



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN**

**“Curva de lactancia de la vaca Tauríndicus en
el trópico húmedo de México”**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:
MEDICO VETERINARIO ZOOTECNISTA**

P R E S E N T A:

VÍCTOR MORA ARREOLA

ASESOR: Dr. BENITO LÓPEZ BAÑOS

COASESOR: Dr. ARMANDO ENRIQUE ESPERÓN SUMANO

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2010



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR
DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

U. N. A. M.
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN
ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS



DEPARTAMENTO DE
EXAMENES PROFESIONALES

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO
DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN
P R E S E N T E

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ
Jefe del Departamento de Exámenes
Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos comunicar a usted que revisamos la Tesis :

Curva de lactancia de la vaca Tauríndicus en el trópico húmedo
de México

que presenta el pasante: Víctor Mora Arreola
con número de cuenta: 09738740-0 para obtener el título de :
Médico Veterinario Zootecnista

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

A T E N T A M E N T E

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de Abril de 2010

PRESIDENTE

Dr. Benito López Baños

VOCAL

MVZ. Ruperto Javier Hernández Balderas

SECRETARIO

Dra. María Ofelia Mora Izaguirre

PRIMER SUPLENTE

Dra. Marisela Leal Hernández

SEGUNDO SUPLENTE

MVZ. Gustavo Díaz Manriquez



PARA SER PUMA SE NECESITA SER DE SANGRE AZUL Y PIEL DORADA
ORGULLO AZUL Y ORO

"Inteligencia más carácter es el objetivo de la verdadera educación".

Martin Luther King

"Intenta no volverte un hombre de éxito, sino volverte un hombre de valor".

Albert Einstein

"La debilidad de actitud se vuelve debilidad de carácter".

Albert Einstein

"Un esfuerzo más y lo que iba a ser un fracaso se convierte en un éxito glorioso, no existe el fracaso. Salvo cuando dejamos de esforzarnos".

Marat

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis está dedicada a Dios y la virgen de Guadalupe, por guiarme por el camino correcto. Gracias a mi casa la UNAM por la oportunidad de ser parte de esta gran institución, a todo el personal académico de la facultad ya que sin su dedicación, conocimientos y experiencia no hubiera logrado mi formación personal y profesional.

A mis padres, hermanos, abuelos, tíos y primos quienes siempre me dieron consejos y aliento para seguir adelante, lograron la formación de una persona recta y responsable.

A mis sobrinos Daniel y María Fernanda, espero que esto sirva de ejemplo para ellos, los quiero mucho, sigan adelante con sus ideales.

A mis asesores, Dr. Benito López Baños, Dr. Armando Enrique Esperón Sumano, quienes admiro, respeto y agradezco, la paciencia, el apoyo, su profesionalismo y ayuda para la elaboración de este trabajo. Gracias por creer en mí.

A mis grandes amigos de la infancia Octavio y Luis quienes siempre me dieron apoyo incondicional y sincero gracias por estar ahí cuando los necesite.

A todos mis compañeros de generación ya que convivimos mucho tiempo en nuestra formación, en especial a Javier López Victoriano y el clan de los indeseables, por brindarme ayuda, gracias por sus muestras de cariño y amistad.

A Tatiana, Haydee, a mi tocayo Víctor Hugo Velásquez Andrade, por creer que soy capaz de culminar mis metas, se los agradezco.

Al propietario del rancho "La Victoria" Sr. Gregorio Cabrera Bernat por el apoyo brindado para la realización de este trabajo.

Por último pero no menos importante para Ana Ruth Rangel Alonso ya que siempre ha estado a mi lado en muchos momentos difíciles de mi vida, por tu paciencia y cariño, gracias, te amo y te quiero mucho, eres parte de todo esto.

ÍNDICE

	Página
Resumen	
-----	1
Introducción	
-----	2
Hipótesis	
-----	17
Objetivo	
-----	18
Material y Métodos	
-----	19
Resultados	
-----	24
Discusión	
-----	34
Conclusión	
-----	38
Bibliografía	
-----	39

RESUMEN

Este trabajo tiene como objetivo modelar la curva de lactancia y estimar la producción total de leche de la raza Tauríndicus con la ecuación de Wood. A partir de reportes semanales obtenidos en la sala de ordeño del rancho "La Victoria" ubicado en el municipio de la Libertad del estado de Chiapas. Se utilizaron vacas con lactancias de más de 200 días en producción, con sistema de 2 ordeños por día, con potreros sembrados en su totalidad con Brizanta (*Brachiaria brizantha*), se le suministró a cada vaca 1 kg. de concentrado comercial por cada 3 litros de leche producida y 20-50 gr. de sales minerales, los cuales fueron distribuidos en las dos ordeñas, siendo un total de 106 animales, de los cuales, 17 corresponden a vacas del primer, 16 del segundo, 8 del tercer, 4 del cuarto, 19 del quinto, 23 del sexto, 17 del séptimo, 1 de octavo y 1 de noveno parto, dividiendo estos datos por lactancia 1, 2, 3 y 4, 5, 6, 7 y más. Con estos datos se estimaron los parámetros del modelo de Wood (función gamma incompleta): a, b y c, vinculados con el inicio de la producción, línea ascendente y fase descendente de la curva ó también denominado persistencia, respectivamente. Dicha información fue analizada con el programa de cómputo Statistical Analysis System, mediante la orden NLIN. Los resultados de los parámetros a, b y c fueron: 9.263, 0.1309 y 0.0262 respectivamente. Calculando también las variables: Producción de Leche Total de 3142.7 kg, Producción Diaria de Leche 10.2 kg, Días al Pico 49 días, Pico Máximo 12.6 kg y Factor de Persistencia 7 kg. Se observó que el modelo de Wood, resultó ser muy consistente ya que en todas las lactancias se obtuvieron parámetros y formas características de la curva, lo que explica que no se hayan encontrado diferencias significativas a lo descrito por diferentes investigadores.

INTRODUCCIÓN

Antes de la llegada de los españoles a México los indígenas prácticamente carecían de animales domésticos, durante los siglos XVI y finales del siglo XIX, se inicia la ganadería con la introducción de los primeros bovinos en las haciendas, estos animales fueron destinados a la producción de carne y de leche para el consumo interno. A principios del siglo XX la producción de leche comienza a tener incremento gracias a la importación de ganado bovino de razas lecheras (SAGARPA. 1990-2000).

La necesidad biológica de producción de leche para alimentar a las crías, ha sido aprovechada por el hombre quien con la implementación de conocimientos de genética, fisiología y nutrición, logrando desarrollar ganado lechero con producción en cantidades superiores a la necesaria para satisfacer la demanda del becerro, haciendo de la leche un producto complementario en la dieta del humano (Pérez, 1986).

En la nutrición humana, especialmente en la población infantil, la leche es un producto de gran importancia económica. México tiene el grave problema de producir leche en cantidad suficiente y cubrir necesidades alimenticias presentes y futuras de su población. Debido al bajo nivel productivo de las explotaciones, por el desequilibrio de la producción lechera al verse entorpecida por factores nutricionales, factores macro y micro ambientales los cuales tienen influencia fisiológica sobre la lactancia (López, 1995; Colín, 1984; Apodaca, *et al*; 2004).

La producción de leche nacional se ha desarrollado en condiciones muy heterogéneas desde el punto de vista tecnológico, agroecológico y socioeconómico. La producción de leche se realiza en sistemas que van desde el tecnificado hasta los de subsistencia en una misma región, distinguiéndose de forma general cuatro sistemas productivos que participan en la producción nacional: especializado (50%), semiespecializado (21%), de doble propósito (20%), familiar o de traspatio (9%). Estos sistemas se desarrollan en las tres principales regiones ecológicas ganaderas del país (templado, árido, tropical) (SAGARPA, 1990-2000).

La región templada comprende los estados de Aguascalientes, Distrito Federal, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, México, Michoacán, Morelos, Puebla, Querétaro y Tlaxcala. Es la zona más importante en cuanto a producción de leche. La región árida incluye los estados de Baja California, Baja California sur, Coahuila, Chihuahua, Durango, Nuevo León, Zacatecas, Sonora, parte de San Luis Potosí y Tamaulipas. En la región tropical se ubican los estados de Campeche, Colima, Chiapas, Guerrero, Nayarit, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Veracruz y Yucatán (SAGARPA 1990-2000).

Con los avances alcanzados en la tecnificación de la producción lechera, la aplicación de técnicas de manejo de ganado con mejores características productivas y el equipamiento de las explotaciones, permitió el crecimiento de la producción de leche de bovino. En paralelo a lo anterior, otro factor determinante en el desempeño de la ganadería lechera nacional fue una reducción en la incorporación de reemplazos, muchos de ellos de importación,

por el cierre de la frontera al ganado canadiense desde el primer semestre del año 2003 y de los Estados Unidos en el año 2004 (SAGARPA, 2005).

En cuanto a la producción de leche de bovino en México se concentra en 10 entidades federativas, Ver Figura 1. Aportando en conjunto un 77.5% de la producción total nacional (SAGARPA, 2009).

