

Curvas de lactancia de vacas Criollo Limonero en un ambiente de trópico húmedo*

RICARDO CONTRERAS**
EDMUNDO J. RINCON***

RESUMEN

Se analizó mediante cuadrados mínimos 137 lactancias válidas de un rebaño experimental de vacas Criollo Limonero, mantenidas a pastoreo en tierras bajas al Sur-Oeste del Lago de Maracaibo, Venezuela. Con la información recopilada, se determinaron curvas de lactancia durante los primeros ocho meses, considerando las variables: número de lactancia (N: 1-6), año de parto (A: 73 y 74) y época de parto (E: Enero-Marzo, Abril-Junio, Julio-Septiembre y Octubre-Diciembre), y la interacción A x E. Estas variables fueron utilizadas en un estudio para determinar su efecto sobre la producción total (P). Se estimaron también las regresiones lineales y cuadráticas de la producción de leche acumulada en los primeros dos y cuatro meses sobre la producción total. Las gráficas de producción muestran que, a excepción de las obtenidas para las primeras lactancias o para vacas que parieron en la época cuatro, no son curvas típicas de producción, mostrando descensos desde el inicio de la misma. El análisis estadístico solo revela influencia del efecto de año ($P < 0,05$) y número de parto ($P < 0,10$) sobre la producción total. Los promedios ajustados más los errores standard (ET) de producción en los ocho meses, fueron: 1.527,31 (66.48); 1.700,85 (75.92); 1.750,27 (91.31); 1.913.38 (122.10); 1.709,69 (98.00) y 1.681,63 (70.25) de la primera a la sexta lactancia, respectivamente. Los coeficientes lineales de regresión ($P < 0,01$) de la producción acumulada en los primeros dos y cuatro meses sobre la producción total fueron 4,22 y 2,52, respectivamente. Los coeficientes de determinación fueron 0,77 y 0,88, para las predicciones en base a las producciones acumuladas de los primeros dos y cuatro meses, respectivamente.

ABSTRACT

By least-squares method, 137 valid lactations of Criollo Limonero cows, grazed in low regions South West of Maracaibo Lake were analyzed. Lactation curves during the first eight months were determined considering the variables lactation number (N: 1-6), year of calving (A: 73 and 74), season of calving (E: January-March, April-June, July-August and October-December) and the A x E interaction. These variables were included in a study to determine their effect on total production (P). Linear and quadratic regressions of milk production accumulated during the first two and four months on total production also were estimated. Graphs of production show that, except for first lactations or cows that calved in the fourth season, they are not typical production curves, showing a decrease since the first steps. Statistical

* Recibido para su publicación el 12-3-1979.

** Estación Experimental El Guayabo. Centro de Investigaciones Agropecuarias de la Región Zuliana. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

*** Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia.

analysis revealed only the influence of year ($P < 0,05$) and number of calving ($P < 0,10$) on total production. The least-squares means and the standard error of production during the eight months were: 1.527,31 (66.48); 1.700,85 (75.92); 1.750,27 (91.31); 1.913,38 (122.10); 1.709,69 (98.00) and 1.681,63 (70.25) from first to sixth lactation, respectively. Linear regression coefficients ($P < 0,01$) of accumulate production during the first two and four months on total production were 4,22 and 2,52, respectively. The coefficients of determination were 0,77 and 0,88 for predictions based upon accumulated productions of the first two and four months, respectively.

INTRODUCCION

En muchas regiones del mundo, los ingresos en las explotaciones lecheras dependen de la cantidad de leche producida, el precio de la cual está primordialmente determinado en base a volumen y, en menos grado, en base al contenido de grasa y calidad higiénica de la misma. Recientemente, en países con una industria lechera altamente desarrollada, se han incluido el porcentaje de proteína y el porcentaje de sólidos no grasos como parámetros que también son determinantes en el valor de la leche. Sin embargo, otros factores que afectan la producción total de una vaca, también tienen influencia en los ingresos y rentabilidad de las explotaciones lecheras.

