

USO DE REGISTROS LECHEROS PARA TIPIFICAR LA CURVA DE LACTANCIA Y EVALUAR REPRODUCTORES EN GANADO HOLSTEIN DEL VALLE DEL CAUCA

Velandia T. Rengifo O.* ; Adriana Lalinde de Cabrera* ; Jaime E. Muñoz F.**

COMPENDIO

Se establecieron ecuaciones de regresión para la curva de lactancia general y por parto (de primero a noveno); el efecto de parto en la producción de leche, la persistencia; la relación entre la producción y puntaje fenotípico, las variables de reproducción (intervalo entre parto y concepción, número de servicios por concepción) y el efecto de padres en un hato Holstein en Villa Gorgona corregimiento del Valle del Cauca (Colombia), a una altura de 1.100 m.s.n.m. cuya temperatura promedio es de 24°C. Se estudiaron 182 lactancias correspondientes a 45 vacas. Los modelos de regresión probados fueron: $Y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$; $\ln y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$, siendo $y =$ producción de leche, $X =$ semana después del parto. Se halló la máxima producción de leche entre la quinta y sexta semana después del parto, y la máxima producción pico se encontró en el sexto parto. Se encontró alta correlación entre la máxima producción de una lactancia (producción pico) y la producción total de la lactancia. La persistencia promedio, medida como la disminución de la producción de leche por semana, fue 2.14 kg encontrándose alta persistencia en la primera lactancia y baja persistencia de la segunda a quinta lactancia. Este hato desde el punto de vista reproductivo tuvo una calificación de 7/10 dada por los valores de número de servicios por concepción (1.9) e intervalo entre parto y concepción (104 días). No se encontró correlación entre el puntaje fenotípico y la producción de leche. De acuerdo con el promedio de producción de leche de las hijas, los toros "nativos" fueron los mejores.

ABSTRACT

Regression equations were given for the general lactation curve and for birth (from first to ninth birth); the birth effect in the milk production, the persistency, the relation between production and phenotypic qualification. The reproduction variables (interval between birth and conception, number of services for conception) and the parents effect in Holstein herd in Villa Gorgona in the Cauca Valley at 1.100 meter height, with mean temperature 24°C. 182 lactations were studied in 45 cows. The regression models that were proven are: $Y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$ $\ln y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$ being. $Y =$ mean production by week $X =$ number of weeks after birth. It was found that maximum production was between the fifth and the sixth week after birth and the highest point of production was found in the sixth birth. Making doing the relation between the highest of production and production for lactation was found the regression equation $\hat{Y} = 643.6 + 26.73 X$; with $R^2 = 0.957$. According to a nomogram used for this herd, qualification of 7/10 given for the value of number of services for conception (1.9) and interval between birth and conception (104 days). According to the mean production of the bulls daughters the best ones were "native" bulls.

* Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. A. A. 237, Palmira.

** Profesor Asistente. Universidad Nacional de Colombia. A.A. 237, Palmira.

1. INTRODUCCION

El uso de reproductores de alto potencial genético posibilita aumentos en la producción de leche, sin embargo, la observación de los registros de ordeño muestran valores inferiores a lo esperado. La producción de leche por lactancia esta determinada por la persistencia, y el número de la lactancia (Gil, 8). El número del parto y la edad del animal afectan positivamente la producción total de leche desde la primera hasta la cuarta o sexta lactancia, luego la producción decrece.

Los primeros estudios de la curva de lactancia fueron hechos en 1934 por Kartha (9), quien investigó el descenso en la producción de leche en la lactancia para el ganado en la India, ajustando curvas exponenciales negativas a las producciones semanales y mensuales de los búfalos, vacas cruzadas sahiwal de pedigree y sahiwal ordinarios. La mayoría de los animales obtuvieron su máxima secreción entre la tercera y sexta semana después del parto.

En 1964, en Tanganyika, Nahadevan y Hutchison (11) comunicaron notable similitud en la forma de la curva de lactancia entre *Bos indicus* de pura raza y el ganado cruzado *Bos taurus* por *Bos indicus*. La principal diferencia entre el trópico y la zona templada radica en el aspecto de la tasa de descenso mensual: en grupos de vacas Holstein, Jersey y Guensey fue 5.3, 5.6 y 5.7 o/o respectivamente (Brady, 6); mientras que en el trópico varió desde 7.5 o/o, para las sahiwal de pedigree, hasta el 11 o/o, para las sahiwal ordinarias (Kartha, 9).

