

# Temas Selectos de Ciencias Agropecuarias



## **Compiladores**

Juan de Dios Mendoza Palacios  
Irma Gallegos Morales  
Luis Ulises Hernández Hernández  
Pablo Medina Pérez  
Carlos Alberto Corzo Sosa

# **Temas Selectos**

*de Ciencias Agropecuarias*

**C O L E C C I Ó N**  
**ÁNGEL RAMOS SÁNCHEZ**  
*Textos de enseñanza en Ciencias Agropecuarias*

**Universidad Juárez Autónoma de Tabasco**

**José Manuel Piña Gutiérrez Rector**  
Rector

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

**Raúl Guzmán León**  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

**Rubicel Cruz Romero**  
Secretario de Servicios Administrativos

**Elena Ocaña Rodríguez**  
Secretaria de Finanzas

**Roberto Antonio Cantú Garza**  
*Director de la División Académica de Ciencias Agropecuarias*

# **Temas Selectos**

*de Ciencias Agropecuarias*

## **Compiladores**

Juan de Dios Mendoza Palacios  
Irma Gallegos Morales  
Luis Ulises Hernández Hernández  
Pablo Medina Pérez  
Carlos Alberto Corzo Sosa

Temas selectos de ciencias agropecuarias / Compiladores, Juan de Dios Mendoza Palacios... [y otros cuatro]. -- Primera edición. -- Villahermosa, Centro, Tabasco : Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, 2018.  
96 páginas : Ilustraciones. -- (Colección: Ángel Ramos Sánchez. Textos de enseñanza en ciencias agropecuarias).  
Incluye referencias bibliográficas al final de cada capítulo.  
ISBN 978-607-606-459-7  
1. Agricultura - Investigación - México. \ 2. Veterinaria - Investigación - México \ 3. Investigación forestal - México \ I. Mendoza Palacios, Juan de Dios, compilador. \ Gallegos Morales, Irma, compilador. \ Hernández Hernández, Luis Ulises, compilador. \ Medina Pérez, Pablo, compilador. \ Corzo Sosa, Carlos Alberto, compilador.

L.C. S542 T46 2018

Primera edición, 2018

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

ISBN: 978-607-606-459-7

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 a la fuente.

Esta obra fue dictaminada mediante el sistema de pares ciegos, por un Comité Científico Interinstitucional que contó con el apoyo de evaluadores de diferentes Instituciones y dependencias públicas, así como por el Consejo Divisional Editorial de la División Académica de Ciencias Agropecuarias de la UJAT. Las denominaciones empleadas y la forma en que aparecen presentadas los datos que contiene no implican, de parte de la UJAT, juicio alguno sobre la delimitación de fronteras o límites y la mención de empresas o productos de fabricantes en particular, estén o no patentados, no implica que la UJAT los apruebe o recomiende de preferencia a otros de naturaleza similar que no se mencionan. Aunque la UJAT fomenta la reproducción y difusión parcial o total del material contenido, queda prohibida su reproducción total sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito del titular, términos de la Ley Federal de Derechos de Autor. Su uso para fines no comerciales se autorizará de forma gratuita previa solicitud. La reproducción para la reventa u otros fines comerciales, incluidos fines educativos, podría estar sujeta a pago de derecho o tarifas.

Apoyo editorial: Calíope Bastar Dorantes  
Dafne Rodríguez González  
Revisión de la edición: Juan de Dios Mendoza Palacios  
Responsable de la edición: Irma Gallegos Morales

Hecho en Villahermosa, Tabasco, México.

# ÍNDICE

<b>ESTADO NUTRIMENTAL DEL PLÁTANO (<i>Musa AAA Cavendish</i>) DETERMINADO CON EQUIPOS PORTÁTILES</b>	<b>8</b>
<b>INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, RELACIÓN MOLAR DE SUSTRATOS Y CONCENTRACIÓN DE ENZIMA SOBRE LA INCORPORACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA A ACEITE DE PALMA</b>	<b>21</b>
<b>ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS CON BASE EN EXTRACTO DE ACHIOTE (<i>Bixa orellana</i>)</b>	<b>33</b>
<b>DISTRIBUCIÓN DEL GRADO DE CONDICIÓN CORPORAL EN OVEJAS DE PELO DE TABASCO</b>	<b>42</b>
<b>DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y PARASITOLÓGICO DE LEISHMANIASIS GUTANEA CANINA EN ZONA ENDÉMICA DE UNA POBLACIÓN HUMANA EN TABASCO</b>	<b>50</b>
<b>MORFOMETRÍA DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES DEL DUODENO DEL POLLO</b>	<b>57</b>

**DE ENGORDA CON TRES NIVELES DE  
INCLUSIÓN DE ACEITE DE ORÉGANO  
(*Origanum vulgare*) EN LA DIETA**

**COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MATERIA  
SECA DE GRAMÍNEAS EN POTREROS CON  
ALTA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE BOJÓN  
(*Cordia alliodora*)** 66

**DETERMINACIÓN DE CADMIO Y PLOMO  
EN SEDIMENTO Y EN EL OSTIÓN  
*Crassostrea virginica* EN TRES BANCOS  
OSTRÍCOLAS DE LA LAGUNA MECOACÁN  
EN TABASCO, MÉXICO** 76

**RESISTENCIA FENOTÍPICA DE OVINOS  
BLACKBELLY, PELIBUEY Y KATAHDIN  
CONTRA NEMATODOS  
GASTROINTESTINALES EN EL TRÓPICO  
HÚMEDO DE MÉXICO** 88

## **ESTADO NUTRIMENTAL DEL PLÁTANO (*Musa AAA Cavendish*) DETERMINADO CON EQUIPOS PORTÁTILES**

*Est. Manuela Jiménez Asencio<sup>1</sup>*

*Dr. Maximiano Antonio Estrada Botello<sup>1\*</sup>*

*M.C. Aurelia Mendoza Gómez<sup>2</sup>*

*Dr. Juan de Dios Mendoza Palacios<sup>1</sup>*

*Dr. Rufo Sánchez Hernández<sup>1</sup>*

### **RESUMEN**

El diagnóstico nutrimental de los cultivos contribuye a la corrección de la fertilización inadecuada de los mismos, la cual emplea, por lo general, los análisis con métodos tradicionales. Por ello, el presente trabajo tiene como objetivo determinar las concentraciones de cultivo de plátano en tres etapas de desarrollo: vegetativa, floración y producción. El experimento se llevó a cabo en una zona platanera en la cual se realizaron muestreos (de abril a julio del 2015) de savia de la hoja. En él se determinaron las concentraciones de nitratos, potasio, magnesio y fosfatos con equipos portátiles HORIBA tipo LAQUAtwin y HANNA de cada una de las etapas vegetativas. Se encontraron en la etapa vegetativa las máximas concentraciones para nitratos (226.66 a 343.33 mg L<sup>-1</sup>) y fosfato (1300.00 a 6166.7 mg L<sup>-1</sup>); similares a la etapa de floración para nitrato (236.66 a 313.33 mg L<sup>-1</sup>) y fosforo (1433.33 a 6083.3 mg L<sup>-1</sup>); y para la etapa de producción la concentración del nitrato fue de 316.33 a 423.33 mg L<sup>-1</sup> y fosfatos de 1356.67 a 5666.7 mg L<sup>-1</sup> siendo mayores en comparación a las concentraciones de potasio y el magnesio.

---

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

<sup>1</sup> Universidad Autónoma de Baja California

\*autor de correspondencia: eabmax@hotmail.com

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento del estado nutricional y la fertilización del plátano juegan un papel importante en el manejo del cultivo para que se logre una adecuada nutrición<sup>1</sup>. Por ello, se han realizado diversos estudios a través de métodos convencionales, en donde se ha encontrado que el plátano requiere grandes cantidades de nutrientes como: K, Ca, N y Mg<sup>2</sup>, siendo los principales el nitrógeno y en mayor proporción el potasio<sup>3</sup>. Por otro lado, uno de los problemas presentes en las zonas plataneras, es el desconocimiento del estado nutrimental de las plantas, por lo que es necesario realizar diagnósticos para determinar los requerimientos del cultivo. Actualmente se usa el análisis de tejido vegetal con métodos tradicionales, que permite conocer los niveles de dichos nutrimentos<sup>4</sup>. Las desventajas de estos métodos es que pueden resultar costosos y tardados, y los reactivos utilizados son fuente de contaminación para el medio ambiente, por lo que es necesario usar técnicas que permitan a los agricultores tener resultados más expeditos, como el uso del medidor CARDYS<sup>5</sup> con el cual se puede determinar nitratos, potasio, magnesio, fosfatos y calcio, entre otros, en el extracto celular de los pecíolos foliares<sup>6</sup> (ECP). Asimismo, se han evaluado diferentes técnicas para el diagnóstico nutrimental, entre las que se encuentra el análisis de savia<sup>7</sup>. Para estas técnicas se utilizan equipos portátiles conocidos como CARDYS, los cuales tienen la ventaja de ser instrumentos sencillos, que permiten obtener resultados inmediatos.

Algunos estudios realizados con los CARDYS han sido, por ejemplo, la optimización del fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo de papa en el valle de Toluca<sup>6</sup>. Además, otros investigadores los utilizaron<sup>8</sup> para medir nitratos en tomate y corregir las dosis de fertilización, mientras que se hizo otro estudio para el cultivo de ajo<sup>5</sup>.

## **OBJETIVOS Y METAS**

Determinar las concentraciones de nitratos, potasio, magnesio y fosfatos del cultivo del plátano enano gigante, con el fin de tener indicadores de las concentraciones para las etapas: vegetativa, floración y producción, que le puedan ayudar a los productores de las zonas plataneras y realizar correcciones inmediatas en el cultivo.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Localización de área de estudio**

El experimento se desarrolló en la rancharía San José Pedrero de Teapa, Tabasco. En la platanera San Juanito localizada en las coordenadas geográficas 17°42'57" latitud norte y 92°56'53" longitud oeste, altura 16 msnm.

### **Diseño experimental**

Se usó un diseño experimental completamente al azar, donde los tratamientos fueron las etapas fenológicas; vegetativa, floración y producción. La unidad experimental fue una planta con cinco repeticiones por tratamiento, donde solo se tomó la hoja más vieja<sup>4</sup>.

### **Muestreos**

El experimento se llevó a cabo del 14 de abril al 9 de julio de 2015, en el que se realizaron muestreos de savia al inicio de cada mes (abril, mayo, junio y julio), en tres etapas fenológicas: vegetativa (de 2 meses de edad), floración (de los 7 meses de edad) y producción (de los 10 meses de edad) al mismo tiempo. Los muestreos se realizaron entre las 8 y las 9 horas.

El extracto celular se tomó una vez que se cortó la hoja de la cual se obtuvo la savia. Las muestras del extracto celular peciolar (savia) se recolectaron en tubos de ensayos y se refrigeraron a 4°C antes de realizar los análisis.

### **Análisis químico**

Se determinaron  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , K, y Mg con metodologías ya establecidas<sup>9</sup> a las cuales se realizaron algunas modificaciones para medir el  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , K, y Mg.

- a) Para la determinación de nitratos en savia se usó un sensor HORIBA tipo LAQUA twin. Para ello se llevó acabo el siguiente procedimiento:

Se calibró el equipo con dos soluciones estándares de 150 y 2000  $\text{mg L}^{-1}$  de  $\text{NO}_3^{-1}$ . En el sensor se colocó un pequeño trozo de papel absorbente y se saturó con unas gotas del extracto, de tal forma que el extracto cubrió perfectamente el sensor. Una vez colocada la muestra cuando se estabilizó la lectura (30 a 45 segundos) se registró. Cada vez que se colocó una muestra se enjuagó el sensor con agua destilada y se secó con un papel adsorbente suave.

- b) Para la determinación de potasio en savia se usó un sensor HORIBA tipo LAQUA twin, para ello se llevó acabo el siguiente procedimiento:

Primero se calibró el equipo con dos soluciones estándares de 150 y 2000  $\text{mg L}^{-1}$  de K. En el sensor se colocó un pequeño trozo de papel absorbente y se saturó con unas gotas del extracto, de tal forma que el extracto cubrió perfectamente el sensor.

Una vez colocada la muestra se tomó la lectura cuando se estabilizó (30 a 45 segundos). Cada vez que se colocó una muestra se enjuagó el sensor con agua destilada y se secó con un papel adsorbente suave.

- c) La determinación de fosfatos se realizó con el instrumento para determinar fosfato a través del siguiente procedimiento:

Se tomó 2 ml de savia y se diluyo en 50 ml. De esta solución se toma una alícuota de 10 ml la cual se le agrega el reactivo HI 93713-0 para fosfatos el HANNA instruments.

Cálculos para el resultado:

$$\text{Fósforo} = (\text{lect} * 50) / 2$$

$$\text{Fosfatos} = \text{mg L}^{-1}$$

$$\text{Lec t} = \text{lectura del equipo en mg L}^{-1}$$

$$50 = \text{factor de dilución}$$

$$2 = \text{del volumen de la savia}$$

d) La determinación de magnesio se realizó con el instrumento para determinar magnesio a través del siguiente procedimiento:

Se tomó 2 ml de savia y se diluyó en 50 ml. Del extracto de savia se toma una alícuota de 10 ml que se diluye en un matraz de 50 ml la cual se le agrega 1ml de reactivo 93752 y una gota de 93752B.

Cálculos para el resultado:

$$\text{Magnesio} = (\text{lect} * 50) / 2$$

$$\text{Magnesio} = \text{mg L}^{-1}$$

$$\text{Lec t} = \text{lectura del equipo en mg L}^{-1}$$

$$50 = \text{factor de dilución}$$

$$2 = \text{del volumen de la savia.}$$

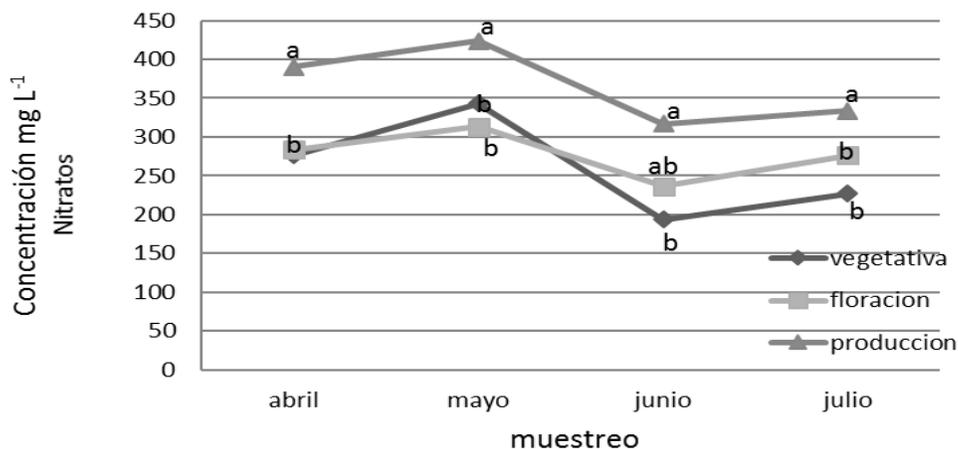
### **Análisis estadístico**

Los resultados se sometieron a una prueba de Tukey ( $p < 0.05$ ). Se realizó un ANOVA analizados con el programa estadístico STATGRAPHICS 5.0<sup>10</sup>.

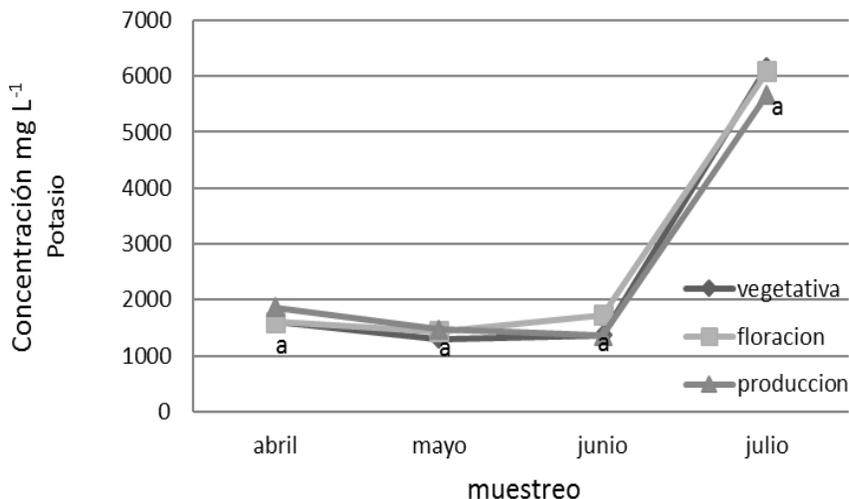
### **RESULTADOS**

La concentración de nitratos en la etapa vegetativa fue de 193 a 343 mg L<sup>-1</sup> en las que se encontraron diferencias significativas entre los meses ( $p < 0.05$ ). La etapa de floración tuvo una concentración de nitratos de 236 a 313 mg L<sup>-1</sup> en la que se encontró una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre las etapas fenológicas. La etapa de producción presentó una concentración de 316 a 423 mg L<sup>-1</sup> al igual se encontró una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) como se muestra en la Figura 1.

El potasio en la etapa vegetativa presentó las concentraciones de 1,300 a 6,166 mg L<sup>-1</sup> siendo el mes de julio el mes más alto. La etapa de floración tuvo una concentración de 1433 a 6083 mg L<sup>-1</sup>, y de la misma forma que en la etapa vegetativa, julio fue el mes más alto. En la etapa de producción tuvo una concentración de 1356 a 5666 mg L<sup>-1</sup> siendo julio el mes más alto. En todas las etapas se encontraron diferencias significativas (p<0.05), como se muestra en la Figura 2.



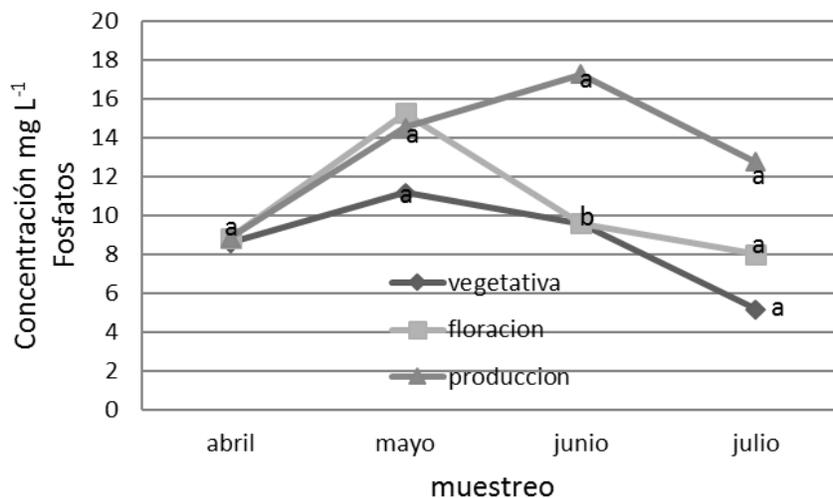
**Figura 1.** Concentración de nitratos en las etapas fenológicas: vegetativa, floración y de producción en la savia de plátano. Letras diferentes en la fecha de muestreo significa que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



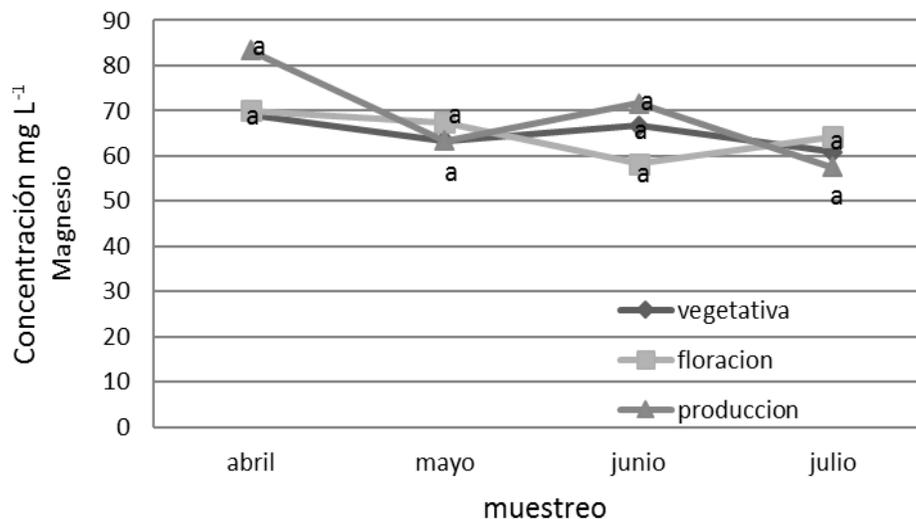
**Figura 2.** Concentración de potasio en las etapas fenológicas: vegetativa, floración y de producción en la savia de plátano. Letras diferentes en la fecha de muestreo significa que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).

Los fosfatos en la etapa vegetativa presentaron una concentración de 5.1 a 11.1 mg L<sup>-1</sup> siendo mayo el más alto, en la que se encontró diferencia significativa (p<0.05) entre las muestras. En la etapa de floración se presentó una concentración 8.0 a 15.2 mg L<sup>-1</sup> en la que si existió diferencia significativa (p<0.05), y en mayo presentó altas concentraciones de este compuesto (Figura 3). En la etapa de producción las concentraciones fueron de 8.8 a 17.2 mg L<sup>-1</sup> en las que no encontró diferencia significativa (p<0.05) entre las etapas fenológicas.