La duración de la lactancia, producción diaria y el mantenimiento o persistencia de los niveles de producción, además de las influencias ambientales son los principales factores que influyen sobre la producción total del animal. El conocer el efecto de cada una de estas variables sobre la producción total, o el poder caracterizar una curva de producción de los animales en determinadas circunstancias es de singular importancia y utilidad al ganadero en el proceso de selección o eliminación de animales de su rebaño.

El presente trabajo analiza las curvas de producción de un rebaño de alto mestizaje Criollo Limonero mantenido en condiciones cálidas y húmedas en la región Sur del Lago de Maracaibo. También se discuten algunos criterios que puedan ser utilizados en la eliminación de desecho de vacas durante su lactancia.

REVISION DE LITERATURA

Diversos estudios han caracterizado varias curvas de producción para vacas lecheras especializadas en climas templados (4, 9) y de animales *Bos taurus* (7) y mestizos de Zebu (2, 8) en diversas regiones tropicales, los cuales han mostrado diferencias en los diferentes grupos raciales y localidades, señalando que en condiciones tropicales las vacas obtienen los picos de sus máximas producciones en un período menor.

Varios estudios han determinado el efecto de duración de la lactancia, período seco previo al parto, período de vacía y algunos factores ambientales sobre la producción de leche de vacas en condiciones de trópico húmedo (1, 5, 6) y muy pocos informes que describan curvas de lactancia en estas condiciones (2). La mayoría de los reportes de clima templado coinciden en afirmar que la máxima producción de leche ocurre durante el segundo mes de lactancia, a partir del cual ocurre una disminución constante en los rendimientos y que a mayor producción en el segundo mes, mayor la tasa de disminución (4, 9). Por otra parte también se ha determinado que en su primera lactancia, la curva de producción es más aplanada (4). Otros factores como enfermedades, mastitis, alimentación deficiente han sido causa de alteraciones en la curva de producción lechera (9).

En condiciones tropicales se ha determinado que la edad del animal, la época en que inicia la lactancia y la duración del período seco previo al parto, son factores que afectan la producción total de los animales (1, 5, 6).

MATERIALES Y METODOS

La información para este estudio fué obtenida de los registros de producción llevados en la Estación Experimental "El Guayabo", Estado Zulia, Venezuela, durante 1972 a 1974. En este período se recopilaron 137 lactancias válidas con no menos de 240 días de duración.

El rebaño existente en la Estación Experimental "El Guayabo", durante ese período estuvo compuesto por animales de alto mestizaje Criollo Limonero y algunas vacas mestizas de Pardo Suizo y Holstein, las cuales se excluyeron del estudio debido al bajo número de observaciones. Los animales fueron mantenidos a pastoreo en potreros de pasto alemán (*Echinochloa polystachia*) y pará (*Brachiaria mutica*) durante todo el período del estudio. El ordeño se efectuó manualmente dos veces al día, sin el apoyo del becerro, y durante el mismo se les suministró a las vacas no más de 1 Kg de un alimento concentrado con un contenido proteico del 14 al 16 por ciento de proteína cruda.

Las vacas comenzaron a ordeñarse rutinariamente a los cuatro días después del parto y no se les administró ningún tratamiento preventivo contra la mastitis; sólo se trataron los animales con manifestaciones clínicas de la enfermedad. El rebaño no estuvo sometido a ningún proceso de selección y los únicos animales que se eliminaron fueron los enfermos de brucelosis. Durante el período de estudio no hubo cambio en el manejo del rebaño ni del personal encargado del mismo.

Las condiciones pluviométricas de los potreros donde pastoreaban los animales se presentan en la Tabla 1. Las temperaturas promedio mensual y humedad relativa son comunmente superiores a 27°C y 85 por ciento respectivamente.

TABLA 1. Precipitación en el área de ensayo durante el período de estudio.

