



UNIVERSIDAD JUÁREZ AUTÓNOMA DE TABASCO
DIVISIÓN ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS



**ESTIMACIÓN DE LA CURVA DE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE
LA LECHE EN OVEJAS PELIBUEY MANTENIDAS EN EL TRÓPICO**

HÚMEDO

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

MÉDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA

PRESENTA

ROSA ISELA NARVÁEZ BALLESTEROS

ASESORES

DR. ALFONSO JUVENTINO CHAY CANUL

DR. JORGE ALONSO PERALTA TORRES

VILLAHERMOSA, TABASCO, OCTUBRE DE 2021



**UNIVERSIDAD JUÁREZ
AUTÓNOMA DE TABASCO**

"ESTUDIO EN LA DUDA. ACCIÓN EN LA FE"



**DIVISIÓN ACADÉMICA
DE CIENCIAS
AGROPECUARIAS**



Asunto: Autorización de impresión
de Trabajo Recepcional.
Fecha: 29 de septiembre de 2021.

**LIC. MARIBEL VALENCIA THOMPSON
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE CERTIFICACIÓN Y
TITULACIÓN DE LA UJAT.
P R E S E N T E**

Por este conducto y de acuerdo a la solicitud correspondiente por parte del interesado(a), informo a usted que con base en el artículo 86 del Reglamento de Titulación Vigente en esta Universidad, la Dirección a mi cargo autoriza al (la) **C. Rosa Isela Narváez Ballesteros**, con matrícula **151C13031**, egresado(a) de la Licenciatura de Médico Veterinario Zootecnista de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, la impresión de su Trabajo Recepcional bajo la modalidad de Tesis, titulado: *"Estimulación de la curva de producción y composición de la leche en ovejas Pelibuey mantenidas en el trópico húmedo"*.

Sin otro particular, aprovecho la ocasión para enviarle un cordial saludo.

ATENTAMENTE

Ph.D. ROBERTO ANTONIO CANTÚ GARZA
DIRECTOR

U.J.A.T.



**DIVISIÓN ACADÉMICA DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS
DIRECCIÓN**

C.c.p.- Expediente Alumno.
Archivo
Ph.D. RACG/MC. MRB

Miembro CUMEX desde 2011
**Consortio de
Universidades
Mexicanas**
INSTRUMENTO DE CALIDAD PARA LA EDUCACIÓN SUPERIOR

Km 25, Carret. Villahermosa-Tapa
Ra. La Huasteca, 2ª sección, 86298, Centro, Tabasco, México
Tel. (+52 993) 358-15-85 y 142-9150
Correos electrónicos: direccion.daca@ujat.mx,

www.ujat.mx
www.facebook.com/ujat.mx | www.twitter.com/ujat | www.youtube.com/UJATmx

CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe, autoriza por medio del presente escrito a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, para que utilice tanto física como digitalmente el trabajo Recepcional en la modalidad de tesis, denominado: **“Estimación de la curva de producción y composición de la leche en ovejas Pelibuey mantenidas en el trópico húmedo”**; de la cual soy autor y titular de los derechos de autor.

La finalidad del uso por parte de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco del Trabajo Recepcional antes mencionado, será única y exclusivamente para difusión, educación y sin fines de lucro. Autorización que se hace de manera enunciativa mas no limitada para subirla a la Red Abierta de Bibliotecas Digitales (RABID), y cualquier otra red académica con las que la universidad tenga relación institucional.

Por lo antes mencionado, libero a la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco de cualquier reclamación legal que pudiera ejercer respecto al uso y manipulación de la tesis mencionada y para los fines estipulados en este documento.

Se firma la presente autorización en la ciudad de Villahermosa, Tabasco a los seis días del mes de octubre del año 2021.

Autorizó



ROSA ISELA NARVÁEZ BALLESTEROS

151C13031

INDICE

AGRADECIMIENTOS.....	III
DEDICATORIAS.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
2. 1. OBJETIVO GENERAL.....	3
2. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	3
3. HIPÓTESIS.....	3
4. ANTECEDENTES.....	4
4. 1. PRODUCCIÓN DE LECHE DE LA OVEJA DE PELO.....	4
5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
5. 1. LOCALIZACIÓN.....	7
5. 2. MANEJO DE LOS ANIMALES.....	7
5. 3. ALIMENTACIÓN.....	8
5. 4. MUESTRAS DE LECHE.....	9
5. 5. PROCEDIMIENTO ESTADÍSTICO.....	10
6. RESULTADOS.....	12
6. 1. PRODUCCIÓN DE LECHE.....	12
6. 2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA LECHE.....	12
7. DISCUSIÓN.....	18
7.1 PRODUCCIÓN DE LECHE.....	19
7.2 COMPOSICIÓN DE LA LECHE.....	21
8. CONCLUSIONES.....	22
9. LITERATURA CITADA.....	23

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta experimental.	9
Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la producción y composición de la leche de ovejas Pelibuey.	133
Tabla 3. Criterios estadísticos del modelo de Wood para estimar la curva de producción de leche en ovejas Pelibuey.	133
Tabla 4. Modelos para la composición química de la leche.	14
Tabla 5. Descripción de Modelo de Wood.	14
Tabla 6. Parámetros del de ajuste de las modelos para la composición química de la de leche de ovejas Pelibuey	15

AGRADECIMIENTOS

A MI ASESOR DE TESIS Dr. Alfonso Juventino Chay Canul por apoyarme en cada paso durante el proyecto, por comportarse como maestro, padre y amigo, dándome la oportunidad de generar conocimiento que pueda ayudar a los ovinocultores, por haberme brindado su apoyo en la forma de lo posible y confiar en mis capacidades.

A MIS COMPAÑEROS DE PROYECTO Jesús Alberto Mezo Solís, Emmanuel Bautista Díaz, Roger Espinoza Mendoza, Darwin Arcos Álvarez y a todos los que nos apoyaron de manera voluntaria, sin duda alguna todo esto no hubiera sido posible sin su ayuda en estos meses de arduo trabajo, madrugar todos los días y transportarnos sea cual fuera el tiempo climático para estar en la hora exacta a trabajar con los animales, las tardes ocupadas para el procesamiento de las muestras y las reuniones a la hora de comida donde debatíamos diferentes puntos de opinión, con cada ocurrencia , bromas y claro, los enojos o diferencias que surgían durante esos meses que a veces sentíamos que no terminarían, pero todo valió la pena para cada uno de nosotros, aprendimos a trabajar en equipo, a conocernos más, a apoyarnos, a hacer nuevos amigos, a tener más inquietudes, más ideas e ir por más aprendizaje siempre y lo más importante saber hasta dónde podemos llegar si nos lo proponemos.

