



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



CURVAS DE LACTACIÓN DE OVEJAS RAMBOUILLET
CON ORDEÑA DIARIA Y SEMANAL

Por:

Rafael Zavala Sandoval

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P.

Septiembre de 2012



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SAN LUIS POTOSÍ
FACULTAD DE AGRONOMÍA



CURVAS DE LACTACIÓN DE OVEJAS RAMBOUILLET
CON ORDEÑA DIARIA Y SEMANAL

Por:

Rafael Zavala Sandoval

Asesores:

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Revisor:

Ing. Martín Castillo Andrade

Tesis presentada como requisito parcial para obtener el título de
Ingeniero Agrónomo Zootecnista

El trabajo titulado “Curvas de lactancia de ovejas Rambouillet con ordeña diaria y semanal” fue realizado por: Rafael Zavala Sandoval como requisito parcial para obtener el título de “Ingeniero Agrónomo Zootecnista” y fue revisado y aprobado por el suscrito Comité de Tesis

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

Asesor

Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Asesora

Ing. Martin Castillo Andrade

Revisor

Ejido Palma de la Cruz, Municipio de Soledad de Graciano Sánchez, S. L. P. a los 15 días del mes de Julio de 2011

DEDICATORIA

A Dios

Por brindarme la oportunidad de terminar mi carrera y poder lograr una más de mis metas en mi vida profesional, por llenarme de salud y felicidad y por brindarme una familia tan especial y llena de amor que me ha apoyado en todo, por todo eso y por lo que venga gracias.

A mis Padres

Por darme una vida llena de felicidad, protección, apoyo, cariño y por toda la atención prestada en los momentos más difíciles de mi vida, todo ese esfuerzo que desde niño pusieron en mí hoy se ve reflejado en lo que hoy soy gracias a ustedes y porque hoy veo llegar a su fin una etapa más en mi vida, y el comienzo de otra como una muestra de cariño y agradecimiento.

A mi Esposa

Por estar siempre a mi lado acompañándome y apoyándome siempre en todas las decisiones buenas y malas que he tomado en mi vida, además de darme un hijo tan hermoso que ha llegado a dar una gran satisfacción y un motor a mi vida muchas gracias los amo.

A mis Asesores

Por su apoyo incondicional y ayuda brindada durante mi paso por la Facultad de Agronomía, así como en la realización de este proyecto. Especialmente al Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero por todo su apoyo, tiempo, dedicación, atención prestada y sobre todo paciencia.

A mi Familia y Hermanos

Por su apoyo, cariño, consejos, ayuda y porque siempre estuvieron presentes cuando más los necesite, por su gran comprensión, muchas gracias Alejandro y Omar.

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, por darme la oportunidad de continuar con mis estudios y concluir mi carrera profesional.

A mis asesores

Dr. Manuel Antonio Ochoa Cordero

Dra. Marta Olivia Díaz Gómez

Ing. Martín castillo Andrade

Por su apoyo y ayuda brindada durante la realización de este proyecto.

A mis profesores

Por todo el aprendizaje brindado durante mi estadía en la carrera, consejos y orientación en cada una de sus clases.

A mis amigos y compañeros

Israel Lerma, Gerardo Hernández, Luis Antonio, Julio Tovar, Roberto Tristán, Rosa Herrera, Alejandra Guerrero, y todos los demás amigos y compañeros de la generación 2006-2010 y de la Facultad. Por su amistad y apoyo sea poco o mucho, siempre me tendieron la mano en diferentes ocasiones, por la confianza y porque creyeron en mí, por los momentos vividos y por lo que vendrán muchas gracias.

CONTENIDO	Pág
DEDICATORIAS	iii
AGRADECIMIENTOS	v
CONTENIDO	vi
ÍNDICE DE CUADROS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN	ix
SUMMARY	x
INRODUCCIÓN	1
Objetivos.....	1
REVISION DE LITERATURA	2
La curva de lactancia.....	2
Características de la curva.....	2
Modelo de (Wood).....	2
Parámetros de producción.....	3
Ajuste del modelo de (Wood).....	4
Ajuste del modelo de (Wood)	5
MATERIALES Y MÉTODOS	6
Localización.....	6
Material genético.....	6
Ordeña y manejo.....	6
Análisis estadístico.....	7
Análisis Estadístico.....	8
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	9
Curvas de lactación para producción de leche total.....	9
Curvas de lactación para producción de leche con ordeña diaria y semanal.....	10
Curvas de lactación para producción de leche con ordeña diaria y semanal.....	11
Curvas de lactación real y ajustada ordeña diaria.....	12
Curvas de lactación real y ajustada ordeña semanal.....	13
Curvas de lactación ajustadas (trat. 1) y (trat. 2).....	14
Curvas de lactación ajustadas (trat. 1) y (trat. 2).....	15
CONCLUSION	16
LITERATURA CITADA	17

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Composición de la ración utilizada en ovejas en lactación.	7
2	Coefficiente para las curvas de lactación de ovejas Rambouillet con diferente periodo de ordeña.....	10
3	Características promedio de las curvas de lactación ajustadas de ovejas Rambouillet con diferentes periodos de ordeña.....	14

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Curvas de lactación real y ajustada de producción de leche total en ovejas Rambouillet con diferentes periodos de ordeña.....	10
2	Curvas de lactación real y ajustada de producción de leche en ovejas Rambouillet con ordeña diaria.....	12
3	Curvas de lactación real y ajustada de producción de leche en ovejas Rambouillet con ordeña semanal.....	13
4	Curvas de lactación ajustadas de producción de leche en ovejas Rambouillet con ordeña diaria (trat 1) y semanal (trat 2).....	14

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consistió en estimar las curvas de lactación de ovejas Rambouillet bajo dos sistemas de crianza. Para tal efecto se utilizaron las mediciones semanales de 24 ovejas (12 de 2 partos y 12 de $3 \geq$ partos) durante 12 semanas de lactación.