Epoca	Años	
	1973	1974
		mm
1 (Enero-Marzo)	91,4	264,8
2 (Abril-Junio)	520,6	842,3
3 (Julio-Septiembre)	363,1	319,2
4 (Octubre-Diciembre)	685,8	726,5
Total	1.660,9	2.152,8

Con la información obtenida se determinaron curvas de lactancia para los primeros ocho meses, utilizando el procedimiento de cuadrados mínimos descrito por Harvey (3), considerando como variables discretas independientes el número de lactancia y año y la época de inicio de la misma y su interacción. Estas mismas variables fueron utilizadas en un estudio para determinar su efecto sobre la producción total. También se estimaron las regresiones lineales y cuadráticas de la producción de leche acumulada en los primeros dos a cuatro meses sobre la producción total.

Los modelos utilizados en el presente estudio fueron:

- 1) Modelo para curvas de lactancia y análisis de la producción total.

$$Y_{ijkl} = B_0 + A_i + E_j + AE_{ij} + P_k + C_e$$

2) Modelo para las regresiones

$$Y_i = B_0 + B_1 (X_1 - \bar{X}) + B_2 (X_1^2 - \bar{X}) + C_i$$

Donde:

Y_{ijkl} = Producción mensual o total en una lactancia, según corresponda.

B_0 = Media teórico de la población o intercepto en el eje de ordenadas según corresponda.

B_1 = Coeficiente parcial de regresión (lineal).

B_2 = Coeficiente parcial de regresión (cuadrática).

A_i = Efecto fijo debido al año i (i : 73 y 74).

E_j = Efecto fijo debido a la época j (j : 1, 2, 3 y 4).

E_{ij} = Efecto debido a la interacción año y época.

P_k = Efecto fijo debido al parto k (k : 1, 2, 3, 4, 5, 6 ó más).

X_1 = Producción acumulada a los 60, 120 ó 180 días de lactancia correspondiente.

C_e = Efectos debidos al azar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Las medias de cuadrados mínimos y errores típicos de producción de leche para los efectos de los años, época y número de parto, se presentan en la Tabla 2. Del análisis de varianza realizado para determinar el efecto de cada una de estas variables sobre la producción total de leche, se encontró que fueron significativos el año de parto ($P < 0,05$), número de parto ($P < 0,10$) y la interacción año por época de parto ($P < 0,10$).

TABLA 2. Medias de mínimos cuadrados y errores típicos de producción de leche para los efectos de los años, épocas y número de parto.

Variable	N° Obs.	Producción de leche media \pm (E T) Error standard	
Kg			
Año			
1973	76	1.642,64	51,65
1974	61	1.785,06	51,58
Epoca			
1 Enero-Marzo	54	1.613,55	60,83
2 Abril-Junio	31	1.739,50	71,09
3 Julio-Septiembre	22	1.737,32	83,21
4 Octubre-Diciembre	30	1.765,05	74,34
N° de parto			
1	36	1.527,31	66,48
2	25	1.700,85	75,92
3	19	1.750,27	91,31
4	10	1.913,38	122,10
5	15	1.709,69	98,06
6 ó más	32	1.681,63	70,25

La diferencia observada en el efecto de año parece tener su explicación en una mejor disponibilidad del recurso pasto, influenciada por una mejor distribución de las precipitaciones en 1974, como puede observarse en la Tabla 1. Las diferencias en producción total debidas al efecto de época en que se inicia la lactancia, aún cuando de una magnitud similar a las observadas para efectos de año, resultaron no significativas. Sin embargo, los valores promedio de producción parecen guardar cierta relación con la precipitación, correspondiendo la menor producción total a las lactancias iniciadas en la época 1, a la cual también correspondieron las menores precipitaciones. Rodríguez *et al* (6) y Contreras *et al* (1) también han encontrado resultados similares, al estudiar el efecto de ciertos factores ambientales sobre la producción de los animales de esa región.