Figura 1.- Principales estados productores de leche en México 2008.

Estado	Porcentaje
Jalisco	17.5
Coahuila	12.8
Durango	9.8
Chihuahua	8.7
Veracruz	6.6
Guanajuato	6.4
México	4.4
Hidalgo	4.3
Aguascalientes	3.5
Chiapas	3.5
Los demás	22.5

Tomado de: Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera

(SIAP), SAGARPA.2009

Por otro lado la producción mundial de leche de vaca se concentra en pocos bloques de naciones, como son la Unión Europea que está conformada por 27 países: Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, España, Rumania, Países Bajos, Polonia, Portugal, Grecia, Republica Checa, Bélgica, Hungría, Suecia, Austria, Bulgaria, Dinamarca, Eslovenia, Finlandia, Irlanda, Lituania, Letonia, Eslovaquia, Estonia, Chipre, Luxemburgo y Malta. Dichas naciones aportan el 30.4%, Rusia el 7.4%, Estados Unidos con el 19.3% de la producción mundial, la India con el 10.2%, Brasil 6.8%, China con aporte de 8.7%. En el caso de México su aportación a la producción total mundial fue del 2.5% en el año 2009, ver Figura 2 (SAGARPA, 2009).

Figura 2.- Principales productores mundiales de leche de bovino.

País	Producción mundial en porcentaje
Unión Europea*	30.4
Estados Unidos	19.3
India	10.2
Rusia	7.4
Brasil	6.8
China	8.7
Nueva Zelanda	3.7
Ucrania	2.3
Australia	2.2
México	2.5
Argentina	2.3
Japón	1.8
Canadá	1.8
Los demás	0.6

*Incluye la información de los 27 países miembros de la unión europea Tomado de:
 Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera
 (SIAP), SAGARPA. 2009.

México al igual que muchos países del orbe tiene un gran reto para desarrollar la producción de leche en el trópico, ya que tiene deficiencias para proveer del producto al total de su población, por esta razón es uno de los principales países importadores de leche entera y leche en polvo, mismas, que representan el 25.5% del flujo mundial en el año 2009 (SAGARPA, 2009).

En el trópico las explotaciones lecheras presentan elementos que determinan un bajo nivel productivo, tales como, la calidad genética del hato, la alimentación, el manejo, el clima, el grado tecnológico entre otros. Incrementando el número de animales en ordeño y aumentando la producción individual con ayuda de avances tecnológicos para mejorar las condiciones de explotación de ganado lechero, son alternativas para mejorar la producción de leche de un país con regiones tropicales (López, 1995).

CURVA DE LACTANCIA

La curva de lactancia es un resumen conciso de los patrones de producción de leche, determinados por la eficiencia biológica de una vaca. Los parámetros que caracterizan la curva de lactancia son: el nivel de producción inicial, el tiempo requerido para alcanzar la producción máxima o pico, la persistencia o el nivel que se mantiene la producción y la longitud de la lactancia, como se puede observar en la figura 1 (Quintero, 2007).

El periodo de lactación inicia con la producción de calostro un poco antes del parto, para que el ternero pueda empezar a alimentarse casi inmediatamente después de su nacimiento. Continuando con la producción de leche durante unos 305 días (10 meses) aproximadamente. Durante este periodo la

producción láctea de una vaca va disminuyendo entre unas 6 a 9 semanas después del parto hasta anularse totalmente (Manual Alfa Laval, 1990).

Colín en 1984, describe la curva de lactancia como una función del tiempo después del parto, el nivel general de producción, el pico de la curva y la velocidad de declive. Evaluando la producción lechera del ganado especializado es necesario utilizar la duración de la lactancia ajustada a 305 días, que es la duración óptima de una lactancia de 10 meses, con esto, la vaca puede producir un ternero año con año y descansar 2 meses entre cada ciclo de lactación. En ganado de doble propósito en el trópico, no se realiza dicho ajuste, debido a que estas razas no tienen la capacidad de mantener una lactancia durante los 10 meses, por esta causa, la producción corresponde al total de leche obtenida en el periodo de lactación de la vaca, ver Figura 3 (Lugo, 2005).

Algunos autores para explicar la curva de lactancia la dividen en cuatro periodos:

- Lactación temprana: Esta corresponde desde el parto hasta el inicio del declive después del pico máximo (12 semanas aproximadamente).
- Lactación media: cubre la fase del declive gradual en el rendimiento (12- 30 semanas).
- Lactación tardía: Inicia durante el tiempo de la pendiente de declive de la curva hasta el término de esta (5-6 mes de gestación, 30-44 semanas).

- Periodo seco: Este dura en promedio 60 días (Colín, 1984; Lugo, 2005; Quintero, 2007).

En 1995 López describe la curva de lactancia por cierto número de parámetros como:

- Duración de la lactación: Es el intervalo entre el tiempo del parto y el periodo seco.
- Producción total: Obtenida por la acumulación de leche diaria durante una lactancia.
- Producción inicial: Es la media de producción del 4^o, 5^o y 6^o día de lactación.
- Producción diaria máxima y fecha de máxima producción (pico máximo y días al pico): Estos son elementos que se utilizan en un modelo matemático de ajuste de la curva de lactancia, donde la producción diaria máxima, es el promedio de los tres días de producción más elevados o es el valor más elevado de las medias semanales.
- Ritmo de crecimiento de la fase ascendente: Es la tangente del ángulo "a" de la curva de lactación y es caracterizada por la diferencia entre la producción diaria máxima y la producción inicial.
- Persistencia de la producción en fase decreciente: Es el descenso de la producción sobre un intervalo de tiempo (López, 1995).

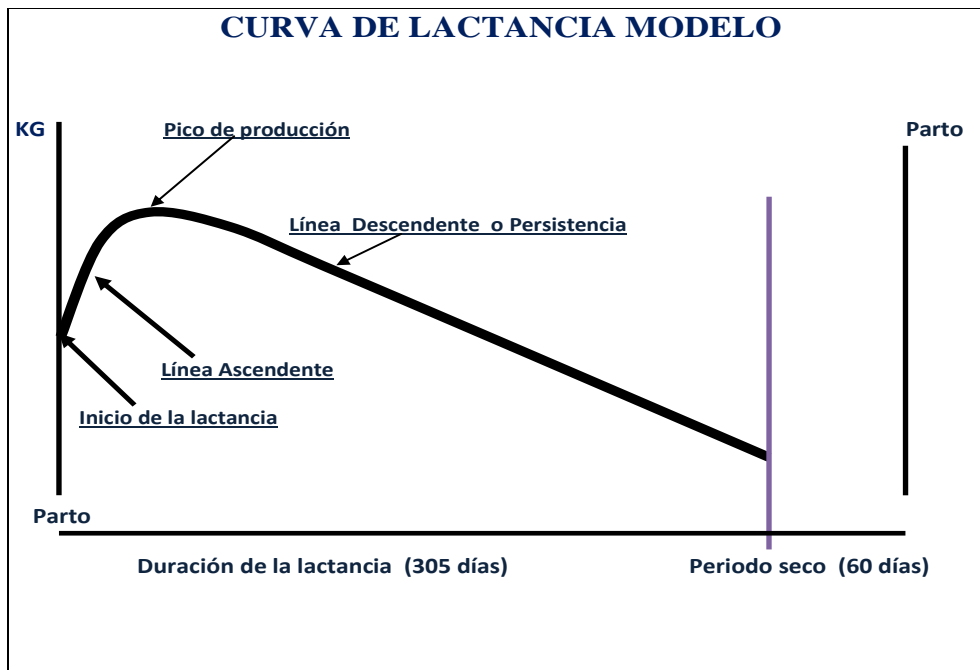


Figura 3. Curva típica de lactancia:

Esta curva es definida por el intervalo de tiempo entre el parto y el periodo seco ajustado a 305 días, los periodos de la curva son: línea ascendente indica la producción inicial, producción máxima ó pico máximo, línea descendente ó persistencia) y periodo seco (60 días).

Tomado de: Maselin et al.1987 y modificado por Mora 2010.

Después del parto la producción de leche se incrementa hasta alcanzar la máxima producción (pico de lactancia) entre las 3 y 6 semanas, si el pico de producción no se presenta en este periodo indica de que el animal ha tenido deficiencias en su alimentación, o estuvo enfermo en la lactancia temprana (las primeras 5 semanas posteriores al parto (Lugo, 2005).

La variación en el tiempo para alcanzar el pico de lactancia está influenciada por el nivel de producción de las vacas, el cual se presenta usualmente más temprano en vacas de menor capacidad productiva y más tarde en vacas de mayor capacidad lechera. El nivel de producción en el pico de lactancia depende fundamentalmente de la condición corporal al parto, de su capacidad genética para producción de leche y al régimen nutricional. Existe una estrecha relación entre el pico máximo y la producción total durante el periodo de lactancia. Después del pico de la lactancia la producción declina progresivamente hasta que la vaca llega al periodo seco (Lugo, 2005).