Las ovejas se asignaron equitativamente a dos grupos (ordeña diaria y ordeña semanal) con ordeña manual una vez al día a partir de la primera semana después del parto, separando los corderos en ambos casos con 16 h de antelación, hasta el destete que fue a los 60 días de edad. Se utilizó el modelo de Wood ($y_n = Anbe - cn$) para describir las curvas de lactación.

Los coeficientes de regresión obtenidos de la producción de leche para ovejas con ordeña diaria y ordeña semanal fueron: a, 0.558 y 0.610; b, 0.394 y 0.340; c, -0.127 y -0.161. Las medias de las curvas ajustadas para producción de leche para las ovejas con ordeña diaria y semanal fueron: tiempo a la máxima producción, 21 y 14 días; máxima producción, 588 y 559 ml/día; persistencia de la producción, 20 y 14 días, respectivamente.

Las ovejas con ordeña diaria tuvieron su pico de producción más tardíamente (siete días) que las ovejas con ordeña semanal, pero la persistencia fue mayor en la misma magnitud con ordeña diaria y, asimismo, la producción promedio diaria de leche también fue mayor en las mismas ovejas.

SUMMARY

The aim of this study was to estimate lactation curves of Rambouillet sheep under two rearing systems. For this purpose we used the weekly measurements of 24 sheep (February 12 and March 12 births \geq births) during 12 weeks of lactation. The sheep were allocated equally to two groups (daily milking and milking weekly) with manually milked once a day from the first week after birth, lambs separating both with 16 hours' notice, to weaning was to 60 days old. We used the model of Wood ($y = Ane^{-cn}$) to describe lactation curves. The regression coefficients obtained from ewes milk production with daily milking and milking week were: a, 0558 and 0610, b, 0394 and 0340; c, -0127 and -0161. The means of the fitted curves for milk yield for milking sheep daily and weekly were: time to maximum production, 21 and 14 days, maximum production, 588 and 559 mL / day; persistence of production, 20 and 14 days respectively. The sheep were milked daily peak production later (seven days) the weekly milking sheep, but persistence was higher in the same magnitude with daily milking and also the average daily milk production was also higher in the same sheep.

INTRODUCCIÓN

La raza Rambouillet es la de mayor adaptación a los sistemas extensivos de las zonas áridas y semiáridas del norte de México. Desde hace años, diversos factores han influido en un cambio hacia la explotación intensiva de esta raza y, por lo tanto, en un incremento sustancial en los gastos de inversión y costos de producción. A partir de la década de los 90, se proyectaron trabajos para aumentar la productividad de esta raza (Urrutia *et al.*, 1993, 1994; Mancilla *et al.*, 1995) con la finalidad de disminuir la carga económica de las explotaciones intensivas. La producción de leche, que en muchas regiones del mundo es una fuente importante de ingreso, no ha sido estudiado ampliamente, debido al poco interés económico de este producto en el mercado, a pesar de la gran cantidad de quesos de leche de oveja que se importa, principalmente de Europa (Peraza, 1998).

En los sistemas de producción de leche, las curvas de lactancia se utilizan para el mejoramiento genético (estimación de lactancias, selección de animales de acuerdo a su curva de producción, persistencia de la lactancia, etc.), o bien, para aplicaciones técnicas (variaciones de la curva de acuerdo a la época del parto, alimentación, etc.) Daza (1997). Los estudios acerca de la curva de producción de leche en ovejas Rambouillet son escasos (Sakul y Boylan, 1992; Ochoa, 2001).

Objetivo

Estimar las curvas de producción de leche en ovejas Rambouillet de acuerdo al periodo de ordeña

Hipótesis

Las curvas de producción de leche son afectadas por el periodo de ordeña en ovejas Rambouillet.

REVISIÓN DE LITERATURA

La representación gráfica de la producción de leche contra el tiempo es una curva de lactancia (Sherchand *et al.*, 1995). Las curvas de lactancia proporcionan información sobre el patrón de la producción de leche; que se puede utilizar para identificar individuos con una producción estable a través del período de lactancia, e individuos con un alto nivel de producción hasta el pico y una declinación posterior importante (Hassan, 1995).

Las curvas de lactancia se generan por regresión lineal sobre la transformación logarítmica de la función gamma incompleta (Congleton y Everett., 1980)

Las principales características de las curvas de lactancia son la producción inicial, la producción máxima, el día a la producción máxima, la producción total, el tiempo total de producción y la persistencia, que es el grado en que se mantiene la producción máxima de leche con respecto al tiempo (Masselin *et al.*, 1987) citado por Almanza *et al.* (1995).

De entre los distintos parámetros considerados, los que parecen ejercer una mayor influencia sobre la producción total de leche son el nivel máximo de producción y la fecha en que se presenta, siendo este último según Purroy (1982) el que alcanza una más alta correlación ($r=0.82$) con la leche total producida (Gallego *et al.*, 1994).

Al igual que en otras especies la curva de lactancia en los ovinos es marcadamente asimétrica, partiendo de una producción ascendente al parto hasta alcanzar a las pocas semanas su máxima producción, para disminuir en forma acentuada hasta el secado (Gallego *et al.*, 1994).

La evolución de la curva de lactancia en el ganado ovino ha sido ajustada a distintos modelos matemáticos, de entre los cuales la función Gamma incompleta ($Y_n = A n^b e^{-cn}$) utilizada inicialmente por Wood (1967) en el ganado vacuno, se ha adaptado adecuadamente en el ajuste en las curvas de producción de leche en ovinos (Portolano *et al.*, 1997; Franci *et al.*, 1999) y para los componentes de la leche (Wood, 1976). Esta función tiene la facilidad de generar curvas diferentes, pudiendo ajustar curvas de

lactancia afectadas por diversos factores biológicos y ambientales (Congleton y Everett., 1980).

En ovejas cruzadas, las curvas de lactancia fueron aproximadamente de la misma forma al no haber interacción entre grupos de ovejas x etapa de lactancia (Torres y Hohenboken, 1979); también se obtuvieron curvas paralelas para ovejas con partos dobles y sencillo, siendo la producción más alta en las primeras, con su pico de lactación los días 16.0 y 16.9, y una producción de 1.86 y 2.09 litros respectivamente (Torres y Hohenboken, 1980).