El magnesio en la etapa vegetativa tuvo una concentración de 60 a 69 mg L<sup>-1</sup> siendo abril el más alto. La etapa de floración se encontró una concentración de 64 a 70 mg L<sup>-1</sup> y el de abril presentó las más altas concentraciones. En estas dos etapas no se encontraron diferencias significativas (p>0.05) entre las muestras. En la etapa de producción la concentración fue entre 57 a 83 mg L<sup>-1</sup>. De la misma manera que en las etapas anteriores, abril fue el mes que presentó las más altas concentraciones, sin embargo, en esta etapa no se encontró diferencia significativa (p<0.05) entre las etapas fenológicas como se muestra en la Figura 4.



**Figura 3.** Concentración de nitratos en las etapas fenológicas: vegetativa, floración y de producción en la savia de plátano. Letras diferentes en la fecha de muestreo significa que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).



**Figura 4.** Concentración de nitratos en las etapas fenológicas: vegetativa, floración y de producción en la savia de plátano. Letras diferentes en la fecha de muestreo significa que existe diferencia significativa (Tukey  $\alpha \leq 0.05$ ).

## DISCUSIÓN

En las tres etapas las concentraciones de nitratos se presentaron en el mes de mayo (Figura 1), esto posiblemente se debe a que la concentración de  $\text{NO}_3$  en el extracto celular peciolar (savia) es afectado que se incrementa por la luminosidad<sup>11</sup> y a que de acuerdo a los registros históricos el mes de mayo es el que se presenta la mayor temperatura de  $34.8^\circ\text{C}$  en la región<sup>12</sup>.

Con respecto a los resultados de las concentraciones de potasio de  $1,300.00$  A  $6,166.7 \text{ mg L}^{-1}$ , es el elemento que presenta las máximas concentraciones, lo que coincide con otros autores<sup>13</sup> que indican que es el elemento que la planta requiere en mayores cantidades y por ende presentan las mayores concentraciones.

En algunos estudios se reporta que en el caso del banano Dominicano en la fase reproductiva e inicio de la fase productiva, la planta acumuló más P, el cual disminuye debido a que el fruto se desarrolló completamente<sup>14</sup>. Sin embargo, en este trabajo se encontró que, en la etapa de producción, se presentaron las máximas concentraciones de  $8.83$  a  $17.25 \text{ mg L}^{-1}$  de este elemento. Otros

investigadores reportan que, el magnesio en las plantas no fertilizadas, tuvieron valores más altos en la cosecha y más bajos durante la floración debido a que las concentraciones del Mn impidieron la absorción de Mg, mientras que en este estudio no presentan diferencias estadísticas.

Los resultados obtenidos muestran que las concentraciones se encuentran por debajo de lo requerido por la planta.

## **CONCLUSIONES**

Los análisis con CARDYS, son herramientas importantes que ayudan a los productores de las zonas plataneras para realizar diagnósticos de sus cultivares, los cuales permiten realizar correcciones oportunas de la fertilización.

## **REFERENCIAS**

1. Finol J, Fernández L, Nava C, Esparza D. Efecto de fuentes y dosis de nitrógeno sobre la producción y calidad del fruto del banano (*Musa* grupo AAA subgrupo *Cavendish* clon "Gran Enano") en la Planicie Aluvial del Río Motatán. Revista de la facultad de agronomía. 2004; 21 (3):221-232-
2. Molero M, Gutiérrez L, Contreras Q, Rondón C, Carrero P, Rojas E. Determinación de los niveles de: K, P, N, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, y Mn en muestras de suelos y tejido foliar del cultivo *Musa* AAB, subgrupo plátano cv. 'Hartón. Revista Producción Agropecuaria. 2008; 1(1): 3-6.
3. Castillo GAM, Hernández MJA, Avitia GE, Pineda PJ, Valdéz AL, Corona TT. Extracción de macronutrientes en banano 'Dominico' (*Musa spp.*) Revista internacional de botánica experimental. 2011; 80: 65-72.
4. Salgado GS, Palma LDJ, Lagunes ELC, Castelán EM. Manual para el muestreo de suelos plantas y aguas e interpretación de análisis. Colegio de Postgraduados, Campus Tabasco, ISPROTAB, H. Cárdenas, Tabasco, 2006. México, 28-29

5. Gaviola S, Lipinski VM. Evaluación de rendimiento y nitratos en ajo cv. Nieve inta con riego por goteo. Revista agricultura técnica. 2004; 64 (2): 43-49.
6. Rubio COA, Cadena HMA. Optimización del fraccionamiento del nitrógeno en el cultivo de papa en el Valle de Toluca. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. 2012; 3 (6): 1075-1084.
7. Etchevers BJD. Técnicas de diagnóstico útiles en la medición de la fertilidad del suelo y el estado nutrimental de los cultivos. Revista Terra Latinoamericana. 1999; 17(3): 209-219.
8. Casanova OE, Rivero C. Efecto de fuentes alternativas de fertilizantes con el método de la fertirrigación sobre la nutrición mineral y rendimientos de bananos en una finca del estado Aragua, Venezuela. Revista agronomía tropical. 2006; 56(3): 325-344.
9. Pino P, Callejas R, Razeto B, Reginato G. Analisis químicos de extracto celular para evaluar el estado de nutrición en la uva. Revista Pesq Agropec. Bras, Brasília. 2012; 47(1):111-117.
1. Anonimo. Statgraphcis 5.0 Stat. Graph., Plus-Ware. Products help line. Statgraphcis Software manual. STSC, Inc. Software Publishing Group, Manugistics. Inc Rockville, Maryland, USA. 2000. Pp: 914- 919.
2. Janeiro CR. Análisis químicos del extracto celular de peciolo en fresa mediante laboratorios portátiles [Tesis de maestría en ciencias]. Colegio de Posgraduados, Montecillo, Texcoco, Edo. de México. 2014.
3. CONAGUA. Comisión Nacional del Agua, Servicio Meteorológico Nacional. (Consulta octubre 2016). Disponible en línea. [http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com\\_content&view=article&id=12:temperatura-y-precipitacion&catid=6:slider&Itemid=65](http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content&view=article&id=12:temperatura-y-precipitacion&catid=6:slider&Itemid=65).
4. Chávez RMT. Efecto de la aplicación de tres dosis de potasio en banano, bajo dos sistemas de labranza en suelos ricos en potasio. Zamorano,

Honduras. [Tesis de licenciatura]. Escuela Agrícola Panamericana. Zamorano, Honduras. 2013.

5. Hernández, Y, Marín M, García J. Respuesta en el rendimiento del plátano Musa AAB cv. Hartón, en función de la nutrición mineral y su ciclo fenológico. Parte II. Contenido mineral. Revista Fac. Agron. (LUZ). 2004; 21(1):114-120.

# INFLUENCIA DE LA TEMPERATURA, RELACIÓN MOLAR DE SUSTRATOS Y CONCENTRACIÓN DE ENZIMA SOBRE LA INCORPORACIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE CADENA MEDIA A ACEITE DE PALMA

*Dra. Angélica Alejandra Ochoa Flores*<sup>1</sup>

*Dr. Josafat Alberto Hernández Becerra*<sup>2</sup>

*Dra. Eloísa López Hernández*<sup>1</sup>

*Dra. Edith Miranda Cruz*<sup>1</sup>

*Est. Marisol Mendoza García*<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se incorporaron ácidos grasos de cadena media (AGCM) al aceite de palma (AP) a través de una reacción de acidólisis, utilizando la enzima lipasa inmovilizada Lipozyme RM IM de *Rhizomucor miehei*. Se evaluó el efecto de la temperatura, relación molar de sustratos y concentración de enzima sobre la incorporación de AGCM al aceite y se determinaron entonces las mejores condiciones para la incorporación. Todos los factores mostraron tener efecto sobre la incorporación de AGCM al AP. La incorporación fue favorecida al incrementar la relación molar de sustratos, la concentración de enzima y la temperatura. La máxima incorporación de AGCM al AP se obtuvo a una relación molar de sustratos 1:16, 32 % de enzima y a una temperatura de 60°C. Bajo estas condiciones se logró, a las 6 horas de reacción, una incorporación molar del 65 % de AGCM; alcanzándose a las 24 horas de reacción una incorporación máxima del 77 %.

## INTRODUCCIÓN

Con la creciente comprensión de las propiedades fisicoquímicas, nutricionales y nutraceuticas de los distintos compuestos lipídicos, un buen número de investigaciones se han enfocado en el desarrollo de lípidos estructurados (LE)<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. [angelica.ochoa@ujat.mx](mailto:angelica.ochoa@ujat.mx)

<sup>2</sup> Universidad Tecnológica de Tabasco.

Lípidos cuya estructura molecular, o composición en ácidos grasos, ha sido modificada respecto a su estado natural, lo que les proporciona nuevas propiedades funcionales<sup>2,3,4</sup>.

Un proceso ampliamente utilizado para modificar las propiedades de aceites y grasas es la interesterificación, reacción en la que un compuesto formado por ácidos grasos esterificados a una molécula de glicerol reacciona con ésteres, transesterificación; con alcoholes, alcoholisis; o con ácidos grasos libres, acidólisis<sup>5</sup>. La interesterificación enzimática utiliza lipasas *sn*-1,3-regioespecíficas para modificar la composición en ácidos grasos de las posiciones 1 y 3 del triacilglicérido (TAG), al mismo tiempo que permite la retención de los ácidos grasos esenciales localizados en la posición *sn*-2<sup>6</sup>.

La reacción de interesterificación ocurre en dos pasos; hidrólisis y esterificación. En el primer paso, el TAG produce un diacilglicérido (DAG), que en el segundo paso genera un nuevo TAG por incorporación de un ácido graso. No obstante, el DAG puede hidrolizarse nuevamente para producir un monoacilglicérido (MAG), en lugar de favorecer la reacción de esterificación para la obtención del TAG. Para reducir la formación de MAGs y favorecer la incorporación de ácidos grasos a los DAGs, para la producción de TAGs, las condiciones de reacción deben ser cuidadosamente seleccionadas y controladas durante el proceso<sup>7</sup>. Algunos estudios han reportado la importancia de parámetros como tipo y cantidad de enzima, tipo y cantidad de solvente, presencia de agua, tipo y relación de sustratos, tiempo y temperatura de reacción, sobre las características y el rendimiento de los productos.<sup>1,8,9,10</sup>

El aceite de palma es un lípido de fácil digestión, fuente de energía y micronutrientes, que se utiliza en la síntesis de LE, para la producción de grasas plásticas<sup>11</sup>. Por su parte, los ácidos grasos de cadena media (AGCM) disminuyen los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre; favorecen la pérdida de peso y

grasa corporal; reducen el daño intestinal y la hepatotoxicidad inducida por alcohol<sup>12</sup>.

### **OBJETIVOS Y METAS**

El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto de la temperatura, la relación molar de sustratos y la concentración de enzima, en la incorporación de AGCM al AP utilizando la enzima lipasa Lipozyme RM IM de *Rhizomucor miehei*.

La meta, identificar las condiciones de reacción que permitan alcanzar la mayor incorporación de AGCM al AP.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El AP fue donado por la empresa Agroipsa (Agroindustrias de Palenque S.A. de C.V.), en su planta localizada en el municipio de Jalapa, Tabasco, México. Los AGCM se obtuvieron por saponificación del aceite comercial (Original Thin Oil®), de la compañía Sound Nutrition® (Dover, Idaho), de acuerdo con el método descrito por Kim *et al*<sup>13</sup>. El peso molecular promedio de la mezcla de AGCM así como del AP, se calculó con base en su composición en ácidos grasos (mol %), obtenida por cromatografía de gases (CG), previa metilación con HCl metanólico 1N, de acuerdo con la metodología descrita por Ochoa *et al*<sup>14</sup>

**Síntesis de LE ricos en AGCM.** La síntesis de los LE ricos en AGCM se realizó a través de una reacción enzimática de acidólisis, utilizando la enzima lipasa inmovilizada Lipozyme RM IM de *Rhizomucor miehei* de NOVO® (Bagsvaerd, Dinamarca). La reacción se realizó en un sistema por lote, en matraces Erlenmeyer de 25 mL, en un agitador operando a 200 rpm, por un periodo de 24 horas. Se tomaron muestras a las 0, 1, 2, 3, 6, 9, 12 y 24 horas de reacción para determinar la incorporación de AGCM al AP. Las condiciones de temperatura, relación molar de sustratos y concentración de enzima utilizadas en los diferentes tratamientos se muestran en la Tabla 1.

**Determinación por CG de la incorporación de AGCM al AP.** La incorporación de AGCM al AP se determinó por metilación alcalina; se toman 100 mL de la mezcla de reacción, se adiciona 1 mL de metóxido de sodio en metanol 0.5 N y se mantiene a temperatura ambiente por 5 minutos. Se agregan 100 mL de agua destilada para detener la reacción y los metil ésteres son extraídos con 2 mL de hexano. Una alícuota del extracto (1mL) se inyecta al CG. El equipo cromatográfico, así como el método utilizado, son los que se describen para la determinación por CG de la composición en ácidos grasos (mol %) de la mezcla de AGCM.

**Tabla 1.** Tratamientos experimentales resultantes del diseño compuesto central con tres factores a tres niveles y dos puntos axiales para cada factor para evaluar la incorporación de AGCM al AP.

Tratamiento	S	E	T
1	1:8	16	50
2	1:16	16	50
3	1:8	32	50
4	1:16	32	50
5	1:8	16	60
6	1:16	16	60
7	1:8	32	60
8	1:16	32	60
9	1:4	24	55
10	1:20	24	55
11	1:12	8	55
12	1:12	40	55
13	1:12	24	45
14	1:12	24	65
15	1:12	24	55

Abreviaturas: S, relación molar de sustratos (AP/AGCM); E, concentración de enzima (en por ciento de peso, basado en la cantidad de sustratos); T, temperatura (°C).

**Diseño experimental y análisis estadístico.** Para determinar el efecto de la relación molar de sustratos, la proporción de enzima y la temperatura sobre la incorporación de AGCM al AP (% molar) se utilizó un diseño compuesto central con tres factores a tres niveles y dos puntos axiales para cada factor. Los tratamientos pueden verse en la Tabla 1.

Todos los experimentos se realizaron por duplicado, excepto el tratamiento central en el diseño, que se replicó cinco veces. Para el análisis de los resultados obtenidos se utilizó el paquete estadístico MINITAB versión 14.0.

### **RESULTADOS**

Se obtuvo la mezcla de AGCM y su composición en ácidos grasos, así como la composición del AP (Figura 1). Se calcularon sus pesos moleculares, 498.23 y 849.92 g/mol, para la mezcla de AGCM y para el AP, respectivamente. Se determinó la cantidad en gramos, de la mezcla de AGCM y de AP a utilizar para cada una de las reacciones de acidólisis.

La síntesis de los LE ricos en AGCM se realizó a través de la reacción enzimática de acidólisis, utilizando la lipasa inmovilizada RM IM. La reacción se llevó a cabo por un periodo de 24 horas, tomando muestras a las 0, 1, 2, 3, 6, 9, 12 y 24 horas de reacción. La incorporación de AGCM al AP se determinó por CG, para cada uno de los tratamientos evaluados, de acuerdo con el diseño experimental propuesto (Tabla 1). Las cinéticas de incorporación de AGCM al AP se observan en la Figura 2.

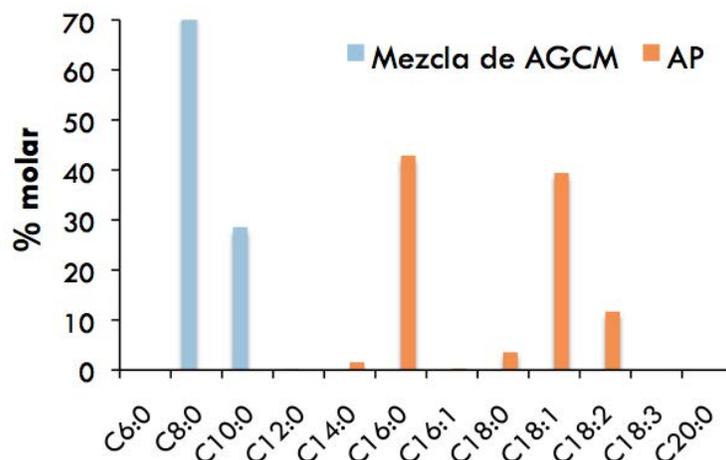


Figura 1. Composición en ácidos grasos de la mezcla de AGCM y AP.

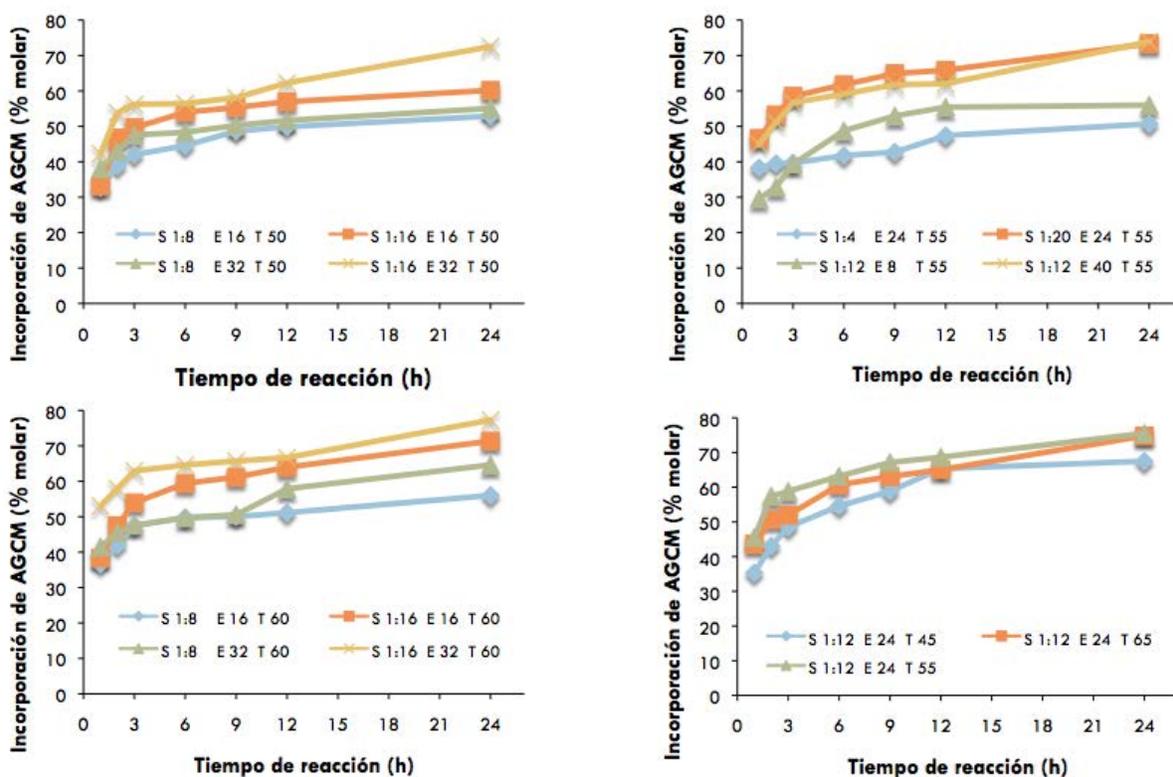


Figura 2. Cinéticas de incorporación de AGCM a AP obtenidas con la enzima lipasa Lipozyme RM IM, a las diferentes condiciones de reacción, de acuerdo con el diseño experimental propuesto.

Del análisis de los datos, se obtuvieron los coeficientes de regresión y los valores de *P*, que describen la influencia de los diferentes factores, temperatura, relación de sustratos y concentración de enzima, sobre la incorporación de AGCM al AP (Tabla 2).

La máxima incorporación de AGCM al AP, alcanzada a las 24 horas de reacción por la enzima Lipozyme RM IM, fue de 77 % molar; obteniéndose un LE constituido mayoritariamente por los ácidos caprílico (53 %), cáprico (23 %), palmítico (8 %) y oleico (9 %), ver Figura 3.

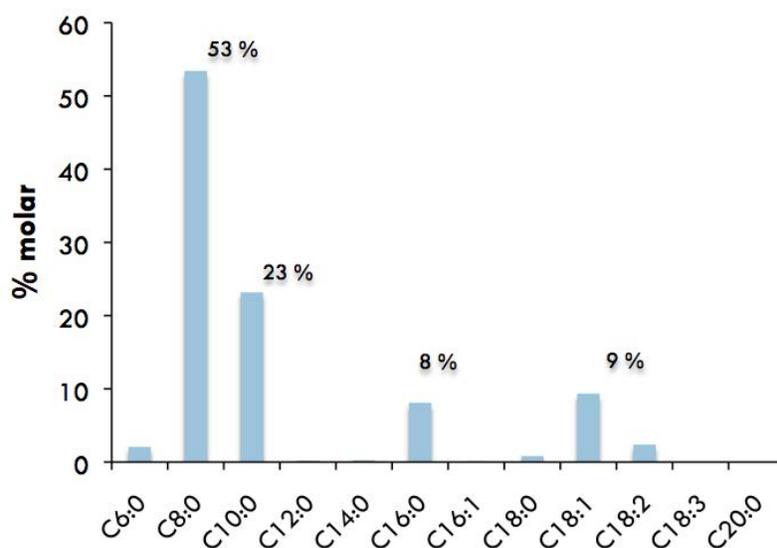
## DISCUSIÓN

En relación a la composición de la mezcla de AGCM obtenida a partir del saponificado del aceite rico en AGCM, encontramos que nuestros resultados son consistentes con lo reportado por Bach y Babayan (15), quienes han indicado que los aceites de AGCM contienen casi exclusivamente ácidos caprílico y cáprico, en proporciones desde 50:50 hasta 80:20. Por su parte, la composición en ácidos grasos del AP, concuerda con la que se indica en la Norma del Codex para aceites vegetales especificados<sup>16</sup>, así como con lo reportado por Tang<sup>17</sup>.

**Tabla 2.** Coeficientes de regresión y valores de *P* que describen la influencia de los diferentes parámetros sobre la incorporación de AGCM al AP.