El efecto de número de parto tuvo una baja significancia estadística sobre la producción ($P < 0,10$), aunque las diferencias debidas a este efecto son de considerable magnitud. Los resultados muestran un marcado ascenso de la producción desde la primera a la segunda lactancia, producciones que siguen aumentando hasta la cuarta lactancia para luego declinar. Esta baja producción en la primera lactancia de las vacas, está influenciada por su escaso desarrollo mamario, además de que todavía están dedicando parte de los nutrientes ingeridos a satisfacer necesidades de crecimiento. Aunque los resultados muestran la tendencia observada en otros estudios (1, 4, 6) de aumentar en la producción lechera de los animales a medida que se hacen adultos, estos resultados, al contrario de otras observaciones de animales lecheros en zonas templadas (4), o animales mestizos *Bos indicus* x *Bos taurus* en zonas tropicales (1), muestran que las lactancias de mayor producción corresponden a un orden numérico menor, aunque probablemente a una edad similar, debido a la avanzada edad al primer parto que se observa en los animales en condiciones tropicales.

Las producciones totales por lactancia de estos animales, se comparan favorablemente a la de otros grupos raciales tropicales en condiciones similares (1, 6) y los niveles de producción son similares a los observados para diversos mestizos en la región.

Las curvas de lactancia obtenidas para los diferentes años, épocas y números de parto se presentan en las Figuras 1, 2 y 3, respectivamente. Es de observarse que en general la forma de las diversas curvas, no corresponde a la forma típica de curvas de lactancias de animales lecheros en climas templados, en la que la producción desde el comienzo de la lactancia sube gradualmente hasta un máximo en el segundo o tercer mes de lactancia, para luego declinar a medida que ésta avanza. Tal característica podría interpretarse como una limitación de factores alimenticios que impiden incrementar la producción a comienzo de la lactancia.

Las gráficas de producción para cada uno de los años corroboran los resultados obtenidos cuando se analiza la producción total. El efecto de la época de parto sobre las curvas de lactancia muestra que los animales que inician su lactancia en la época cuatro, mantienen niveles de producción superiores a las de animales que inician su lactancia en otras épocas. Es interesante observar que aun cuando en la primera época, los niveles de precipitación son similares a la de la época cuatro, los niveles de producción son inferiores a los obtenidos por animales que inician sus lactancias en épocas diferentes. Esto puede tener su explicación en el hecho de que esta época viene precedida de otra de altas precipitaciones, lo que hace que en esta primera época los pastizales estén completamente inundados, haciendo difícil el pastoreo por los animales.

Las curvas obtenidas para aquel grupo de animales con menos potencial de producción, animales en su primera lactancia, es diferente a las demás curvas, mostrando una marcada tendencia a incrementar la producción hasta su segundo mes de pro-