En nuestro medio pocas fincas llevan registros, sin embargo en algunos trabajos se ha aprovechado dicha información. Rios (12) con los datos del registro oficial de producción de la raza Holstein del departamento de Antioquia, concluyó que la máxima eficiencia se obtenía alimentando las vacas con niveles económicos de concentrado de acuerdo con su habilidad lechera; que la curva de persistencia de la vaca altamente productora tendió a bajar más pronun-

ciadamente al final de la lactancia y que no había seguridad estadística de que el parto en una determinada época del año influyera en la cantidad de leche producida durante la lactancia.

Botero y otros (7) en 1978 con datos de la granja "La Sierra", Candelaria, Valle, concluyeron que el modelo de mejor ajuste para explicar la producción semanal de leche era: $Y = a + b1_n (\text{semana}) + c (Ln \text{ semana})^2$, con un R^2 de 99.2 o/o y encontraron la máxima producción de leche entre el quinto y séptimo parto.

Considerando que los registros permiten controlar la explotación y tomar decisiones, mejorar descendencias, estimar costos y hacer más eficiente la ganadería; que en la granja "La Sierra" existe información y que la selección se efectúa primordialmente por producción de leche, se analizó cuantitativamente la habilidad productiva de este hato. Los objetivos del trabajo fueron: tipificar la curva de lactancia y cuantificar el efecto del número del parto en la producción de leche; cuantificar la persistencia en la producción de leche con base en una medida que indique el descenso en la producción de leche por semana, después de alcanzar la producción máxima; relacionar índices de producción con el puntaje fenotípico obtenido en la clasificación de la Asociación Holstein Colombiana, y dar una idea general sobre el estado reproductivo del hato con base en el intervalo de parto a concepción y número de servicios por concepción.

2. METODOLOGIA

2.1. Ubicación

La información se obtuvo en la finca "La Sierra", ubicada en el corregimiento de Villa Gorgona, municipio de Candelaria, (Colombia) a una altura de 1.100 m.s.n.m. y una temperatura promedio de 24°C. Las fuentes de información fueron los registros diario y semanal de leche.

2.2. Tipificación de la curva de lactancia

De acuerdo con el diagrama de dispersión entre el número de semanas después del parto y la producción promedio por semana, se probaron los siguientes modelos, que dan la forma de la curva de lactancia.

$$Y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$$

$$\ln y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$$

Siendo:

Y = Producción promedio por semana (kg)

X = Número de semanas después del parto

Ln = Logaritmo natural

a, b, c = Parámetros de la ecuación de regresión.

Se probaron los modelos para la curva de lactancia general, y por parto; se seleccionó el mejor modelo con base en el coeficiente de determinación (R^2), el cual indica que porcentaje de la producción promedio por semana es explicada por el número de semanas transcurridas después del parto.

2.3. Efecto del número de partos

Se realizó un diagrama de dispersión relacionando el número de partos (eje X) con la producción total por parto promedio (eje Y).

2.4. Persistencia

El método que se empleó fue el coeficiente de regresión obtenido con base en el siguiente modelo lineal: $Y = \alpha + BX$ siendo Y la producción de leche por semana (kg), X las semanas después del parto y B el índice de persistencia (coeficiente de regresión).

Para la regresión se realizó un análisis de varianza y se estimó la desviación estándar de los coeficientes de regresión (B) con el objeto de establecer intervalos de confianza de las pendientes al 95.44 o/o.

2.5. Relación entre índices de producción fenotípico.

Se hizo una correlación por parto entre el puntaje fenotípico y la producción de leche. Para disminuir el efecto de parto se hicieron correlaciones de puntaje fenotípico con la producción de leche de las vacas de un mismo parto. Además, se realizó un diagrama de dispersión por parto entre la producción de leche por parto eje (Y) y puntaje fenotípico eje (X).

2.6. Variables de reproducción

De los registros de apareamiento, se obtuvieron datos con lo relacionado a las variables número de servicios por concepción (NSC) e intervalo entre parto y concepción (IPC). Para la variable NSC se construyó una tabla de frecuencia y su respectiva representación obteniéndose un estimado de la media. Para la variable IPC se hizo una tabla de frecuencia además se usó un nomograma * cuyas variables de entrada son NSC e IPC y cuya respuesta es la clasificación del parto.

2.7. Efecto de padres

Para evaluar el efecto de los padres se hizo un análisis de varianza (Cuadro 1) por parto, según el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + V_{j(i)}, \text{ siendo}$$

Y_{ij} = Producción de leche de la vaca j

μ = Efecto promedio,

P_i = Efecto del padre i

$V_{j(i)}$ = Efecto de la vaca (j) dentro del padre (i).

* Alfredo Casas. Información personal. Estudiante de pre-grado. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Palmira.