Término	Incorporación de AGCM al AP (% molar)	
	Coefficiente de regresión	Valor de <i>P</i>
Constante	-186.0335083	1.21909E-05
S	2.168247745	0.036911676
E	1.860593268	1.99776E-12
T	7.184775935	0.001126918
S x S	-0.222896786	2.34231E-10
E x E	-0.041850355	7.80886E-07
T x T	-0.071099027	1.32367E-07
S x E	0.02003713	0.025239873
S x T	0.073285833	0.000216183
E x T	0.002171189	0.787727633

El efecto de cada factor (S, relación molar de sustratos; E, concentración de enzima; T, temperatura), lineal y cuadrático, así como de sus interacciones es significativo cuando el valor de *P* < 0.05.



**Figura 3.** Composición en ácidos grasos del LE obtenido a las condiciones de máxima incorporación de AGCM al AP.

El análisis estadístico de los resultados obtenidos para la incorporación de AGCM al AP, indica que los tres factores evaluados, relación de sustratos, concentración de enzima y temperatura, tienen efecto sobre la incorporación de AGCM a AP en la reacción de acidólisis catalizada por Lipozyme RM IM. Por otra parte, la interacción entre la relación de sustratos y la concentración de enzima, así como entre la relación de sustratos y temperatura, presentaron efectos significativos en la incorporación, en tanto que la interacción entre la concentración de enzima y temperatura, no lo presentaron.

En relación con el efecto de la temperatura sobre la incorporación de AGCM al AP, encontramos que la incorporación se ve favorecida al incrementar la temperatura y que es este factor el que presenta el mayor efecto sobre la incorporación, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Vikbjerg *et al*<sup>18</sup>. Este efecto positivo es atribuido por Egger *et al*<sup>19</sup>, al incremento del grado de reacción por el aumento de la solubilidad de los ácidos grasos libres y la disminución de la viscosidad del medio de reacción.

Por otra parte, el efecto positivo de la relación de sustratos sobre la incorporación de distintos ácidos grasos fue también observado por Vikbjerg *et al*<sup>18</sup> para el ácido caprílico (C8:0), hasta una relación molar de sustratos de 1:15.

En relación con el efecto de la concentración de enzima sobre la incorporación de AGCM al AP, encontramos que la incorporación se ve favorecida al incrementar su concentración. Mutua y Akoh<sup>20</sup>, encontraron también un efecto positivo sobre la incorporación de ácidos grasos hasta concentraciones de enzima del 15 %, a una relación de sustratos de 1:4, indicando que la concentración de sustrato llega a ser el factor limitante, ante un exceso de sitios activos en la enzima.

La máxima incorporación molar de AGCM a AP se obtuvo a una relación molar de sustratos 1:16, 32 % de enzima y temperatura de 60 °C; bajo estas condiciones se logró una incorporación del 65 % a las 6 horas de reacción y se alcanzó una incorporación máxima del 77 % a las 24 horas. Herawan y Klaas<sup>20</sup>, reportan la transesterificación enzimática de aceite de palmiste con etanol, obteniendo con la enzima Lipozyme RM IM un rendimiento del derivado etiléster, a las ocho horas de reacción, del 66 %. Al comparar nuestro resultado con el anterior, puede observarse que hemos logrado alcanzar una mayor incorporación de AGCM a AP en un menor tiempo de reacción.

### **CONCLUSIONES**

La enzima Lipozyme RM IM, probada a las diferentes condiciones de reacción, de acuerdo con el diseño experimental compuesto central 2<sup>3</sup>, logró una máxima incorporación de 77 % molar de AGCM al AP, a las 24 horas de reacción, a una relación molar de sustratos 1:16, 32 % de enzima, a una temperatura de 60°C. Lográndose la obtención de un LE constituido mayoritariamente por los ácidos caprílico, cáprico, oleico y palmítico.

## REFERENCIAS

1. Baeza-Jiménez R, López-Matrínez LX, García HS. Biocatalytic Modification of Food Lipids: Reactions and Applications. *Rev Mex Ing Quím.* 2014; 13:29-47.
2. Amarowicz R. Impact of Antioxidants on Oxidative Stability of Structured Lipids. *Eur J Lipid Sci Tech.* 2012; 114:493-495.
3. Mu H, Porsgaard T. The Metabolism of Structured Triacylglycerols. *Prog Lipid Res.* 2005; 44:430-448.
4. Akoh CC. Structured lipids. In: Akoh CC, Min DB, Editors. *Food Lipids: Chemistry, Nutrition and Biotechnology.* Marcel Dekker, Inc., New York; 2002. p. 877-908.
5. Palla C, Carrín ME. 0% Trans:interesterificación y fraccionamiento como estrategias tecnológicas. *Ciencia Investigación.* 2014; 64:19-32.
6. Willis WM, Lenki RW, Marangoni AG. Lipid modification strategies in the production of nutritionally functional fats and oils. *Crit Rev Food Sci.* 1998; 38:639-674.
7. Xu X. Enzymatic production of structured lipids: Process reactions and acyl migration. *Inform.* 2000; 11:1121-1131.
8. Cao Y, Qi S, Zhang Y, Wang X, Yang B, Wang Y. Synthesis of Structured Lipids by Lipase-Catalyzed Interesterification of Triacetin with Camellia Oil Methyl Esters and Preliminary Evaluation of their Plasma Lipid-Lowering Effect in Mice. *Molecules.* 2013; 18:3733-3744.
9. Camacho-Paez B, Robles-Medina A, Camacho-Rubio F, Esteban-Cerda L, Molina-Grima E. Kinetics of lipase-catalysed interesterification of triolein and caprylic acid to produce structured lipids. *J Chem Technol Biot.* 2003; 78:461-470.
10. Xu X, Mu H, Skands ARH, Høyb CE, Adler-Nissen J. Parameters Affecting Diacylglycerol Formation During the Production of Specific-Structured Lipids by Lipase-Catalyzed Interesterification. *JAOCS.* 1999; 76:175-181.

11. Lai OM. Palm oil, its fractions, and components. In: Akoh CC, Lai OM, Editors. *Healthful Lipids*. AOCS Press, Champaign, IL; 2005. p. 731-749.
12. Marten B, Pfeuffer M, Schrezenmeir J. Review medium-chain triglycerides. *Int Dairy J*. 2006; 16:1374-1382.
13. Kim IH, Garcia HS, Hill CG. Phospholipase A<sub>1</sub> catalyzed synthesis of phospholipids enriched in *n*-3 polyunsaturated fatty acid residues. *Enzyme Microb Tech*. 2007; 40:1130-1135.
14. Ochoa AA, Hernández-Becerra JA, Cavazos-Garduño A, García HS, Vernon-Carter E. Phosphatidylcholine Enrichment with Medium Chain Fatty Acids by Immobilized Phospholipase A<sub>1</sub>-Catalyzed Acidolysis. *Biotechnol Progr*. 2013; 29:230-236.
15. Bach AC, Babayan VK. Medium-chain triglycerides: an update. *Am J Clin Nutr*. 1982; 36:950-962.
16. Norma del Codex para aceites vegetales especificados (CODEX STAN 210-1999). Tang TS. Composition and properties of palm oil products. In: Basiron Y, Jalani BS, Chan KW, Editors. *Advances in Oil Palm Research*. Malaysian Oil Palm Board; 2000. p. 845-894.
17. Vikbjerg AF, Mu H, Xu X. Parameters affecting incorporation and by-product formation during the production of structured phospholipids by lipase-catalyzed acidolysis in solvent-free system. *J Mol Catal B-Enzym*. 2005; 36:14-21.
18. Eggert T, Wehtje E, Adlercreutz P. Characterization and optimization of phospholipase A<sub>2</sub> catalyzed synthesis of phosphatidylcholine. *Biochim Biophys Acta*. 1997; 1343:76-84.
19. Mutua LN, Akoh CC. Lipase-catalyzed modification of phospholipids: Incorporation of *n*-3 fatty acids into biosurfactants. *J Am Oil Chem Soc*. 1993; 71:125-128.
20. Herawan T, Klaas MRG. Lipase-Catalyzed Transesterification of Palm Kernel Oil with Dialkylcarbonates. *Am J Appl Sci*. 2014; 11:1212-1223.

## ELABORACIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS CON BASE EN EXTRACTO DE ACHIOTE (*Bixa orellana*)

Dr. Antonio Valadez-Villarreal<sup>1</sup>

TSU Yaneth Potenciano-Reyes<sup>1</sup>

TSU Andrea Martínez-Ramírez<sup>1</sup>

Dra. Eloísa López-Hernández<sup>2</sup>

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue purificar y cuantificar bixina por un método de extracción alcalino, aplicarlo en un producto alimenticio y evaluar su aceptación sensorial. El cultivo del achiote (*Bixa orellana*), conocido también como annato, achote, onnote, cocote, bija, etc., es originario de América tropical. A la llegada de los europeos, el achiote era cultivado desde México hasta Brasil, siendo su área de origen, posiblemente, la hoya amazónica. El principal constituyente colorante de la semilla del achiote es bixina, que se encuentra en la cubierta exterior de la semilla del fruto, representa más del 80 % de los pigmentos presentes, lo cual facilita su extracción. Se realizaron pruebas de extracción de bixina usando diversas concentraciones de hidróxido de potasio, tras lo cual se precipitó usando ácido clorhídrico, se filtró y se secó a baja temperatura. Posteriormente el polvo obtenido se utilizó como ingrediente en la formulación de aderezos; a los cuáles, se les realizó una evaluación sensorial de color, sabor y aceptación general, lográndose en ellos valores superiores al 60 % en los tres atributos evaluados. Existen diversos colorantes alimentarios, aunque la mayoría son sintéticos; por ello, esta investigación pretende sustituirlos por colorantes naturales que favorezcan a la salud.

---

<sup>1</sup> División de Procesos Industriales, Universidad Tecnológica de Tabasco. valadezantonio@hotmail.com

<sup>2</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

## INTRODUCCIÓN

El color rojo del achiote o annatto se debe a varios compuestos carotenoides, principalmente apocarotenos, que se encuentran en la semilla. La bixina es el más cotizado e importante de éstos, es una sustancia cristalina de color rojo oscuro, soluble en alcohol, aceites y grasas e insoluble en agua<sup>1,2</sup>.

Se conocen diversas formas de extraer el colorante de las semillas del achiote, unas muy rudimentarias y otras no tanto que, finalmente, con el paso del tiempo se han ido mejorando. Algunas de estas técnicas son:

- Las semillas separadas de las cápsulas maduras, se colocan en suficiente agua hirviendo con el fin de que el tinte se desprenda fácilmente de éstas. Luego se separan, se deja fermentar la pasta una semana aproximadamente. Se elimina el agua quedando la pasta sola, que permite modelar el producto para darle la forma más conveniente y aceptada por el consumidor.
- Uno de los métodos más antiguos y prácticamente abandonados, consiste en machacar las semillas entre cilindros para formar una mezcla con el tinte del achiote. A la masa resultante se le agrega una cantidad suficiente de agua y cuando sedimenta se le retira el agua clara y se deja hirviendo por dos o tres horas. Al retirarla del fuego, se exprime por medio de una prensa para sacarle el agua<sup>3</sup>.

Las variables del proceso se determinan a partir de una secuencia de actividades que se inicia con la selección adecuada de las semillas, porque se ha comprobado que mientras más frescas se encuentren, mejor rendimiento y calidad se obtiene. Se determina la humedad de las semillas dejando un peso determinado de estas en una estufa a 110°C, durante dos horas hasta alcanzar su peso constante. La diferencia de pesos sirve para calcular el porcentaje de humedad. Las semillas pesadas, se dejan en remojo en la solución alcalina (KOH) por un periodo de 12 horas. Luego se separa la solución coloreada y las semillas

que quedan; se mezclan con otra parte de la solución de KOH y se agitan durante un tiempo que se determina experimentalmente.

Después de la agitación, las semillas se separan nuevamente, se lavan con solución de KOH, se secan al sol y las soluciones coloreadas resultantes se mezclan. A esta solución básica se le disminuye el pH con ácido sulfúrico para precipitar el colorante. Así se obtiene una suspensión del colorante, con un pH ácido y un color rojo intenso. De esta mezcla se parte para obtener el colorante en diferentes presentaciones, según la aplicación que se quiere dar, bien sea en polvo o en solución<sup>4</sup>.

Para efectos de experimentación en el laboratorio, el proceso continúa hasta obtener el colorante en polvo; para tal efecto, la solución acidificada se filtra al vacío para agilizar el proceso, con el fin de obtener una torta del colorante que se seca en un horno. Finalmente la pasta obtenida se muele en mortero, para conseguir el colorante en polvo y se pesa para determinar rendimientos

## **OBJETIVOS Y METAS**

El objetivo general del presente trabajo es caracterizar la semilla de achiote (*Bixa orellana*) para aplicarlo en diversos productos alimenticios, teniendo como objetivo específico determinar la concentración de la sustancia activa, bixina y su estabilidad en diversas condiciones físicas.

La meta es elaborar tres formulaciones de aderezos y evaluarlos sensorialmente

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Las semillas fueron cosechadas en la ciudad de Comalcalco, Tabasco durante la primavera del año 2016. La muestra obtenida se transportó a los laboratorios de la División de Procesos Industriales de la Universidad Tecnológica de Tabasco y posteriormente al momento de realizar las pruebas de secado, extracción de la bixina por el método alcalino y la elaboración de los aderezos, al Laboratorio de

## Temas Selectos de Ciencias Agropecuarias

Tecnología de Alimentos de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Las semillas se separaron de la cubierta exterior y se almacenaron bajo refrigeración hasta su uso.

Para la determinación de humedad se usó el método del 934.06 de la AOAC<sup>3</sup>.

Para la determinación de grasa, se realizó el método por extracción por disolventes extractor automatizado marca Soxtec modelo 2050.

Para la determinación de la concentración de bixina se empleó un espectrofotómetro UV-visible marca Spectronic modelo 401397, a una longitud de onda de 360 nm.

Para la extracción alcalina de achiote se usó solución de hidróxido de potasio al 1 %, 2 % y 3 %, que se agregó a la muestra y se dejó reaccionar por 45 y 90 min, con agitación constante en una parrilla de agitación marca Corning. En seguida se decantó el sobrenadante, se precipitó el colorante usando ácido clorhídrico al 20 % y se dejó reaccionar por 12 horas. El precipitado se recuperó por filtración con papel filtro Whatman No. 1, usando vacío, y posteriormente se secó en una estufa de convección a una temperatura de 50 °C. El polvo se recuperó y fue el que se usó para elaborar los aderezos y para determinar la concentración de bixina<sup>5</sup>.

La elaboración de los aderezos adicionados de achiote se realizó con una base de aceite vegetal, huevo, vinagre, sal y bixina en cantidades de 0.2 % a 0.5 %, realizándose posteriormente la evaluación sensorial

La evaluación sensorial se realizó de acuerdo a una escala estructurada de 5 puntos desde “\*Me gusta mucho\*” hasta “\*me disgusta mucho\*”<sup>6,7,8,9</sup>

Todas las muestras y evaluaciones sensoriales se realizaron por triplicado y se aplicó un análisis de varianza ANOVA de una sola vía, haciendo uso del software Statistica 2005, con un nivel de significancia de 95 %.

## RESULTADOS

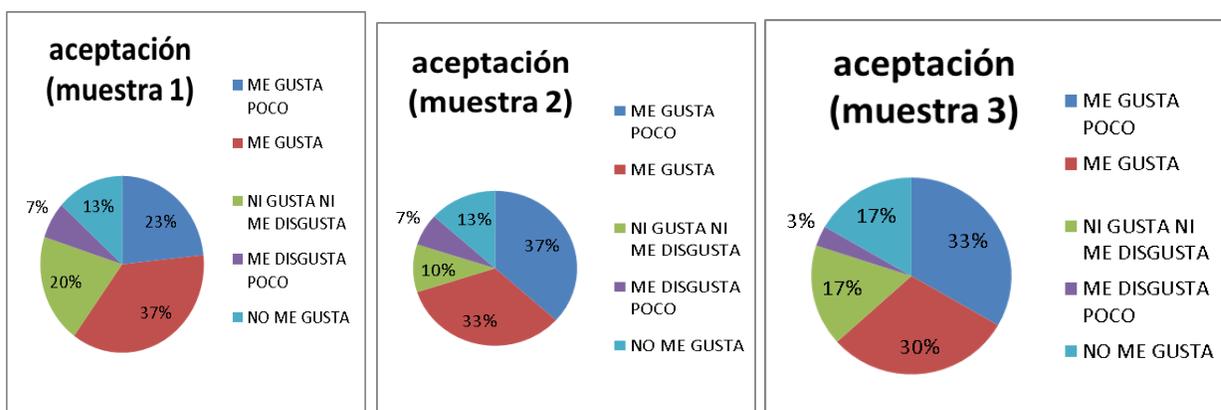
El contenido de humedad de la semilla de achiote fue de  $6.9 \pm 0.067$  % P/P y grasa de  $11.55 \pm 0.156$  % P/P

A la bixina extraída se le determinó la concentración de colorante y se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Resultados de concentración y rendimientos de bixina en relación a la concentración de la solución de extracción.

Concentración de solución extractora (%)	Concentración de bixina (%)	Rendimiento (%)
1	6	73
2	7.96	96
3	7.3	89

Las tres formulaciones que se probaron dieron resultados semejantes al ser evaluadas sensorialmente lo que se muestra en las Figuras de la 1 a la 3, para la evaluación de sabor, color y aceptación general, en sus tres apartados<sup>9,10,11</sup>.



**Figura 1.** Resultados de la evaluación sensorial de aceptación para las tres muestras

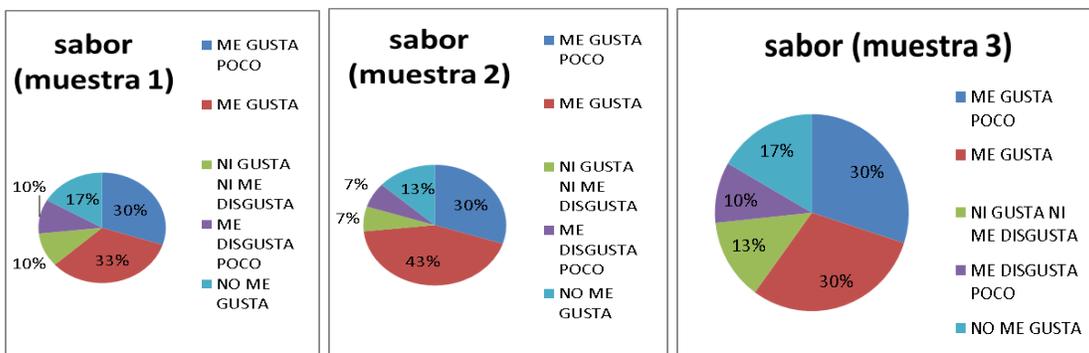


Figura 2. Resultados de la evaluación sensorial de aceptación para las tres muestras

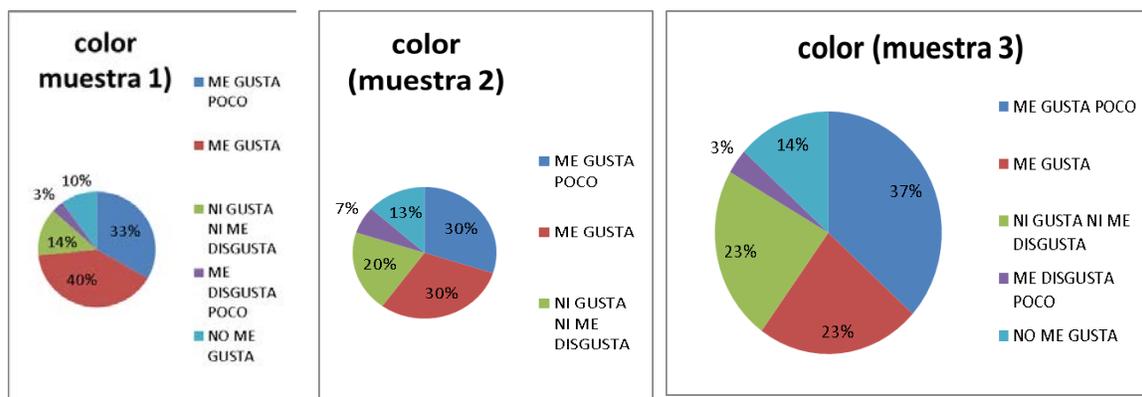


Figura 3. Resultados de la evaluación sensorial de aceptación para las tres muestras

## DISCUSIÓN

La concentración de bixina fue del 8.2 % y el rendimiento del 96 % para la muestra de solución alcalina al 2 %, por lo que esta muestra fue la que se utilizó para continuar con el trabajo.

Este resultado fue bastante aproximado al obtenido por Hough, donde aplicando la ecuación desarrollada por Pech - Pool, obtuvo para la bixina un valor de concentración en semilla de achiote, de 8.82 g/100 g, al hacer mediciones espectrofotométricas de absorbancia a 404 nm y 500 nm.

Se espera que exista una variación estacional y por diversidad del achiote de acuerdo a la época del año y a la especie. La cantidad total de bixina y norbixina varía significativamente; los valores comunes son de 2-5 %, pero el contenido podría alcanzar sobre los 7 % del peso seco de las semillas<sup>13</sup>.

Adicionalmente en el achiote se han identificado treintaicinco componentes de los cuales acetato de (Z-E)-farnesilo (11,6 %), acetato de occidentalol (9,7 %), espatulenol (9,6 %), ishwarane (9,1 %), bixina y norbixina son los mayores constituyentes<sup>14</sup>.

La bixina es la forma cis- del monometil éster del ácido carotenoide carboxílico, se encuentra en la pulpa que envuelve las semillas, pudiendo llegar hasta un 3 % de su peso<sup>15</sup>.