Al Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS), al presidente el Ing. Walter Lanz y a cada uno de los trabajadores por permitirme colaborar y realizar este proyecto ya

que sin su apoyo y ayuda nada de los conocimientos adquiridos hubieran sido generados.

A LOS REVISORES Por sus observaciones para mejorar mi trabajo de tesis.

AL PROGRAMA DE FOMENTO A LA INVESTIGACIÓN por el financiamiento del Proyecto de investigación Titulado: "Producción de leche en ovejas Pelibuey mantenidas en un sistema de lactancia restringida en el trópico húmedo financiado por el (PFI: UJAT-DACA-2015-IA-02) y por la beca otorgada para la realización de la presente tesis. Finalmente agradezco a quien lee este apartado y más de mi tesis, por permitir a mis experiencias, investigaciones y conocimiento, incurrir dentro de su repertorio de información mental, esperando sea de utilidad y motivación de las demás generaciones por venir.

DEDICATORIAS

A MI MADRE Elizabeth Ballesteros Villegas, por permitirme estar en esta vida, en el momento perfecto y A MIS HERMANAS; Diana Marisol Narváez Ballesteros, Iris Ariadna Narváez Ballesteros y María Teresa Narváez Ballesteros, por ayudarme en la medida de las posibilidades a pesar de la distancia, por tenerme confianza y paciencia. Porque este logro es de TODAS, ¡muchas gracias!.

A MIS AMIGOS Julio César Miramontes Flores, Diana Laura Rodríguez Díaz, Guadalupe García García, Kassandra Hernández Hernández, María Cruz Jiménez Pérez; por motivarme y creer en mí en cada momento a pesar de lo difícil de la situación, por último y no menos importante Iván Gómez Guzmán a quien admiro y agradezco por impulsarme en mi formación académica y por apoyarme sin medida alguna en toda esta trayectoria.

RESUMEN

El objetivo de este estudio fue caracterizar la curva de producción de leche (PL) y de sus componentes químicos en ovejas Pelibuey. Se procesaron datos de PL de 38 ovejas que se registraron diariamente. Las ovejas se mantuvieron en un sistema de lactancia restringida. La producción diaria de leche (PDL, kg) se registró desde los 14 hasta los 84 días posparto. Los corderos se separaron diariamente de su madre a las 19:00 h. Después de 12 h de separación, las ovejas fueron ordeñadas manualmente después de una inyección intramuscular de 3 UI de oxitocina. Para el análisis de la composición de la leche, se obtuvieron muestras de cada oveja (100 ml) cada semana y el contenido (%) de grasa, proteína y lactosa, se determinaron por medio de un analizador de leche automático. Para la PL, el modelo gamma de Wood tuvo un buen ajuste a la curva de lactación. El valor máximo promedio de PDL fue de 437.82 g y se alcanzó entre en los días 22 a 36 posparto. La PL máxima de leche ordeñable fue de 900 g y un mínimo de 390 g. En la composición química, se observó que el contenido (%) de grasa y proteína, se ajustaron un modelo cúbico. Mientras que el contenido de lactosa (%) se ajustó a un modelo lineal. La curva de PL en ovejas Pelibuey registra su máximo incremento entre la tercera y quinta semana posparto. Las ovejas Pelibuey mantenidas en sistemas tropicales muestran patrones de curva de lactación típica, que permiten identificar a este grupo genético como una opción para desarrollar sistemas de producción de leche en esta región.

Palabras clave: leche, producción, ovejas, trópico, curva de lactancia.

ABSTRACT

The objective of this study was to characterize the milk production curve (MP) and its chemical components in Pelibuey ewes. MP data from 38 ewes that were recorded daily were processed. The ewes were kept in a restricted lactation system. Daily milk production (DMP, g) was recorded from 14 to 84 days postpartum. The lambs were separated from their mother daily at 7:00 p.m. After 12 h of separation, the ewes were manually milked after an intramuscular injection of 3 IU of oxytocin. For the analysis of the milk composition, samples were obtained from each sheep (100 ml) each week and the content (%) of fat, protein and lactose were determined using an automatic milk analyser. For MP, Wood's gamma model had a good fit to the lactation curve. The mean maximum value of DMP was 437.82 g and was reached between days 22 to 36 postpartum. The maximum MP of milking milk was 900 g and a minimum of 390 g. In the chemical composition, it was observed that the content (%) of both fat and protein, were adjusted a cubic model. While the lactose content (%) was adjusted to a linear model. The MP curve in Pelibuey ewes reached its maximum increase between the third and fifth week postpartum. Pelibuey ewes raised in tropical systems show typical lactation curve, which allow to identify this genetic group as an option to develop milk production systems in this region.

Keywords: milk, production, sheep, tropics, lactation curve.

1. INTRODUCCIÓN

En México, en la región tropical, las principales razas ovinas son las razas de pelo y son utilizadas para la producción de carne principalmente (Chay-Canul *et al.*, 2019). Debido a las condiciones climáticas, la información relacionada con la producción y composición de la leche es limitada (Avendaño, 2017; Mezo-Solís *et al.*, 2020).

La estimación de la producción de leche en ovinos contribuye con información útil para la implementación de estrategias de manejo para las ovejas y sus corderos; sin embargo, la medición directa (ordeño mecánico o manual) de la producción de leche en razas de pelo es complicada (Peniche *et al.*, 2015). Esto debido principalmente al pequeño tamaño de sus pezones (Arcos-Álvarez *et al.*, 2020). Además, la producción de leche se ve influenciada por el comportamiento natural de la oveja y sus crías (Van der Linden *et al.*, 2010) y los factores ambientales que la rodean (Arcos-Álvarez *et al.*, 2020).