FIGURA 1. — CURVAS DE LACTANCIAS DURANTE LOS PRIMEROS OCHO MESES PARA LOS DIFERENTES AÑOS

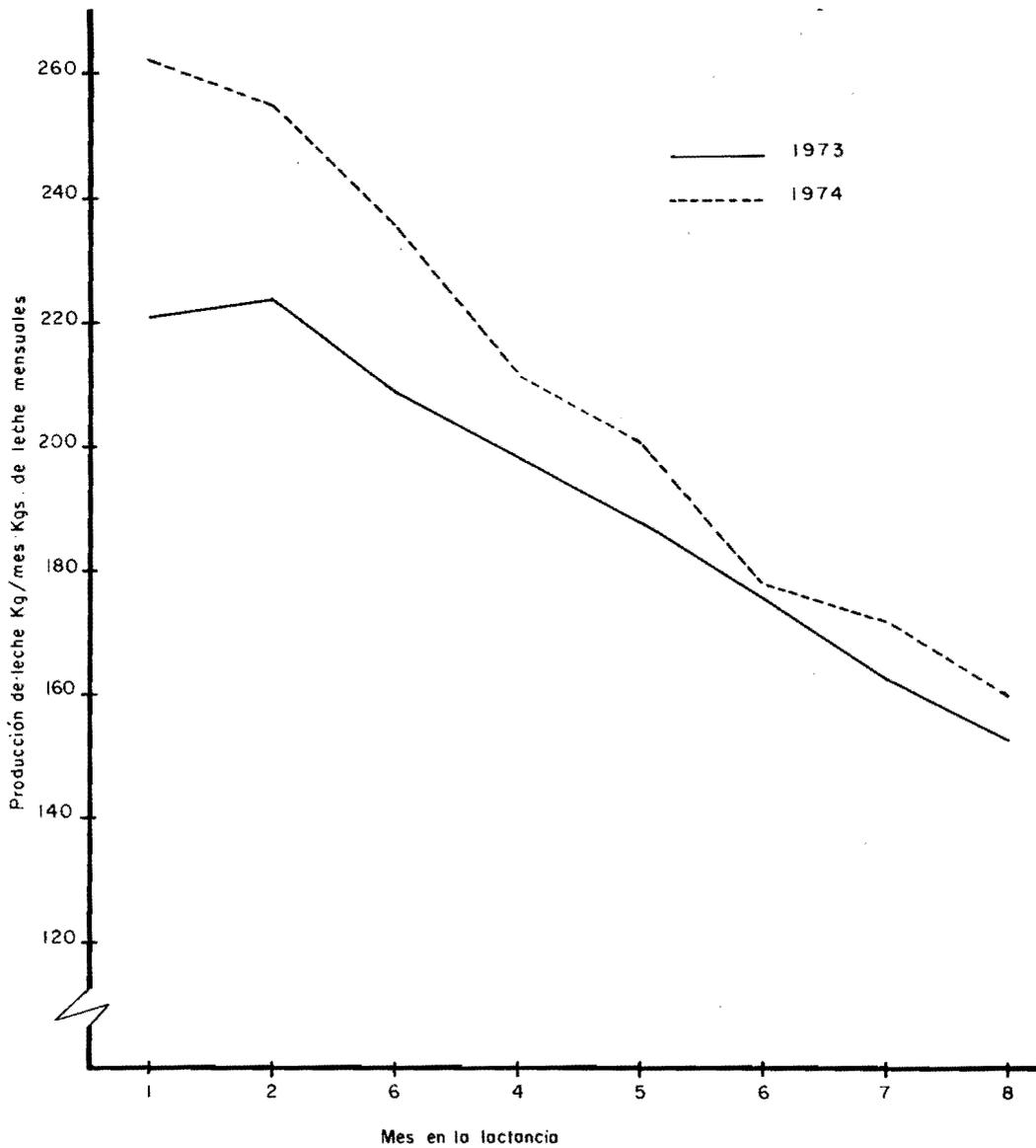


FIGURA 2.