Las tres muestras evaluadas mostraron nivel de agrado semejante entre los jueces, no pudiendo detectarse diferencias significativas entre las mismas. Lo mismo sucedió con el color y el sabor. Esto se pone de manifiesto en las series de Figuras 1, 2 y 3 incisos A, B y C. En las tres muestras el nivel de aceptación fue superior al 60 % al considerar resultados de “me gusta mucho” y “me gusta poco”, por lo que el valor del rechazo fue de menos del 40 % de “ni me gusta ni me disgusta” a “me disgusta mucho”<sup>16,17</sup>. El ANOVA realizado a las evaluaciones sensoriales no detectó diferencias a ningún nivel de significancia. Por tal motivo se puede emplear con fines comerciales cualquiera de las formulaciones considerando los costos de fabricación y la facilidad de preparación.

## **CONCLUSIONES**

La concentración de bixina y el rendimiento obtenido fueron elevados y cercanos al 100 %, por lo que el método de extracción fue el adecuado y conveniente para este trabajo.

El producto obtenido fue agradable al consumidor y se recomienda seguir trabajando con otros productos, revisar la vida de anaquel de estos para determinar su fecha de caducidad y diversificar los alimentos en los que pudiera aplicarse la bixina.

## REFERENCIAS

1. Sandi. biodiversitas. [Online].; 2003 [cited 2016 junio 25. Available from: <http://www.biodiversidad.gob.mx/Biodiversitas/Articulos/biodiv46art2.pdf>
2. Torricella Morales, R. G.; Zamora Utset, E. & Pulido Alvarez, H. Evaluación sensorial aplicada a la investigación, control de calidad, desarrollo y control de calidad en la industria alimentaria. 2nd ed. La Habana: Editorial Universitaria; 2007.
3. AOAC. Methods of Analysis of Association of Official Chemists. 17th ed. Anakists AoC, editor. Washington D.C.; 2000.
4. Carpenter R.P. y Lyon H.D. Análisis Sensorial En El Desarrollo Y Control De La Calidad De Alimentos Zaragoza: Acribia; 2010.
5. Helen H. Tecnología de alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. 3rd ed.: Limusa; 2014.
6. Badui D.S. Química de los alimentos. 4th ed. México: Pearson educación; 2006.
7. López-Hernández E. Pigmentos. In D.S.i B. Química de alimentos. México: Pearson educación; 2013. p. 379.
8. Charley H. tecnología de alimentos, procesos químicos y físicos en la preparación de alimentos. 1st ed. México: Limusa; 2014.
9. Coss P.S.D. Cúrcuma (*Curcuma longa*). Madrid; 2016.
10. Devia J, y Saldarriaga L. | Planta piloto para obtener colorante de la semilla del Achiote (*Bixa orellana*). Revista Universidad EAFIT. 2003; 39(131): p. 8-22.
11. Hough G. Sensory shelf life estimation of food products. 2nd ed. Boca ratón: Taylor and Francis group; 2010.
12. Pech-Pool, I.M. Condiciones para el análisis de bixina y norbixina en plantas de achiote por métodos de cromatografía(TLC y HPLC). 2015..
13. McKeown G.G. y MarcK F. The composition of oil soluble annatto food colour. Association os Agricultural Chemistry. 1962; 45(3).

14. Ramírez T. Evaluación de la Actividad Hipoglicemiante del Extracto Acuoso de las Hojas de Bixa Orellana “Achiote”. 2001..
15. Tocchini L. y Zerlotti A. Extração e Determinação, por CLAE de Bixina e Norbixina em Coloríficos [Determinación de Bixina y Norbixina en Coloríficos por HPLC]. Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas. 2001 sept-octubre; 21(3): p. 310-313.
16. Emulsiones. Emulsiones. [Online].; 2016 [cited 2016 junio 29. Available from: <http://www.textoscientificos>.
17. Coenders A. Química culinaria España: Acribia; Zaragoza: Acribia; 2004.

## **DISTRIBUCIÓN DEL GRADO DE CONDICIÓN CORPORAL EN OVEJAS DE PELO DE TABASCO**

*M.C. Pablo Medina Pérez<sup>1\*</sup>*

*Dr. Alfonso J. Chay Canul<sup>1</sup>*

*Dra. Nadia Ojeda Robertos<sup>1</sup>*

*Dr. Felipe J. Torres Acosta<sup>2</sup>*

*M.C. Miguel A. Alegría López<sup>1</sup>*

### **RESUMEN**

Se obtuvieron y analizaron 5,354 datos de valores de condición corporal (CC) en ovejas de las razas Pelibuey y Black belly del estado de Tabasco, México. Los datos del grado de CC, fueron determinados por medio de una escala del 1 al 5. La frecuencia y la distribución del grado de CC fueron categorizadas de acuerdo a la raza y el estado fisiológico, y posteriormente analizadas mediante estadística descriptiva, obteniendo valores promedios, valores mínimos y máximos, la mediana, primer y tercer cuartil y la asimetría. La CC 3, se presentó con mayor frecuencia, sin embargo, el promedio general de la CC alcanzó un valor de 2.25. En cuanto a la raza, se observó que las ovejas Pelibuey obtuvieron valores promedios de CC de 2.28 y las ovejas Black belly presentaron valores inferiores con promedio de 1.95. Así mismo, las ovejas lactantes presentaron valores de CC de 1.89 en promedio y este valor fue superado por el promedio de CC de las ovejas no lactantes, las cuales obtuvieron un promedio de 2.30. Se concluyó que en los rebaños evaluados, las ovejas de pelo presentan valores bajos de CC, y este valor puede verse afectado por la raza y el estado fisiológico.

### **I**

---

<sup>1</sup> Profesor Investigador, DACA-UJAT\* pablo.medina@ujat.mx

<sup>2</sup> Profesor Investigador, CCBA-UADY

## **INTRODUCCIÓN**

La determinación del grado de la condición corporal se ha convertido en una herramienta clínica para la inspección individual de los animales. Una estimación basada en el grado del desarrollo muscular y la acumulación de tejido adiposo en el dorso de un animal ha permitido establecer escalas de la CC, reportadas primeramente en 1961<sup>1</sup>, y posteriormente redefinidas en 1969<sup>2</sup> con una escala que va del 1 (caquéxico) al 5 (obeso). El grado de CC contribuye de manera indirecta a detectar la pérdida o ganancia de tejido muscular y adiposo de los animales, por tanto, ha sido reconocida como un indicador subjetivo del estado nutricional<sup>3</sup> y como un indicador potencial del estado general de salud, la eficiencia productiva y reproductiva en un rebaño<sup>4,5,6</sup>. Se ha reportado que en los rebaños de las regiones tropicales, los animales en producción bajo sistemas de pastoreo tienden a mostrar niveles bajos de CC, que se deben a problemas sanitarios como las enfermedades parasitarias y la insuficiente cantidad y calidad de la dieta, además de la constante actividad reproductiva<sup>7</sup>. El realizar inspecciones periódicas de todo el rebaño, para determinar el grado de CC permite tener una idea del estado general de los animales y en consecuencia tomar medidas para mejorar las condiciones de alimentación, manejo, sanidad, entre otras.

## **OBJETIVOS Y METAS**

Determinar la distribución y el comportamiento de los valores de condición corporal, durante la época de lluvias, en ovejas de pelo del trópico de Tabasco, México. Así como caracterizar el grado de condición corporal en las ovejas de pelo del estado de Tabasco.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Descripción del área de estudio y población objeto de estudio**

El presente estudio fue realizado en el estado de Tabasco, en cuatro explotaciones de ovinos ubicados en las regiones Centro, Sierra y Chontalpa. El trabajo se desarrolló en la temporada de lluvias (junio-noviembre del 2013). Los animales de estudio fueron hembras mayores a 1 año de edad, de las razas Pelibuey y Black belly.

### **Metodología**

Se efectuaron visitas a los ranchos cada 14 días, en las cuales se inspeccionaba individualmente a cada oveja y por medio de palpación dorsolumbar y costal se determinó el grado de CC, donde el grado 1 fueron animales caquéxicos y el grado 5 animales obesos<sup>2</sup>.

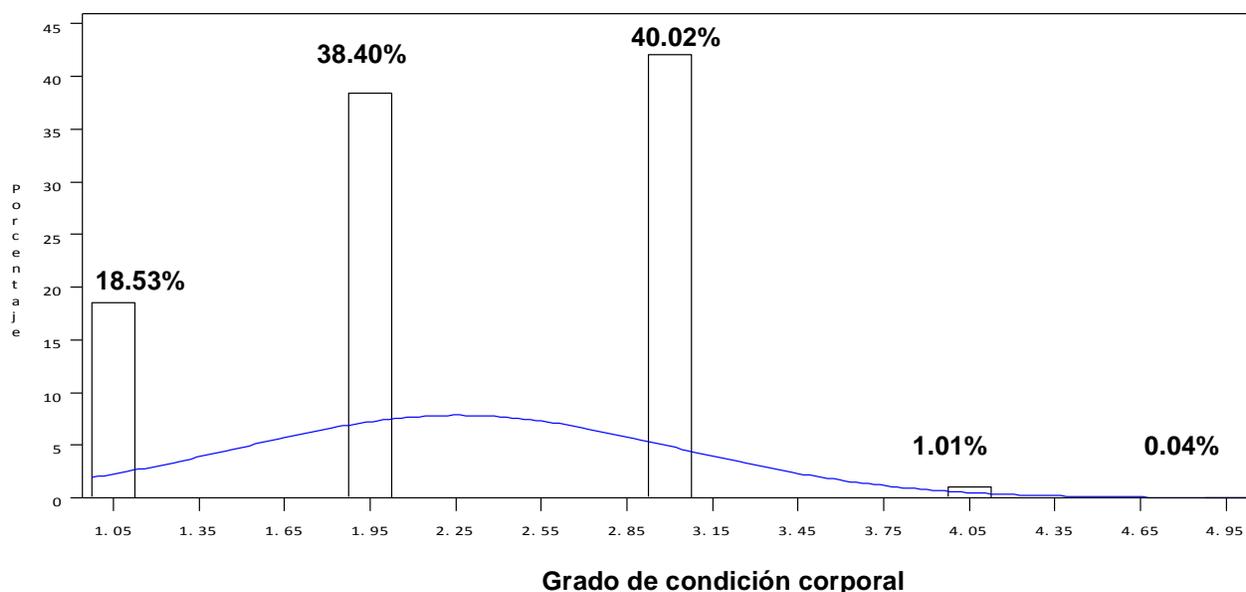
### **Análisis de datos**

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva y utilizando el Proc Univariate del SAS<sup>8</sup>, para determinar medias, desviación estándar, rango, mediana, intercuartiles y asimetría. También fue realizado el contraste de normalidad de la distribución de los datos, mediante la prueba de Kolmogorov-Smirnov y con un análisis de varianza y comparación de medias con la prueba de Tukey, se determinaron diferencias estadísticas del promedio de CC entre razas y estado fisiológico.

## **RESULTADOS**

Se obtuvieron un total de 5,354 observaciones de ovejas de pelo del estado de Tabasco, durante seis meses de evaluación. De forma general se observó que un 18.53 % de las ovejas presentaron valores de CC 1, un 38 % presentaron valores de 2, la mayor proporción de las ovejas representado por un 42.02 % presentaron

valores de 3, y se observaron frecuencias de 1.01 y 0.04 % para los valores 4 y 5 respectivamente, estos resultados pueden observarse en la Figura 1.



**Figura 1.** Distribución del grado de condición corporal en ovejas de pelo del trópico de Tabasco, México.

Los datos obtenidos fueron significativos a una distribución normal ((K-S,  $D=0.26$ ,  $P<0.01$ ), asimetría (-0.31)). Estos resultados pueden observarse en el Cuadro 1. De forma general los valores de CC de todas las ovejas evaluadas fueron bajos, con un promedio de 2.256 ( $\pm 0.01$ ), registrándose que más de la mitad de las ovejas presentaban valores de 2. Tal como lo indica el valor de la mediana, se puede observar que las ovejas de la raza Pelibuey presentaron un promedio en los valores de CC de 2.28 ( $\pm 0.01$ ), con valores mínimos de 1 y máximos de 5. Por su parte, las ovejas de raza Black belly, presentaron un promedio de CC de 1.950 ( $\pm 0.03$ ), con valores mínimos de 1 y máximos de 4. En cuanto al estado fisiológico, las hembras no gestantes presentaron valores promedios de 2.30 ( $\pm 0.01$ ) y valores mínimos de 1 y máximos de 5. Mientras que las ovejas lactantes presentaron valores promedios de 1.89 ( $\pm 0.03$ ) y valores mínimos y máximos de 1 y 5 respectivamente.

**Cuadro 1.** Distribución de los valores de condición corporal en ovejas de acuerdo a la raza y el estado fisiológico.

Variable	Raza		Estado fisiológico		General
	Pelibuey	Black belly	Lactantes	No lactantes	
N	4885	469	621	4733	5354
Promedio( $\pm$ DE)	2.29 <sup>A</sup> ( $\pm$ 0.01)	1.95 <sup>B</sup> ( $\pm$ 0.03)	1.89 <sup>A</sup> ( $\pm$ 0.03)	2.30 <sup>B</sup> ( $\pm$ 0.01)	2.26( $\pm$ 0.01)
Mediana	2	2	2	2	2
Mínimo	1	1	1	1	1
Máximo	5	4	4	5	5
Asimetría	-0.36	0.12	0.39	-0.399	-0.31
Q1	2	1	1	2	2
Q3	3	2	2	3	3
Kolmogorov y Smirnov (P=0.05%)	0.28 (P<0.01)	0.25 (P<0.01)	0.23 (P<0.01)	0.28 (P<0.01)	0.27 (P<0.01)

N: número de animales observados; Q1: Primer cuartil; Q3: Tercer cuartil

\*Literales diferentes entre columnas, indican diferencia significativa  $P < 0.0001$  (Tukey, 0.05).

De acuerdo a los resultados obtenidos en el presente trabajo, las ovejas del trópico de Tabasco, presentan valores bajos de CC, observándose un promedio de 2.25. Este valor indica que los animales se encuentran en malas condiciones nutricionales y, en consecuencia, su productividad, salud y reproducción podría verse comprometida en cualquier momento. Se ha mencionado que la presencia de baja CC está influenciada por múltiples factores produciendo el “síndrome de la oveja flaca”<sup>9</sup>.

## DISCUSIÓN

La presencia de baja CC parece ser una constante en los rebaños de ovinos de otros estados del trópico de México<sup>10</sup>, tal como se ha reportado para el trópico seco de Yucatán en ovinos de sistemas de producción de subsistencia<sup>11</sup>, así como en rebaños de tipo comercial<sup>12</sup>. La misma situación se presenta en ovinos del estado de Chiapas, en ovinos de lana de la región Tzotzil Tzeltal<sup>13</sup> y en rebaños de ovinos de pelo de la región Metropolitana del estado<sup>14</sup>.

En este estudio también se identificó que las ovejas de raza Pelibuey presentaron mayor CC (2.28) comparadas con las Black belly (1.95). Estos resultados obtenidos

son menores a los reportados en Italia<sup>4</sup>, en los cuales se determinaron valores promedio de CC de 2.6 para ovejas de la raza Sarda. Así mismo, otros reportes indican promedios superiores en la CC, que van desde 2.71 en ovejas Manchegas<sup>15</sup> hasta 3.32 en ovejas Ripollesa<sup>16</sup>.

En cuanto el estadio fisiológico, se determinó que las ovejas lactantes presentaron menor CC (1.89) comparadas con las no lactantes (2.30). Este resultado es lógico debido al balance energético negativo que sufre la oveja al amamantar al cordero. Este efecto fue determinado por Gaias<sup>5</sup>, y reporta un pico de la reducción de la CC a los 80 días de lactación en la oveja Sarda.

## **CONCLUSIÓN**

El grado de condición corporal promedio en los rebaños de ovinos de pelos del trópico de Tabasco es de 2.25. Este valor puede estar modificado de acuerdo a la raza y el estado fisiológico. En ese sentido, se observó que las ovejas Black belly presentan menores valores de CC comparadas con las ovejas Pelibuey. Así mismo, las ovejas que se encuentran en lactación tienden a presentar valores bajos de CC comparadas con las ovejas no lactantes.

## **REFERENCIAS**

1. Jefferies, B. C. Body condition scoring and its use in management. *Tasmanian journal of agriculture*. (1961). 32, 19-21.
2. Russel, A. J. F., Doney, J. M., & Gunn, R. G. Subjective assessment of body fat in live sheep. *The Journal of Agricultural Science*. (1969). 72(03), 451-454.
3. Caldeira, R.M., Belo, A.T., Santos, C.C., Vazques, M.I., Portugal, A.V. The effect of body condition score on blood metabolites and hormonal profiles in ewes. *Small. Rumin. Res.* (2007). 68: 233-241.
4. Vatankhah, M., M. A. Talebi, y F. Zamani.. Relationship between ewe body condition score (BCS) at mating and reproductive and productive traits in Lori-Bakhtiari sheep. *Small Ruminant Research*. (2012). 106:105-109.

5. Gaias, G. Body condition score and body composition of Sarda dairy ewes. Tesi di Dottorato in Scienze dei Sistemi Agrari e Forestali e delle Produzioni Alimentari Indirizzo Scienze e Tecnologie Zootecniche – Università degli Studi di Sassari, Italia (2012). 148.
6. Idika, I., S. Chiejina, L. Mhomga, P. Nnadi, y L. Ngongeh. Correlates of resistance to gastrointestinal nematode infection in Nigerian West African dwarf sheep. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*. (2012). 5:29-532.
7. Torres-Acosta, J. F. J., A. J. Aguilar-Caballero, C. Le Bigote, H. Hoste, H. L. Canul-Ku, E. E. España, A. C Vera, R. J. G. Uitz, A. I. Lozano, L. J. Heredia, y S. I. Gutiérrez. Evaluando un esquema de color de mucosa ocular para diagnosticar la anemia en cabras Criollas en sistemas de producción de Yucatán, México. XVI Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Veracruz, Veracruz, 17-19 de octubre de 2001.
8. SAS. Institute Inc., SAS/STAT. (2002). Software, Ver. 9.00, Cary, NC27512-8000. USA.
9. Peralta-Lailson, M. Síndrome de la oveja flaca. Memorias del 5° Curso de Producción Ovina. Auditorio de Los Constituyentes, Colina Universitaria. Universidad Autónoma de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. 9-11 de abril del 2014.
10. Torres-Acosta, J. F. J., R. Cámara-Sarmiento, A. J. Aguilar-Caballero, L. Canul-Ku, y M. Pérez-Cruz. Estrategias de desparasitación selectiva dirigida. En: Avances en el control de la parasitosis gastrointestinal de ovinos en el trópico. Compilado por: González Garduño R. y Berumen Alatorre A.C. Universidad Autónoma de Chapingo, C.R.U.S.E. Tabasco, México. (2009). pp. 50-62.
11. González-Ruíz, J.L. Desparasitación selectiva de ovejas en rebaños de pequeños productores en el estado de Yucatán. Tesis para obtener el grado de Maestro en Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida, Yucatán, México. (2012). pp 15-45.

12. Soto-Barrientos, N. Desparasitación selectiva en rebaños de ovinos comerciales de Yucatán. Tesis para obtener el grado de Maestro en Producción Ovina. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán, Merida, Yucatán, México, (2012). pp 25-41.
13. Escobar-Megchún, M.V. Determinación de la eficacia de la desparasitación selectiva dirigida en ovinos Chiapas. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. (2014). pp. 39-48.
14. Chávez-Mena, C.M. Evaluación de la desparasitación selectiva dirigida en ovinos de pelo durante la época de lluvias en el rancho "San Rafael", Suchiapa, Chiapas. Tesis para obtener el título de Médico Veterinario Zootecnista, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Chiapas. (2013) pp. 26-33.
15. Molina, M.P., Molle, G., Ligios, S., Ruda, G. and Casu, S. Evolution de la note d'état corporel des brebis de race sarde dans différents systèmes d'élevage et relation avec la production laitière. Options Méditerranéennes. (1991). 13: 91-95.
16. Torre, C., Casals, R., Caja, G., Paramio, M.T., and Ferret, A. The effects of body condition score and flushing on the reproductive performances of Ripollesa breed ewes mated in spring. Options Méditerranéennes Série Séminaires.(1991). 13: 85-90.

## DIAGNÓSTICO CLÍNICO Y PARASITOLÓGICO DE LEISHMANIASIS CUTÁNEA CANINA EN ZONA ENDÉMICA DE UNA POBLACIÓN HUMANA EN TABASCO

PMVZ. Silbina Callejas Barrada<sup>1</sup>

Dr. Gerardo Rogelio Cansino Arroyo<sup>1</sup>

MC. Lluvia Guadalupe Moreno Pérez<sup>1</sup>

Dr. Santiago Vera Ramírez<sup>1</sup>

Dr. Alejandro Córdova Izquierdo<sup>2</sup>

### RESUMEN

Se diagnosticaron mediante la identificación clínica de lesiones cutáneas y observación parasitológica del promastigote o del amastigote, dos casos de leishmaniasis cutánea canina de un estudio epidemiológico de 80 casos en una zona endémica de una población humana en Tabasco. Los caninos positivos se registraron en el grupo de 1 a 3 años de edad. Resaltó el potrero y no la plantación de cacao como hábitat predominante alrededor de las casas de los dueños de los caninos. Se concluye que la leishmaniasis endémica en humanos en la zona de estudio, posiblemente se deba a casos transmitidos a partir de otro reservorio y no por caninos.