La producción de leche en ovejas Pelibuey y sus cruzas fluctúa entre 1.1 y 1.7 kg / d, según el sistema de producción, también se ha reportado que la raza y el tipo de parto tienen influencia sobre la producción (Chay-Canul *et al.*, 2019; Arcos-Álvarez *et al.*, 2020; Olvera-Aguirre *et al.*, 2020; Mezo-Solís *et al.*, 2020; Chay-Canul *et al.*, 2020ab). En cuanto a la composición química, el porcentaje de grasa varía de 5 a 8%, proteína de 3.8 a 5.6%, lactosa de 5.8 a 7.9% y sólidos totales de 15 a 21% (Martínez-González *et al.*, 2015; Valdéz-García *et al.*, 2016; Mezo-Solís *et al.*, 2020; Chay-Canul *et al.*, 2020ab).

Por otro lado, la leche materna es la principal fuente de nutrientes para el crecimiento, desarrollo y salud de los corderos durante las primeras semanas de vida (Danso *et al.*, 2016b; Burgos-González *et al.*, 2018). Es por ello, que si la leche materna proporcionada a los corderos es en baja cantidad y de mala calidad, la tasa de crecimiento del cordero y su supervivencia se deterioran significativamente durante el período pre-destete (Burgos-González *et al.*, 2018; Chay-Canul *et al.*, 2019). En este sentido, la supervivencia y el crecimiento potencial de los corderos depende de la lactancia de la madre, que a su vez ésta es influenciada por factores como la alimentación, la paridad o la raza (Arcos-Álvarez *et al.*, 2020; Chay-Canul *et al.*, 2020ab).

Por lo tanto, el conocer la relación que existe en la producción y composición de la leche durante el desarrollo de los corderos, nos permitirá establecer nuevas estrategias para mejorar la producción y la rentabilidad de los sistemas de producción (Chay-Canul *et al.*, 2020ab). Por ello, se requiere información relacionada con el comportamiento de la producción y la composición química de la leche de este tipo de animales, por lo que es necesario evaluar modelos matemáticos que representen los comportamientos de estos parámetros a través del periodo de lactancia. Por ello, el objetivo del presente estudio será estimar la curva de producción y composición química de leche (proteína cruda, grasa y lactosa) de ovejas Pelibuey mantenidas bajo condiciones de trópico húmedo de México.

2. OBJETIVOS

2. 1. Objetivo general

Estimar la curva de producción y composición química de leche (proteína cruda, grasa y lactosa) de ovejas Pelibuey.

2. 2. Objetivos específicos

- Estimar la curva de producción de leche en ovejas Pelibuey.
- Determinar la curva de la composición química de la leche (proteína cruda, grasa y lactosa) en ovejas Pelibuey.

3. HIPÓTESIS

La producción y composición de la leche de ovejas Pelibuey, se ajustará a la curva típica de lactancia representada por la función gamma incompleta o modelo de Wood.

4. ANTECEDENTES

4. 1. Producción de leche de la oveja de pelo

Las razas de ovinos tropicales no son considerados como lecheras debido a que la producción de leche es exclusivamente para la alimentación de sus corderos (Chay-Canul *et al.*, 2020ab). De acuerdo con Fonseca (2003), la leche de la borrega constituye el único alimento durante los primeros meses de vida del cordero y por lo tanto juega un importante papel en la intensificación de la producción, futura producción cárnica y reproductiva de las crías. En este sentido, la supervivencia y el crecimiento potencial de los corderos depende de la lactancia de la madre, que a su vez ésta es influenciado por factores como la alimentación, la paridad o la raza (Chay-Canul *et al.*, 2019).

La alimentación de las ovejas es uno de los principales factores que influyen en la producción de la leche (Martínez-González *et al.*, 2015), otro factor importante es la paridad de las ovejas ya que en la primera lactancia la cantidad de producción total de leche es menor (Ezekwe y Agaviezor, 2015). Fonseca (2003) encontró que la producción de leche en borregas se ve afectada por el número de partos de la hembra, registrando los menores valores para las hembras de primer parto comparadas con las de tercer parto. También reporta que la máxima producción se

registró durante los primeros 17 días de lactación, obteniendo en promedio 0.439 kg día⁻¹.

Trabajos realizados en Cuba sugieren que la producción de leche de borrega Pelibuey oscila entre 1.14 y 1.55 kg diarios, lo que indica las posibilidades de las borregas como criadoras de corderos (Fonseca, 2003). En México, Castellanos y Valencia (1982) reportan que el potencial de producción de leche de las ovejas Pelibuey en pastos tropicales es de 0.760 kg/ día, y que esta producción de leche puede soportar una ganancia de peso de los corderos de 127 g día. También, Castellanos y Valencia (1982) encontraron que la producción de leche de la borrega Pelibuey en Yucatán, se mantiene a su máximo nivel durante las tres primeras semanas y disminuye lentamente hasta la séptima, con valores aproximadamente de 650 g/ día en las tres primeras semanas hasta 350 g/día en la semana 16 de lactación. También reportaron que la cantidad de grasa en la leche aumenta conforme avanza el estado de lactación, por lo tanto, el valor energético de la leche tiende a aumentar, sin embargo, por el volumen producido, la cantidad de energía secretada disminuye, conforme avanza el periodo de lactancia. Los valores de proteína y lactosa no variaron durante la lactancia (70 y 55 g aproximadamente).

Por otro lado, las ovejas de pelo en el trópico húmedo son las razas más adaptadas a las condiciones climáticas de la región para la producción de corderos. En este sentido, Danso *et al.* (2016) Encontraron que el peso vivo, condición corporal y época

de apareamiento de las ovejas de pelo tienen efectos mínimos en la producción de leche y el crecimiento pre-destete de corderos gemelares.

Debido a la escasez de información en la literatura científica y la variación en los resultados obtenidos, es necesario conocer la relación que existe en la producción y composición de la leche durante el desarrollo de los corderos, lo que permitirá desarrollar estrategias para mejorar la producción y la rentabilidad de los sistemas de producción.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5. 1. Localización

El experimento se realizó en el Centro de Integración Ovina del Sureste (CIOS), ubicado en el kilómetro 25 de la carretera Villahermosa-Teapa, ranchería Alvarado, Santa Irene 2da Sección.

El clima de la región es tropical húmedo con lluvias en verano (Am), altitud de 9 m sobre el nivel del mar, precipitación media anual de 1958 mm, una humedad relativa cercana al 75% y una temperatura media anual de 27 °C.

5. 2. Manejo de los animales

Los animales se manejaron de acuerdo con los lineamientos y regulaciones para la experimentación ética animal de la División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (proyecto ID PFI: UJAT-DACA-2015-IA-02).