Perezgrovas *et al.* (1989) en ovejas Chiapas (tipo Churra y Manchega) y cruza con Romney Marsh, obtuvieron curvas de lactancia típicas, alcanzando el pico de producción a los 13, 11 y 7 días, con una persistencia de 10, 12 y 14 semanas, respectivamente. Mientras que en ovejas de las razas Ossimi y Saidi y sus cruza con Chios, la máxima producción la presentaron en la tercera semana para ovejas puras; en la séptima semana en la cruza Chios-Ossimi y en la quinta semana en la cruza Chios-Saidi (Hassan, 1995).

En ovejas Massese la producción de leche mostró una tendencia curvilínea decreciente con los días de lactancia; en los primeros cinco meses la producción fue de 1 kg por día y los tres meses restantes fue de 0.5 kg por día, esta variación es explicada en parte por el coeficiente de determinación de 0.6. (Casoli *et al.*, 1989). Snowden y Glimp (1991) encontraron una respuesta semejante en ovejas multíparas de las razas Rambouillet, Columbia, Polypay y Suffolk, cuya curva de lactancia mostró una disminución de un 33 y 28 % en la producción de leche entre los 28 a 56 días en las ovejas de parto sencillo y doble y de un 57 a un 42 % entre los días 56 a 70 del período de lactancia, respectivamente.

Cardellino y Benson (2002) encontraron efectos de la edad y tipo de parto sobre la curva de lactancia en ovejas cruzadas. Las ovejas de dos años produjeron más leche que las de un año, a su vez las ovejas de parto doble manifestaron el mismo efecto que las de parto sencillo. El pico de producción en ovejas con parto sencillo fue 29 y 30 días de lactancia, respectivamente para las ovejas de uno y dos años.

Las características promedio de las curvas de lactación ajustadas en ovejas Rambouillet de 1, 2 y 3-4 partos fueron: tiempo a la máxima producción, 18, 19 y 20

días; máxima producción, 942, 1110 y 989 ml/d; persistencia de la producción, 20, 18 y 19 días, respectivamente (Ochoa *et al.*, 2001). Se observó una fase ascendente más corta (coeficiente *a*) en las ovejas de primer parto, y las curvas más planas hacia el final del periodo de la lactancia en las ovejas de un parto así como de las de 3-4 partos, de acuerdo al coeficiente de regresión (*c*), que es mayor que en las ovejas de dos partos (Ochoa, 2001).

La estimación de las curvas de lactancia a partir del modelo de Wood han sufrido algunas variaciones tratando de ajustar mejor la curva, principalmente al inicio de la lactancia, para tal efecto en ganado vacuno se han sugerido diferentes modelos (Cobby y Le Du., 1978; Menchaca, 1980; Sherchand *et al.*, 1995; Scott *et al.*, 1996).

En el ajuste de las curvas de lactancia en ovejas también se ha manifestado la inquietud por encontrar mejores modelos para dicho aspecto.

Cappio-Borlino *et al.* (1995) aplicaron en ovejas lecheras raza Sarda una modificación no lineal al modelo de Wood para probar su producción individual con diferentes niveles de producción, tipo de parto y salud de la ubre. La versión modificada ajustó bien las curvas de lactancia, influyendo el nivel de producción y el tipo de parto todos los parámetros, mientras que la salud de la ubre influyó solamente en el parámetro *a*.

Los efectos de la capacidad de proyección del modelo de Wood para ajustar la curva de lactancia y para evaluar los factores ambientales sobre los parámetros de dicha curva se evaluaron en ovejas de la raza Comisana. El modelo subestimó la producción total de leche en 10.9 %. Las curvas para las ovejas con partos en invierno tuvieron un pico de producción más alto que las paridas en otoño. Se presentó una correlación negativa entre el pico de producción y la persistencia de la lactación. Sin embargo el tiempo del pico y la persistencia estuvieron positivamente correlacionados. El número de partos estuvo correlacionado positivamente con el pico de producción y negativamente correlacionado al tiempo de presentación del pico y la persistencia. El pico fue significativo con respecto a la producción total. El tipo de parto no influyó significativamente la forma de la curva de lactancia, aunque las ovejas con partos dobles produjeron más leche que las de parto sencillo (Portolano *et al.*, 1997).

Cappio-Borlino *et al.* (1997) Han usado modelos de prueba por día en ovejas lecheras Valle del Belice para estimar las curvas de lactación y estudiar los principales efectos ambientales en la producción y calidad de la leche, demostrando el nivel relativamente alto en la continua y regular producción de leche y en los porcentajes de grasa y proteína, lo cual indicó el alto potencial de producción de leche de las ovejas, que de alguna forma se ve afectado por condiciones ambientales.

Franci *et al.* (1999) al estudiar la aplicación de dos modelos a la curva de lactancia en ovejas multíparas de la raza Massese, determinaron un mejor ajuste de los datos, principalmente al final de la lactancia con el modelo de Wood.

Sin embargo la Función Exponencial fue más adecuada para describir el rápido incremento inicial de la producción de leche, sobreestimando la producción total de leche al final de la lactancia.

En ovejas Chiapas se utilizaron los modelos de Wood y de regresión múltiple en la caracterización de la curva de producción. En el análisis de la curva, ambos modelos fueron iguales para la variedad Blanca ($R^2 = 0.3964$ vs 0.3959), sin embargo, para la variedad Café, el modelo de regresión múltiple fue 10 % mayor, y para la variedad Negra, el modelo de Wood fue mayor que el de regresión múltiple ($R^2 = 0.4019$ vs 0.2701) (Peralta *et al.*, 2005).

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización

El presente trabajo se realizó en la Unidad Ovina de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), ubicada en el Ejido “Palma de la Cruz”, Mpio. de Soledad de Graciano Sánchez, S.L.P., en el km. 14.5 de la Carretera San Luis-Matehuala. Se localiza en las coordenadas geográficas a 22° 14' N y 100° 51' O, a 1835 msnm (INEGI, 1985). El clima es seco frío, con una temperatura media anual de 17.8°C y una precipitación media anual de 271 mm (García, 1973).