### INTRODUCCIÓN

La susceptibilidad del perro doméstico a *Leishmania sp.*, por parásitos que causan leishmaniasis cutánea ha sido investigado como reservorio potencial de esta enfermedad. La leishmaniasis puede ser transmitida a los seres humanos, aunque en nuestra especie no suele cursar de forma tan grave<sup>1</sup>.

La leishmaniasis es endémica en 88 países y se estima que existen 12 millones de personas infectadas en el mundo, con más de 350 millones de personas y 105 millones de caninos en situación de riesgo. La enfermedad es producida por un

---

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. geracan@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Xochimilco.

parásito del género *Leishmania*, transmitido por la picadura de dípteros que pertenecen al género *Lutzomyia*. Debido a su elevada susceptibilidad a la infección por *Leishmania sp.*, y por su residencia común en zonas endémicas, así como por sus frecuentes actividades como cazador, depredador o simplemente como acompañante del hombre en sus actividades selváticas, el perro corre riesgo de infectarse con esos parásitos<sup>2</sup>.

El primer perro infectado fue descrito en Brasil en 1913<sup>3</sup>, a partir de ese momento se han descrito casos en América del Sur. En México existe, desde 1983, antecedentes de reservorios caninos, de *Leishmania chagasi*<sup>4</sup>. En Tabasco, en el año 1992, Velazco y colaboradores encontraron a un indígena de la etnia chol con un perro criollo del sexo femenino, de talla pequeña, de aproximadamente tres años de edad<sup>5</sup>. Ambos estaban desorejados, por el corte con un machete, como tratamiento muy radical de la leishmaniasis cutánea en orejas. Tabasco ha ocupado el primer lugar, con el 37.4 % de todos los casos del país. La mayor incidencia se ha registrado en el municipio de Cunduacán, Tabasco, que coincide con ser el principal productor de cacao (*Theobroma cacao*) de México. Las plantaciones de cacao forman un microambiente húmedo, que favorecen la proliferación del vector, *Lutzomyia olmeca*, insecto conocido como mosca chiclera, la chiclera, papalotilla o palomilla.

De las principales localidades con más casos registrados durante 2000-2011, el primer lugar lo ocupó Huimango 2.a Sección, Cunduacán con 104, casos en humanos<sup>2</sup>. Es posible que las condiciones que favorecen la endemidad de la enfermedad en humanos, sean las mismas para la leishmaniasis cutánea canina y sea Huimango 2ª sección la localidad donde se encuentre el mayor número de casos en caninos. A la fecha no existen estudios que confirmen la presencia de leishmaniasis canina en regiones endémicas del estado de Tabasco. Por tal motivo se realizó el diagnóstico de esta zoonosis en caninos ya que se considera como reservorio potencial.

## **OBJETIVO GENERAL**

Diagnosticar mediante signos clínicos y parasitológicos el agente etiológico, la leishmaniasis canina cutánea en una zona endémica del estado de Tabasco.

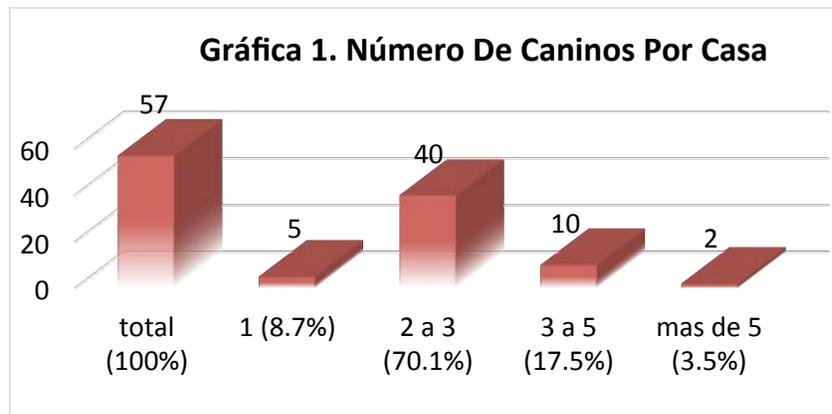
## **MATERIALES Y MÉTODO**

Zona de estudio: Huimango 2ª, Cunduacán, se ubica entre los paralelos 17°56' y 18°14' de latitud norte; los meridianos 93°01' y 93°25' de longitud oeste y altitud entre 0 y 100 m. De clima cálido húmedo con temperatura promedio 26 a 28°C y una precipitación pluvial de 1,500 a 2,500 mm y humedad relativa promedio de 85 %, con abundantes lluvias en verano (100 %)⁶.

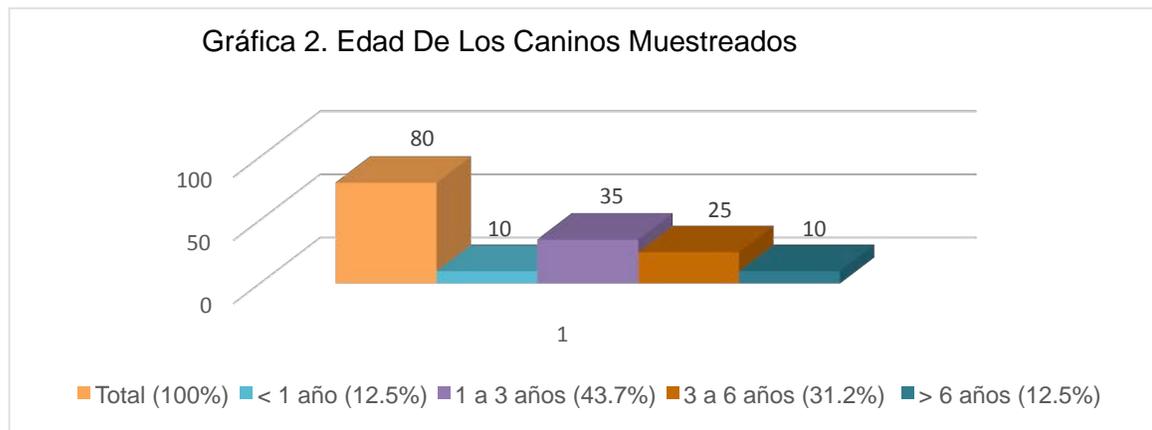
La muestra fue no probabilística intencional para lo cual se visitaron 54 casas donde se tenían reportados pacientes que sufrieron o tenían la enfermedad de leishmaniasis. El estudio fue tipo retrospectivo, descriptivo, y transversal a partir del diagnóstico clínico que se realizó mediante una reseña, una anamnesis, un examen físico y la exploración de las regiones anatómicas afectadas de los caninos. Se aplicó un cuestionario formulado con preguntas que identifican al dueño, al canino, el entorno de la vivienda, el tipo, el número y localización de las lesiones.

## **RESULTADOS**

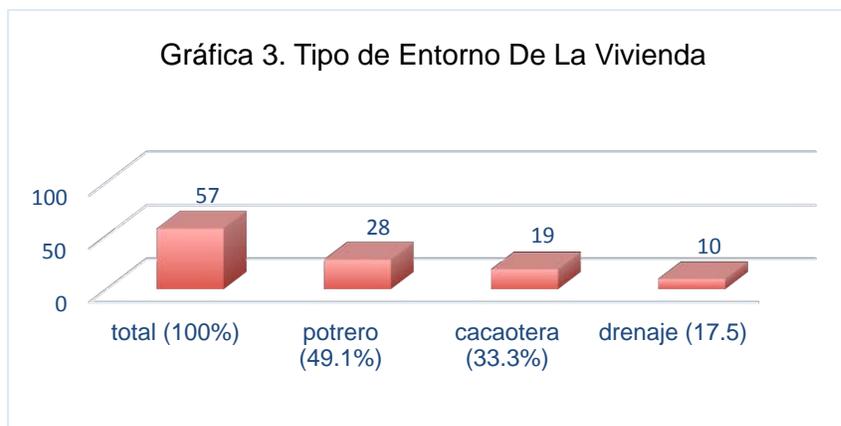
Se visitaron un total de 57 casas en las cuales se registró un total de 80 caninos. El número de perros por casa vario de 1 a más de 5, resalta con el 70.1 % y el 17.5 % las casas que tuvieron de 2 a 3 y de 3 a 5 perros respectivamente (ver Gráfica 1).



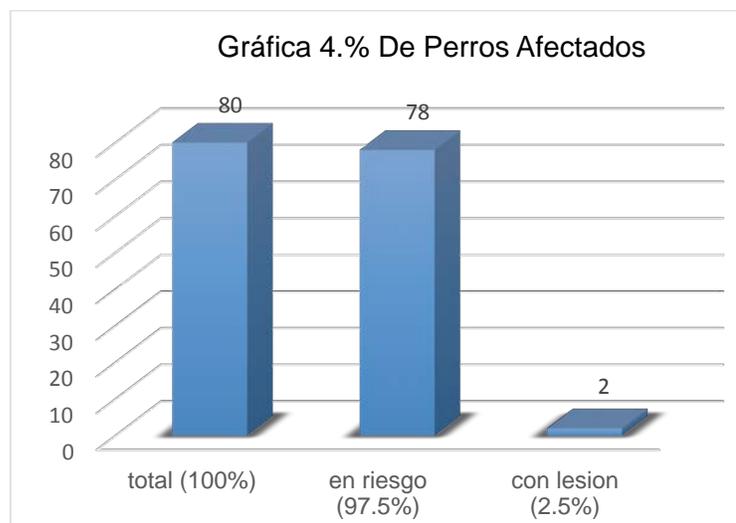
Las edades de los 80 caninos que se examinaron clínicamente fluctuaron entre menos de 1 año hasta más de 6 años, destacaron el grupo de los caninos de 1 a 3 años y de 3 a 6 años con el 43.7 % y 31.2 % de edad, con un total de 35 y 25 perros por grupo respectivamente (Ver Gráfica 2).



Al examinar el entorno de la vivienda, destacó el hábitat de potrero seguida por la zona cacaotera, en las que se obtuvo un porcentaje de 49.1 y 33.3 respectivamente. Se ubicaron un total de viviendas de 28 y 19 casas por estos dos tipos de entorno respectivamente (Ver Gráfica 3).



Caninos afectados: se identificaron dos caninos con lesiones sugestivas a leishmaniasis lo que el resultado un 2.5 %. El 97.5 % restante no afectados, pero que posiblemente están en riesgo por vivir en una zona endémica (Ver Gráfica 4).



Mediante el examen físico se identificó al primer canino sospechoso por presencia de lesiones de tipo granulomatosa en el pabellón auricular de ambas orejas. Al segundo perro sospechoso se le identificaron lesiones ulcerosas con exudación caseosa en la parte media del tórax derecho. Se tomaron las muestras con el portaobjeto, nuevo, limpio y desengrasado; la laminilla del portaobjeto se presionó varias veces sobre el borde activo de la úlcera, previa asepsia y retiró del tejido cicatrizal. Para el segundo caso fue necesario retirar el exudado. Las

improntas se dejaron secar y se fijaron con metanol absoluto, se procedió a cubrirlas con papel aluminio y se guardaron en una hielera hasta su análisis.

### **Diagnóstico Clínico**

Las lesiones identificadas eran de forma redondeada con superficie granulomatosa, ulcerada, recubierta por tejido cicatrizal, engrosamiento de la piel y descamación. Los bordes de las lesiones eran elevados. En la anamnesis los dueños de los perros sospechosos respondieron que presentaban pérdida del color de la piel, alopecia, pérdida de peso severa, anorexia, sed excesiva, vómitos y dificultad para caminar.

### **Diagnóstico Parasitológico**

Dependiendo el tipo de lesiones se tomaron dos improntas de los caninos sospechosos, se tiñeron por Diff-Quick y se realizó la búsqueda del parásito bajo el microscopio a 1000X, la identificación del promastigote o del amastigote fueron las características para dar positivo el caso.

### **DISCUSIÓN**

El número promedio (1.4 %) de caninos por casa fue menor al promedio estatal de 3.5 %. No obstante, como población canina en riesgo por habitar en una zona endémica debería de haberse encontrado un mayor número de casos ya que el promedio de perros por casa en el municipio de Cunduacán es de 3 o 4 por familia<sup>8</sup>. La edad de los caninos afectados fue de 1 a 3 años. Era de esperarse encontrar animales de más edad por el curso crónico de la enfermedad, se cree que los caninos de esas edades son más susceptibles porque el sistema inmunológico no está muy bien desarrollado. Fue el potrero el que dominó el entorno de las casas de los dueños de los caninos y no la plantación de cacao como se esperaba.

## CONCLUSIONES

Se diagnosticó clínica y parasitológicamente dos casos de leishmaniasis canina cutánea en una zona endémica en humanos.

## REFERENCIAS

1. Rosal, R. T., Baquero-Artigo, F., MJ. García Miguel. 2010, Pediatra Hospital Infanta Elena Valdemoro. Madrid, España.
2. Carrada, F. G C., Leal, A. VJ., Jiménez, S. A., y López, A. J. 2014. Transmisión De Leishmaniasis Cutánea Asociada Con Plantaciones De Cacao (*Theobroma cacao*) en Tabasco. Gaceta Médica De México, 150: 499-508.
3. Dolmatova AV, Dergacheva TI, Eliseev LN. 1962. On the epidemiology and epizootiology of cutaneous Leishmaniasis of the rural type in the Karshi Oasis of the Uzbek SSR. Rev Inst Med Trop Sao Paulo; 4:65-78.
4. Biagi F, López R, Biagi BAM. 1983. El kala-azar en México: Problema ecológico por estudiar. Rev Inst Sal Enf Trop (Mex); 25: 3-12.
5. Velazco, C. O., Rivas, S. B., Munguía, S. A., Hobart, O. 2009 Leishmaniasis cutánea de perros en México. Enf, Inf, Microbiol, 29 (3): 135-140.
6. INEGI. 1998. Enciclopedia De Los Municipios Y Delegaciones De México. Estado De Tabasco Cunduacán.
7. Sector Salud. Jurisdicción Sanitaria # 6 Cunduacán Villahermosa Tabasco. Clave: TCSSA016506
8. Vandeputte D.V.M. 2004. Introducción A La Inmunología Y Vacunología., Medial México, S.A. De C.V.

# MORFOMETRÍA DE LAS VELLOSIDADES INTESTINALES DEL DUODENO DEL POLLO DE ENGORDA CON TRES NIVELES DE INCLUSIÓN DE ACEITE DE ORÉGANO (*Origanum vulgare*) EN LA DIETA

M.C. María Magdalena García Rodríguez<sup>1</sup>

M.C. Irma Gallegos Morales<sup>1</sup>

Dr. Fidel Ávila Ramos<sup>2</sup>

## RESUMEN

En la actualidad muchas hierbas aromáticas y especias, en particular, de la familia Lamiaceae, a la que pertenece el orégano, han sido evaluadas ampliamente como antioxidantes y conservadores en alimentos, aumentando así su importancia en la industria alimentaria por ser una alternativa a los aditivos sintéticos<sup>1</sup>. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del aceite de orégano en la morfometría de las vellosidades intestinales del pollo de engorda. El experimento se realizó en las instalaciones de la División de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Se realizó una engorda con 504 pollos, clasificados en 4 tratamientos con 3 repeticiones cada uno. Los tratamientos fueron T1 = 0, T2 = 200, T3 = 400, T4 = 800 mg por kg<sup>-1</sup> de inclusión aceite de orégano, se sacrificaron 5 pollos por cada repetición. Los datos obtenidos (actividades antimicrobianas y actuaciones de crecimiento) se analizaron estadísticamente, para establecer las diferencias significativas entre los tratamientos ( $P \leq 0.05$ ). Los resultados indican que a los 28 días no se encontró diferencia en la longitud de las vellosidades entre la dieta sin aceite de orégano y en la concentración de 200 mg/kg<sup>-1</sup>, pero sí se presentó diferencia con respecto a la concentración de 400 y 800 mg/kg<sup>-1</sup> respectivamente. Sin embargo, estas dos últimas fueron similares entre sí. A los 48 días no hubo diferencia significativa entre los cuatro tratamientos.

---

<sup>1</sup>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. magro\_22@yahoo.com

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Nayarit.

## INTRODUCCIÓN

Las empresas avícola fabricantes de alimento, se enfrentan cada vez más a presiones legislativas exigentes para reducir el uso de productos como promotores del crecimiento en la engorda de pollos. Algunos de esos promotores están relacionados químicamente con los fármacos antibióticos, dichos fármacos se aplican en el tratamiento de las enfermedades del ser humano. Recientemente, la Unión Europea prohibió el uso de algunos fármacos Antibióticos Promotores de Crecimientos (APC) en los alimentos para animales<sup>2,3</sup>. La problemática como principal repercusión de los efectos desfavorables en los humanos por haber consumido en niveles subterapéuticos de estos fármacos antibióticos a través carne de pollo alimentados APC favorecen la selección de factores de resistencia. Esto ocurre tanto en el humano como en los animales, ya que reciben dosis que actúan en los patógenos resistentes, los cuales se han detectado en la carne o en los subproductos de pollo<sup>4</sup>. Al prohibir en los países europeos del uso de APC, ocasionaron pérdidas económicas por más de 2 billones de dólares anualmente a la industria avícola mundial<sup>5</sup>. Estas pérdidas fueron debido, por una parte, el decomiso de las canales por tener menor tamaño corporal<sup>6,7,8</sup>, mucosa y modulación del sistema inmune intestinal<sup>9,10</sup>.

La integridad intestinal óptima, desde el nacimiento del pollo hasta el final del ciclo productivo, es esencial para obtener el máximo potencial genético de crecimiento y utilización del alimento de las aves. Por lo anterior es necesario estimular un desarrollo temprano, íntegro y completo de aparato gastrointestinal, glándulas y órganos anexos para maximizar la digestión y absorción de nutrientes, en consecuencia, la velocidad de crecimiento de las vellosidades intestinales. De esta última existen técnicas del laboratorio para poder evaluar la integridad y tamaño de las vellosidades intestinales mediante análisis morfométricos el cual consiste en la medición de la longitud de las vellosidades intestinales<sup>11</sup>.

Los aceites esenciales son compuestos volátiles de plantas medicinales y se han propuesto como una alternativa natural para estimular el crecimiento de las vellosidades intestinales en la dieta de los pollos de engorda<sup>12</sup>. Una de las características más importante de estos derivados de plantas medicinales es que son seguros, por lo que se les denomina generalmente como Seguro (GRAS), por la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés)<sup>13</sup>.

Los aceites esenciales del orégano (AEO) se caracterizan por su contenido de sustancias activas como el carvacrol y timol principalmente<sup>14</sup>. Estas sustancias activas actúan directamente estimulando la superficie de absorción del intestino, el cual expande debido a un proceso de dobleces o proyecciones hacia el Lumen Intestinal que microscópicamente parecen dedos<sup>15</sup>.

## **OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el efecto de la inclusión de aceite de orégano (*Origanum vulgare*) en la dieta de pollos en la morfometría de las vellosidades intestinales del duodeno.

## **MATERIALES Y MÉTODO**

### **Material biológico**

Se realizó una engorda con 504 pollos, hembras y machos Ross de un día de nacidos. Se pesaron y se colocaron en 12 corrales de piso (tamaño: 3 x 1 x 1m). El diseño fue completamente al azar con 4 tratamientos y 3 repeticiones cada uno, T1 = 0, T2 = 200, T3 = 400, T4 = 800 mg/kg-1 de aceite de orégano en la dieta. Para la cama se utilizó la cascarilla de arroz y viruta por su disponibilidad y bajo costo. La luz fue continua durante las 6 semanas que duró el experimento. La dieta se elaboró a base de maíz, sorgo y soya fue formulada, de acuerdo a los requerimientos nutricionales para pollos<sup>16</sup>.

### **Obtención de la muestra**

Las aves fueron sacrificadas con la técnica de estrangulación de carótidas. Se escaldaron por 20 segundos en agua caliente (60°C), mientras que las plumas y el eviscerado se hizo manual. Para retirar los intestinos, los pollos se ataron en posición vertical con la cabeza hacia arriba, se practicó una incisión en V en la parte inferior del abdomen por la que se retiraron las vísceras, separando los intestinos por cada tratamiento. Se cortó un segmento de 2 cm de largo de duodeno e inmediatamente se lavó la porción de intestino, con la ayuda de una jeringa desechable de 5 ml hasta retirar el contenido fecal. Las muestras de duodeno se fijaron en pequeños frascos con formol bufferado al 10 %. Cabe mencionar que los frascos estaban limpios y desinfectados. Las muestras obtenidas se trasladaron al laboratorio de histología, donde fueron procesadas.

### **Obtención de cortes histológicos del duodeno**

Una vez fijadas las muestras se sacaron del formol y se lavaron con agua corriente durante 1 min, aproximadamente, para retirar el formol. Las muestras de duodeno se extendieron sobre una bandeja numerada con cada tratamiento y sus repeticiones para identificación. Las muestras se midieron con un Vernier para determinar el diámetro de crecimiento del intestino. Posteriormente se cortó una pequeña porción con la ayuda del bisturí y pinzas con el cuidado que los cortes quedaran lo más plano posible para evitar el desgarre del tejido y se facilitara el corte en el micrótopo. Se colocaron en pequeñas cajas de plástico, identificándolos con la fecha y semana de sacrificio.

### **Técnica para medir las vellosidades intestinales**

Las mediciones se realizaron por medio de microscopía electrónica de barrido marca JEOL modelo JSM 6010 -LA, en condiciones de bajo vacío a 15 KV de aceleración a 10 kV de amplificación, las imágenes se procesaron en el software InTouchScope.

**RESULTADOS Y DISCUSION****Medición de la longitud de las vellosidades.**

Al analizar los valores de la longitud de las vellosidades a los 28 días, no se encontró diferencia significativa en los tratamientos de 0 y 200 mg/kg-1, así como en los tratamientos de 400 y 800 mg/kg-1. Sin embargo, sí hubo diferencia significativa respecto a los tratamientos de 0 y 200 mg/kg-1 y las concentraciones de 400 y 800 mg/kg-1 de aceite de orégano. Para los 48 días no se encontraron diferencias significativas por efecto de los tratamientos evaluados, sin embargo, se pueden observar las tendencias de acuerdo al aumento de concentración de aceite de orégano incluido como se observa en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Valores medios de las vellosidades de duodeno ( $\mu\text{m}$ ) en las diferentes concentraciones de aceite de orégano adicionado a la dieta de pollo.