Cuadro 1

Fuentes de variación y esperanza de los cuadrados medios

Fuentes de variación	GL	CM	E (CM)
Entre padres	P - 1	CMP	$\sigma_v^2 + K\sigma_p^2$
Vacas (padres)	$\Sigma(r_i - 1)$	CMV	σ_v^2
Total (c)	$\Sigma r_i - 1$		

σ_v^2 = Varianza debida a vacas

σ_p^2 = Varianza debida a padres

P = Total de padres

r_i = Número de vacas hijos del padre i.

En los casos en que existió diferencia significativa entre "padres" se realizó la prueba de D M S (diferencia mínima significativa).

Los resultados por parto se compararon entre sí, para verificar si existía la tendencia a que las producciones de leche de vacas hijas de un mismo padre conservaran su "alta o baja" producción a través de los partos.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1. Curva de lactancia

Los modelos tuvieron valores de R^2 altos, para el primero $Y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$ con $R^2 = 0.96$ (Figura 1) y para el segundo $\ln y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$, $R^2 = 0.95$, lo cual indica el ajuste casi perfecto de ellos, pues el 95 o 96 o/o de la variación en la producción de leche se explicó por la variación en el tiempo. Para estimar la máxima producción se derivó la producción de leche con respecto al tiempo y se igualó a cero.

Se seleccionó el modelo: $Y = a + b \ln X + C (\ln X)^2$, por ser más sencillo en su manejo pues no incluye logaritmos en la variable producción.

La máxima producción estimada fue de 129.5 kg leche /semana, entre la quinta y la sexta semana.

3.2. Curvas de lactancia por parto

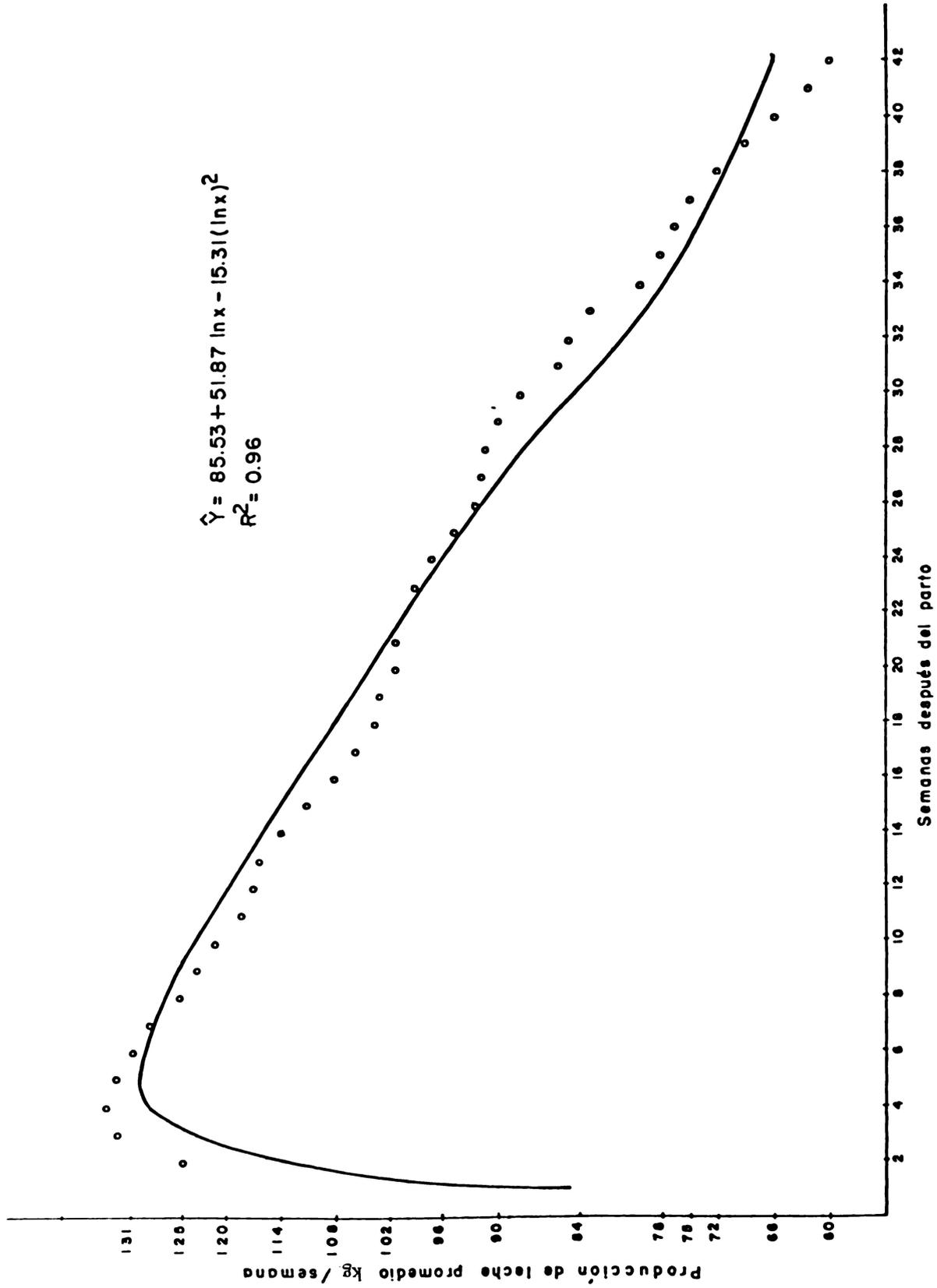
En el Cuadro 2 aparecen los modelos ajustados para los nueve partos y en el Cuadro 3 aparecen las semanas de máxima producción y la máxima producción estimada.