Material Genético

Se utilizaron 24 ovejas de la raza Rambouillet, 12 de segundo parto y 12 de ≥ 3 partos, con un peso promedio de 60 ± 5 kg y 70 ± 5 kg. Las ovejas se asignaron equitativamente por número de parto a dos tratamientos: 1. Separación diaria de corderos; 2. Separación de corderos únicamente cada período de ordeña (cada siete días).

1.- Ordeña y Manejo

Las ovejas se ordeñaron manualmente una vez al día (08:00 h), en el grupo 1, a partir de la primer semana después del parto se ordeñaron diariamente, mientras en el grupo 2, se ordeño semanalmente, en ambos casos previa separación de sus corderos con 16 h. de antelación hasta el destete de los corderos, el cual se realizó a los 60 días posparto. Se registró la producción diaria y total por periodo para cada oveja durante 12 semanas.

A partir del parto se suministró a las ovejas 2.1 kg/M.S./día; proporcionando 5 kg de alfalfa verde, 2 kg de avena y 0.5 kg en base fresca de una ración con 14 % de P.C. (Cuadro 1) de acuerdo al NRC (1985). La ración se distribuyó en partes iguales por la mañana y tarde y el forraje por la mañana únicamente. A los corderos se les suministro una ración con 16 % P.C. y 70 % T.N.D a base de 83 % de grano entero (sorgo y cebada), 15 % de harina de soya, 1 % de bicarbonato de sodio y 1% de microminerales, a partir de los 10 días de edad en corrales, sin acceso a las ovejas, hasta el destete.

Cuadro 1. Composición de la ración utilizada en las ovejas en lactación

Ingredientes	% (B.S)
Sorgo en grano	30.0
Alfalfa	10.0
Pollinaza	20.0
Rastrojo de maíz	24.0
Harina de soya	6.0
Melaza	9.0
Sal	0.5
Microminerales	0.5
Análisis químico:	
Proteína cruda (%)	14.0
E.D (Mcal/kg) ¹	2.96

¹calculado a partir del NRC (1985)

2.- Análisis Estadístico

Se utilizaron los valores de la producción de leche diaria medidos al final del séptimo día de cada semana, para el ajuste del modelo. Para tal efecto, se utilizó la ecuación del modelo para curvas de producción de leche por Wood (1967, 1976), con el paquete estadístico R (Ihaka y Gentleman, 1996).

$$y_n = a n^b e^{-cn}$$

a, **b** y **c** = son parámetros del modelo

y_n = producción de leche en el día *n* de lactación

a = estima el nivel de producción al inicio de la lactancia

b = magnitud de la pendiente de la curva en la fase ascendente

c = magnitud de la pendiente de la curva en la fase descendiente

e = base de los logaritmos naturales

La fórmula se linearizó por transformación logarítmica

$$\ln(Yn) = \ln(a) + b\ln(n) - cn$$

La regresión lineal múltiple de $\ln(Yn)/\ln(n)$ y n proporcionará las estimaciones de los mínimos cuadrados de los parámetros de a , b y c , respectivamente.

De las curvas se obtendrán los siguientes parámetros con su fórmula respectiva:

Días a la máxima producción: $-(b/c)$

Máxima producción: $a(b/c)^b e^{-b}$

Persistencia: $S = -(b+1) \ln c$ (Wood, 1968)

Se usaron los valores de las mediciones tomadas de la producción de leche de todas las ovejas cada semana para el ajuste del modelo. Se realizaron gráficas de la producción real y ajustada de la leche. Se utilizaron los resultados de mínimos cuadrados para estimar los parámetros a , b y c predecir los valores de cada característica. Los valores reales y ajustados se usaron para proyectar las curvas de cada característica.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Curvas de Lactación para Producción de Leche Total de Ovejas Rambouillet con Diferentes Periodos de Ordeña

La figura 1, muestra las curvas real y ajustada de la producción de leche durante todo el periodo de lactancia (12 semanas) para el total de las ovejas. Los parámetros estimados de las curva ajustada fueron: $a = 0.583$, $b = 0.367$ y $c = -0.144$. El tiempo a la máxima producción se presentó el día 18, con un valor máximo de 569 ml y una persistencia de 18 días. Tanto el periodo a la máxima producción como la persistencia son semejantes a lo obtenido en ovejas de la misma raza (19 días para ambos parámetros), ordeñadas con la misma duración y con diferente números de partos, pero no así su producción máxima, la cual fue muy inferior a lo obtenida en el trabajo citado (998 ml) (Ochoa *et al.*, 2001). Torres-Hernández y Hohenboken (1980) en ovejas cruzadas de parto sencillo, la máxima producción la tuvieron a los 16 días., mientras que Gardner y Hogue (1966) la obtuvieron a los 21 días. Los coeficientes **b** y **c**, fueron semejantes a los obtenidos en otro trabajo en ovejas de la misma raza (0.378 y -0.134 respectivamente), se observó una fase ascendente más corta (coeficiente **a**) en las ovejas de primer parto, y las curvas más planas hacia el final del periodo de la lactancia en las ovejas de un parto así como de las de 3-4 partos, de acuerdo al coeficiente de regresión (**c**), que es mayor que en las ovejas de dos partos (Ochoa, 2001).

Al respecto Torres-Hernández y Hohenboken (1980) en ovejas de diversas cruzas obtuvieron un coeficiente de regresión **b** semejante, pero el coeficiente de regresión **c** fue mayor; asimismo en ovejas Sarda se obtuvo un coeficiente de regresión **c**, muy semejante al de este trabajo (Cappio-Borlino *et al.*, 1995).