Se utilizaron treinta y ocho ovejas de la raza Pelibuey y sus corderos, que fueron confinados en corrales de piso elevado (6 x 4 m) con capacidad para ocho animales, donde permanecieron hasta el destete.

5. 3. Alimentación

La dieta de las ovejas consistió en heno de pasto estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*), maíz molido, harina de soya, melaza de caña de azúcar y minerales (Tabla 1) en una proporción de 70:30 (concentrado:forraje).

La dieta se formuló con el objetivo de satisfacer los requerimientos nutricionales de las ovejas lactantes con un peso corporal promedio de 45 kg y una producción de leche de 1.74 kg / d. La dieta tuvo 12 MJ / kg de energía metabolizable y 15% de proteína cruda. La cantidad de alimento que se ofreció por corral se ajustó semanalmente para garantizar al menos un 10% de rechazo. El agua estuvo siempre disponible de forma *ad libitum* y el estado de salud se verificó visualmente todos los días.

Tabla 1. Ingredientes y composición química de la dieta experimental.

Ingredientes	(g/kg MS)
Pasta de soya	200
Maíz molido	330
Melaza de caña	20
Mezcla de vitaminas y minerales.	10
Heno de pasto estrella	440
Total	1000
Composición química (g/kg/Ms)	
Materia seca	887.10
Proteína Cruda	153.33
FDN	389.35
FDA	218.45
Cenizas	61.51
*EM, MJ/kg MS	12.00

FDN: Fibra detergente neutra; FDA: Fibra detergente acida; *EM Fue estimado por la ecuación AFRC (1993).

5. 4. Muestras de leche

La producción diaria de leche (PDL, kg) de las ovejas se registró desde los 14 hasta los 84 días posparto. Los corderos se separaron diariamente de su madre a las 19:00 h. Durante este período, los corderos tuvieron libre acceso a un alimento que contendrá 18% de proteína cruda y 12 MJ / kg de energía metabolizable.

Después de 12 h de separación, las ovejas fueron ordeñadas manualmente después de una inyección intramuscular de 3 UI de oxitocina (tiempo de espera 1 a 2 minutos). Antes de realizar el ordeño, se desinfectaron los pezones de los animales con una solución de yodo y, después de aproximadamente 30 segundos, se secaron con toallas de papel.

Para el análisis de la composición de la leche, se obtuvieron muestras de cada oveja (100 ml) semanalmente. Los análisis de sólidos totales, grasa, proteína y lactosa, se realizaron por duplicado utilizando un analizador de leche automático (Lactoscan LS-60, Milkotronic Ltd., Nova Zagora, Bulgaria). El equipo se calibró para grasa por el método de Gerber y para proteína por determinación de nitrógeno total, según el método Dumas y se usó un analizador LECO CNS-2000 serie 3740 (LECO Corp. St. Joseph, MI, USA) como describió previamente Olvera-Aguirre *et al.* (2020).

5. 5. Procedimiento estadístico

Para ajustar la curva de lactancia se utilizó la función gamma incompleta, o modelo de Wood (Wood 1967), debido a que sus tres parámetros están ligados a la biología de la curva de lactancia (Portolano *et al.*, 1997), y porque ha dado buenos resultados en estudios de producción de leche de ovejas (Dag *et al.*, 2006; Ángeles Hernández *et al.*, 2014).

El ajuste de la curva de lactancia se hizo con base en el promedio de las curvas de lactancia individuales. El modelo es: $y_t = at^b e^{-ct}$, donde: y_t es la producción de leche

en el día t , e es la base del logaritmo natural, a , b y c son parámetros de la curva, donde a representa la producción de leche al inicio de la lactancia, mientras que b y c representan la declinación límite de la curva antes y después del pico de lactancia, respectivamente.

Por transformación logarítmica esta ecuación se analizó en forma lineal, quedando de la siguiente manera: $\log y_t = \log a + b \log t - cn$, después de la cual los parámetros a , b , y c se estimaron a través de regresión múltiple. Después de obtener los parámetros a , b , c , de acuerdo con Nezamidoust *et al.* (2013) y tomando el promedio de todas las ovejas, se obtuvieron: el pico de lactancia (PLA) como: $Y_{\max} = a(b/c)^{b/b}$, el tiempo al pico de lactancia (TPLA) como: b/c , y la persistencia como: $(S) = - (b + 1) \ln c$. Solamente el valor de Y_{\max} se obtuvo con el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS (2004). El mismo procedimiento se utilizó para estimar la curva de la composición química de la leche.

6. RESULTADOS

6. 1. Producción de leche

El valor máximo promedio de producción (437.82 g) se alcanzó entre la cuarta y quinta semana de la lactancia (22 a 36 días), para posteriormente disminuir paulatinamente a su valor promedio menor de leche producida (293.54 g) en la lactancia (Figura 1). La producción máxima de leche ordeñable fue de 900 g y un mínimo de 390 g.

6. 2. Composición química de la leche

En la Tabla 2 se muestran los valores promedio de la composición química de la leche de ovejas Pelibuey. En el caso de la grasa en la leche mostró las mayores variaciones entre el valor mínimo y el máximo. El comportamiento fue incrementando paulatinamente conforme transcurrió la lactancia, desde un promedio mínimo de 3.93% en el día 40 postparto a un máximo de 4.91 % hasta el final de la lactancia. El porcentaje promedio de proteína osciló entre un mínimo de 3.45 % a un máximo de 3.81 %. El incremento inició desde el día 40 postparto hasta el final de la lactación, en sus niveles porcentuales más bajos del día 28 al 35 postparto (de 3.47 a 3.50 %), momento a partir del cual se observó un incremento paulatino. En contraste, el contenido de lactosa presentó una disminución conforme transcurrió el periodo de muestreo, entre el registro mínimo (5.89 %) y el máximo (6.19 %), con un valor promedio de 6.04 %.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de la producción y composición de la leche de ovejas Pelibuey.

Producción y composición de la leche	
Variable	$\bar{x} \pm E. E.$
Producción de leche diaria (g)	347.82±54.28
Grasa (%)	4.42±0.49
Proteína (%)	3.63±0.18
Lactosa (%)	6.04±0.15
Sólidos totales (%)	15.97±0.60
Sólidos no grasos (%)	10.63±0.60

Tabla 3. Criterios estadísticos del modelo de Wood para estimar la curva de producción de leche en ovejas Pelibuey.