En las primeras semanas después del parto (Figura 1), la producción de leche tiende a aumentar paulatinamente hasta alcanzar un máximo, para luego comenzar a descender.

La máxima producción, se alcanzó en la 5.4 semana post-parto, sin importar la edad del animal, o la época de parición (2,4). Asker (3) informó un valor promedio de 5.5 semanas después del parto en la raza Holstein para alcanzar la máxima producción y considera que entre más alta sea la producción de leche al momento del parto, menos días se requieren para alcanzar la máxima producción.

El cambio en la producción máxima/semana a través de los partos sucesivos (Figura 2), tiende a aumentar en la medida en que aumenta el número de parto, encontrándose los valores más altos entre el tercero y séptimo parto. La máxima producción pico estimada (145.06 kg) se obtuvo en el sexto parto (Cuadro 3). Si se tiene en cuenta que el promedio de producción de leche por semana, fue de 99.10 kg y de 129.48 el promedio de las máximas producciones o producciones pico por parto, se superó en 30.65 o/o al promedio general y en 10.49 o/o a la producción pico de la primera lactancia.

El incremento en los puntos de máxima producción con respecto al primer parto (Cuadro 3, Figura 2), osciló entre 10.45 (segundo parto) y 32.47 o/o (sexto parto). En cuanto al porcentaje de incremento y producción pico, en el quinto parto fue inferior al sexto, pero de allí en adelante tendió a disminuir la producción pico, la cual sugiere el reemplazo de estos ani-



* Figura 1. Modelo de regresión que explica la relación entre semanas después del parto y producción de leche, incluyendo todas las vacas.