En el trópico húmedo los factores climáticos tienen gran influencia sobre la producción de leche en forma directa e indirecta como: el estrés climático sobre el animal, la producción de forraje de calidad como su disponibilidad durante el año, estos factores pueden tener influencia fisiológica sobre la lactancia, modificando la forma típica de producción de leche (Apodaca *et al*; 2004).

TAURÍNDICUS

El primer lote de ganado Tauríndicus en México fue importado de Australia en el año de 1996, con el nombre de raza AFS (Australian Friesian Sahiwal), con porcentaje de sangre de 50 de Holstein y 50 de Sahiwal el cual es un cebuino de origen paquistaní-malayo, animal de talla chica pero muy productor de leche.

Actualmente el principal exportador de esta raza sintética es Nueva Zelanda. País que ha nombrado a esta raza como Tauríndicus, la cual tiene reconocimiento internacional por asociaciones como la CLGA (Canadian Livestock Genetics Association) y la NAAB (National Association of Animals Breeders) de los Estados Unidos de Norteamérica, y la principal característica de esta raza sintética es el diferente porcentaje de sangre del cruzamiento Sahiwal-Holstein, la más conocida en México es la 37.5 (3/8) y 62.5 (5/8) respectivamente. Para Nueva Zelanda era importante una raza así porque allá se produce la leche a base de pasto, "un forraje de muy buena calidad y fertilizado según las partes por millón que requiere el zacate en cada momento específico; nuestros sistemas en Tabasco son muy similares en cuanto a producir leche con forraje y un apoyo de concentrado" (Martínez *et al*, 2004, Anónimo, 2005).

En el municipio de Balancán, Tabasco, donde predomina el clima tropical húmedo, se realizó un trabajo donde se midieron 44 lactancias de 22 vacas Tauríndicus manejadas en pastoreo, adicionándoles 3 kilos de concentrado al día. Los promedios obtenidos fueron de 261 días y 2,740 kg de leche por lactancia, es decir, un promedio de 10.5 litros diarios, que "para el trópico húmedo de Tabasco es muy buen promedio" (Martínez *et al*, 2004).

Después de lograr establecer esta raza sintética en el país se creó en Mayo del año 2003, la Asociación Mexicana de criadores de ganado Tauríndicus con sede en la ciudad de Villahermosa, Tabasco. La cual fue dirigida por el Sr. Cesar Fernández Díaz quien ha sido entre otros, de los principales promotores de la raza Tauríndicus (SAGARPA, 2008; Anónimo, 2005).

Figura 4. Vaca de la raza Tauríndicus en potreros del rancho "La Victoria."



Tomado de: www.rancholavictoria.com

Figura 5. Vaca de primer parto de la raza Tauríndicus del rancho "La Victoria."



Tomado de: www.rancholavictoria.com

En las figuras 4 y 5 se muestran fotos de la vaca de la raza Tauríndicus en las instalaciones del rancho "La Victoria".

MODELO DE WOOD

La evolución de la producción láctea desde el parto hasta el periodo seco puede ser representada gráficamente por la curva de lactancia, la cual a su vez, puede describirse con una función matemática extremadamente compleja y sujeta a influencias, tanto genéticas como ambientales. Esto implica tener cuidado al emplearla para evitar interpretaciones erróneas (Quintero, 2007).

Por otro lado, los modelos estimados a partir de los registros de producción podrían ser empleados para predecir la producción de leche futura de un individuo o de un hato con el propósito de descartar o mantener un pie de cría (Quintero, 2007).

A menudo se usan descripciones algebraicas de la curva de lactancia para una variedad de propósitos, entre los cuales se pueden citar: pronóstico de la producción total a partir de muestras parciales, planificación del hato con la ayuda de la predicción confiable de la producción, selección a partir del conocimiento de las relaciones entre las diferentes partes de la curva, entre otros. Varios investigadores de diversos países se han dado a la tarea de estudiar modelos matemáticos para representar el comportamiento de la curva de lactancia para animales altamente productores como aquellos con mediana y baja producción englobando los hatos lecheros tropicales. Por lo tanto es importante encontrar en cada medio de producción la función matemática que mejor describa la curva de lactancia de los animales (Quintero, 2007, López, 1995).

El uso de modelos matemáticos, tanto mecánicos como empíricos, ha permitido conocer las curvas de lactancia de animales domésticos en diferentes sistemas de producción lechera. Sin embargo, no todos los modelos matemáticos se adecúan a una curva de lactancia típica, con sus respectivas fases secuenciales de producción ascendente, máxima y descendente (Quintero, 2007).

Un modelo adecuado sería aquel que permita predecir la producción máxima y el lapso requerido para que esta ocurra. Asimismo, los parámetros de un modelo adecuado de la curva de lactancia deben reflejar las influencias de factores genéticos, fisiológicos, productivos, ambientales, y sus interacciones (Quintero, 2007).

En el año 1967 Wood planteo un modelo algebraico llamado función gama incompleta el cual explica de forma completa la curva de lactancia. Este modelo es el que mayor aceptación ha tenido para el estudio de ganado lechero en el trópico (López, 1995, Lugo, 2005).

El modelo de Wood está representado por la ecuación matemática siguiente:

$$PL(t) = at^b e^{-ct}$$

Donde:

PL (t), es la producción láctea (kg.) en el tiempo t.

e, es la base del logaritmo neperiano (2.718282)

a, b, c = son parámetros del modelo

En esta expresión la función potencia " t^b " permitió integrar la fase ascendente de la lactación y el término exponencial " e^{-ct} " la fase decreciente. Los parámetros **b**, **c** son los índices de intensidad de crecimiento y decremento de la producción de leche respectivamente y como "factor de forma de la curva" a la función " $t^b \cdot e^{-ct}$ ", el parámetro **a** queda asociado al nivel de producción promedio del inicio de lactación. (López, 1995, Lugo, 2005).

Se calculó la fecha del pico de producción (López, 1995; Wood, 1967):

$$T_{\max.} = b/c$$

Producción máxima de leche:

$$PL_{\max.} = a (b/c)^b e^{-b}$$

Factor de persistencia:

$$S = -(b+1) \ln(c)$$

Este modelo ha sido ampliamente utilizado para la curva de lactancia de ganado lechero, se ajusta bien a los datos de producción de leche, predice mejor los datos reales durante la lactancia temprana y tardía, y predice con menor precisión los datos durante la lactancia media (Quintero, 2007).

HIPÓTESIS

Con la estimación de los parámetros de la función gama incompleta, a partir de pesajes semanales se puede predecir la producción total de las lactancias de la raza Tauríndicus.

OBJETIVO

Modelar la curva de lactancia y estimar la producción total de leche de la raza Tauríndicus a partir de la ecuación de Wood (función gama incompleta) usando reportes semanales en vacas del rancho "La Victoria" ubicado en el municipio de La Libertad Chiapas. México.

MATERIAL Y METODOS

Para la elaboración de este trabajo se utilizaron los reportes de los pesajes semanales de leche de las vacas Tauríndicus del rancho "La Victoria" ubicado en el municipio de la Libertad Chiapas, dicho municipio forma parte de los 112 municipios que integran el estado. Chiapas como se puede ver en la Figura 6, se encuentra ubicado en el sureste del territorio nacional, colinda al norte con Tabasco; al este con Guatemala; al sur con Guatemala y el océano pacífico; al oeste con el océano pacífico, Oaxaca y Veracruz. Cuenta con una temperatura media anual de 28°C, su precipitación pluvial anual es de 3000 a 2000 mm, la altitud oscila entre 520 y 600 metros sobre el nivel del mar (INEGI. 2010).