- CURVAS DE LACTANCIAS DURANTE LOS PRIMEROS OCHO MESES PARA LAS DIFERENTES EPOCAS CLIMATICAS

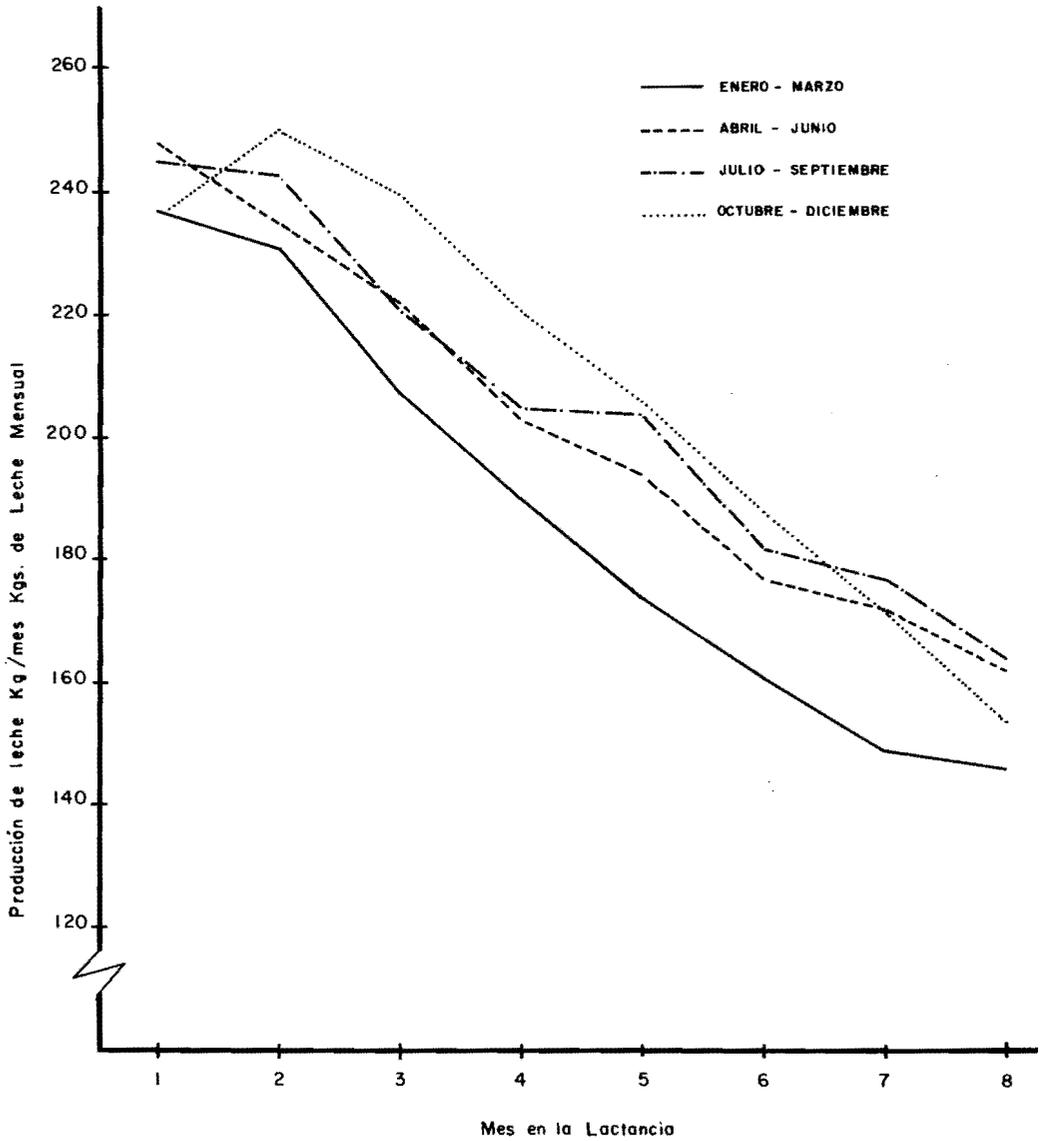
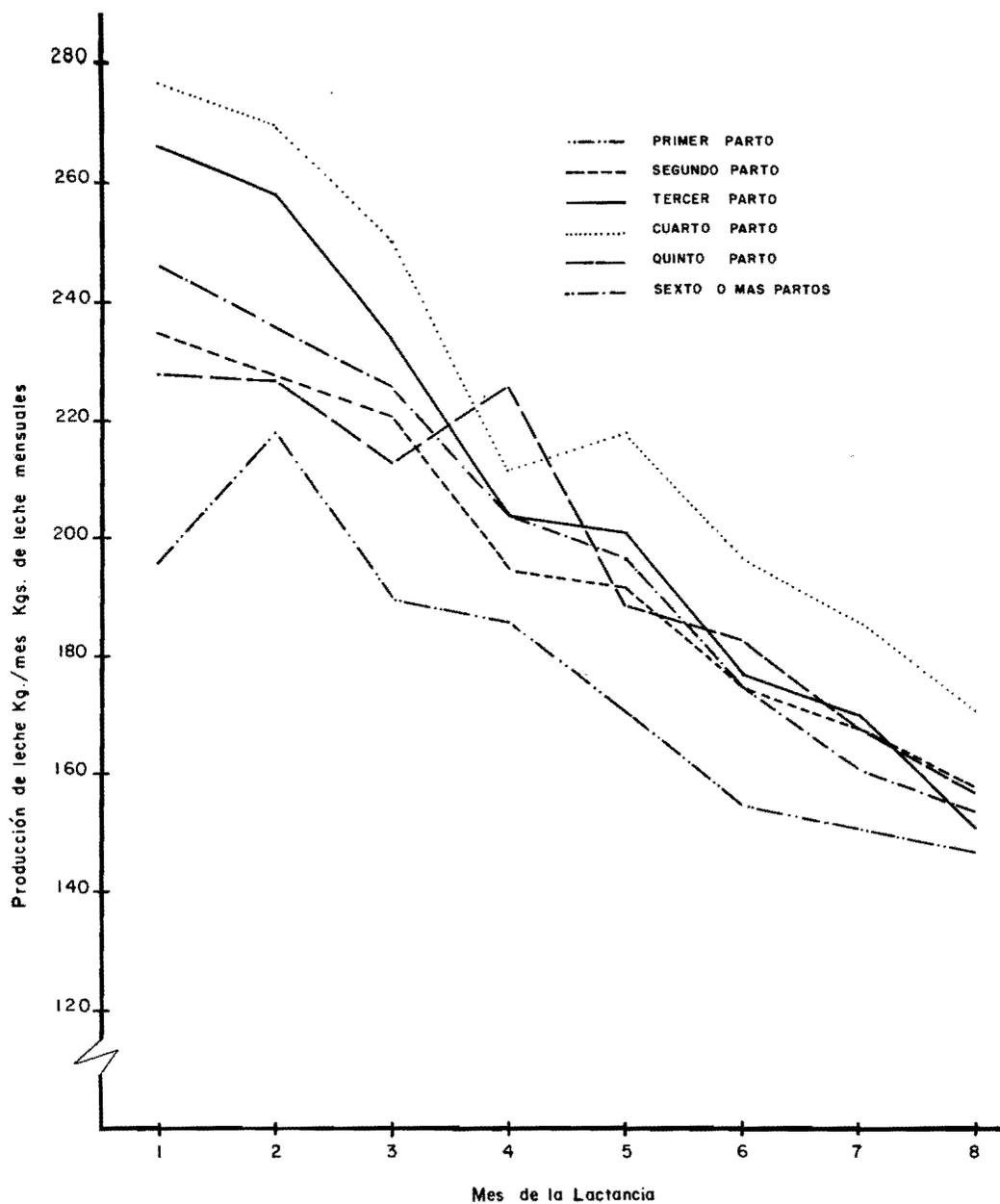