Criterios estadísticos Wood	
Significancia del modelo	0.0001
Coefficiente de determinación (R^2)%	96.05
Coefficiente de determinación ajustado (R^2_A)%	95.97
Error estándar de la estimación.	1.89

Tabla 4. Modelos para la composición química de la leche.

Criterios estadísticos	Cúbico	Cúbico	Lineal
	Grasa %	Proteína %	Lactosa %
Significancia del modelo	0.0001	0.0001	0.0001
Coeficiente de determinación (R ²)	78.03	74.51	72.29
Error estándar de la estimación.	0.186	0.075	0.0256

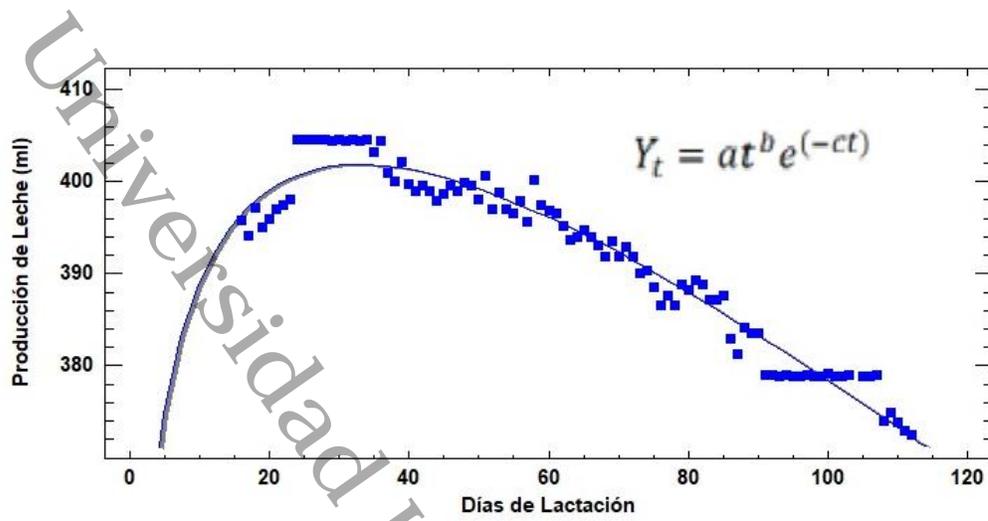
Tabla 5. Parámetros del Modelo de Wood para la producción de leche de ovejas

Pelibuey

$\hat{a} \pm E. E.$	$\hat{b} \pm E. E.$	$\hat{c} \pm E. E.$
339.96±3.90	0.07±0.0039	0.002±0.00007

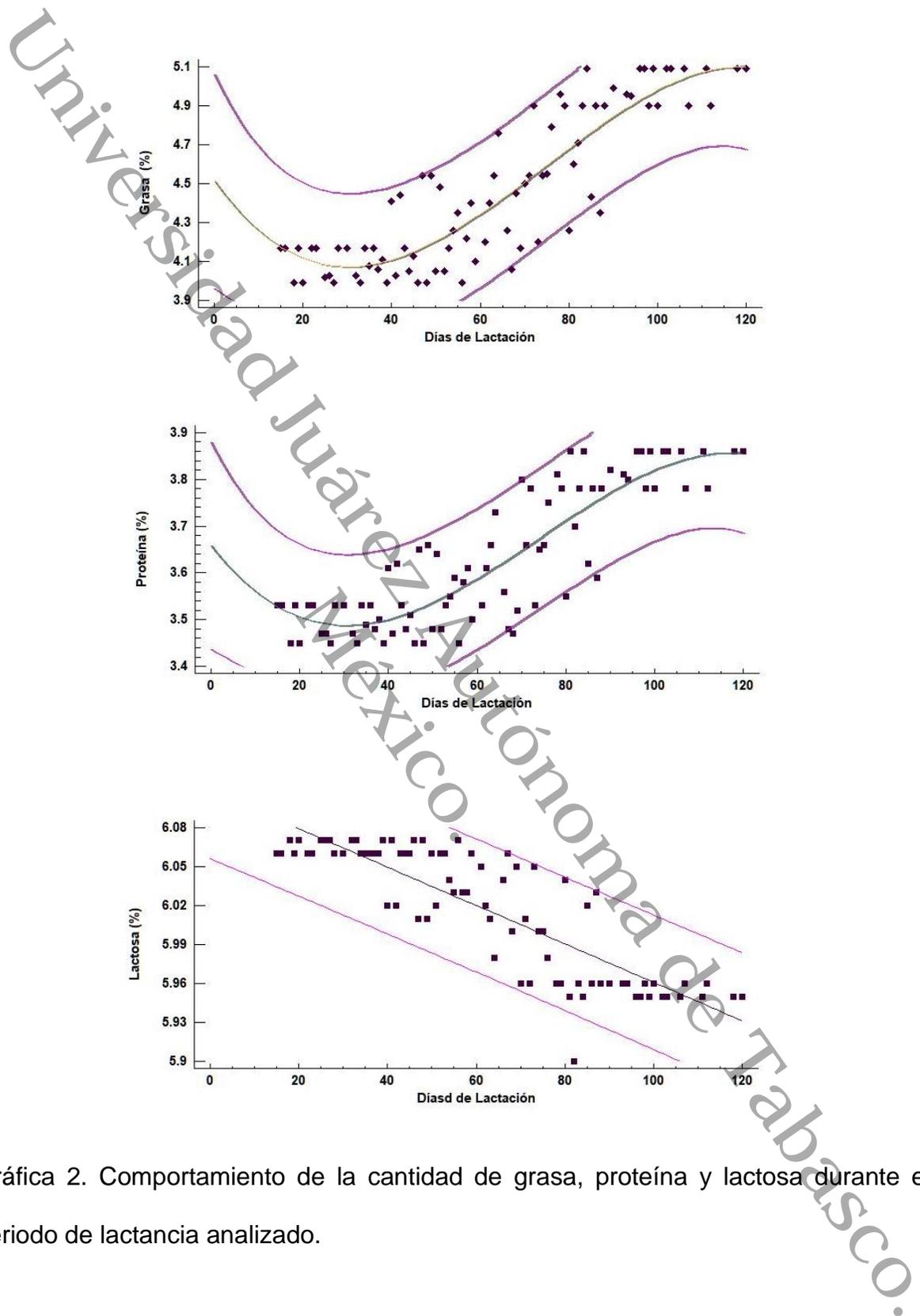
Tabla 6. Parámetros del ajuste de los modelos para la composición química de la leche de ovejas Pelibuey

Componente	Modelo de ajuste	$\hat{a} \pm E. E.$	$\hat{b} \pm E. E.$	$\hat{c} \pm E. E.$	$\hat{d} \pm E. E.$
Grasa (%)	Modelo cúbico	4.50±0.20	-0.03±0.01	0.0007±0.0002	-0.000003±0.000009
Proteína (%)	Modelo cúbico	3.65±0.08	-0.01±0.04	0.0003±0.00008	-0.000001±0.000004
Lactosa (%)	Modelo lineal	6.10±0.007	-0.0015±0.0001		



Gráfica 1. Producción de leche ajustada al Modelo de Wood.