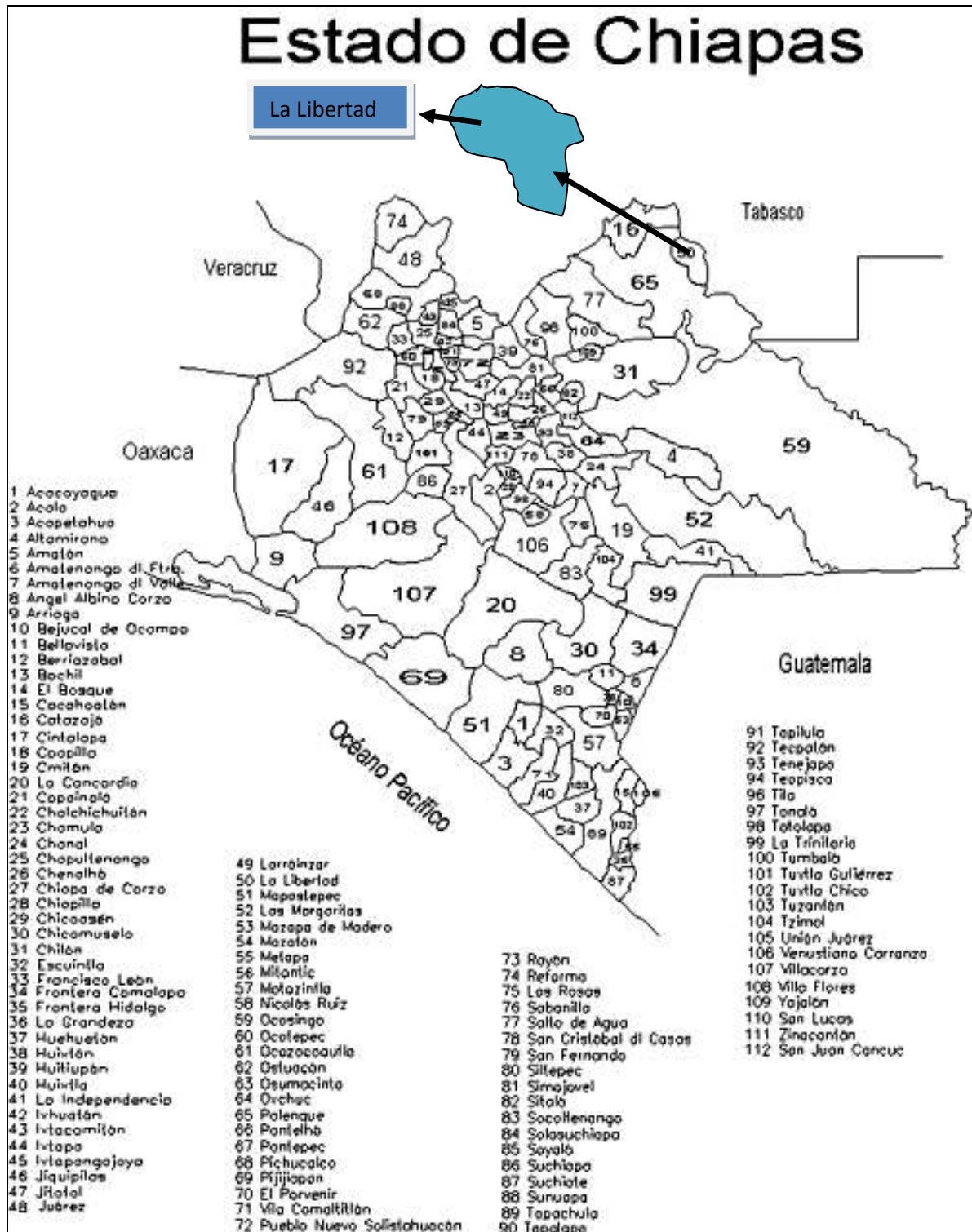
El rancho "La Victoria" cuenta con una superficie de 160 hectáreas de las cuales 25 son destinadas para 120 animales de la raza Tauríndicus, realizando un manejo rotacional para obtener una óptima utilización de los pastos, se divide en 21 potreros sembrados en su totalidad con Brizanta (*Brachiaria brizantha*) cada uno se divide con cerco eléctrico y cuentan con riego artificial que es utilizado en la época de seca para brindarle al ganado forraje suficiente en este periodo difícil causado por los factores ambientales.

En cuanto al manejo de las crías de reemplazo al entrar la vaca en producción el becerro solo mamaba el residual de leche y se mantenía en corral con alimento comercial etapa pre iniciador con 19 % de proteína cruda y 2.9

Mcal/kg MS de energía metabolizable, zacate seco Brizanta, sales minerales comerciales a base de melaza, calcio, fosforo, selenio, hierro y vitaminas ADE y agua adicionada con microorganismos específicos, a libre acceso, realizando destete a los 4 meses, posteriormente se mantienen en potrero de los 4 meses a 7 meses suministrándole zacate seco Brizanta, sales minerales comerciales a base de melaza, calcio, fosforo, selenio, hierro y vitaminas ADE y agua adicionada con microorganismos específicos, todo esto a libre acceso, 1 kg por animal de alimento comercial etapa iniciador con 19 % proteína cruda y 2.90 Mcal/kg de energía metabolizable, de los 7 meses de edad en adelante los machos pasan al lote de engorda para su venta como pie de cría y las hembras al lote de reemplazos, al llegar a los 250 kg de peso pasan al lote de empadre.

Los reportes de los pesajes semanales de leche de las vacas Tauríndicus fueron tomados durante los años 2006, 2007 y parte del año 2008 en la sala de ordeño automatizada del rancho "La Victoria" la cual cuenta con 4 mangas de ordeño a nivel de suelo, donde realizan 2 ordeñas por día. Durante la mañana y la tarde, se le suministró a cada vaca 1 kg de concentrado comercial el cual contiene 18% de proteína cruda, energía metabolizable de 2.9 mcal/kg, por cada 3 litros de leche producida, los cuales, se distribuyen en las dos ordeñas. Durante la ordeña y junto con el concentrado se le suministró 20- 50 gr de sales minerales comerciales a base de melaza, calcio, fosforo, selenio, hierro y vitaminas ADE.

Figura 6. Mapa del estado de Chiapas donde sobresale el municipio de La Libertad, ubicación del rancho "La Victoria".



Tomado de: www.chiapaspictures.com/.../normal_municipio.jpg

Figura 7. Potreros del rancho "La Victoria" sembrados con Brizanta (*Brachiaria brizantha*) con riego artificial.



Tomado de: www.rancholavictoria.com

En la figura 7 se observan los potreros del rancho "La Victoria" los cuales están sembrados en su totalidad con Brizanta (*Brachiaria brizantha*), destinados para las vacas Tauríndicus. Estos potreros cuentan con sistema de riego artificial el cual funciona en la época de seca.

Para estimar los parámetros del Modelo de Wood (función gama incompleta) se utilizó la ecuación matemática siguiente:

$$PL(t) = at^b e^{-ct}$$

Donde:

PL (t), es la producción láctea (kg.) en el tiempo t.

e, es la base del logaritmo neperiano (2.718282)

a, b, c = son parámetros del modelo

Se calculó la fecha del pico de producción (López, 1995; Wood, 1967):

$$\mathbf{T_{max.} = b/c}$$

Producción máxima de leche:

$$\mathbf{PL_{max.} = a (b/c)^b e^{-b}}$$

Factor de persistencia:

$$\mathbf{S = -(b+1) Ln(c)}$$

El total de 106 lactancias, se agruparon en: lactancia 1, 2, 3 y 4, 5, 6 y 7 y más, donde el grupo lactancia 1 se utilizó información de 17 animales, para la lactancia 2, 16 animales, lactancia 3 y 4, 12 animales, lactancia 5, 19 animales, lactancia 6, 23 animales y lactancia 7 y más, 19 animales. El análisis de la información se realizó con el programa de cómputo Statistical Analysis System (S.A.S.), Mediante la orden NLIN.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se presentan los resultados obtenidos de los parámetros de la ecuación gamma incompleta del modelo de Wood: (**a**, **b** y **c**), así como las variables Producción de Leche Total (PLT), Producción Diaria de Leche (PDL), Días al Pico, Pico Máximo y Factor de Persistencia.

En la lactancia 1 los resultados de los parámetros fueron para "a" 6.8153, "b" 0.2072, "c" 0.0043, PLT de 2742.4 kg, PDL 8.9 kg, Días al Pico 64, Pico Máximo 11.0 kg y Factor de Persistencia 6.8 kg.

Para la lactancia 2 se obtuvo para "a" 10,0108, "b" 0,1014, "c" 0.0029, PLT 3089.0 kg, PDL 10.0 kg, Días al Pico 35, Pico Máximo 12.3 kg y Factor de Persistencia 6.7 kg.

Los valores obtenidos para el grupo lactancia 3 y 4, son: para el parámetro "a" 9.5790, "b" 0.1022, "c" 0.0024, PLT 3340.2 kg, PDL 10.9 kg, Pico Máximo 12.7 kg, Factor de Persistencia 6.9 kg.

En la lactancia 5 los resultados son: para "a" 8.9741, "b" 0.1319, "c" 0.1319, PLT 2855.2 kg, PDL 9.3 kg, Días al Pico 37, Pico Máximo 12.1, Factor de Persistencia 6 kg.

Para la lactancia 6 se obtuvo para "a" 9.8087, "b" 0.1318, "c" 0.0035, PLT 3292.6 kg, PDL 10.7 kg, Días al pico 48, Pico Máximo 13.7 kg, Factor de Persistencia 7 kg.

Los valores obtenidos para el grupo de la lactancia 7 y más, son: "a" 10.2521, "b" 0.1309, "c" 0.0023, PLT 3142.7 kg, PDL 11.5, Días al Pico 51, Pico Máximo 13.4 kg, Factor de Persistencia 7 kg.

Cuadro 1. Promedios y Error Estándar (\pm) de los principales parámetros de la curva de lactancia de las vacas *Tauríndicus* del rancho "La Victoria" en el trópico húmedo de México.