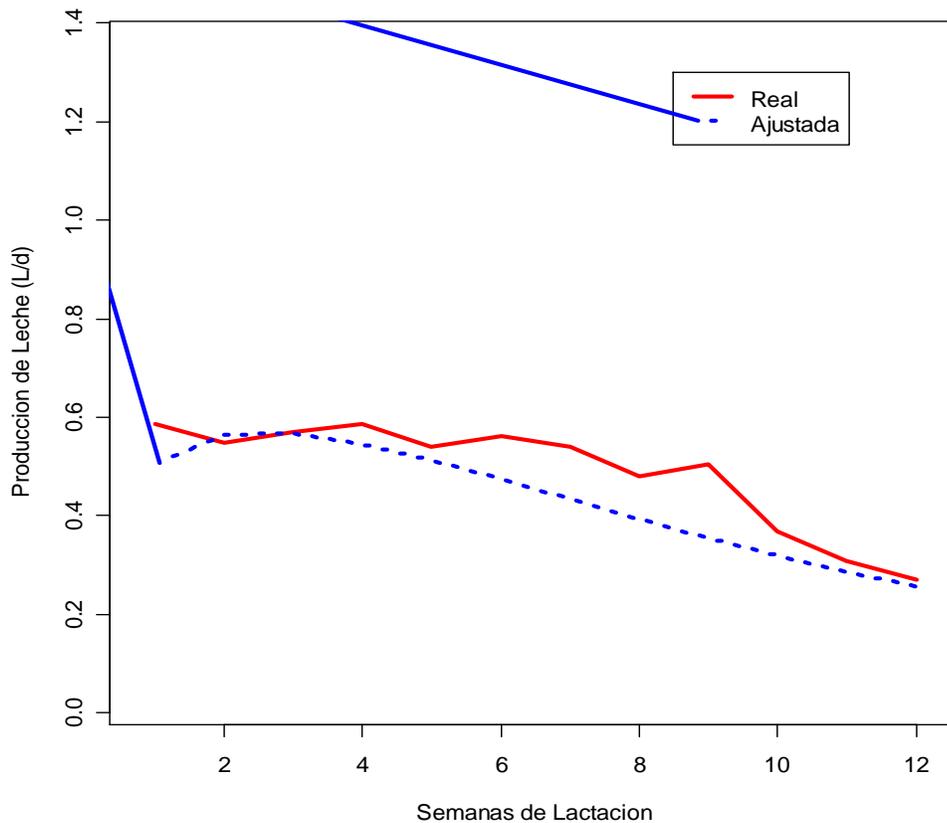


Figura 1. Curvas de lactación real y ajustada de producción de leche total en ovejas Rambouillet con diferentes periodos de ordeña.

Curvas de Lactación para Producción de Leche de Ovejas Rambouillet con Ordeña Diaria y Semanal

Los coeficientes de regresión obtenidos de la producción de leche para ovejas con diferente sistema de crianza se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Coeficientes para las curvas de lactación de ovejas Rambouillet con diferentes periodos de ordeña.

Coefficiente	Ordeña diaria	Ordeña semanal
a	0.558	0.610
b	0.394	0.340
c	-0.127	-0.161

Las curvas de lactación real y ajustada de producción de leche para cada grupo de ovejas con ordeña diaria y semanal, se presentan en las figuras 2 y 3. Las curvas se comportaron en forma normal, considerando que los valores estimados de los parámetros **a** y **b** fueron positivos y los **c** negativos, reflejado en un aumento de la producción de leche a partir del parto, hasta obtener un máximo y disminuir hasta su terminación de acuerdo a lo indicado por Masselin *et al.* (1987).

El modelo utilizado para la obtención de las curvas, por lo general sobreestima la producción de leche real al inicio y final de la lactancia y subestima la producción en la etapa intermedia de la lactancia (Cobby y Le Du, 1978). En el grupo de ovejas con ordeña diaria, se observa una sobreestimación de la producción al principio, pero no al final de la lactancia, mientras que en la fase intermedia presenta una subestimación de la producción, propia del modelo; este mismo efecto se obtuvo en ovejas de la misma raza ordeñadas dos veces al día desde la primer semana de parto y hasta la semana 12 de lactancia, cuyas crías fueron destetadas a las 6 y 8 semanas de edad (Ochoa, 2001). Sin embargo, en el grupo de ovejas con ordeña semanal, la producción de leche, coincide con el comportamiento establecido por el modelo únicamente al final de la lactancia, ya que al principio no presenta ninguna sobrestimación y en la fase intermedia tampoco una subestimación de la producción, mostrando este grupo de ovejas un comportamiento inverso al grupo de ovejas con ordeña diaria.

El ajuste de la curva fue menor durante toda la lactancia en el grupo de ovejas con ordeña diaria, que fueron las que tuvieron la mayor producción diaria de leche (588 ml). Congleton y Everett (1980) señalan que la falta de ajuste es más grande cerca del máximo valor de la producción de leche, debido a que la transformación logarítmica da menos con altas producciones de leche.