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.



Gráfica 2. Comportamiento de la cantidad de grasa, proteína y lactosa durante el periodo de lactancia analizado.

7. DISCUSIÓN

Las ovejas de pelo en el trópico húmedo son de las razas más adaptadas a las condiciones climáticas de la región para la producción de corderos (Danso *et al.*, 2016), por ello, en el sureste mexicano la raza Pelibuey constituye una de las principales tres razas maternas ocupando el 80%, seguida de la raza Black Belly y Katahdin (Chay-Canul *et al.*, 2016; Chay-Canul *et al.*, 2019).

La leche de la oveja es la fuente principal de nutrientes para el crecimiento, desarrollo y salud de los corderos, si la producción de leche es insuficiente el crecimiento del cordero puede verse afectado. Se ha reportado que algunos factores como la nutrición, salud, medio ambiente, paridad, genotipo, tipo de parto y sexo de la cría pueden influir en la producción de la leche en ovejas (Miguel *et al.*, 2011, Ayadiet *et al.*, 2014; Hamad y El-Moghazy *et al.*, 2015).

Los primeros estudios en ovinos Pelibuey para determinar la producción de leche y su composición fueron realizados por Castellanos y Valencia (1982) quienes evaluaron que la producción de leche de la borrega Pelibuey en Yucatán, que se mantiene a su máximo nivel durante las tres primeras semanas y disminuye lentamente hasta la séptima, con valores aproximadamente de 650 g/día en las tres primeras semanas hasta 350 g/día en la semana 16 de lactación.

Torres-Hernández (2013), determinó que la influencia materna antes del nacimiento representa cerca del 75% en el peso al destete de la cría y se debe principalmente a

la leche materna. Estableciendo la importancia de conocer la producción y composición de la leche en las diferentes razas ovinas.

Se ha determinado correlación significativa entre la secreción de leche de la madre y la ganancia de peso de la cría, por lo que en la capacidad lechera de una oveja es un factor fundamental para destetar corderos más pesados (Chay-Canul *et al.*, 2020ab). También está documentado que el desarrollo del cordero en la etapa predestete depende fundamentalmente de la leche materna y de su habilidad para consumirla (Chay-Canul *et al.*, 2020ab).

7.1 Producción de leche

La mayoría de los estudios encontrados en la literatura consultada relacionados con la producción de leche en ovejas, se han realizado en razas lecheras y son pocos los trabajos que se han hecho en razas con aptitud zootécnica para proporcionar carne y (o) lana. En este sentido, la adaptación de las ovejas de razas lecheras al ordeño manual o mecánico ha permitido establecer valores fiables de la cantidad de leche producida, ya que esta puede pesarse diariamente una vez extraída. Por el contrario, en las razas de carne o de lana se ha tenido que recurrir a diversos procedimientos para estimar la producción de leche, ya que las ovejas normalmente amamantan a sus corderos. Entre estos métodos se incluye el que se empleó en este muestreo, que consiste en pesar la leche dentro de un periodo producido de 12 horas para estimar la cantidad de leche producida en el día, cuyo nombre es lactancia restringida. En varios de los trabajos revisados (Bencini y Purvis, 1990; Reynolds y

Brown, 1991; Bencini *et al.*, 1992), se ha observado que la producción de leche en la oveja aumenta rápidamente en las primeras semanas posparto, alcanzando el pico máximo en la quinta semana y que también presentan una disminución gradual de su producción. La oveja Pelibuey presenta una curva de lactancia parecida a la obtenida en ovinos de doble propósito (carne y lana) de otras regiones del país. En el altiplano de México en un trabajo realizado en San Luis Potosí, Ochoa *et al.* (2002) calcularon que la máxima producción de leche en ovejas Rambouillet se obtuvo en las semanas tres, cuatro y cinco después del parto. El pico de producción se estableció en el día 19 de lactación.

Por otro lado, algunos de los parámetros del modelo de Wood que han sido estimados en ovejas lecheras son $a=0.979$, $b=0.071$, $c=0.009$ (Ángeles-Hernández *et al.*, 2014). En el que es de notar la magnitud del parámetro a , que representa la producción de leche al inicio de la lactancia, indicativo de razas especializadas en producción de leche. En ovejas de pelo algunos estudios han indicado una PDL son: 131 g en ovejas Pelibuey de México (Castellanos Ruelas y Valencia-Zarazúa 1982), 1.43 y 1.77 kg en ovejas Pelibuey y Katahdin de México, respectivamente (Chay-Canul *et al.*, 2019). De acuerdo con Godfrey *et al.* (1997), las diferencias en producción de leche diaria pueden atribuirse principalmente al genotipo de la oveja y prácticas de manejo, aunque Aboul-Naga *et al.* (1981) y Peralta-Lailson *et al.* (2005) también incluyen el efecto de selección.

7.2 composición de la leche

De acuerdo con los valores encontrados por varios autores (Mavrogenis et al., 1980, Bencini y Purvis 1990, Delacroix-Buchet *et al.*, 1994, Hadjipanayiotou 1995, Bencini y Pulina, 1997, Park *et al.*, 2007) para diferentes razas de ovinos, tanto cárnicas, de doble propósito o productoras de leche, los componentes químicos de la leche para esta especie se encuentran dentro de los siguientes rangos: grasa 3.60-9.97 %, lactosa 4.11-5.51 %, proteína 4.75 - 7.20 %, sólidos no grasos 11.0-12 % y sólidos totales 14.4–20.7 %. A excepción del porcentaje de proteína, que promedió un valor bajo dentro del 3.63 % y lactosa, que promedió un valor alto dentro del 6.04% en la oveja “Pelibuey”, los demás componentes de la leche registrados en este estudio se encuentran dentro de estos rangos informados en la literatura, aunque en valores de proteína bajos en promedio y el alto valor del contenido de lactosa, aunque con un comportamiento de tendencia creciente desde la sexta semana de lactancia. En contraste, parece que la lactosa es el único componente que tiene una tendencia decreciente desde el principio de la lactación.