Variables	# animales	# Lactancias					Total de lactancias	Promedio General
		1	2	3 y 4	5	6		
Parámetros de Wood	a	6,8153	10,0108	9,5790	8,9741	9,8087	10,2521	9,2630
	\pm	0,9161	0,8327	0,7462	0,5160	0,6187	0,7990	0,7270
	b	0,2072	0,1014	0,1022	0,1319	0,1328	0,1309	0,1309
	\pm	0,0499	0,0238	0,0146	0,0173	0,0219	0,0148	0,0237
	c	0,0043	0,0029	0,0024	0,1319	0,0035	0,0023	0,0262
\pm	0,0008	0,0005	0,0004	0,0006	0,0005	0,0003	0,0005	
PLT		2742,4	3089,0	3340,2	2855,2	3292,6	3142,7	3142,7
\pm		216,4	161,4	188,4	143,5	172,9	137,4	168,3
PDL		8,9	10,0	10,9	9,3	10,7	11,5	10,2
\pm		0,1789	0,1491	0,2000	0,2416	0,2785	0,2228	0,2175
DIAS AL PICO		64	35	61	37	48	51	49
\pm		13	6	23	10	9	7	10
PICO MAXIMO		11,0	12,3	12,7	12,1	13,7	13,4	12,6
\pm		0,7748	0,5267	0,7140	0,5188	0,8513	0,5634	0,6633
FACTOR DE PERSISTENCIA		6,8	6,7	6,9	6	7	7	7
\pm		0,2221	0,1709	0,3925	0,1997	0,1668	0,1582	0,2062

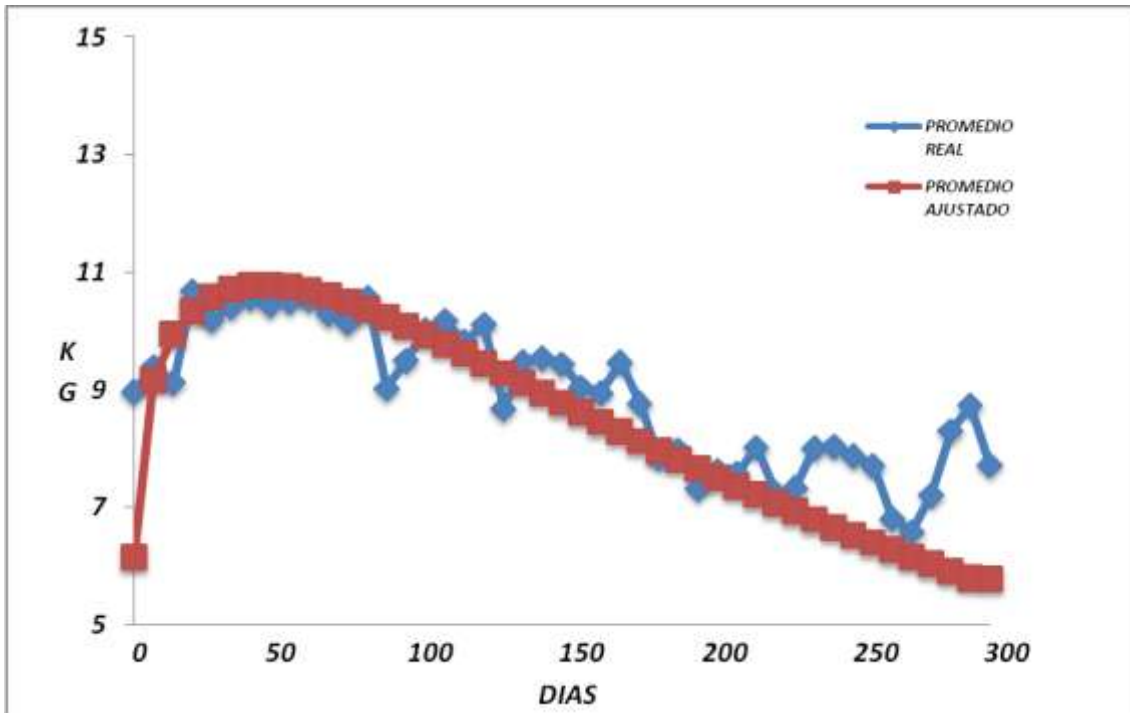


Gráfico 1. Curva de la lactancia 1 de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

El gráfico 1 muestra la curva de la lactancia 1 de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", donde se utilizaron 17 lactancias, se observan los promedios de los parámetros de la ecuación de Wood: "a" está variable se relaciona con el inicio de la producción, "b", es vinculado con la fase ascendente de la curva, esta variable se describe como el tiempo de crecimiento de la curva culminando con el día en que alcanza su pico máximo y "c", se asocia con la línea decreciente de la curva, también denominada como persistencia de la curva o decremento de la producción de leche. Se observa en el gráfico que el promedio real de leche y el promedio ajustado son similares y se apegan a las características de una curva de lactancia típica.

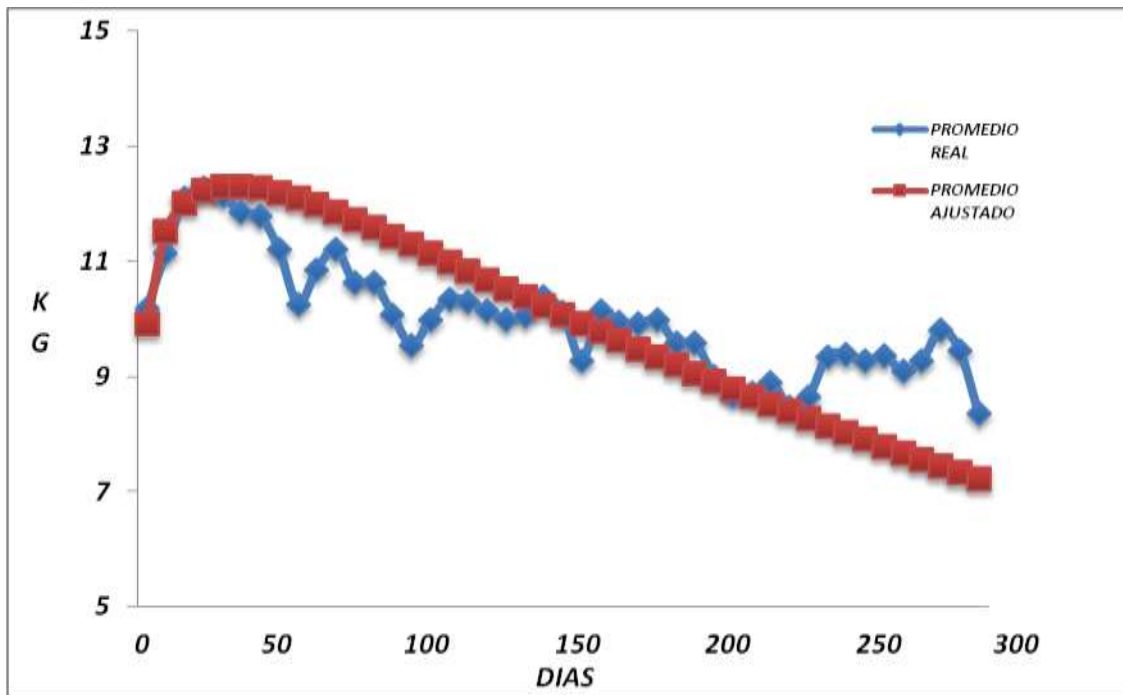


Gráfico 2. Curva de la lactancia 2 de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

El gráfico 2 modela la curva de la lactancia 2 de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", se observan los promedios de los parámetros de la ecuación de Wood: "a" ligado con el inicio de la producción, "b" relacionado con la fase ascendente de la curva y se describe como el tiempo de crecimiento de la curva culminando con el día en que alcanza su pico máximo y "c" vinculado con la línea descendente ó persistencia de la curva. El promedio real de leche y el promedio ajustado son similares ya que se apegan a las características de una curva de lactancia típica.

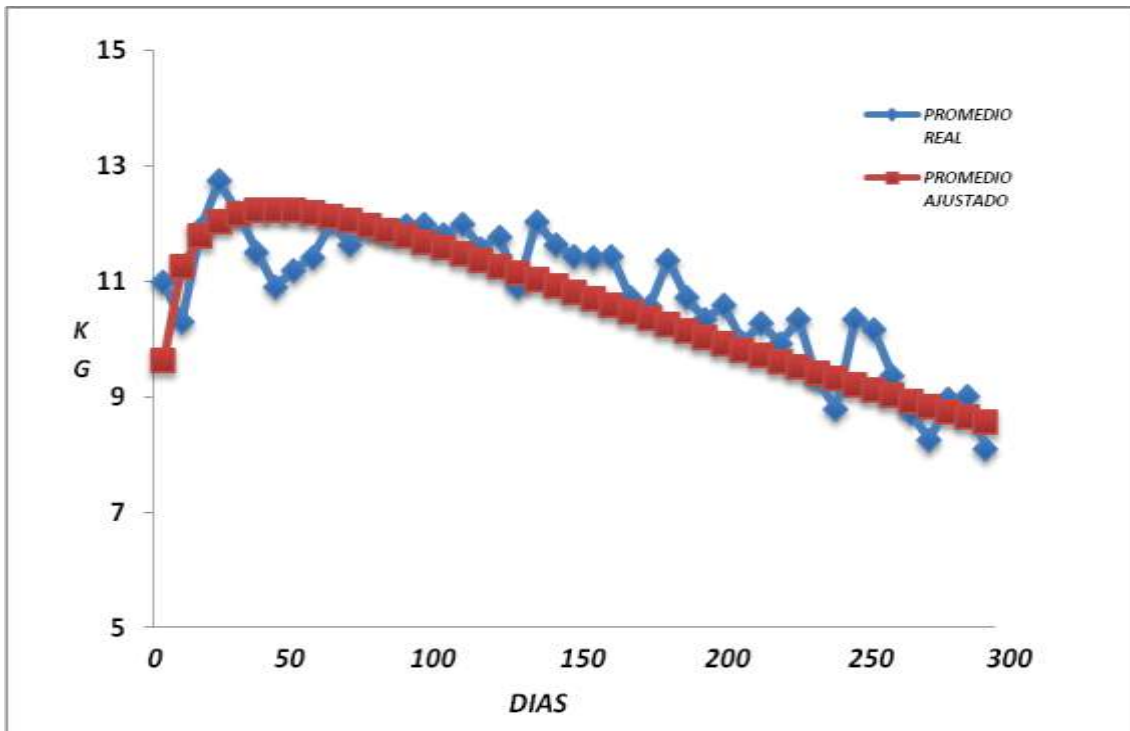


Gráfico 3. Curva de la lactancia 3 y 4 de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