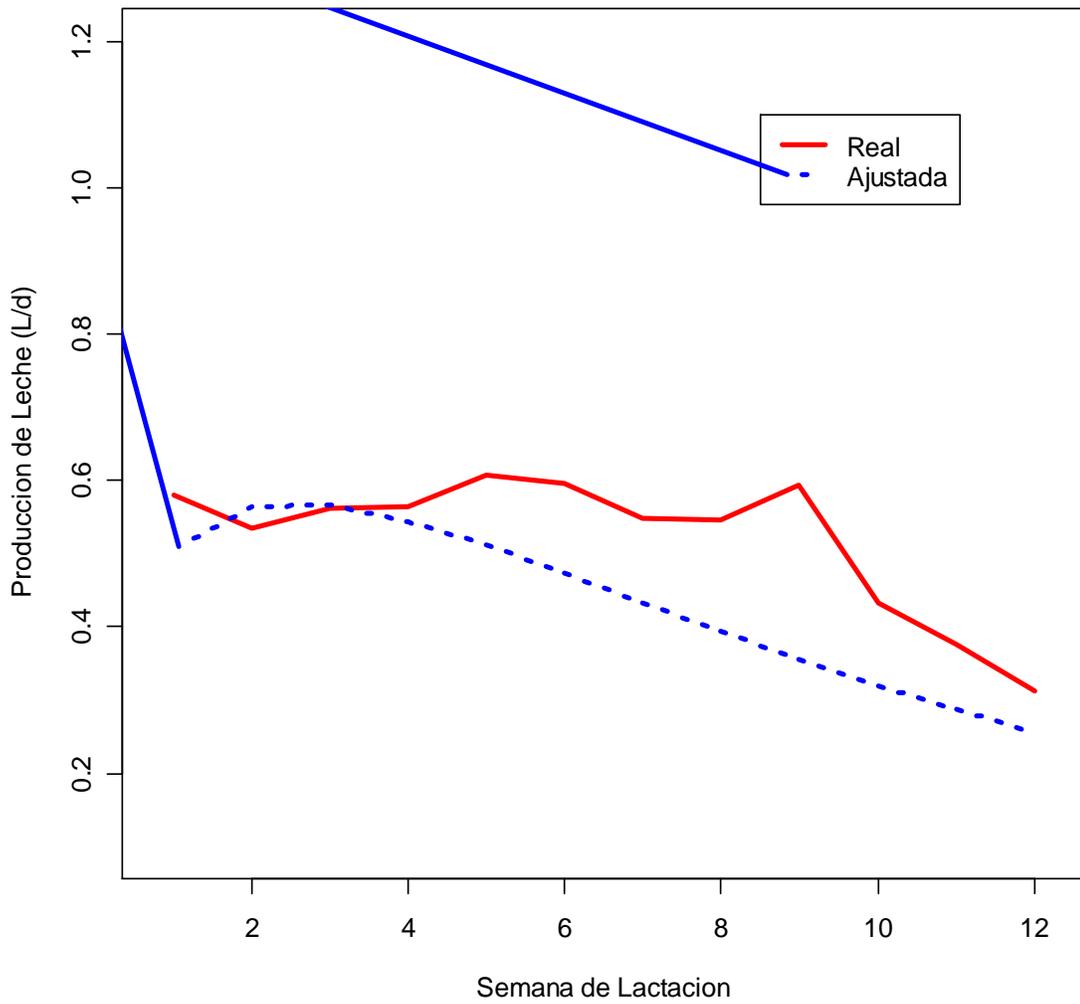


Figura 2. Curvas de lactación real y ajustada de producción de leche en ovejas Rambouillet con ordeña diaria.

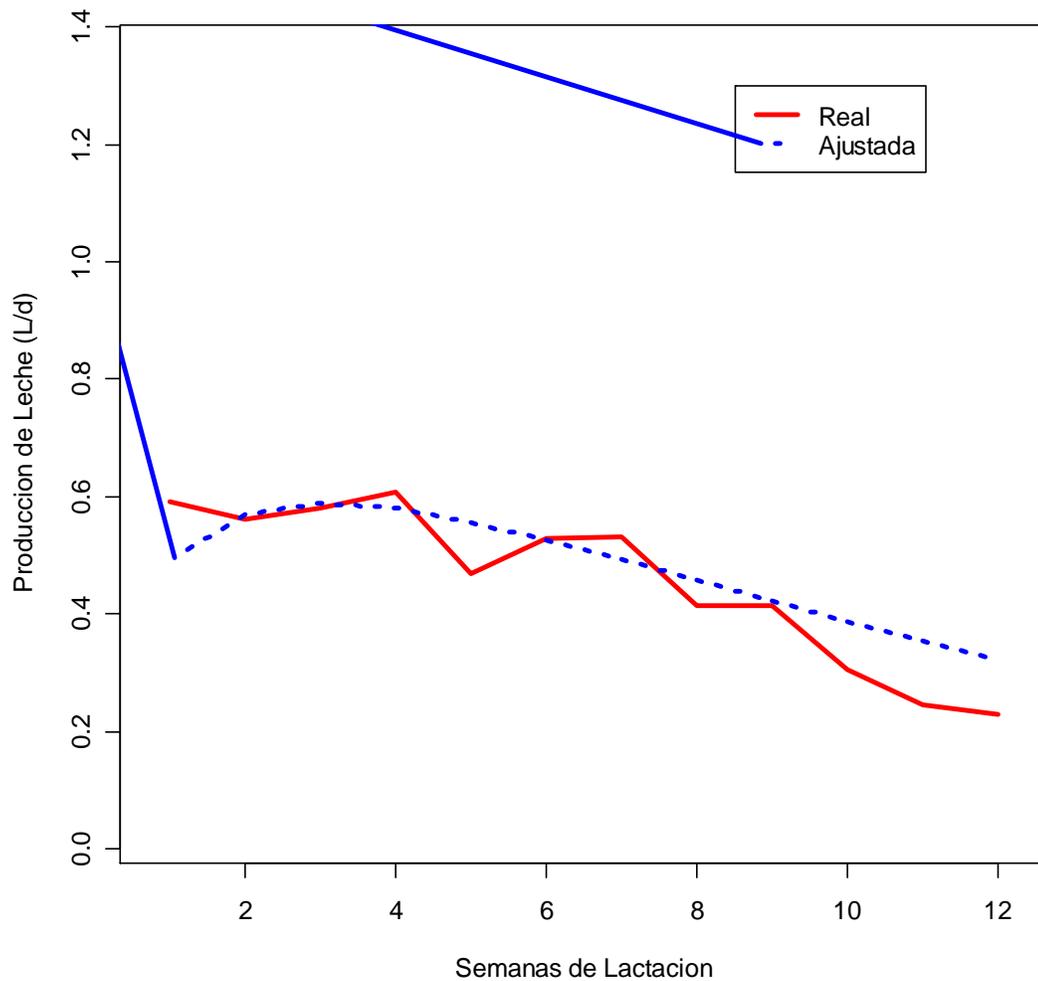


Figura 3. Curvas de lactación real y ajustada de producción de leche en ovejas Rambouillet con ordeña semanal.

Las curvas ajustadas para las ovejas con ordeña a diferentes periodos se presentan en la figura 4. Siendo los valores **b** y **c** los que dan la forma de la curva, se observa que la fase de desarrollo inicial de la curva, es más corta en las ovejas con ordeña semanal, pero la curva es más plana hacia el final del periodo de lactancia en las ovejas con ordeña diaria de acuerdo a su coeficiente de regresión (**c**) que es mayor a el de las ovejas con ordeña semanal cuya tasa de declinación de la producción es mayor (figura 4, cuadro 2).