TRATAMIENTOS (mg/kg-1)	TIEMPO ( EN DÍAS )	
	28	48
0	824.364 (20.84) <sup>a</sup>	1035.018 (268.79) <sup>a</sup>
200	910.283 (76.06) <sup>a</sup>	957.788 (55.48) <sup>a</sup>
400	1,172.879 (132.40) <sup>b</sup>	1,272.216 (324.88) <sup>a</sup>
800	1,296.730 (271.46) <sup>b</sup>	1,282.216 (38.24) <sup>a</sup>

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ).

Los resultados obtenidos los 28 días, están por encima de los reportados por Barrera et al<sup>17</sup>, quienes incluyeron ácido cítrico y un probiótico comercial en el agua de bebida, obteniendo valores de la longitud de las vellosidades intestinales desde 0.122 hasta 0.139. Sin embargo, cuando estos resultados se comparan con los reportados por Rodríguez<sup>18</sup>, están muy por debajo, ya que el autor obtuvo hasta 2,250  $\mu\text{m}$  en la altura de las vellosidades intestinales cuando utilizó

diferentes concentraciones de morera (*Morus alba*) al 15 % deshidratada y molida dando esta respuesta fisiológica favorable para el crecimiento de las vellosidades intestinales. Macari<sup>19</sup> afirma que cuando un alimento detenga o reduzca la velocidad de proliferación celular, entonces se disminuye la altura de las vellosidades y, por consiguiente, se disminuye la digestión y absorción. González et al.<sup>20</sup> y Martínez et al.<sup>21</sup> confirman que los alimentos fibrosos modifican la altura de las vellosidades intestinales. Los resultados obtenidos a los 48 días, coinciden con los publicados por Díaz<sup>22</sup> cuando incluyó en la dieta antibióticos APC y coccidiostatos como avilamicina, flavomicina, nicarbazina, donde obtuvo valores desde 1,030 a 1268  $\mu\text{m}$ .

## CONCLUSIONES

La inclusión del aceite de orégano en cantidades bajas 200 mg/kg como estimulante del crecimiento de las vellosidades intestinales de las aves es favorable, ya que se pudo observar un crecimiento normal, dentro de los parámetros establecidos, con cambios morfológicos equiparables a los del grupo control. Fue distinto con el suministro de dosis más altas, en donde se observó mayor crecimiento de las vellosidades. Sin embargo, presentó dificultad del manejo de las camas por las evacuaciones acuosas del pollo la cuales se podrían deber al efecto de las sustancias oleosas en el tracto intestinal, por lo que futuras investigaciones se deberían enfocar al uso de las sustancias activas carvacrol y timol en su forma pura.

## REFERENCIAS

1. Dorman H, Peltoketo A, Hiltunen R, Tikkanen M. Characterization of the antioxidant properties of de-odourised aqueous extracts from selected Lamiaceae herbs. Food Chemistry. 2003, 83: 255-262.
2. Cancho G.; García F. El uso de antibióticos en la alimentación animal: perspectiva actual. Cienc Tecnol Aliment. 2000; 3: 39 – 47.

3. García, H.; Ledesma, M.; Urquiza, B. Longitud de las vellosidades intestinales y cantidad de *Clostridium perfringens* en pollos de engorda de 6 semanas de edad aparentemente sanos. Departamento de Medicina y Zootecnia de Aves, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F. 2012.
4. Castanón J. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds. *Poult Sci.* 2007, 86: 2466.
5. Kerry K.; Cooper J.; Glenn S. Necrotic enteritis in chickens: A paradigm of enteric infection by *Clostridium perfringens* type A. *Anaerobic.* 2009, 15: 55 - 60.
6. Johansson A. *Clostridium perfringens* the causal agent of necrotic enteritis in poultry (Doctoral thesis) (Uppsala) Swedish. Swedish University of Agricultural Sciences *Journal of Agricultural Research.* 2006, 39-44.
7. Hernández, V. y Petrone G., (2005). Enteritis necrotic en Sistema de producción animal. División Sistema Universidad Abierta y Educación a distancia México D.F. 2005, 1(2): 187-191.
8. Dudley C. Understanding NE is key to its prevention. *Feedstuffs.* 2006, 78 (46): 1 – 2.
9. Fernández F.; Hinton M.; Van-Gils B. Evaluation of the effect of mannanoligosaccharides on the competitive exclusion of *Salmonella enteritidis* colonization in broiler chicks. *Avian Pathol.* 2000, 29: 575 – 581.
10. Spring P.; Wenk C.; Dawson K.; Newman K. The Effects of Dietary Mannanoligosaccharides on cecal parameters and the concentrations of enteric bacteria in the ceca of *Salmonella*-challenged broiler chicks. *Poult Sci.* 2000, 79: 205–211.
11. Cervantes H. Integridad intestinal en aves. Phibro Animal Health Corp., Watkinsville, Ga., EUA. 2001, 1 – 49.
12. Baricevic D y Bartol T. The biological/pharmacological activity of the *Origanum* Genus. In: Spiridon EK, editors. *Oregano, the genera Origanum and Lippia.* New York, NY: Taylor & Francis Inc. 2002, 177 - 201.

13. Albado C., Saez G., Gabriel S. Composición química y actividad antibacteriana del aceite esencial *Origanum vulgare*. Rev. Md. Hered. 2001, 12: 16 – 19.
14. Arcila C.; Loarca G.; Lecona S.; González E. El orégano: propiedades, composición y actividad biológica de sus componentes. Archivos Latinoamericanos de nutrición ALAN. 2004, 1(54): 100 -111.
15. Vinueza G. Evaluación del crecimiento y desarrollo del tracto gastrointestinal, del pollo de engorda con o sin adición de dos complejos enzima probióticos en el agua bebida. Escuela Politécnica del Ejército. Facultad de Ciencias Agropecuarias, IASA-I Quito. Ec. 2006.
16. Larbier M, Leclercq B. Nutrition et alimentation des volailles, Editions Quae, 1992.
17. Barrera M. Rodríguez S., Torres G. The effect of adding citric acid and a commercial probiotic to drinking water on the morphometry of the duodenum for broilers and their zootechnical parameters. ORINOQUIA - Universidad de los Llanos – Villavicencio. 2014, 18 (2): 52 – 62.
18. Rodríguez. Morphometric intestinal response of chickens fed different levels of Mulberry (*Morus alba*). Revista CITECSA. (2012); 4: 10.
19. Macari, M. Aspectos fisiológicos do sistema digestivo das aves. Em: SACAVET - Semana Acadêmica Veterinária, São Paulo. 1998, 4 – 18.
20. González, A.; Jiménez M. Effect of type of cereal, heat processing of the cereal and inclusion of fiber in the diet on productive performance and digestive traits of broilers. Poultry Science. 2007, 86: 1705 – 1715.
21. Martínez M.; Savon L.; Dihigo L.; Hernández Y.; Oramas A.; Sierra F.; Montejo A.; Cueto M.; Herrera F. Indicadores fermentativos cecales y sanguíneos en pollos de ceba que consumen harina de follaje de *Morus alba* en la ración. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. 2010, 44 (1): 49 - 53.
22. Díaz J. Efecto de dos promotores de crecimiento y dos coccidiostatos sobre diversos parámetros morfométricos microscópicos en duodeno y yeyuno del pollo de engorda. Tesis de maestría. Universidad de Guadalajara. 2006.

## COMPOSICIÓN BOTÁNICA Y MATERIA SECA DE GRAMÍNEAS EN POTREROS CON ALTA DENSIDAD DE ÁRBOLES DE BOJÓN (*Cordia alliodora*)

Est. David Lázaro-Pérez<sup>1</sup>

Dr. Santiago Ramírez-Vera<sup>1</sup>

Dr. Gerardo R. Cancino-Arrollo<sup>1</sup>

Dr. Gilberto Villanueva-López<sup>1</sup>

Dr. Aldenamar Cruz-Hernández<sup>1\*</sup>

### RESUMEN

Con el objetivo de estudiar la composición botánica y la producción de materia seca (MS), de los pastos que crecen en potreros con alta densidad de árboles dispersos de bojón (*Cordia alliodora*), Se utilizaron 6 ha, con una densidad de 90.3 árboles bojón ha<sup>-1</sup>. Se determinó la producción de materia seca y composición botánica durante 6 meses (cada 30 días). Se colocaron cuatro transectos en cada uno y se establecieron al azar tres jaulas de exclusión de 1 m<sup>2</sup> distribuidas en todo el potrero. Las jaulas se colocaron a tres distancias del árbol más cercano 3, 6 y > 6 m. Para determinar la producción de materia seca, dentro de cada jaula se colocó un cuadrante fijo de 100 x 50 cm<sup>2</sup>, en el cual se cosechó todo el forraje disponible dentro del cuadrante cada 30 días, una altura de 10 cm simulando el bocado de los bovinos en pastoreo. Este corte se realizó con la finalidad de tener un indicador para medir el crecimiento real del forraje en un periodo de 30 días después del corte de homogenización. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar, a través del procedimiento PROC GLM y se realizó la comparación de las medias con Tukey.

---

<sup>1</sup> DACA-UJAT.

\*e-mail de correspondencia; ingaldeacruz@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

Para cubrir la demanda de alimentación para el humano se ha intensificado la producción de alimentos tanto vegetal como animal, lo que ha propiciado extender las áreas de pastizales para la producción de rumiantes. Esto ha contribuido a la generación de grandes desequilibrios en el ambiente al destruir bosques y selvas.

No obstante, la deforestación consecuente a la expansión de la ganadería, ha traído como consecuencia disminución de la materia orgánica y nutrimentos del suelo, deterioro y contaminación de las cuencas y fuentes de agua e incrementos en la emisión de gases de efecto invernadero asociados al “calentamiento global”<sup>1,2</sup>. En este sentido los sistemas silvopastoriles, ofrecen ventajas competitivas para el desarrollo de ganaderías con menor impacto al ambiente.

Una de las bondades de la alternativa silvopastoril consiste en la obtención de una mejor calidad y cantidad de forraje<sup>3</sup>. Este sistema es una modalidad de los sistemas agroforestales, que involucra la presencia de diversas especies leñosas, que, al manejarse de manera integral, pueden incrementar la productividad y el beneficio del sistema en el largo plazo.

En la mayoría de los casos, la reincorporación de especies como árboles, arbustos, leguminosas y gramíneas dentro de los agroecosistemas pecuarios, se plantea como alternativa para recuperar la fertilidad del suelo, el microclima, el ciclo hidrológico y el restablecimiento de la flora y fauna nativa<sup>3</sup>. Sin embargo, para potencializar los sistemas silvopastoriles se requiere del conocimiento de las interacciones del microclima, incorporación de materia orgánica y fijación de N, como de competencia de los recursos: luz, agua, y nutrientes del suelo que se dan entre los principales componentes del agroecosistema<sup>2</sup>.

De las interacciones mencionadas, la competencia por luz o el efecto de la sombra de las leñosas sobre el estrato herbáceo inferior es uno de los fenómenos

que más llama la atención de investigadores, técnicos y productores, ya que se considera que esta es la que más influencia ejerce sobre la composición y productividad de los pastos que crecen en potreros con alta densidad de árboles<sup>4</sup>. Se ha demostrado que las plantas herbáceas responden de manera diferente cuando son expuestas a diferentes niveles de sombra. Por lo que, el arreglo y distribución irregular de los árboles dentro de las praderas genera diversos niveles de sombra dentro del mismo potrero. Esta distribución particular de los árboles, aunados a la diversidad botánica del estrato herbáceo, condiciona la producción de materia seca y composición botánica de las diversas gramíneas que crecen bajo diferentes regímenes de sombra.

### **OBJETIVOS Y METAS**

El objetivo del estudio es evaluar la composición botánica y la producción de materia seca (MS), de los pastos que crecen en potreros con alta densidad de árboles dispersos de bojón (*Cordia alliodora*) en jaula de exclusión a 3, 6 y >6 m de distancias al árbol

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

El presente estudio se realizó en el municipio de Teapa, Tabasco, en el periodo de junio a diciembre del 2009, ubicado en la comunidad Francisco Javier Mina “Los cocos” entre los paralelos 92° 54' LN y 17° 32' LO, 84 msnm. El clima es cálido húmedo con lluvias todo el año, con temperatura media anual de 27.8°C.

Se realizaron recorridos de campo para ubicar e identificar los sistemas ganaderos con mayor densidad de Árboles Dispersos en los Potreros (ADP). Se utilizó un formulario para obtener información de edad, manejo general, especies arbóreas, herbácea y densidades de siembra.

La parcela tiene una extensión de 6 ha y con una densidad de árboles bojón de 90.3 árboles por ha, con altura promedio de 12.03 m y diámetro promedio de

altura del pecho (DAP) de 59.13 cm, con una cobertura de la copa de 40.30 m<sup>2</sup> en promedio.

**Variables de estudios:** 1) Producción de materia seca, 2) Composición botánica.

Para identificar la composición y evaluar la productividad de los pastos se colocaron cuatro transectos por potrero. En cada transecto se establecieron al azar cuatro jaulas de exclusión de 1 m<sup>2</sup> distribuidas en el potrero. Las jaulas se construyeron con tubos galvanizados y malla ciclónica. La ubicación de las jaulas se distribuyó en tres distancias al árbol más cercano (3 m, 6 m y > 6 m). Los pastos fueron monitoreados durante siete meses.

Al inicio del experimento se realizó la clasificación botánica y luego se realizó el corte de homogenización, que consistió en cortar todo el pasto existente dentro de la jaula de exclusión hasta dejar un residual de 10 cm de alto. Para determinar la producción de materia seca, dentro de cada jaula se colocó un cuadrante fijo de 100 x 50 cm<sup>2</sup>. Se cosechó todo el forraje disponible dentro del cuadrante cada 30 días a la altura correspondiente. Posteriormente se pesó en una báscula electrónica portátil con capacidad de 10 kg y se depositaron en bolsas debidamente etiquetadas, después se separaron por especies para obtener la composición botánica.

Las muestras se enviaron al laboratorio de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) para sus análisis. Posteriormente se retiró de la estufa y se pesó para determinar el rendimiento de la Materia Seca. Los datos se analizaron mediante un diseño completamente al azar, a través del procedimiento PROC GLM de paquete estadístico SAS<sup>5</sup>, y se realizó la comparación de las medias de tratamientos, con la prueba de Tukey<sup>6</sup>.

## **RESULTADOS**

En el Cuadro 1 se muestran las especies que estuvieron presentes durante el experimento para las jaulas de exclusión, que se colocaron a 3 m de distancia de

los árboles. El 66 % permanecieron en la jaula de exclusión. Contrariamente al incrementar la distancia al árbol de 6 y >6 m, la composición botánica se modificó de 85 y 71 % respecto a los porcentajes que se obtuvieron al inicio del experimento. Independientemente de la distancia al árbol más cercano, las gramíneas de mayor interés para el productor fueron: *Cynodon nlemfuensis*, *Brachiaria brizantha* y *Paspalum conjugatum* (Cuadro1).

**Cuadro 1.** Comportamiento de las especies herbáceas a diferentes distancias del árbol más cercano bojón (*Cordia alliodora*).

Especies	Tiempo relativo de muestreo (meses)							
	May	Jun	Jul	Ago	Sept	Oct	Nov	Dic
<b>A 3 m de distancia del árbol</b>								
Estrella africana ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	/	/	/	x	x	x	X	X
Insurgente ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Gramma amarga ( <i>Paspalum conjugatum</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Gramma. Sp	/	/	/	/	/	/	/	/
M. hoja ancha	/	/	/	/	/	/	/	/
M. hoja angosta	x	x	/	x	/	/	/	/
<b>A 6 m de distancia del árbol</b>								
Estrella africana ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Insurgente ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Gramma amarga ( <i>Paspalum conjugatum</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Gramma. Sp	/	/	/	/	/	/	/	/
Gramma Lisa	x	x	x	x	/	x	/	X
M. hoja ancha	/	/	/	/	/	/	/	/
M. hoja angosta	/	x	x	/	x	x	/	/
<b>A &gt;6 m de distancia del árbol</b>								
Estrella africana ( <i>Cynodon nlemfuensis</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/

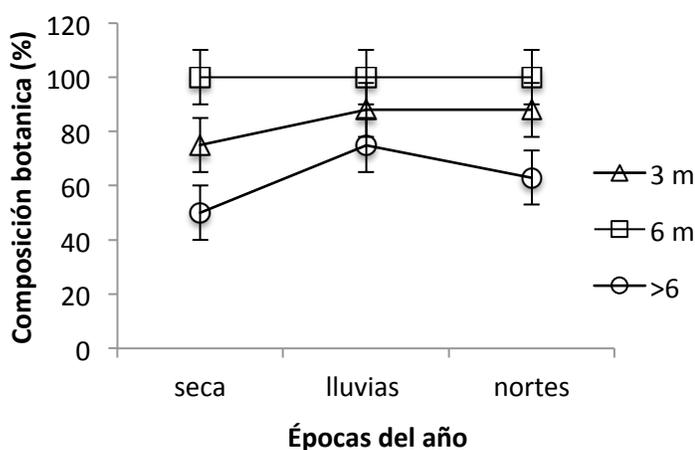
## Temas Selectos de Ciencias Agropecuarias

Insurgente ( <i>Brachiaria brizantha</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Grama amarga ( <i>Paspalum conjugatum</i> )	/	/	/	/	/	/	/	/
Grama. Sp	/	x	/	/	/	/	X	/
Grama Lisa	x	x	x	x	/	x	/	X
M. hoja ancha	/	/	/	/	/	/	/	/
M. hoja angosta	x	x	x	x	x	x	X	/

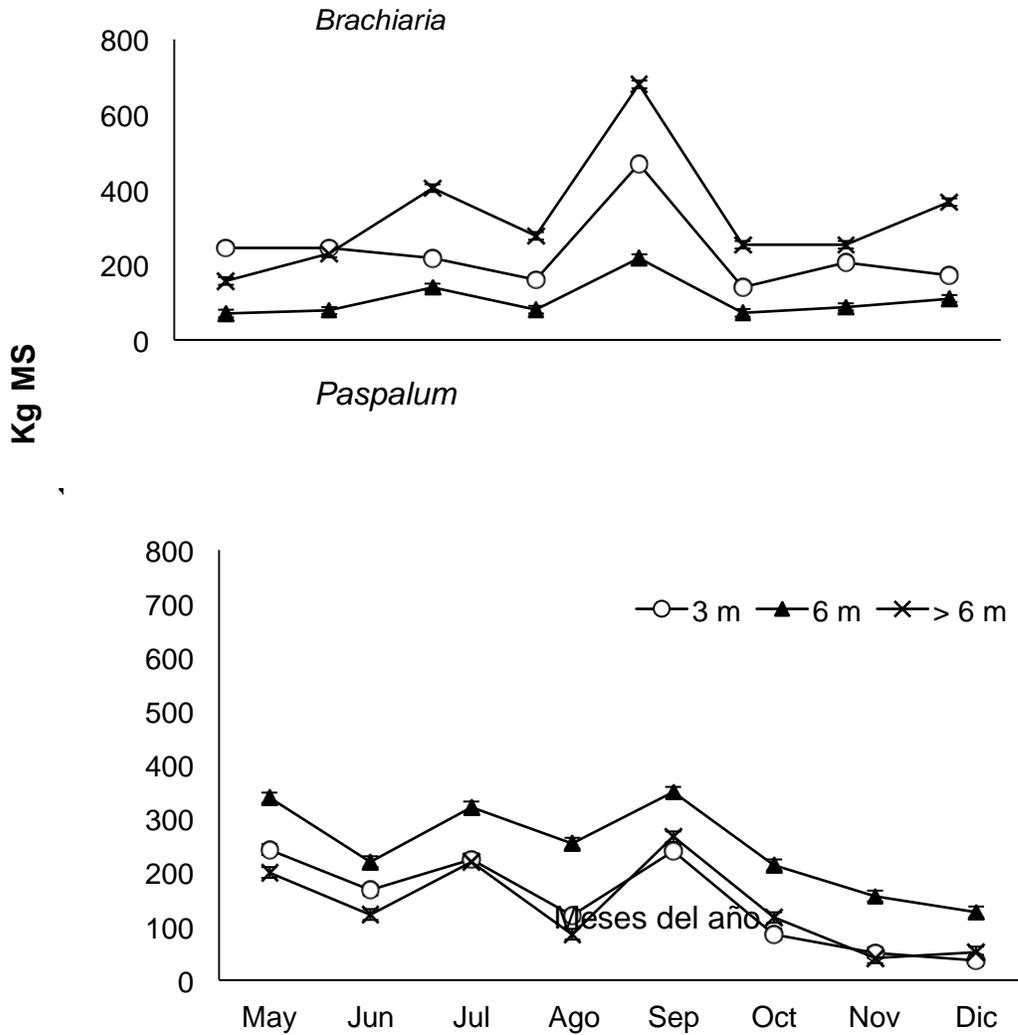
DA=distancia del árbol, /= Presencia, X= ausencia, M= metros

Con respecto a la composición botánica, las distancias de 3 y >6 m presentaron cambios durante el experimento ( $P < 0.05$ ), con porcentajes más altos en los meses con mayor precipitación (Figura 1).

Los valores mayores de MS se obtuvieron en el mes de septiembre en las especies de mayor interés para el productor (Figura 2). Independientemente de la distancia al árbol más cercano, la producción de MS del *Paspalum conjugatum* disminuyó en los meses de octubre, noviembre y diciembre, contrariamente al pasto *Brachiaria brizantha* que mantuvo su producción de MS durante el experimento.