La curva de la lactancia 3 y 4 de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", muestra los promedios de los parametros de Wood, en la cual: "a" se asocia con el inicio de la producción, "b" se vincula con la fase ascendente de la curva, esta variable se describe como el tiempo de crecimiento de la curva culminando con el día en que alcanza su pico de producción y "c" que refiere la linea descendiente de la curva, denominada como persistencia de la curva ó decremento de la producción. El promedio real de leche y el promedio ajustado son similares ya que se apegan a las características de una curva de lactancia típica, ver gráfico 3.

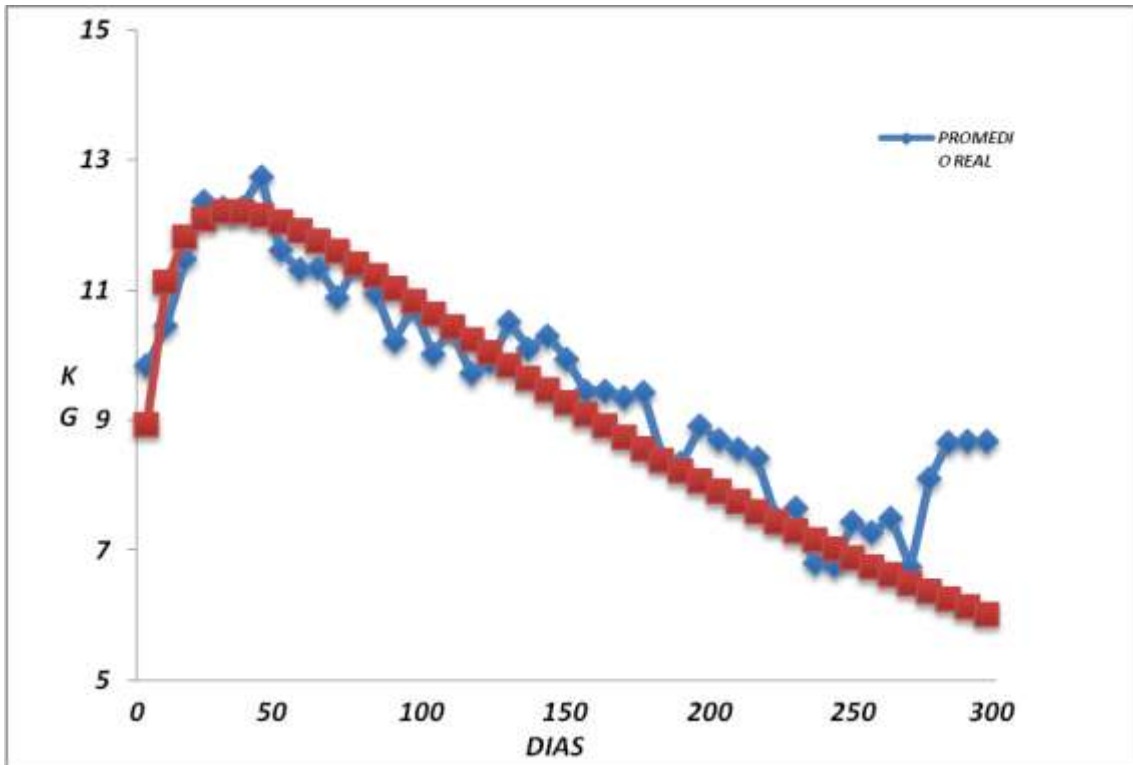


Gráfico 4 .Curva de la lactancia 5 de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

El gráfico 4 modela la curva de la lactancia 5 de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", observándose los parámetros de la ecuación de Wood: "a" al inicio de la producción, "b" ligado a la fase ascendente de la curva, esta variable se describe como el tiempo de crecimiento de la curva culminando con el día en que alcanza su pico máximo y "c" representa la línea decreciente de la curva, también denominada como persistencia de la curva ó decremento de la producción. Se observa en el gráfico 4 que el promedio real de leche y el promedio ajustado son similares ya que se apegan a las características de una curva de lactancia típica.

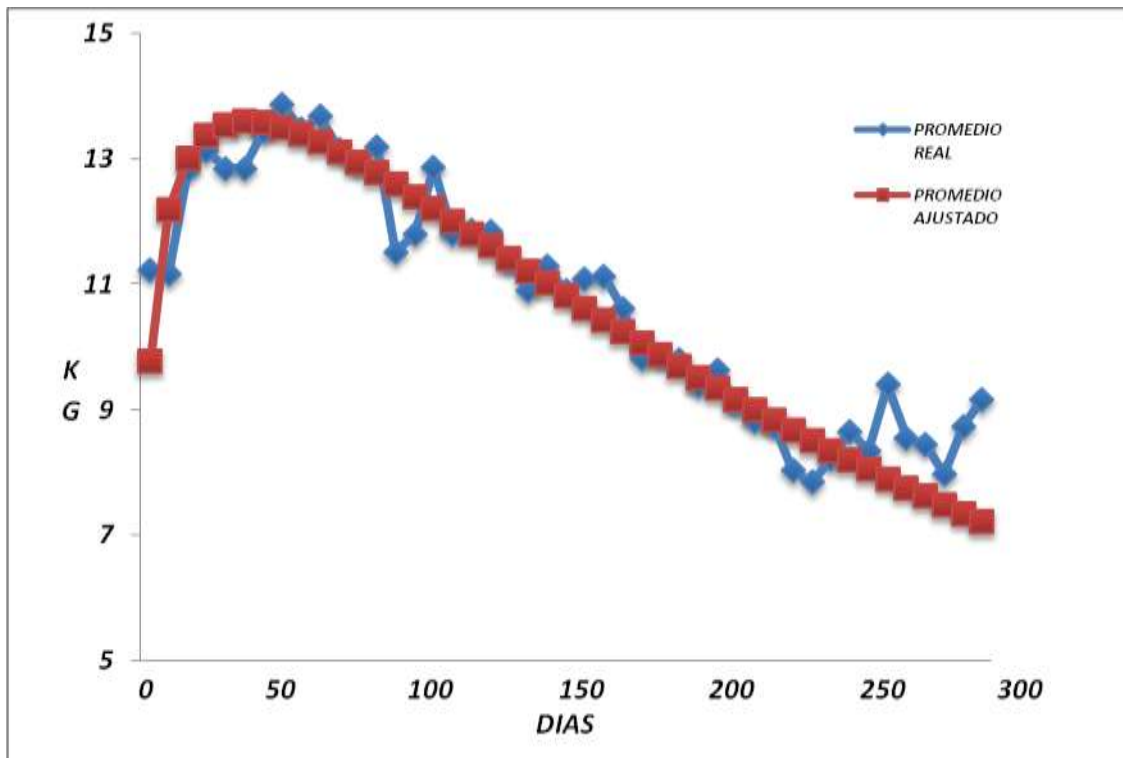


Gráfico 5 .Curva de la lactancia 6 de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

En el gráfico 5 se comparan el promedio real y el promedio ajustado de la lactancia 6 de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", los cuales son muy parecidos ya que cumplen con las características típicas de una curva de lactancia. Se observan los parámetros de la ecuación de Wood: "a" que está ligado al inicio de la lactancia, "b" relacionada con la fase ascendente de la curva, también conocida como el tiempo de crecimiento de la curva, culminando con el día en que alcanza su pico de producción y "c" se vincula con la línea descendiente de la curva ó persistencia de la curva.