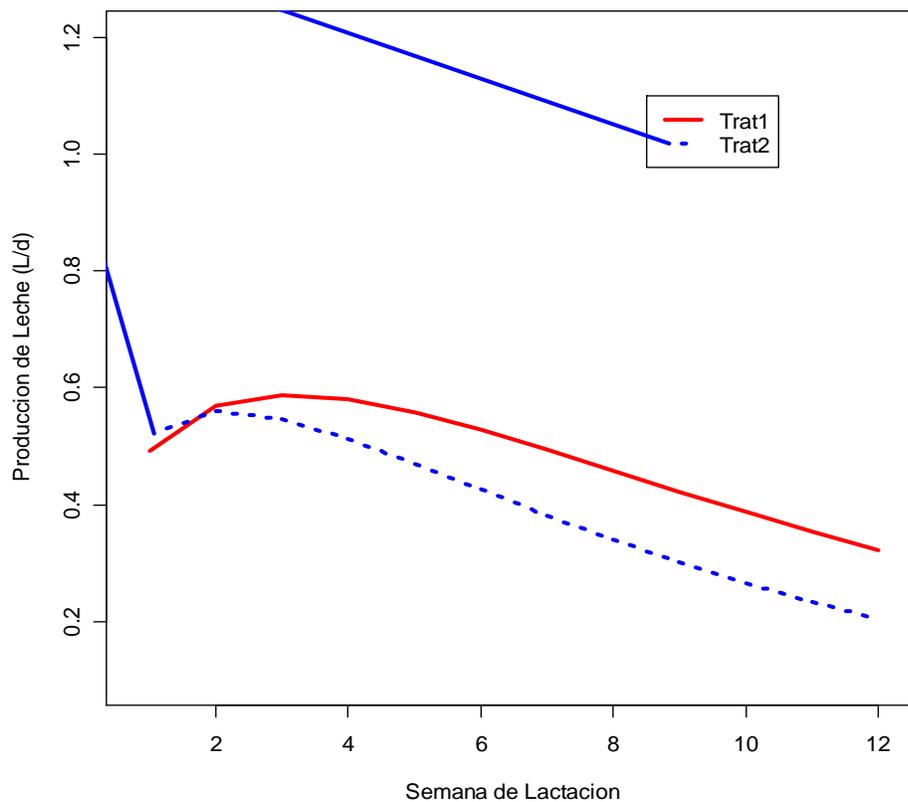


Figura 4. Curvas de lactación ajustadas de producción de leche en ovejas Rambouillet con ordeña diaria (Trat1) y semanal (Trat2).

El promedio de las características de las curvas de lactación ajustadas medidas en ovejas Rambouillet con ordeña diaria y semanal se describen en el cuadro 3.

Cuadro 3. Características promedio de las curvas de lactación ajustadas de ovejas Rambouillet con diferentes periodos de ordeña.

	Ordeña diaria	Ordeña semanal
Tiempo a la máxima producción (días)	21	14
Máxima producción (ml/día)	588	559
Persistencia de la producción (días)	20	14

Las ovejas con ordeña diaria tuvieron su pico de producción más tardíamente (siete días) que las ovejas con ordeña semanal, pero la persistencia fue mayor en la misma magnitud con ordeña diaria y asimismo, la producción promedio diaria de leche también fue mayor en las mismas ovejas.

Se observó un efecto directo del tiempo a la máxima producción con la producción máxima y persistencia de la producción.

Los dos grupos de ovejas mostraron picos típicos de la producción de leche en animales de peso o condición corporal alto, parecido a lo que pasó en ovejas Rambouillet con 65 kg de peso corporal y en las cuales en el transcurso de la lactancia no tuvieron variaciones en su peso (Ochoa, 2001). En ovejas Chiapas de bajo peso (25 kg) no se observaron picos de producción de leche (Peralta, 2000). Con anterioridad, Barnicoat *et al.* (1949) había demostrado que en ovejas con condición corporal alta el pico de producción se alcanzó en la tercer semana de lactancia, mientras que las ovejas con baja condición corporal el pico de producción se obtuvo a los pocos días posparto.

CONCLUSIONES

Las ovejas con ordeña diaria tuvieron su pico de producción más tardíamente, pero la persistencia y producción promedio diaria de leche fue mayor que en las ovejas con ordeña semanal.

Las curvas de lactación real y ajustada tuvieron la misma forma dentro de cada característica medida, y el modelo utilizado fue útil para obtener los estimadores de los parámetros de las curvas de lactación en ovejas Rambouillet.

LITERATURA CITADA

- Almanza, A., Montaldo, H., Valencia, M. 1995. Factores que influyen sobre características de la curva de lactancia en cabras. *Rev. Latinoamer. Peq. Rum.* 1, 173-186.
- Barnicoat, C.R., Logan, A.G., Grant, A.I. 1949. Milk-secretion studies with Zealand Romney ewes. *J. Agric. Sci.* 39, 237-248.
- Cappio-Borlino, A., Pulina, G., Rossi, G. 1995. A non-linear modification of Wood's equation fitted to lactation curves of Sardinian dairy ewes. *Small Rumin. Res.* 18, 75.
- Cappio-Borlino, A., Portolano, B., Todaro, M., Macciotta, N.P.P., Giaccone, P., Pulina, G., Rossi, G. 1997. Lactation curves of Valle del Belice dairy ewes for yields of milk, fat, and protein estimated with test day models. *J. Dairy Sci.* 80, 3023-3029.
- Cardellino, R.A., Benson, M.E. 2002. Lactation curves of commercial ewes rearing lambs. *J. Anim. Sci.* 80:23-27.
- Casoli, C., Duranti, E., Morbidini, L., Panella, F., Vizioli, V. 1989. Quantitative and compositional variations of Massese sheep milk by parity and stage of lactation. *Small Rumin. Res.* 2: 47-62.
- Cobby, J.M., Le Du, Y.L.P. 1978. On fitting curves to lactation data. *Anim. Prod.* 26, 127-133.
- Congleton, W.R., Jr., Everett, R.W. 1980. Application of the incomplete gamma function to predict cumulative milk production. *J. Dairy Sci.*, 63, 109-119.
- Daza, A.A. 1997. Reproducción y sistemas de explotación del ganado ovino. Ediciones Mundi-Prensa. 160 p.
- Franci, O., Pugliese, C., Acciaioli, A., Parisi, G., Lucifero, M. 1999. Application of two models to the lactation curve of Massese ewes. *Small Rumin. Res.* 31, 91-96.