**Figura 2.** Composición botánica de herbáceas a diferentes distancias de árboles dispersos Bojón. 3m, 6m, >6 = distancia al árbol, m=metros, Seca= mayo, Lluvias = junio, julio, agosto, septiembre, Nortes = octubre, noviembre, diciembre.



**Figura 3.** Producción de MS de *Brachiaria brizantha* y *Paspalum conjugatum* a diferentes distancias de árboles dispersos Bojón. 3, 6, >6m = distancia al árbol, m = metros.

## DISCUSIÓN

Los cambios en el comportamiento de las especies herbáceas se atribuyen a la sombra de los árboles y a las condiciones climatológicas. Según Plevich *et al.*<sup>7</sup>, los cambios en la composición botánica de las herbáceas que se encuentran en praderas con alta densidad de árboles, se deben posiblemente a la escasa cantidad de luz que atraviesa el dosel arbóreo. Estas especies por tener estructura de C4 demandan mayor cantidad de luz, por lo que al disminuir la

cantidad y calidad de luz que llegan a los estratos inferiores de los arboles propicia lento crecimiento y posiblemente la desaparición de las especies.

La alteración en la composición botánica se debió a las condiciones climáticas, ya que, al existir precipitación y temperatura apropiadas, las herbáceas responden mejor al crecimiento y prevalencia de otras especies (Figura 1). Esto era lo esperado para la época de lluvias, al haber mayor precipitación se mantuvieron las especies.

Sin embargo, la sobrevivencia de las especies a 3 m de distancia pudo deberse a que las plantas estuvieron mayor tiempo en la sombra, por lo que la temperatura fue la adecuada y esto generó una disminución en la tasa de pérdida de agua por transpiración a través de los estomas. Este efecto de enfriamiento provocado por la presencia de árboles favorecerá la actividad fotosintética del estrato herbáceo, especialmente si se presentan cambios de temperatura tan altos.

En términos generales, se sabe que la temperatura óptima para el crecimiento de gramíneas tropicales es de 35°C, y para leguminosas tropicales es de 28-29°C<sup>8</sup>. La mayor producción de MS del pasto *Brachiaria brizantha* que se obtuvo en las jaulas de exclusión >6 m, se relaciona con la mayor disponibilidad de luz solar, contrariamente ocurrió con la distancia de 3 m en la misma especie.

En el caso del *Paspalum conjugatum*, esta mostró buen desarrollo a la distancia de 3 y 6 m. El manejo al que se sometió la pradera propició estos cambios. La *Brachiaria* respondió mejor al manejo, contrariamente a lo que ocurrió con el *Paspalum*. También las condiciones ambientales influyeron en la producción de MS, según Costa et al<sup>9</sup>. En zonas tropicales húmedas, el pasto *Urochloa brizantha* cv Marandú produjo 37 kg ha<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup> en época lluviosa bajo una plantación de caucho madura. Similar comportamiento se observó con el pasto *Brachiaria* en el presente estudio (Figura 2).

## CONCLUSIONES

La distancia de 3, 6 y >6 m afectaron la composición botánica de las herbáceas durante el estudio. Las *Brachiarias sp* y *Paspalum sp* en las jaulas de exclusión a la distancia de 6 y > 6 m al árbol mostraron la mayor producción de materia seca.

## AGRADECIMIENTOS

Este estudio forma parte de los proyectos: “Identificación y Caracterización de los Sistemas Silvopastoriles del estado de Tabasco” con clave FOMIX TAB-2006-C08-43700, y “Evaluación Ecofisiológica y de Productividad de los Sistemas Agroforestales Históricos de Tabasco” con clave FOMIX TAB-2006-C08-42687.

## REFERENCIAS

1. Dagneu GG, Tassisa K, Singh C. Removing carbon dioxide from a stationary source through co-generation of carbonate/bicarbonate: The case of Mugher cement factory African Journal of Environmental Science and Technology. 2014;8(1) 75-85.
2. López-Díaz ML, Rolo V, Benítez R, Moreno G. Shrub encroachment of Iberian dehesas: implications on total forage productivity. Agroforest Syst. 2015; 89:587–598.
3. Rolo V, Rivest D, López-Díaz ML, Moreno G. Micro-habitat effects on herbaceous nutrient concentrations at the community and species level in Mediterranean open woodlands: the role of species composition. Grass Forage Sci. 2014; 70:219-228.
4. Paciullo DSC, De Carvalho CAB, Aroeira LJM, Morenz MJF, Lopes FCF, Rossiello ROP. Morfo siologia e valor nutritivo do capim- braquiária sob sombreamiento natural e a sol pleno. Pesq Agrop Bras. 2007; 42(4):573-579.
5. SAS (Statistical Analysis Systems). Statistical Analysis Systems user's guide (9th). SAS Institute Inc. Raleigh, North Carolina, USA. 2001

6. Steel RGD, Torrie JH. Bioestadística. Principios y Procedimientos. 2<sup>d</sup>a, edit, McGraw-Hill Book Co.; 1988.
7. Plevich J, Nuñez C, Cantero J, Dmaetri, M, Viale S. Biomasa del pastizal bajo diferentes densidades de pino (*Pinus elliottii*). Avances en la Investigación. Agroforesteria en las Américas. 2002; 9 (33):19-23.
8. Nicodemo FML, De souza FHD, Pezzopane JRM, Mendes JCT, Junior WB, Tholon P, Santos PM. Performance of tropical legumes grown as understory of a eucalypt plantation in a seasonally dry area of the Brazilian Cerrado. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*. 2015;3:151–160.
9. Costa NL, Townsend CR, Magalhães JA, Pereira RGA. Desempenho agronômico de gramíneas forrageiras sob sombreamento de seringal adulto. *Pasturas Tropicales*.1999; 21(2):65–68.

# DETERMINACIÓN DE CADMIO Y PLOMO EN SEDIMENTO Y EN EL OSTIÓN *Crassostrea virginica* EN TRES BANCOS OSTRÍCOLAS DE LA LAGUNA MECOACÁN EN TABASCO, MÉXICO

Dra. Nancy Brito-Manzano<sup>1</sup>

EMVZ Perla Vargas-Falcón<sup>1</sup>

EMVZ Julio Miramontes-Flores<sup>1</sup>

Dr. Efraín de la Cruz-Lázaro<sup>1</sup>

Dr. Armando Gómez-Vázquez<sup>1</sup>

## RESUMEN

Se analizó el contenido de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) en el ostión *Crassostrea virginica*, que representa uno de los productos más importantes en la pesquería tradicional del estado de Tabasco y en los sedimentos adyacentes a los bancos ostrícolas muestreados. El organismo completo (sin concha) y el sedimento, se procesaron bajo los criterios de la NOM-117, en una digestión ácida con HNO<sub>3</sub> y fueron analizadas con el Espectrofotómetro de Absorción Atómica. Los resultados demuestran que tanto el ostión como los sedimentos presentan altos niveles de Cd y Pb. Los niveles de metales pesados detectados durante los seis meses, se encuentran por arriba de los límites que establecen la NOM-129-SSA1-1995 y por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos). Asimismo, se observó una elevación progresiva de los metales a medida que se reducía la distancia a la zona costera del municipio de Paraíso, Tabasco; lo cual sugiere que el ostión por sus hábitos alimenticios y el hábitat donde se desarrolla es más susceptible a la contaminación. Este trabajo representa uno de los pocos estudios que registran valores de metales pesados en el estado de Tabasco, en los últimos 15 años.

---

<sup>1</sup> División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.

## INTRODUCCIÓN

Los moluscos de hábitos filtradores, como los ostiones, son capaces de acumular metales pesados, material radioactivo, biotoxinas y microorganismos patógenos, pudiendo causar al hombre severas intoxicaciones o enfermedades<sup>1</sup>. Por lo que la determinación de los contaminantes en los tejidos de los moluscos es un indicador indiscutible de su presencia en el medio, particularmente cuando sus concentraciones son variables o muy elevadas y su detección en el agua y en sedimento se dificulta<sup>1</sup>. Los metales pesados se encuentran entre los contaminantes más intensamente estudiados en el ambiente costero, debido a que algunos son potencialmente tóxicos<sup>2</sup>. Por sus efectos medioambientales en lagunas costeras y estuarios, donde ocurre la mezcla de agua dulce y marina; estos ecosistemas se convierten en sitios para remoción de algunos metales de la columna de agua por precipitación<sup>2</sup>.

Los metales se encuentran de forma natural en el medio acuático, siendo constituyentes habituales. Sin embargo, la actividad humana ha contribuido al aumento de los niveles de metales en las aguas; sedimentos, flora y fauna, tanto marinas como epicontinentales<sup>3</sup>. Siendo los sedimentos el mayor receptáculo y el más estable para materiales y sustancias dispersas en la columna de agua, por lo que el análisis químico de los sedimentos es de gran utilidad para detectar algunos de estos compuestos en los ecosistemas acuáticos y debido a su relevancia son utilizados como indicadores de contaminación<sup>3</sup>. Desde el punto de vista sanitario, el problema principal se centra en evitar un exceso de consumo de metales a partir de los alimentos, ya que éstos son la principal vía de exposición, de la cual se pueden generar efectos secundarios producto del contacto con dichos metales<sup>4</sup>. Debido a lo anterior, ciertos metales tienden a bioacumularse en el ambiente y a lo largo de la cadena trófica, exhibiendo concentraciones sucesivamente mayores al ascender los niveles tróficos, lo que hace que representen un riesgo para la salud tanto de los organismos que allí habitan, como para las personas que los consumen.

En la presente investigación se evaluó la concentración de metales pesados (Cd y Pb) en sedimento y en el ostión *Crassostrea virginica* de la laguna Mecoacán del estado de Tabasco.

## **OBJETIVOS Y METAS**

### **Objetivo General**

Determinar la concentración de metales pesados (Cd y Pb) en sedimento y en el ostión *Crassostrea virginica* de la laguna Mecoacán en Tabasco.

### **Objetivo Específico**

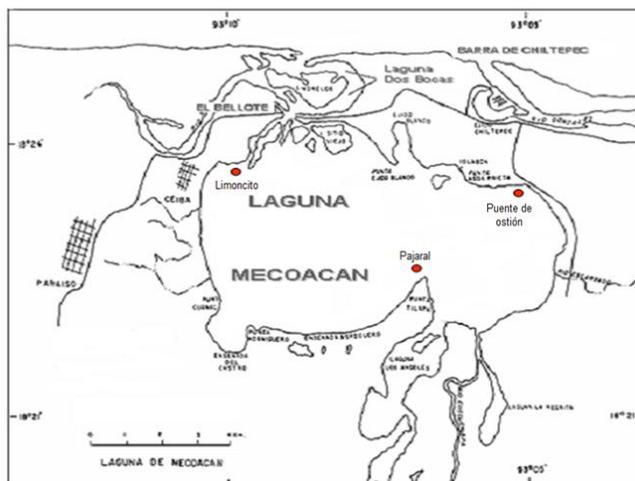
Registrar las concentraciones de metales pesados en sedimento y en el ostión *Crassostrea virginica* provenientes de la laguna Mecoacán en Tabasco.

### **META**

Realizar estudios para evaluar el contenido de metales pesados (Cd y Pb) en sedimento y en el ostión *Crassostrea virginica*.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El trabajo se llevó a cabo durante un periodo de seis meses (de marzo a agosto de 2017) en cada uno de los tres bancos (Puente de ostión, Pajalaral y Limoncito) seleccionados de la laguna Mecoacán en Tabasco (Figura 1).



**Figura 1.** Ubicación de los bancos ostrícolas seleccionados (con círculo rojo) en la laguna de Mecoacán, Tabasco.

Cada mes se recolectaron al azar, por medio de buceo autónomo, 20 ostiones. Los sedimentos fueron obtenidos con una draga manual de 10 lb y transportados en frascos 1:1 v/v con 1 ml de HNO<sub>3</sub> concentrado. Las muestras fueron etiquetadas y transportadas en neveras con hielo, a fin de mantenerlas frescas para su posterior fijación y análisis. Los ostiones se desconcharon y el tejido blando fue colocado en crisoles para secarlos en una estufa bacteriológica a 70°C por 48 h al igual que los sedimentos. Una vez secas las muestras se homogenizaron en morteros de porcelana de manera que se obtuviera aproximadamente 25 g para su posterior análisis. Todo el material que se utilizó para el análisis de metales se lavó previamente con HCl 2N y HNO<sub>3</sub> 2N y posteriormente se enjuagó con agua tridestilada<sup>5,6</sup>.

### **Métodos analíticos para metales**

Para la extracción de metales totales en sedimentos, se utilizaron 0.5 g de las muestras secas y se siguió la técnica propuesta por Loring<sup>7</sup> modificada por Páez-Osuna<sup>8</sup>, la cual consiste en una digestión ácida con agua regia invertida 3:1 (HNO<sub>3</sub>, HCl) en bombas de teflón (PTFE) a 100°C con una variación de +10 °C durante 18 horas. Para la fracción biodisponible, se pesaron 2 g de sedimento y

se le agregó 25 ml de  $\text{CH}_3\text{COOH}$  al 25 % para que ocurriera digestión durante 2 h en matraces Erlenmeyer<sup>7,10,11</sup>. Para los ostiones, se pesó 1 g de peso seco en una balanza analítica, colocándolas en matraces micro kjeldahl de 30 ml a los cuales se le agregó ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) y ácido perclórico ( $\text{HClO}_4$ ) en una proporción de 6:3 dejándolos tapados con papel parafilm mínimo 12 h a temperatura ambiente para la pre-digestión, con el fin de destruir la muestra orgánica por oxidación. Transcurrido el tiempo, las muestras se colocaron en un digestor iniciando con una temperatura a  $100^\circ\text{C}$  rotando el matraz para lavar las paredes de todo residuo orgánico, la temperatura se fue aumentando poco a poco hasta llegar a los  $210^\circ\text{C}$  de manera que la mezcla llegue a estado de ebullición. El proceso duró aproximadamente 2 h, tiempo en el que finalmente se obtuvo una solución clara. Una vez concluido el digestado, los matraces se dejaron enfriar a temperatura ambiente y luego las muestras fueron transferidas a matraces aforados de 25 ml lavándolas con agua desionizada para posteriormente aforar a 25 ml. Todas las soluciones obtenidas se guardaron en el refrigerador para su posterior lectura al espectrofotómetro de absorción atómica con llama de aire-acetileno. Pasado el tiempo de estabilización se procedió a introducir los estándares certificados, los cuales se elaboran a concentraciones conocidas con el fin de obtener las curvas de calibración. En este proceso, por cada cinco muestras se analizó un blanco reactivo y cuatro repeticiones. Para la lectura de las muestras en el espectrofotómetro de absorción atómica se utilizaron estándares certificados marca EICCA CHEMICAL Company de  $1000 \mu\text{l/ml}$  los cuales son trazados a un estándar NIST, para realizar la curva de calibración a cada uno de los metales analizados.

### **Análisis estadístico**

Un análisis de varianza (ANOVA) fue usado para determinar si las concentraciones promedio de metales pesados durante los meses seleccionados fueron diferentes significativamente. La prueba de Cochran fue usada para probar la homogeneidad de las varianzas y posteriormente, una prueba de Tukey

se empleó para determinar cuáles medias fueron diferentes. El programa estadístico STATISTICA fue empleado para los análisis estadísticos. El nivel de significancia empleado fue  $P < 0.05^{11}$ .

## RESULTADOS

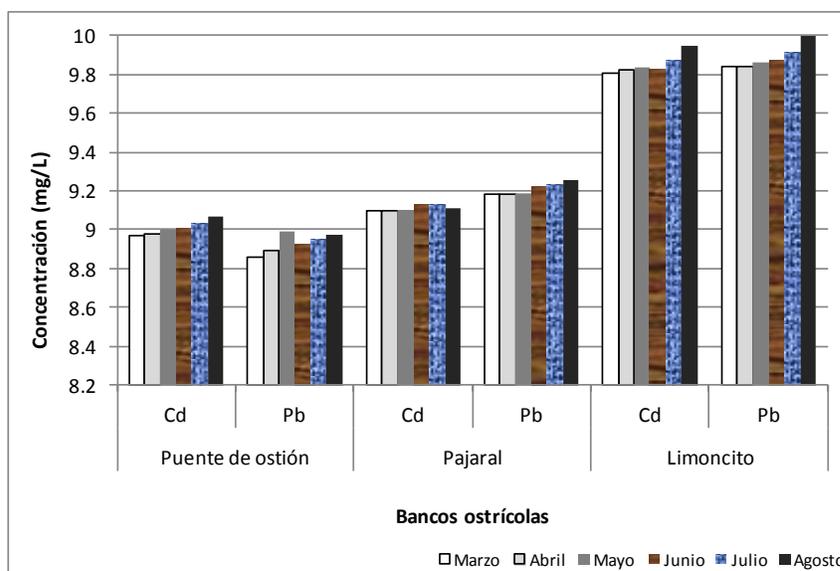
La presencia de Cadmio (Cd) y Plomo (Pb) fue detectada en todas las muestras analizadas de los tres bancos ostrícolas seleccionados en la laguna de Mecoacán. En la Tabla 1 se presenta el contenido de metales pesados obtenido tanto en ostión como en sedimento. En dicha tabla se puede observar que el banco que presentó el mayor contenido de ambos metales pesados en ostiones y en sedimento, fue Limoncito, seguido por Pajaral y Puente de Ostión ( $P < 0.01$ ). Las máximas concentraciones de Cadmio y Plomo en ostión, en los bancos ostrícolas, presentaron la siguiente distribución Puente de Ostión (9.01 y 8.93 mg/L, respectivamente) < Pajaral (9.11 y 9.21 mg/L, respectivamente) < Limoncito (9.85 y 9.89 mg/L, respectivamente), mientras que, en sedimento, las concentraciones de Cadmio oscilaron entre 0.46 y 0.52 mg/L. Los menores valores de Plomo encontrados fueron de  $1.6 \pm 0.2$  mg/L en el banco ostrícola Pajaral y la mayor concentración se observó en Limoncito con  $2.1 \pm 0.5$  mg/L.

**Tabla 1.** Contenido de metales pesados en sedimento y en el ostión *C. virginica* en tres bancos ostrícolas de la laguna Mecoacán, Tabasco.

Bancos	Metales pesados			
	Ostión		Sedimento	
	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)
Puente de Ostión	$9.01 \pm 2.31$	$8.93 \pm 1.96$	$0.46 \pm 0.2$	$1.9 \pm 0.2$
Pajaral	$9.11 \pm 2.92$	$9.21 \pm 1.65$	$0.48 \pm 0.1$	$1.6 \pm 0.2$
Limoncito	$9.85 \pm 3.10$	$9.89 \pm 3.01$	$0.52 \pm 0.2$	$2.1 \pm 0.5$

Al realizar la comparación del contenido de Cadmio y Plomo en los tejidos del ostión durante los seis meses muestreados, se encontró que de manera general Limoncito presentó las mayores concentraciones de metales y que fueron

significativamente diferentes del contenido encontrado en Puente de ostión y Pajalar ( $P < 0.01$ ) (Figura 2).



**Figura 2.** Comparación del contenido de Cadmio y Plomo en el ostión *Crassostrea virginica* proveniente de tres bancos ostrícolas de la laguna Mecoacán, Tabasco

Al analizar el contenido de Cadmio y Plomo durante los meses evaluados en el sedimento, se observó que al igual que con el contenido en los organismos, el banco que presentó mayor contenido de ambos metales fue Limoncito (Tabla 2) y que la diferencia fue significativa en comparación con el contenido encontrado en Pajalar y Puente de ostión ( $P < 0.01$ )

**Tabla 2.** Contenido de Cadmio y Plomo en sedimento proveniente de tres bancos ostrícolas de la laguna Mecoacán, Tabasco.

Meses	Puente de ostión		Pajalar		Limoncito	
	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)	Cd (mg/L)	Pb (mg/L)
Marzo	0.82	0.50	0.84	0.57	0.96	0.60
Abril	0.88	0.60	0.84	0.60	0.98	0.60
Mayo	0.90	0.60	0.90	0.60	0.98	0.70
Junio	0.91	0.80	0.92	0.80	1.20	0.80
Julio	0.94	1.00	0.93	0.98	1.40	1.10
Agosto	0.96	1.30	0.95	1.30	1.70	1.60

## DISCUSIÓN

Para el ostión *Crassostrea virginica*, los niveles detectados de Cadmio (9.01 a 9.85 mg/L), indican que superan por mucho los valores establecidos por las normas mexicanas (0.05 mg/L) NOM-031<sup>12</sup>, en otros estudios se han determinado concentraciones de Cd de 2.05  $\mu\text{g g}^{-1}$ <sup>13</sup> y de hasta ocho veces por encima de lo permitido en moluscos de Sonora<sup>14</sup>. En estudios recientes Aguilar *et al.*<sup>15</sup> determinaron concentraciones de hasta 4.30  $\mu\text{g g}^{-1}$  para *C. virginica* en la laguna de Términos, mientras que Aguilar-Ucán *et al.*<sup>16</sup> reportan valores de Cd entre 0.020 a 0.038  $\mu\text{g g}^{-1}$ , para la misma especie. Por su parte, Navarrete-Rodríguez y colaboradores<sup>17</sup>, mencionan que el contenido de Cadmio que encontraron en organismos de *C. virginica* provenientes del sistema lagunar Carmen-Machona-Pajonal de Tabasco, fue de 2.33  $\mu\text{g g}^{-1}$ , valores inferiores a los encontrados en el presente trabajo en otra laguna del mismo estado.