FIGURA 3. — CURVAS DE LACTANCIAS DURANTE LOS PRIMEROS OCHO MESES PARA LOS DIFERENTES PARTOS



ducción. Debido a sus menores requerimientos nutricionales a causa de su menor producción, la disponibilidad de alimentos no presenta ninguna limitación, por lo que estos animales pudieron expresar su potencial, y mostrar una curva típica de producción de leche. En forma menos marcada, los animales que inician su producción en el cuarto trimestre del año también tienen una producción que conforma una curva típica de producción de leche. La época cuatro, corresponde a la de mayor precipitación en el año donde se supone existen menos limitaciones en la disponibilidad de los pastos, los cuales constituyen el único alimento de los animales.

A todas las observaciones disponibles, se les aplicó un análisis de regresión para determinar el grado de veracidad con que puede predecirse la producción total, en base a la producción acumulada de los primeros dos o cuatro meses de lactancia. Los resultados de estos análisis se presentan en las Tablas 3 y 4, respectivamente. Puede observarse que la producción acumulada durante los primeros dos o cuatro meses de lactancia es un buen indicador de la producción total, siendo más confiable la producción acumulada en los cuatro primeros meses. Sin embargo, para ambos períodos el coeficiente de determinación es lo suficientemente alto, por lo que cualquiera de ellos puede utilizarse en decisiones de desecho o selección de animales al comienzo de su lactancia.