8. CONCLUSIONES

El comportamiento de la curva de lactancia en la oveja Pelibuey exhibe un pico entre la cuarta y quinta semana después del parto. Con respecto al componente de proteína se incrementó a partir de los 30 días, en tanto que el componente de grasa se incrementa conforme transcurre el periodo de lactancia, el resto de los valores promedio de los demás componentes de la leche se encuentran dentro del rango que ha sido informado en la literatura para la oveja.

Las ovejas Pelibuey en sistemas tropicales muestran patrones de curva de lactación que permiten identificar a este grupo genético como una opción para desarrollar sistemas de producción de leche en esta región.

9. LITERATURA CITADA

- Aboul-Naga AM, El-Shobokshy AS, Moustafa MA (1981) Milk production from subtropical non-dairy sheep. 2. Method of measuring. *Journal of Agricultural Science* 97(2): 303-308.
- Ángeles-Hernández, J. C., Á., Ortega, O. C., Portillo, B. A., Montaldo, H. H., & Ronquillo, M. G. (2014). Application of the Wood model to analyse lactation curves of organic dairy sheep farming. *Animal Production Science*. 54. (10), 1609-1614.
- Arcos-Álvarez, D., Canul-Solís, J., García-Herrera, R., Sarmiento-Franco, L., Piñeiro-Vázquez, Á., Casanova-Lugo, F., Tedeschi, L. O., González-Ronquillo, M., & Chay-Canul, A. (2020). Udder measurements and their relationship with milk yield in Pelibuey ewes. *Animals*, 10(3), 518.
- Avendaño, M. R., (2017). Evaluación de la raza y tipo de parto sobre la producción y composición de la leche en ovejas pelibuey y katahdin mantenidas en el trópico húmedo. [Tesis de Licenciatura, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco].
- Ayadi, M., Matar, A. M., Aljumaah, R. S., Alshaikh, M. A., & Abouheif, M. A. (2014). Evolution of udder morphology, alveolar and cisternal milk compartment during lactation and their relationship with milk yield in Najdi sheep. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 12(4), 1061.
- Bencini R, Pulina G. (1997). The quality of sheep milk: A review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 37: 485-504.

- Bencini, Roberta & Purvis, I.W. (1990). The yield and composition of milk from Merino sheep. *Wool Technology and Sheep Breeding*. 38. 71-73.
- Bencini R, Hartmann PE, Lightfoot RJ (1992) Comparative dairy potential of Awassi x Merino ewes. *Proceedings of the Australian Association of Animal Breeding and Genetics* 10: 114-117.
- Burgos-González, C., Huerta-Aparicio, M., Aguirre, V., Vázquez, R., Orihuela, A., Pedernera, M., (2018). Short communication: milk production and lamb development in Saint Croix and Katahdin hair sheep breeds (Ovisaries). *Trop. Anim. Health. Prod.* 50, 683-687.
- Castellanos R. A., Valencia Z. M. (1982). Estudio cuantitativo y cualitativo de la producción láctea de la borrega Pelibuey. *Producción Animal Tropical*. 7 (3): 425.
- Chay-Canul A.J., Aguilar-Urquizo E., Parra-Bracamonte G. M., Piñeiro-Vazquez A. T., Sanginés-García J. R., Magaña-Monforte J. G., García-Herrera R. A., López-Villalobos N. (2019). Ewe and lamb pre-weaning performance of Pelibuey and Katahdin hair sheep breeds under humid tropical conditions. *Ital. J. Anim. Sci.* 18, 850-857, DOI: [10.1080/1828051X.2019.1599305](https://doi.org/10.1080/1828051X.2019.1599305)
- Chay-Canul, A. J., Parra-Bracamonte, G. M., López-Villalobos, N., Herrera-Ojeda, J. B., Magaña-Monforte, J. G., Peniche-González, I. N., Herrera-Camacho, J. García-Herrera, R. (2020). Milkyield and composition of Katahdin and Pelibuey ewes in tropical conditions. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 29(4), 352-357. <https://doi.org/10.22358/jafs/129966/2020>
- Chay-Canul, A.J., Magaña-Monforte, J.G., Chizzotti, M.L., Piñeiro-Vazquez A.T., Canul-Solís J.R., Ayala-Burgos, A.J., Ku-Vera, J.C., Tedeschi, L.O., (2016).

- Energy requirements of hair sheep in the tropical regions of Latin America. *Rev. Mex. Cienc. Pecu.*7, 105–125.
- Dag, B., Keskin, I., Mikailsoy, F. (2006). Application of different models to the lactation curves of unimproved Awassi ewes in Turkey. *South African Journal of Animal Science*,35(4), 238-243.
- Danso, A. S., Morel, P. C. H., Kenyon, P. R., Blair, H. T. (2016). Relation ships between prenatal ewe traits, milk production, and preweaning performance of twin lambs. *Journal of Animal Science*, 94(8), 3527-3539.
- Delacroix-Buchet A, Barrillet F, Lagriffoul G (1994) Caractérisation de l'aptitude fromagère des lait de brebis Lacaune a l'aide d'un fromage. *Lait* 74: 173-186.
- Ezekwe, E. O., Agaviezor, A. G. (2015). Effect of parity and birth type on udder characteristics and milk yield of West African dwarf sheep. *Int. J. Sci. Tech. Res.* 4(10), 27–32.
- Fonseca FN (2003). Contribución al estudio de la alimentación del ovino Pelibuey cubano. Tesis de Doctorado. Universidad de Granma, Cuba.
- Godfrey RW, Gray ML, Collins JR (1997) Lamb growth and milk production of hair and wool sheep in a semi-arid tropical environment. *Small Ruminant Research* 24(2): 77-83.
- Hadjipanayiotou M (1995) Composition of ewe, goat and cow milk and of colostrum of ewes and goats. *Small Ruminant Research* 18: 255-262.