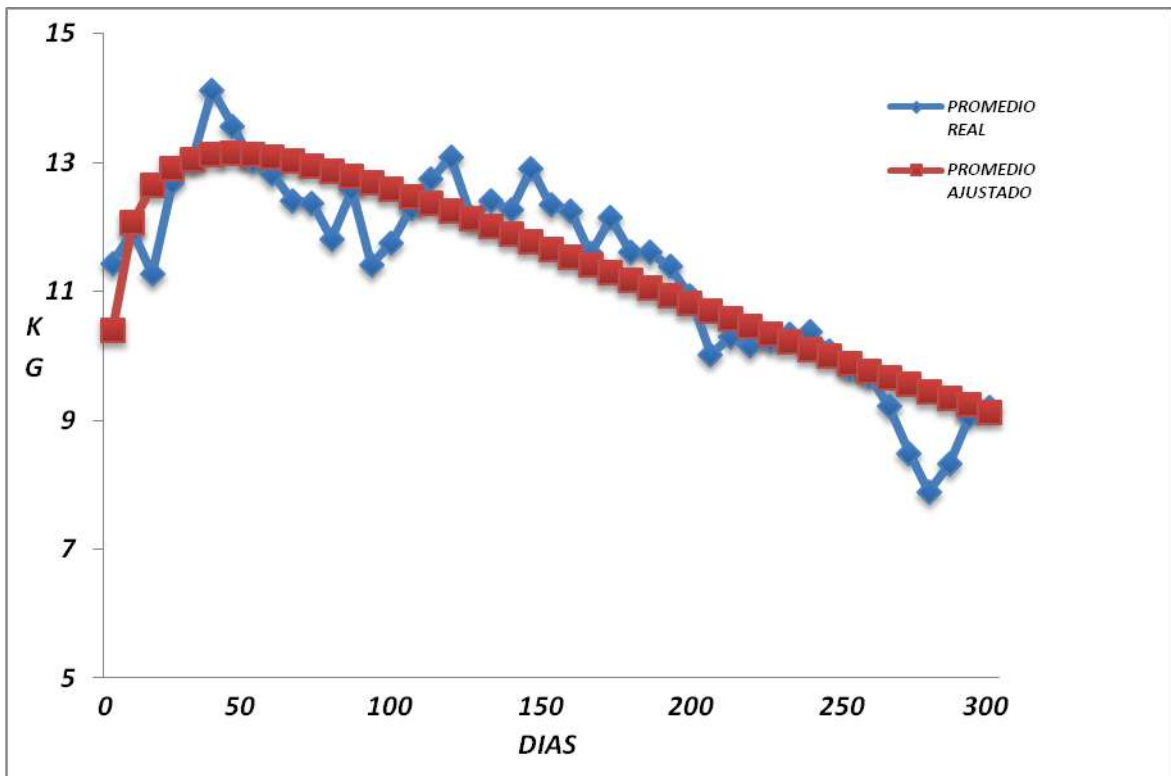


Gráfico 6. Curva de la lactancia 7 y más de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

El gráfico 6 muestra la curva de la lactancia 7 y más de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", en la cual, se observan los parámetros de la ecuación de Wood: "a" relacionado con el inicio de la lactancia, "b" ligado con la fase ascendente de la curva, esta variable se describe como el tiempo de crecimiento de la curva culminando con el día en que alcanza su pico máximo y "c" vinculado con la línea descendente de la curva, también denominada como persistencia de la curva o decremento de la producción. Se observa en el gráfico que el promedio real de leche y el promedio ajustado son similares ya que se apegan a las características de una curva de lactancia típica.

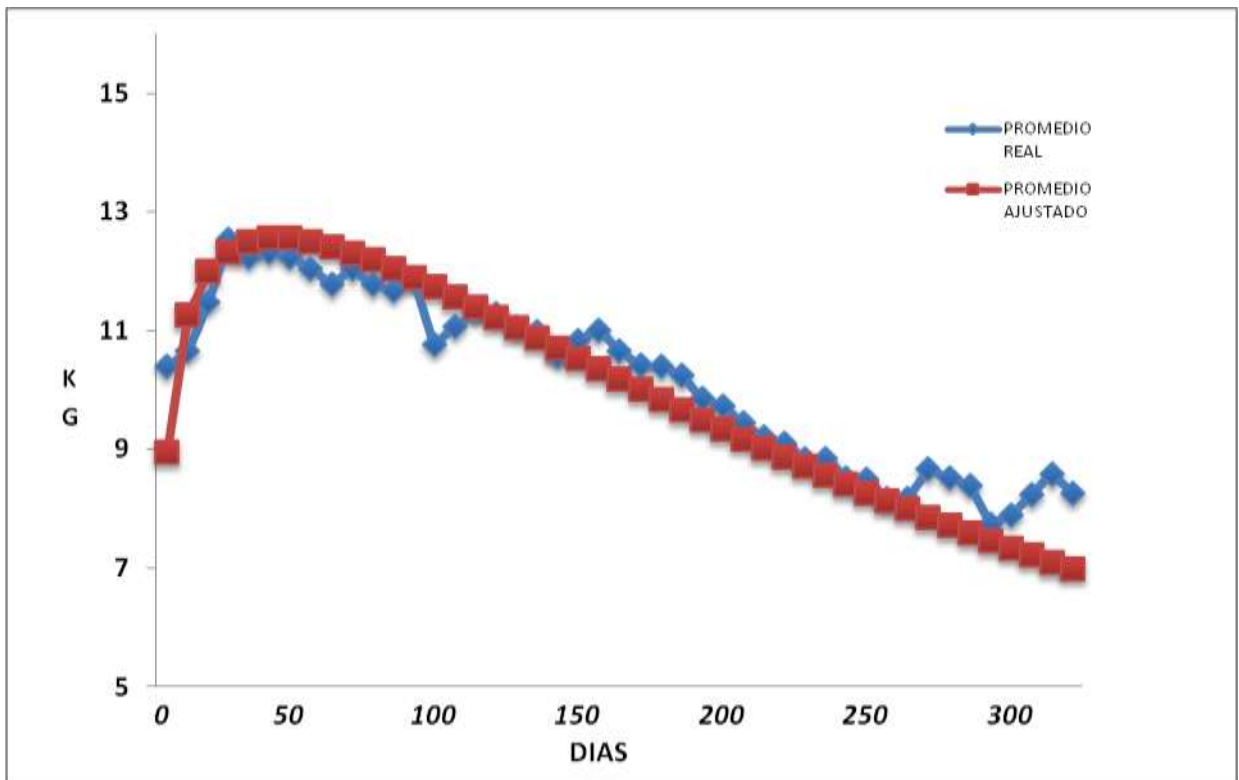


Gráfico 7. Curva de lactancia promedio general de la raza Tauríndicus ajustado a 305 días, en el rancho "La Victoria", La Libertad, Chiapas.

El gráfico 7 modela la curva de la lactancia promedio general de la vaca Tauríndicus del rancho "La Victoria", se observan los promedios de los parámetros de la ecuación de Wood: "a" ligado con el inicio de la lactancia, "b" relacionado con la fase ascendente de la curva y se describe como el tiempo de crecimiento de la curva culminando con el día en que alcanza su pico máximo de producción y "c" que se vincula con la línea descendente ó persistencia de la curva. El promedio real de leche y el promedio ajustado son similares ya que se apegan a las características de una curva de lactancia típica.

DISCUSIÓN

En el cuadro 3 se muestran los principales parámetros obtenidos en este trabajo, como se podrá ver los parámetros "a, b y c" que caracterizan la curva de lactancia usando el modelo de Wood fueron en promedio 9.263, 0.1309 y 0.0262 respectivamente. Estos parámetros generales fueron obtenidos como se puede observar en el mismo cuadro 3, utilizando los promedios ponderados de cada una de las lactancias evaluadas: 1, 2, 3 y 4, 5, 6, 7 y más, lo que puede considerarse como valores de referencia para esta raza al no existir en la literatura ninguna otra publicación al respecto.

El parámetro "a" en la primera lactancia fue el valor más bajo respecto a las demás lactancias, la lactancia 7 y más, tuvo el valor más alto, sin embargo, este parámetro aunque está relacionado con el inicio de la lactación no refleja por sí solo la producción total que puede tener una vaca, lo que hace indispensable considerar los parámetros "b y c" conjuntamente con "a" para apreciar la forma de la curva según Wood, 1967 y López, 1995, por lo tanto, para el parámetro "b" el valor más bajo se presentó en la lactancia 2, de 0.1014 y la lactancia 6 fue el valor más alto 0.1328 y para el parámetro "c" su valor más alto se presentó en la lactancia 5 con 0.1319 y su valor más bajo en la lactancia 7 y más 0.0023.

En las lactancias 3 y 4 se presentó el valor más alto para la variable Producción de Leche Total, indicando que esta es la lactancia donde se obtuvo mayor producción de leche.

El promedio de Producción Diaria de Leche más alto se dio en la lactancia 7 y más con 11.5 kg, lo cual para el trópico húmedo es un promedio aceptable. Los Días al Pico de la lactancia 1, fue el valor más alto para este parámetro indicándonos que en esta lactancia se prolongo más la línea ascendente de la curva.

En la variable Pico Máximo de la lactancia 6, se aprecia su nivel más alto con un promedio de 13.7 kg. Aunque la variable Días al Pico de esta lactancia no fue la más alta con 48 días, fue la lactancia donde se obtuvo la mayor producción en menor tiempo.

En la variable Factor de Persistencia tenemos el valor más alto en las lactancias 6 y 7 y más, con 7 kg pero no se refleja diferencia significativa con las demás lactancias. Lo que nos indica que la fase decreciente de la curva en todas las lactancias es muy parecida.