Aunque el cadmio es un metal no indispensable en el metabolismo de los seres vivos y su presencia en el medio costero está directamente relacionada a los lavados de suelos agrícolas, desechos municipales y lodos de plantas de tratamiento<sup>18</sup>, en el medio marino queda biodisponible para las diferentes formas de vida y puede conducir a un problema de contaminación, de tal manera, que los niveles de Cadmio reflejan la presencia de contaminantes en las zonas donde se captura el ostión y que pueden estar expuestos a las descargas de aguas residuales por escurrimiento.

En cuanto al contenido de Plomo, los valores detectados en el presente trabajo demuestran que la concentración en el ostión es muy superior a los reportados por Navarrete-Rodríguez *et al.*<sup>17</sup> y por lo tanto, al límite máximo permisible por la Norma Oficial Mexicana, por la FDA (Estados Unidos) y por el Codex Alimentarius (Comunidad Económica Europea, CEE), en los tres bancos seleccionados. Los valores de plomo en el tejido de ostión obtenidos de la laguna Mecoacán en el presente trabajo, son similares o inferiores a los obtenidos para

el ostión *C. virginica* (0.86 a 9.40 mg/L) proveniente de diversas lagunas del estado de Veracruz: Alvarado, La Mancha, Tamiahua y de la laguna San Andrés en Tamaulipas, así como también en valores reportados para peces y crustáceos, en la laguna El Yucateco, en el estado de Tabasco. En estudios realizados de 1994 al 2013. Guzmán-Amaya *et al.*<sup>19</sup>, reportan que las concentraciones promedio de plomo en ostión de las lagunas de Alvarado, Mandinga y Tamiahua, Veracruz, estuvieron por encima del límite máximo permisible promedio de 32.5  $\mu\text{g g}^{-1}$  de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación (FAO) y de 1.7  $\mu\text{g g}^{-1}$  de la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA), respectivamente, así como también excedieron los límites de 1.0  $\mu\text{g g}^{-1}$ , que marca la NOM-031-SSA1-1993 (12).

Villanueva y Botello<sup>20</sup>, realizan un estudio con peces (mojarra, mojarra blanca, robalo, liseta, jurel, ronco, castarrica, entre otros) y crustáceos (jaiba azul) en la laguna El Yucateco, en Tabasco y reportan para los peces, valores de plomo de 0.19 a 5.1  $\mu\text{g g}^{-1}$ , para la jaiba azul reportan entre 0.19 a 7.68  $\mu\text{g g}^{-1}$ . Por su parte, Aguilar-Ucán *et al.*<sup>16</sup> encuentran concentraciones entre 0.049 y 0.134  $\mu\text{g g}^{-1}$ , en ostiones de Ciudad del Carmen, Campeche, los cuales están muy por debajo de los niveles encontrados en el presente trabajo (8.93 a 9.89 mg/L).

## **CONCLUSIÓN**

Los niveles de Cadmio y Plomo registrados, tanto en sedimentos como en el ostión *Crassostrea virginica*, se encuentran muy por arriba de los límites permisibles establecidos por la NOM-031SSA1-1993 y por la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos), por lo que se considera que pueden representar un riesgo para la salud humana.

## REFERENCIAS

1. Baqueiro-Cárdenas E, Borabe L, Goldaracena-Islas C y Rodríguez-Navarro J. Los moluscos y la contaminación: Una Revisión. *Rev. Mex. Biodiv.* 2007; 78:1S-7S
2. Páez O F. Fuente de metales en la zona costera marina. En: Botello AV, Rendón von Osten J, Gold Bouchot G y Agraz Hernández C, editores. Golfo de México Contaminación e Impacto ambiental: Diagnostico y Tendencias. 2ª Edición. UAC, UNAM, INE. 2005. p. 329 - 342.
3. Villanueva F S y Páez-Osuna F. Contaminantes críticos: metales. En: Botello AV, Rojas-Galaviz JL, Benitez L y Zárata-Lomelí D, editores. Golfo de México, Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnostico y Tendencias. EPOMEX Serie Científica 5. Universidad Autónoma de Campeche. México. 1995. p. 681-710.
4. Mas A y Azcue JM. Metales en Sistemas Biológicos. Promociones y Publicaciones Universitarias, S. A. Barcelona. 1993. 324 p.
5. Bertini KK, Martin JH and Teal JM. Aids to analysis of seawater. In: Goldbergg ED, editor. Strategies for marine pollution monitoring. J. Wiley and Sons, United States. 1976. p. 217-253.
6. Moody JR and Lindstrom RM. Selection and cleaning of plastic containers for storage of trace elements samples. *Analytical Chemistry*; 1977(49): 2264-2267
7. Loring DH. Geochemistry of cobalt, nickel, chromium and vanadium in the sediments of the Estuary and Gulf of St. Lawrence. *Canadian Journal Earth Science*; 1979(16): 1196-1209.
8. Páez-Osuna F. Geoquímica de los metales pesados en los sedimentos del Mar de Cortés. Tesis doctoral, UACPyP del CCH, UNAM. México; 1988. 391 p.
9. Malo BA. Partial extraction of metals from aquatic sediments. *Environmental Science and Technology*. 1977;11(3): 277-282.

10. Agemian H. and Chau ASY. Evaluation of extraction techniques for the determination of metals in aquatic sediments. *Analyst*; 1976. 101 (1207): 761-767.
11. Prieto Valiente L. y Herranz Tejedor I. *Bioestadística sin dificultades matemáticas*. Ed. Díaz de Santos. Madrid, España; 2010. 390 p.
12. Diario Oficial de la Federación. 1996. Norma Oficial Mexicana Bienes y Servicios. NOM-129-SSA1-1995. Productos de la pesca: secos-salados, ahumados, moluscos cefalópodos y gasterópodos frescos-refrigerados y congelados. Disposiciones y especificaciones sanitarias. Secretaría de Salud, Diario Oficial de la Federación, 29 de enero de 1996.
13. Apeti DA, Robinson L and Johnson E. Relationships between heavy metal concentrations in the American oyster (*Crassostrea virginica*) and metal levels in the water column and sediment in Apalachicola Bay, Florida. *Am. J. Environ. Sci.* 2005;1 (3): 179-186.
14. García J, García L, Martín E, Barraza R and Hudson A. Concentrations of heavy metals in sediment and organisms during a harmful algal bloom (HAB) at Kun Kaak Bay, Sonora, Mexico. *Mar. Poll. Bull.* 2005;50 (7): 733-739.
15. Aguilar CA, Montalvo C, Rodríguez LA, Ceron JG and Ceron RM. American oyster (*Crassostrea virginica*) and sediments as a coastal zone pollution monitor by heavy metals. *Int. J. Environ. Sci. Technol.* 2012; (9):579-586.
16. Aguilar-Ucán CA, Montalvo-Romero C, Cerón-Bretón JG y Anguebes-Franceschi F. Niveles de Metales pesados en especies marinas: Ostión (*Crassostrea virginica*), Jaiba (*Callinectes sapidus*) y Camarón (*Litopenaeus setiferus*), de Ciudad del Carmen, Campeche, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales.* 2013;9 (2):195-203.
17. Navarrete-Rodríguez G, Castañeda-Chávez MR y Lango-Reynoso F. Metales pesados en pesquerías de las lagunas Carmen-Machona, Tabasco. Evaluación de metales pesados en recursos pesqueros del complejo

- lagunar Carmen-Machona Pajonal, Tabasco. Ed. Académica Española. Deutschland, Alemania; 2013.184 p.
18. González MC, Méndez L, López D y Botello AV. Evaluación de la contaminación en sedimentos del área portuaria y zona costera de Salina Cruz Oaxaca, México. *Interciencia*. 2006;31: 647-656.
19. Guzmán Amaya P, Villanueva FS y Vásquez Botello A. Metales en tres lagunas costeras del estado de Veracruz. En: Botello AV, Rendón von Osten J, Gol Bouchot G y Agraz-Hernández C, editores. *Golfo de México contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*. 2ª. Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Autón. Nal. de México, Instituto Nacional de Ecología. 2005. p 361-372.
20. Villanueva FS y Botello AV. Vigilancia y presencia de metales tóxicos en la laguna el Yucateco, Tabasco, México. En: Botello AV, Rendón-von Osten J, Gold-Bouchot G y Agraz-Hernández C, editores. *Golfo de México Contaminación e Impacto Ambiental: Diagnóstico y Tendencias*, 2da Edición. Univ. Autón. de Campeche, Univ. Nal. Autón. de México, Instituto Nacional de Ecología. 2005. p. 407-430.

## **RESISTENCIA FENOTÍPICA DE OVINOS BLACKBELLY, PELIBUEY Y KATAHDIN CONTRA NEMATODOS GASTROINTESTINALES EN EL TRÓPICO HÚMEDO DE MÉXICO**

*MC. Guadalupe Arjona Jiménez<sup>1</sup>*

*MC. Claudia Virginia Zaragoza Vera<sup>1</sup>*

*Dr. Roberto González Garduño<sup>2</sup>*

*MC. Maritza Zaragoza Vera<sup>1</sup>*

*Dr. Armando Jacinto Aguilar Caballero<sup>3</sup>*

### **RESUMEN**

El objetivo del estudio fue evaluar la cuenta de huevo por gramo de heces (HPG) de nematodos intestinales (NGI) en ovinos de pelo Blackbelly (Bb), Pelibuey (Pp) y Katahdin (Kt) como variable de resistencia fenotípica a infecciones con NGI en el trópico húmedo de México. El estudio se realizó en tres unidades de producción ubicadas en el estado de Tabasco. Tomándose muestras de heces directamente del recto. Se determinó la cuenta de HPG de NGI mediante la técnica de McMaster modificada. Las cuentas de HPG y NGI se analizaron con la prueba de Kruskal Wallis y las medianas mediante prueba de U de Man Whitney. Katahdin presentó las mayores cargas de HPG de NGI comparado con Bb y Pb ( $P < 0.001$ ). Se observó que los ovinos Pb presentaron mayor frecuencia de animales con cero HPG y la raza Kt con mayor frecuencia en excreciones superiores a mil HPG de NGI. La raza Bb por su parte mostro una distribución uniforme. Se concluye que la cuenta de HPG es una variable que podría ser utilizada para identificar fenotípicamente a las ovejas de acuerdo a su grado de resistencia o susceptibilidad a los NGI en ovinos de pelo en el trópico húmedo de México.

### **INTRODUCCIÓN**

---

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. lupitarjona29@hotmail.com.

<sup>2</sup> Universidad Autónoma de Chapingo.

<sup>3</sup> Universidad Autónoma de Yucatán.

## Temas Selectos de Ciencias Agropecuarias

Los nematodos gastrointestinales (NGI) afectan el comportamiento productivo y reproductivo de los animales y constituyen una de las principales causas de pérdidas económicas, especialmente en regiones tropicales, donde la alimentación de los ovinos se basa en el pastoreo.

Las infecciones parasitarias a nivel de campo son mixtas, aunque en regiones tropicales el NGI más importante es *Haemonchus contortus* y su control exclusivo no reduce los efectos del parasitismo, ya que otros NGI manifiestan sus efectos patógenos en los animales. La eficacia del control de los NGI a través de las drogas antihelmínticas actualmente es ineficiente, debido a la aparición de cepas de NGI resistentes a éstas. Ante esto ha sido necesario generar estrategias de control alternativo.

Un método de control alternativo en estudio es la selección de animales resistentes contra NGI<sup>1</sup>; donde se define a la resistencia como la habilidad o capacidad inmunológica de un animal para prevenir o eliminar la infección por el parásito. La selección de animales resistentes contra NGI se ha basado en indicadores o marcadores fenotípicos de capacidad predictiva como son cuenta de huevos por gramo de heces (HPG), hematocrito (Ht), eosinófilos periféricos, FAMACHA y la condición corporal.

Se reporta que las razas de pelo tienen mayor resistencia que las razas de lana. Estudios sobre la resistencia de razas autóctonas contra los NGI, muestran que son superiores comparadas con las razas introducidas y mejoradas; lo que se ha asociado a la exposición generacional de las razas nativas a los NGI<sup>2</sup>.

En México, Palomo-Couoh et al., evaluó la cuenta de HPG para evaluar la resistencia de los ovinos de razas Pelibuey y Katahdin, lo propone como un criterio para segregar animales resistentes y susceptibles.

En la actualidad las razas ovinas con mayor presencia en el trópico húmedo mexicano son Pelibuey, Blackbelly, Katahdin, Dorper y sus cruas<sup>3</sup>. La

identificación de animales resistentes en las razas de importancia para las regiones tropicales, a través de un esquema de reproducción planificado podría mejorar los indicadores productivos y reproductivos de dichas poblaciones, mejorar el aprovechamiento de las praderas e incrementar la producción de proteína de origen animal. Por lo que se propone como objetivo evaluar la variación de la resistencia fenotípica contra NGI a través de los marcadores HPG, Ht, eosinófilos periféricos e inmunoglobulinas de ovinos Blackbelly, Pelibuey y Katahdin infectados naturalmente en el trópico húmedo de México. Se plantea como hipótesis, que la resistencia de ovejas Blackbelly contra los NGI es superior comparada con las razas Pelibuey y Katahdin; condición que se mantiene en la siguiente generación para cada raza.

### **OBJETIVO GENERAL**

El objetivo del presente estudio fue evaluar la cuenta de HPG de NGI en ovinos de pelo Blackbelly, Pelibuey y Katahdin como variable de resistencia fenotípica a infecciones con NGI en el trópico húmedo de México.

### **MATERIALES Y MÉTODO**

La metodología del proyecto está integrada por tres estudios, se presentan los avances obtenidos en el estudio 1: Evaluación de la resistencia fenotípica a través del marcador HPG en ovinos Pb, Bb y KT contra los NGI, en el trópico húmedo de México.

#### **Ubicación.**

La investigación se llevó a cabo en los meses de enero a mayo, en las subregiones Centro y Sierra del estado de Tabasco, México (17°59'13" latitud Norte y 92°55'10" longitud Oeste), altitud de 9 msnm. El clima predominante es cálido-húmedo-seco, temperatura promedio de 40°C, humedad relativa superior al 90 % y precipitación pluvial de 1,677.4 mm anual.

### **Diseño.**

Se utilizaron tres unidades de producción ovina de ciclo completo, con ovejas Bb, Pb y KT, respectivamente alimentadas bajo pastoreo. Se realizó un muestreo que incluyó la totalidad de los sementales y las hembras adultas; siempre que la última desparasitación tuviese al menos 60 días a la fecha del muestreo.

### **Mediciones**

#### **HPG**

Se tomó una muestra individual de heces directamente del recto, con bolsas de polietileno nuevas. Se identificaron con el número del animal y fue conservada en una nevera con refrigerantes hasta su procesamiento en el Laboratorio de Parasitología Veterinaria de la División Académica de Ciencias Agropecuarias (DACA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT). Las muestras se procesaron a través de la técnica de McMaster modificada para determinar la cuenta de HPG de NGI para cada animal.

#### **Coprocultivos**

Se realizaron coprocultivos para cada raza, utilizando un pull de heces y se identificaron los géneros de las larvas L<sup>3</sup> recuperadas.

#### **Identificación de animales resistentes y susceptibles a NGI.**

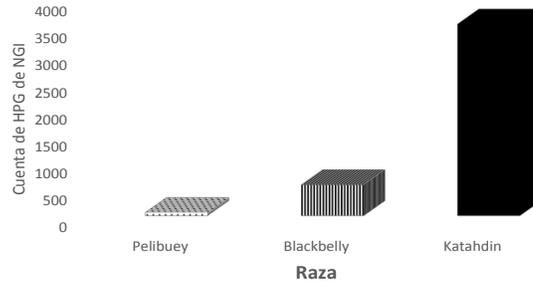
Por raza, se ordenaron las cuentas de HPG de menor a mayor excreción. El punto de corte para la segregación de los animales como resistentes y susceptibles se llevó a cabo de acuerdo a la metodología de cuantiles descrita por Palomo-Couoh et al.<sup>1</sup>.

**Análisis estadístico.**

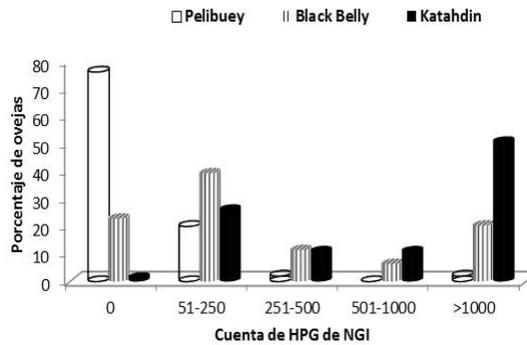
Los datos de cuentas de hpg de NGI fueron analizados a través de la prueba de Kruskal Wallis y las medianas a través de la prueba de U de Man Whitney.

**RESULTADOS**

En relación a los géneros de NGI, se observaron a *Haemonchus spp*, *Trichostrongylus spp*, *Oesophagostomum spp* y *Coperia*. Los resultados preliminares de cuenta de HPG por raza se presentan en la Figura 1, donde se observa que la raza Kt presentó las mayores cargas de HPG de NGI comparado con Bb y Pb ( $P < 0.001$ ). También se observó diferencia entre Bb y Pb ( $P < 0.001$ ). En la Figura 2 puede observarse que cerca del 80 % de las ovejas Pb presentaron cero cuentas de HPG y más del 50 % de las ovejas Kt cargas mayores a 1000 hpg.



**Figura 1.** Cuenta de huevos por gramo de heces (HPG) de NGI en tres razas de ovejas de Pelo en el trópico húmedo de México.



**Figura 2.** Porcentaje de eliminación de huevos de NGI por raza de ovejas de Pelo en el Trópico húmedo de México.

## **DISCUSIÓN**

En relación a los resultados obtenidos se observaron a *Haemonchus spp*, *Trichostrongylus spp*, *Oesophagostomum spp* y *Coperia*. Estos son los géneros de NGI esperados en la región de acuerdo a las características climatológicas<sup>4</sup>.

Como se muestra en las Figuras 1 y 2, las cargas parasitarias son más elevadas en la raza Kt en comparación con las otras dos evaluadas, sin embargo, esto no coincide con los reportados por otros estudios previos en el trópico subhúmedo de México donde se mostró que la raza ovina Pb presenta mayor resistencia contra los NGI comparado con Kt<sup>1</sup>.

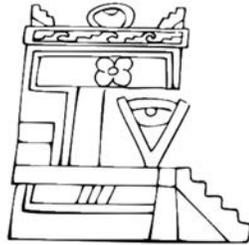
En el Trópico húmedo también se ha mostrado indirectamente este comportamiento en Pb<sup>5</sup> y la raza Bb<sup>6</sup>, pero no existe información sobre la raza Katahdin. Recientemente se reportó a la raza Kt como medianamente resistente a los NGI<sup>2</sup>. Sin embargo, los resultados del presente trabajo muestran que comparado con las razas de pelo nativas del trópico la raza Kt presentó mayores cargas de HPG de NGI. De acuerdo a este resultado es importante esclarecer el papel de la resiliencia de los animales de esta raza, ya que la condición corporal observada en los ovinos y la permanencia de esta en el Trópico húmedo son resultado de algún mecanismo de defensa que los animales tienen para enfrentar a los NGI<sup>7</sup>.

## **CONCLUSIONES**

Se concluye que las ovejas de razas Pb, Bb y Kt presentan una variación en la eliminación de HPG de NGI, observándose una mayor frecuencia de animales no infectados en la raza Pb y menores cargas en b comparado con la raza Kt.

## REFERENCIAS

1. Palomo-Couoh J.G., Aguilar-Caballero A.J., Torres-Acosta J.F.J., Magaña-Monforte J.G. 2016. Evaluation of different models to segregate Pelibuey and Katahdin ewes into resistant or susceptible to gastrointestinal nematodes. *Anim. Health Prod.*
2. Notter, D.R., Burke, J.M., Miller, J.L., Morgan, J.L.M. 2017. Factor affecting fecal egg counts in periparturient Katahdin and their lambs. *Journal Animal Science.* 95: 103-112
3. Muñoz-Osorio G.A., Aguilar-Caballero A.J., Sarmiento-Franco L.A., Wurzinger M., Cámara-Sarmiento R. 2016. Technologies and strategies for improving hair lamb fattening systems in tropical regions: a review. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 3: 267-278
4. 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
5. Medina-Pérez P, Ojeda-Robertos NF, Reyes-García ME, Cámara-Sarmiento R, Torres-Acosta JFJ (2015) Evaluation of a targeted selective treatment scheme to control gastrointestinal nematodes of hair sheep under hot humid tropical conditions. *Small Ruminant Research* 127:86-91
6. González-Garduño, R., López-Arellano, E., Mendoza de Gives, P. Ojeda-Robertos, N.F., Chay -Canul, A.J. 2016. Temporary Immunity of Blackbelly Lambs Reinfected with *Trichostrongylus colubriformis*. *Acta Scientiae Veterinariae.* 44: 1407
7. Greer AW, Hamie JC (2016) Relative maturity and the development of immunity to gastrointestinal nematodes in sheep: An overlooked paradigm? *Parasite immunology.* 38: 263-271



Difusión y Divulgación  
Científica y Tecnológica

**José Manuel Piña Gutiérrez**  
Rector

**Raúl Guzmán León**  
Secretario de Investigación, Posgrado y Vinculación

**Andrés González García**  
Director de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica

**Calíope Bastar Dorantes**  
Jefa del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas

Esta obra se terminó de editar el 25 de junio de 2018, en la División Académica Ciencias Agropecuarias, ubicada en Carretera Villahermosa-Teapa Km. 25, R/A La Huasteca, 2da. Sección, Villahermosa, Tabasco, México, C.P. 86280. El cuidado estuvo a cargo de los coordinadores y del Departamento Editorial de Publicaciones No Periódicas de la Dirección de Difusión y Divulgación Científica y Tecnológica de la UJAT.