduño R., Córdova Pérez C, Torres Hernández G., Mendoza de Gives P., Arece García J. 2011. Prevalencia de parásitos gastrointestinales en ovinos sacrificados en un rastro de Tabasco, México. *Vet. Méx.*, pp. 42 (2)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2008. Sistema para la consulta del anuario estadístico del estado de tabasco (en línea). Edición 2008. México. Consultado enero 2013. Disponible en <http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/sistemas/aee06/estatal/tab/index.htm>.
- Nuncio-Ochoa G, Nahed-Toral J., Díaz-Hernández B., Escobedo-Amezcuca F. y Salvatierra-Izaba B. Caracterización de los sistemas de producción ovina en el estado de Tabasco. *Agrociencia*. vol. 35, núm. 4, julio-agosto, 2001, pp. 469-477.
- Pérez Hernández P, Vilaboa Arroniz J, Chalate Molina H., Candelaria Martínez B, Díaz Rivera P y López Ortiz S. 2011. Análisis descriptivo de los sistemas de producción con ovinos en el estado de Veracruz, México. *Revista Científica, FCV-LUZ / Vol. XXI, N° 4*, pp.327 – 334.
- Ramírez B. O., y A. Cuéllar. 1995. La producción ovina en la región oriente del Estado de Tabasco, México. *In: Memorias del VIII Congreso Nacional de Producción Ovina*. Universidad Autónoma Chapingo. México. pp: 181-185.
- Schiavo B., C., N. y A. Roman M. 1990. La ganadería bovina en la región de Tabasco. *In: Diagnóstico Integral de la Ganadería Bovina en el Trópico Mexicano*. Soulé O., L. (comp.). Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. pp: 313-333.
- Soto L.C., Delgado M. y Cuellar A. 2012. Situación de la ovinocultura en México. Cordero Supremo Asesoría Integral Lorenzo Valle 160 B, Atotonilco El Alto, Jalisco. Oficina 01 391 91 7 59 99 cordero_supremo@yahoo.com
- Tudela F. 1992. La Modernización Forzada del Trópico: El caso de Tabasco. Proyecto Integrado del Golfo. El Colegio de México, CINVESTAV, INFIAS y UNRISD. p. 474.
- Microsoft Excel, versión 14.0. 2010.

Esta obra se terminó de editar el 8 de mayo de 2013, en la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Carretera Villahermosa-Teapa, R/a La Huasteca, 2a. Sección; Centro, Tabasco. El cuidado estuvo a cargo de los autores, de los compiladores y de los editores consignados.



Universidad Juárez Autónoma de Tabasco



Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C.



COLECCIÓN
EDUARDO CABALLERO Y CABALLERO
Memorias de congresos y simposios