- Gallego, L., Berbabéu, R., Molina, P. 1994. Producción de leche: Factores de variación. En: Ganado Ovino: Raza Manchega. Coordinada por L. Gallego, A. Torres y G. Caja. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. p. 173-189.
- García, E. 1973. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. Segunda edición. U.N.A.M. México, D.F. 244 p.
- Gardner, R.W., Hogue, D.E. 1966. Milk production, milk composition and energetic efficiency of Hampshire and Corriedale ewes fed to maintain body weight. *J. Anim. Sci.* 25, 789-796.
- Hassan, H.A. 1995. Effects of crossing and environmental factors on production and some constituents of milk in Ossimi and Saidi sheep and their crosses with Chios. *Small Rumin. Res.* 18, 165-172.
- Ihaka, R., Gentleman, R. 1996. R: A language for data analysis and graphics. *J. of Computational and Graphical Statistics.* 5, 209-314.
- INEGI. 1985. Síntesis Geográfica del Estado de San Luis Potosí. México, D.F. 186 p.
- Mancilla, D.I.C., Urrutia, M.J., Ochoa, C.M.A. 1995. Comportamiento reproductivo de ovejas de la raza Rambouillet en un sistema acelerado de partos. *Rev. Latinoamer. Peq. Rumin.* 1, 211-219.
- Menchaca, M.A. 1980. Corrección por sesgo en método de Wood para la estimación de la producción de leche en la lactancia completa. *Rev. Cubana Ciencias.* 14, 105-109.
- Masselin, S., Sauvant, D., Chappoutot, D. 1987. Les modelés d'ajustement des courbes de lactation. *Ann. Zootech.* 36:171-206.
- N.R.C. 1985. Nutrient Requirements of Sheep. Sixth revised edition. National Academic Press. Washington, D.C.
- Ochoa, C.M.A. 2001. Producción y composición de leche de ovejas Rambouillet en México. Tesis de Doctorado. Facultad de Agronomía, Universidad Autónoma de San Luis Potosí. S.L.P., México, 122 p.
- Ochoa, C.M.A., Torres, H.G., Mandeville, P.B. 2001. Curvas de lactación para ovejas Rambouillet en México. II Congreso Latinoamericano de Especialistas en Pequeños Rumiantes y Camélidos Sudamericanos y XI Congreso Nacional de Producción Ovina. Mérida, Yucatán, México. pp. 1.

- Peralta, L.M. 2000. Determinación de la curva de lactación en la oveja Chiapas y de los factores que la afectan. Tesis de Maestría. Facultad de Estudios Superiores de Cuautitlán (UNAM). Cuautitlán Izcalli, Edo. De México. 86 p.
- Peralta-Lailson, M., Trejo-González, A.A., Pedraza-Villagómez, P., Berruecos-Villalobos, J.M., Vásquez, C.G. 2005. Factors affecting milk yield and lactation curve fitting in the Creole sheep of Chiapas-México. *Small Ruminan. Res.* 58 (3), 265-273.
- Peraza, C.C. 1998. Trabajo sobre algunos aspectos de la cría y producción de la oveja lechera. Bases de la Cría Ovina IV. Memorias de AMTEO, Tlaxcala, Tlax., México. p. 239-251.
- Perezgrovas, R., Villalobos, A., Pedraza, P. 1989. Milk production in Mexican breeds of sheep. In: *North American Dairy Sheep*. Edited by W.J. Boylan. Minnesota, USA. pp. 21-32.
- 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 Rumin. Res.* 24, 7-13.
- Purroy, A. 1982. Producción de leche de oveja. Monografía INIA, 36. Madrid. p.66.
- Sakul, H., Boylan, W.J. 1992. Lactation curves for several US sheep breeds. *Anim. Prod.* 54, 229-233.
- Scott, T.A., Yandell, B., Zepeda, L., Shaver, R.D., Smith, T.R. 1996. Use of lactation curves for analysis of milk production data. *J. Dairy Sci.* 79, 1885-1894.
- Snowder, G.D., Glimp, H.A. 1991. Influence of breed, number of suckling lambs, and stage of lactation on ewe milk production and lamb growth under range conditions. *J. Anim. Sci.* 69, 923-930.
- Sherchand, L., McNew, R.W., Kellogg, D.W., Johnson, Z.B. 1995. Selection of a mathematical model to generate lactation curves using daily milk yields of Holstein cows. *J. Dairy Sci.* 78, 2507-2513.
- Torres-Hernández, G., Hohenboken, W. 1979. Genetic and environmental effects on milk production, milk composition and mastitis incidence in crossbred ewes. *J. Anim. Sci.* 49, 410-417.
- Torres-Hernández, G., Hohenboken, W.D. 1980. Biometric properties of lactations in ewes raising single or twin lambs. *Anim. Prod.* 30, 431-436.

- Urrutia, M.J., Mancilla, D.I.C., Ochoa, C.M.A. 1993. Eficiencia reproductiva en corderas Rambouillet a los 14 meses de edad en dos épocas de empadre. *Téc. Pecu. Méx.* 31, 117-121.
- Urrutia, M.J., Ochoa, C.M.A., Medina, P.A., Bonilla, P.F. 1994. Efecto de la duración de la lactancia sobre el reinicio de la actividad sexual de borregas Rambouillet y sobre el crecimiento de sus corderos. *Rev. Latinoamer. Peq. Rum.* 1, 127-133.
- Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of the lactation curve in cattle. *Nature, Lond.* 216, 164-165.
- Wood, P.D.P. 1968. Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.* 11, 307-316.
- Wood, P.D.P. 1976. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with estimates of seasonal variation. *Anim. Prod.* 22, 35-40.