Para la lactancia 1, las variables Producción de Leche Total, Producción Diaria de Leche y Pico Máximo, se obtuvieron los valores más bajos y los Días al Pico, presentó el valor más alto de todas las lactancias.

Por otro lado el valor más alto para el parámetro PLT se dio en la lactancia 3 y 4, la PDL más alta se dio en la lactancia 7 y más, la variable Pico Máximo observamos el dato más elevado en la lactancia 6 y para el Factor de Persistencia resultó ser muy similar en todas las lactancias.

En la lactancia 5 en la mayoría de las variables presento un decremento esto se puede atribuir a factores ambientales, nutricionales y de manejo.

Estos valores podemos relacionarlos con los parámetros obtenidos por López en 1995 quien trabajó con vacas Holstein-Cebú en el trópico; quien reporta valores de 5.6396, 0.1998 y 0.0254 para los parámetros **a**, **b** y **c**. Osorio y Segura, 2004 quienes trabajaron con las razas Holstein x Cebu y Holstein x Sahiwal en el trópico, reportan para "a" 7.49 ± 0.304 , "b" 0.178 ± 0.011 y "c" 0.366 ± 0.018 , en la cruce Holstein x Cebu y para la cruce Holstein x Sahiwal, a: 6.70 ± 0.421 , b: 0.196 ± 0.016 y c: 0.364 ± 0.028 . Ambos autores reportan datos inferiores a lo obtenido en este trabajo para las vacas de la raza Tauríndicus. Lo que indica que esta raza es otra alternativa para la producción de leche en el trópico.

Las otras variables que son estimadas a partir de los parámetros **a**, **b** y **c**, que nos permiten una mejor comprensión del comportamiento de la vaca durante su lactancia son: Producción de Leche Total (PLT), Producción Diaria de Leche (PDL), Días al Pico días y Pico máximo, como Promedio General, Todo ello ajustado a 305 días.

Estos valores pueden ser comparados por los reportados por otros autores, así la PLT de este trabajo resulta ser semejante a lo reportado para la misma raza y el mismo parámetro por Martínez *et al*, 2004 de 2733.7 kg a los 261 días, pero superior a lo reportado por López en 1995, quien obtuvo 2266 kg para vacas de la cruce Holstein -Cebú.

Para la PDL otros autores como Martínez *et al*, 2006, quienes trabajaron con la modalidad de la raza Australiana AFS reportan promedios de 11.9 ± 4.4 lt, lo que al parecer resulta equiparable a los 10.2 kg de este trabajo. Sin embargo Martínez *et al*, 2004 reportan valores promedio de 10.5 kg, para la raza Tauríndicus.

Comparando los Días al Pico con Ossa *et al* , 1997 quien reporta para la crusa Holstein-Cebu 49 días en promedio, lo cual, resulta ser semejante a lo obtenido en este trabajo para el parámetro mencionado, así también, similar a lo reportado por Osorio y Segura en 2004 de 52 ± 2 días para el genotipo Holstein x Cebú pero diferente para el genotipo Holstein x Sahiwal con 61 ± 4 días que reporta este mismo autor.

El Pico Máximo descrito en este trabajo de 12.6 kg resulta ser semejante a lo reportado por Osorio y Segura, 2004 ya que manejan promedios de 11.9 ± 0.25 kg para el genotipo ($H \times C$) y superior para el genotipo ($H \times S$) 11.01 ± 0.36 kg.

Comparando este mismo parámetro con lo reportado por López, 1995 quien informa una producción de 13.0 ± 2.8 kg., lo cual, es similar al pico máximo obtenido en este trabajo.

Respecto al Factor de Persistencia reportado por Ossa *et al*, 1997 de 6,8 lt y lo notificado por Osorio y Segura, 2004 con valor para la vaca ($H \times C$) 6.76 lt y para la crusa ($H \times S$) de 6.93 lt, podría considerarse similar a lo que se obtuvo en este trabajo de 7kg.

CONCLUSIÓN

La ecuación de Wood usada para modelar las curvas de lactancias en este trabajo, como se puede observar en los distintos gráficos que se muestran, resulta ser muy consistente ya que en todas las lactancias se obtuvieron los parámetros y las figuras o formas características de la misma y que ya han sido reportadas por los distintos autores que la emplearon para describir dicha curva. Lo que hace suponer que esta raza puede ser una buena alternativa para producir leche en el trópico húmedo de México sobre todo si se respalda a dicha raza con un buen programa de mejoramiento genético.

Al estimar la curva de lactancia de la raza Tauríndicus a partir de pesajes semanales se pueden obtener los promedios de los parámetros de Wood y calculando la producción total de leche, producción diaria de leche, días al pico, pico máximo y factor de persistencia, se estima la producción futura de dicha raza.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALFA LAVAL. Manual de industrias lácteas. 2^{da} ED. Mundi-Prensa AMV Madrid. 1990.
2. ANÓNIMO. Ponencia de la Primera exposición de Tauríndicus: Base genética para una ganadería lechera, tropical, pujante y productiva. Revista Ganadero edición Noviembre-DICIEMBRE. 2005.
3. APODACA S. C. A, Rangel S.R, Ayala O. J, Armendáriz M. J, Ramírez F. E. Efecto de mes sobre la producción diaria de leche y su impacto sobre la curva de lactancia en el trópico húmedo. Memorias del XXVIII Congreso de Buiatría. Morelia, Michoacán del 11 de Agosto- 14 de Agosto 2004.
4. COLÍN T. W. Lactación de la vaca lechera. CECSA. México. D. F. 1984
5. http://www.chiapaspictures.com/.../normal_municipio.jpg. Consultado el 5 de marzo del 2010.
6. INEGI. Síntesis Geográfica, nomenclatura y anexo cartográfico del estado de Chiapas. México D.F. 2010. <http://www.inegi.org.mx>
7. LÓPEZ B. B. Estimación de parámetros genéticos que caracterizan el modelo matemático que mejor explica la curva de lactación en vacas F1 Holstein – Cebú en zona subtropical. Tesis. Maestría en Ciencias Pecuarias. Universidad de Colima. México. 1995.
8. LUGO B. L. A. Comparación de dos vías de estimación de los parámetros de la función y -incompleta para ajustar la curva de lactancia en ganado lechero. Tesis de Licenciatura Médico Veterinario Zootecnista. FES-Cuautitlán, UNAM. México. 2005.

9. MARTÍNEZ M. S, LÓPEZ B. B, ESPERÓN S. A. E, PÉREZ G. R. Algunos parámetros preliminares sobre el comportamiento productivo del ganado Tauríndicus en el trópico húmedo Mexicano. Memorias del XXVIII Congreso de Buiatría. Morelia, Michoacán del 11 de Agosto- 14 de Agosto 2004.
10. MARTÍNEZ T. J. J, AGUIRRE M. J. F, MARTÍNEZ P. G, TORRES H. G. Comportamiento productivo y reproductivo de tres genotipos Bovinos en el Sonosuco, Chiapas, México. Facultad de ciencias agrícolas, Universidad Autónoma de Chiapas, ² Programa de Ganadería, Colegio de Postgraduados, (UACH). Tapachula, Chiapas, México. Zootecnia Tropical, Vol. 24, No. 2, 2006, pp. 109-120.
11. MASSELIN S, SAUVANT D, CHAPOUTOT P, Milan D. Les modeles d'ajustement des courbes de lactation. Ann. Zootech.,36(2): 171- 206. 1987.
12. OSSA S. G, TORREGROZA S. L, ALVARADO L. Determinación de la curva de lactancia en vacas mestizas de un hato de doble propósito en la región Caribe de Colombia. Revista Corpoica. Vol. 2. No. 1. julio 1997.
13. OSORIO, A. M. M, SEGURA, C. J. C, Factores que Afectan la Curva de Lactancia de Vacas Bos taurus x Bos indicus en un Sistema de doble Propósito en el Trópico Húmedo de Tabasco. México. Técnicas, Pecuarias, México. 2005; 43 (1): 127- 137.
14. PÉREZ D. M. Manual sobre ganado productor de leche. Diana. México. Agosto 1986.
15. QUINTERO C. J, SERNA I. J, HURTADO N. A, ROSERO N. R, Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. Facultad de Ciencias

- Pecuarías e Instituto de Biología, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia. 2007.
16. <http://www.rancholavictoria.com>. Consultado el 28 de marzo del 2010.
 17. SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México. 1990-2000. <http://www.sagarpa.gob.mx>
 18. SAGARPA. 2008. <http://siser.jal.sagarpa.gob.mx/2003/manual2008/Ganaderos%20registrados%20SAGARPA.pdf>
 19. SAGARPA. Situación actual y perspectiva de la producción de leche de ganado bovino en México. 1990-2005. <http://www.sagarpa.gob.mx>
 20. SAGARPA. Boletín de leche. Julio- Septiembre 2009. <http://www.sagarpa.gob.mx>
 21. SAS. 1990. SAS/STAT User's Guide. 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC.
 22. WOOD P. D. P, Algebraic model of the lactation curve in cattle nature. Pp., - 164-165. 1967.