TABLA 3. Predicción de la producción total en base a la producción acumulada a los 60 días de lactancia.

Descripción	N° Obs.	Producción a los 60 días (Kg)	Producción total (Kg)	Coeficientes de regresión			Coeficiente de determinación (R ²)
				I*	L*	C*	
Modelo I ^a	137	457,2	1.618,16	0,054	4,223 ^{xx}	-0,001	0,77 ^{xx}
Modelo II ^b	137	457,2	1.618,16	116,238	3,798 ^{xx}	-0,001	0,81 ^{xx}

Modelo I^a: Solo incluye efectos lineales y cuadráticos de producción de leche acumulada a 60 días.

Modelo II^b: Además de los efectos lineales y cuadráticos de producción de leche acumulada a 60 días, incluye los efectos de año y época de parto, año x época, y número de parto.

* I: Intercepto; L: Lineal; C: Cuadrático.

TABLA 4. Predicción de la producción total en base a producción acumulada a los 120 días de lactancia.

Descripción	N° Obs.	Producción a los 120 días (Kg)	Producción total (Kg)	Coeficientes de regresión			Coeficiente de determinación (R ²)
				I*	L*	C*	
Modelo I ^a	137	860,77	1.618,16	-201,16	2,52 ^{xx}	-0,0004 ^x	0,88 ^{xx}
Modelo II ^b	137	860,77	1.618,16	-90,69	2,26 ^{xx}	-0,0003	0,90 ^{xx}

Modelo I^a: Solo incluye efectos lineales y cuadráticos de producción de leche acumulada a 120 días.

Modelo II^b: Además de los efectos lineales y cuadráticos de producción de leche acumulada a 120 días, incluye los efectos de año y época de parto, año x época, y número de parto.

* I: Intercepto; L: Lineal; C: Cuadrático.

LITERATURA CITADA

1. CONTRERAS, R., LANE, G. & RODRIGUEZ, C. Producción de leche de distintos grupos raciales en la región Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. VI Reunión ALPA. Resúmenes Tomo I, La Habana, p. 6-47. Cuba, Diciembre 1977.
2. EL AMIN, F.M. & OSMAN, A.H. Some dairy characteristics of North thern Sudan Zebu Cattle. I. The components of the lactation curve. *Trop. Agric. (Trinidad)* Vol. 43, N° 3. July 1971.
3. HARVEY, W.R. Least-square analysis of data with unequal subclass numbers. *Agricultural Research Service ARS H-4*. Reprinted 1975.
4. MILLER, D.D. Lactation and other production curves as criteria for culling dairy cows, *New Nex. Stat. U., Agr. Expt. Sta. Bul.* 632. 1975.
5. RODRIGUEZ, C.J. & RINCON, E.J. Producción de leche de vacas mestizas de Criollo x Pardo Suizo y Holstein mantenidas a potrero en el Estado Zulia. *Agronomía Tropical*. 21(3): 205-213. 1971.
6. RODRIGUEZ, V.A., BODISCO, V., RAMIREZ, M. & GARCIA, E. Comportamiento productivo del ganado lechero mestizo en el Sur del Lago de Maracaibo durante 1973. *Agron. Trop.* 24: 201-210. 1974.
7. VEGA, O.P. Estudio preliminar de la curva de lactancia en ganado criollo. *Agron. Trop.* 13: 63-81. 1963.
8. WILSON, P.N. & HOUGHTON, T.R. The development of the herd of Holstein-Zebu cattle at the Imperial College of Tropical Agriculture, Trinidad. *Empire J. of Exp. Agr.* 30: 159. 1962.
9. WOODARD, T.E. Some Studies of lactation Records. *J. Dairy Sci.*, 28: 209. 1945.