- Hamad, M.F., & El-Moghazy, M. (2015). Influence of sex and calf weight on milk yield and some chemical composition in the Egyptian buffalo's. *Animal and Veterinary Sciences*, 2, 22.
- Martínez-González, S., Escalera-Valente, F., Gómez-Danés, A.A., Plascencia, A., Loya-Olguín, J.L., Ramírez-Ramírez, J.C., Barreras, A., Valdés-García, Y.S., Aguirre-Ortega, J., (2015). Influence of levels of DL-malic acid supplementation on milk production and composition in lactating Pelibuey ewes and pre-weaning weight gain of their suckling kids. *J. Appl. Anim. Res.* 43, 92-96.
- Mavrogenis, A., Louca, A., & Robison, O.W. (1980). Estimates of genetic parameters for pre-weaning and post-weaning growth traits of Chios lambs. *Animal production*, 30, 271-276.
- Mezo-Solís, J. A., Moo-Huchin, V. M., Sánchez-Zarate, A., González-Ronquillo, M., Estrada-León, R. J., Ibáñez, R., Toro-Mujica, P., Chay-Canul, A. J., & Vargas-Bello-Pérez, E. (2020). Physico-chemical, sensory and texture properties of an aged Mexican Manchego-style cheese produced from hair sheep milk. *Foods*, 9(11), 1666.
- Miguel-Romera, J. A., Calvo-Ruiz, J. L., Ciria-Ciria, J., & Asenjo-Martin, B. (2011). Effect of feeding systems on live-weight, reproductive performance, milk yield and composition, and the growth of lambs in native Spanish Ojalada sheep. *Spanish Journal of Agricultural Research*, 9(3), 769.
- Nezamidoust, M., Kominakis, A., & Safari, A. (2013). Use of Wood's model to analyze the effects of milking methods on lactation curve in sheep. *Small Ruminant Research*, 113(1), 195-204.

- Ochoa CMA, Torres HG, Ochoa AAE, Vega RL, Mandeville PB (2002) Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. *Small Ruminant Research* 43: 269-274.
- Olvera-Aguirre, G., Mendoza-Taco, M. M., Arcos-Álvarez, D. N., Piñeiro-Vázquez, A. T., Moo-Huchin, V. M., Canul-Solís, J. R., Castillo-Sánchez, L., Ramírez-Bautista, M. A., Vargas-Bello-Pérez, E., & Chay-Canul, A. J. (2020). Effect of feeding lactating ewes with *Moringaoleifera* leaf extract on milk yield, milk composition and preweaning performance of ewe/lamb pair. *Animals*, 10(7), 1117.
- Park Y W, Juárez-Ramos M, Haenlein GFW (2007) Physicochemical characteristics of goat and Sheep milk. *Small Ruminant Research* 68: 88-113.
- Peniche G, I., Sarmiento F, L., & Santos R, R. (2015). Estimation of milk production in hair ewes by two methods of measurement. *Revista MVZ Córdoba*, 4629-4635.
- Peralta-Lailson M, Trejo-González AA, Pedraza-Villagómez P, Berruecos-Villalobos JM, Vasquez CG (2005) Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the creole sheep of Chiapas-Mexico. *Small Ruminant Research* 58: 265-273.
- Portolano, B., Spatafora, F., Bono, G., Margiotta, S., Todaro, M., Ortoleva, V., & Leto, G. (1997). Application of the Wood model to lactation curves of Comisana sheep. *Small Ruminant Research*, 24(1), 7-13.
- Reynolds LL, Brown L (1991) Assessing dairy potential of western White-Faced ewes. *Journal of Animal Science* 69: 1354-1362.

SAS (2004) SAS/STAT users guide. Versión 9.1. SAS Institute Inc. Cary NC, U.S.A.
5121p.

Torres-Hernández G., (2013). Leche materna y crecimiento de la progenie en ovinos tropicales. *XL Reunión de la Asociación Mexicana para la Producción Animal y Seguridad Alimentaria, A.C. (AMPA) y IX Seminario Internacional de Ovinos en el Trópico*. 123-130.

Valdés-García, Y. S., Núñez-González, L. E., Escalera-Valente, F., Plascencia-Jorquera, A., Barreras-Serrano, A., Corona-Gochi, L., Gómez-Danés, A. A., & Loya-Olguin, J. L. (2016). Efecto del reemplazo de pasta soya por harina de pescado elaborada manualmente sobre comportamiento productivo de ovejas Pelibuey lactando y sus crías. *Archivos de medicina veterinaria*, 48(2), 159-166.

Van der Linden, D. S., López-Villalobos, N., Kenyon, P. R., Thorstensen, E., Jenkinson, C. M. C., Peterson, S. W., & Blair, H. T. (2010). Comparison of four techniques to estimate milk production in singleton-rearing non-dairy ewes. *Small Ruminant Research*, 90(1-3), 18-26.

Wood, P. D. P. (1967). Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature*, 216(5111), 164-165.

ESTIMACIÓN DE LA CURVA DE PRODUCCIÓN Y COMPOSICIÓN DE LA LECHE EN OVEJAS PELIBUEY MANTENIDAS EN EL TRÓPICO HÚMEDO

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%

ÍNDICE DE SIMILITUD

FUENTES PRIMARIAS

1	www.scielo.org.mx Internet	287 palabras — 6%
2	www.researchgate.net Internet	172 palabras — 3%
3	www.somecta.org.mx Internet	84 palabras — 2%
4	www.voaxaca.tecnm.mx Internet	81 palabras — 2%
5	periodicos.pucpr.br Internet	73 palabras — 1%
6	www.escuelamezcalapa.unach.mx Internet	37 palabras — 1%
7	hdl.handle.net Internet	29 palabras — 1%
8	core.ac.uk Internet	28 palabras — 1%
9	colposdigital.colpos.mx:8080 Internet	25 palabras — 1%
10	documentop.com Internet	

24 palabras — < 1%

11 www.scielo.cl
Internet

23 palabras — < 1%

12 www.repositorio.usac.edu.gt
Internet

22 palabras — < 1%

EXCLUIR CITAS

ACTIVADO

EXCLUIR FUENTES

DESACTIVADO

EXCLUIR BIBLIOGRAFÍA

ACTIVADO

EXCLUIR COINCIDENCIAS

< 20 PALABRAS

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
México.