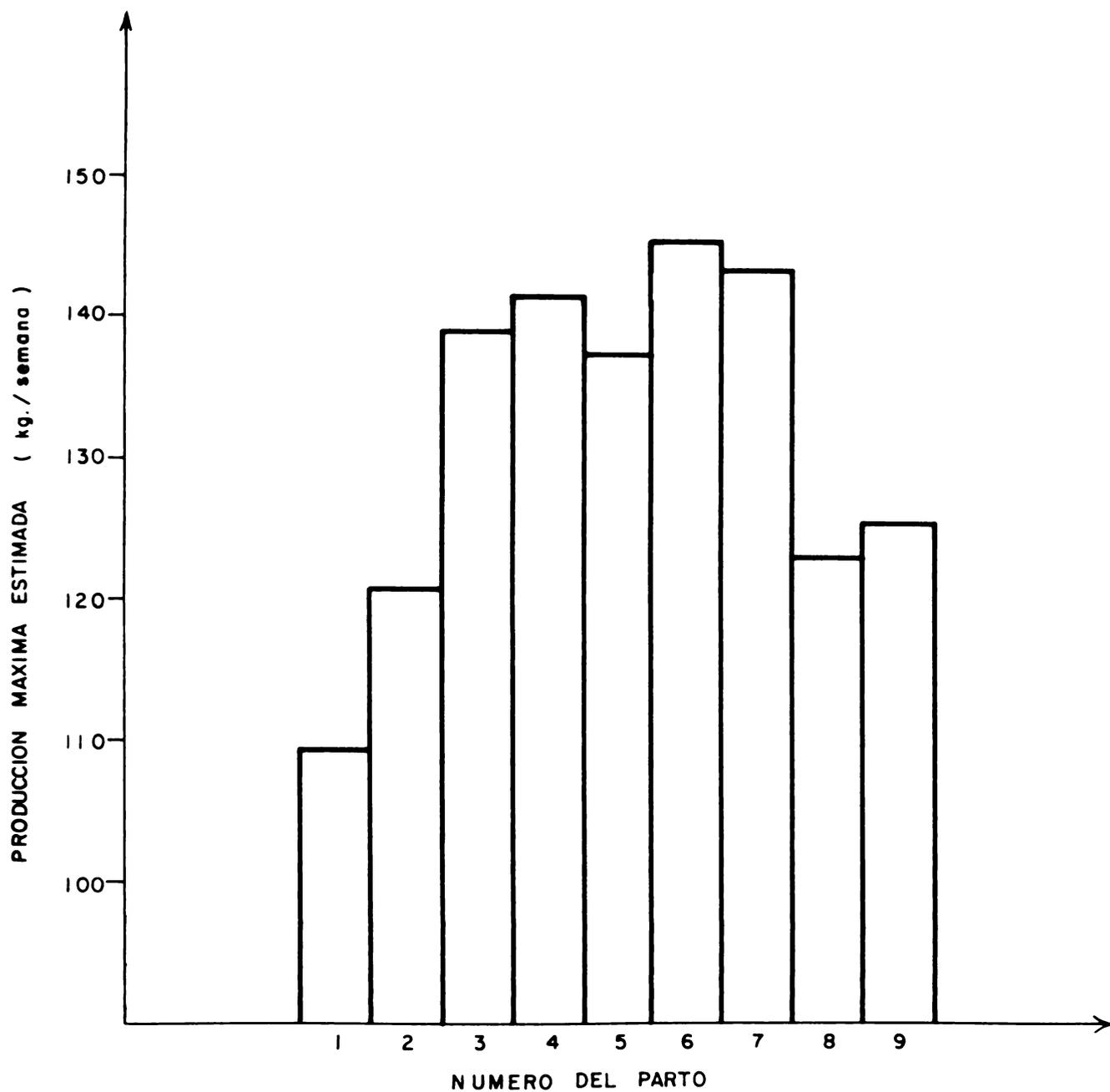


FIG.2. — Relación entre la producción máxima (pico) estimada (kg./semana) y el número del parto.

Cuadro 2
Modelos ajustados para cada uno de los partos

Parto No.	Ecuación de regresión	R ²
1	$\hat{Y} = 81.74 + 33.74 \ln x - 10.25 (\ln x)^2$	0.95
2	$\hat{Y} = 83.40 + 45.96 \ln x - 13.92 (\ln x)^2$	0.96
3	$\hat{Y} = 86.30 + 62.63 \ln x - 18.42 (\ln x)^2$	0.97
4	$\hat{Y} = 89.25 + 60.13 \ln x - 17.31 (\ln x)^2$	0.95
5	$\hat{Y} = 91.10 + 55.09 \ln x - 16.52 (\ln x)^2$	0.96
6	$\hat{Y} = 95.98 + 58.80 \ln x - 17.61 (\ln x)^2$	0.95
7	$\hat{Y} = 79.37 + 70.93 \ln x - 19.51 (\ln x)^2$	0.93
8	$\hat{Y} = 69.88 + 59.17 \ln x - 16.73 (\ln x)^2$	0.92
9	$\hat{Y} = 64.28 + 62.03 \ln x - 15.68 (\ln x)^2$	0.74

Cuadro 3

Producción pico por lactancia, porcentaje de incremento con respecto al primer parto y semanas de máxima producción

No. de lactancia	Semanas de máxima producción	Producción por lactancia en 42 semanas (kg)	Máxima prod. estimada /parto o prod. pico / parto kg / se m.	o/o de incremento con respecto al primer parto	n
1	5.1	3698.10	109.50	0	39
2	5.2	3772.11	120.94	10.45	36
3	5.4	4213.05	139.53	27.42	35
4	5.6	4393.96	141.33	29.06	30
5	5.2	4335.52	137.02	25.13	17
6	5.3	4585.07	145.06	32.47	13
7	6.1	4626.83	143.83	31.35	6
8	5.8	3851.50	122.19	11.59	4
9	7.2	4333.0	125.62	14.72	2

males al concluir la séptima lactancia, cuyo comportamiento de la producción pico estimada es todavía superior a la primera, si e mpre y cuando las novillas de reemplazo superen en 5 o/o a las madres en relación a su primera lactancia.

La máxima producción pico estimada en el sexto parto se obtuvo a 5.3 semanas post-parto, coincidiendo con algunos investigadores (Aker, 1; Bodisco, 4), pero difirieron con los que alcanzaron incremento en la producción pico hasta el tercer parto (Appleman, 2; Gil, 8). Posiblemente en condiciones tropicales, donde la calidad de los forrajes es menor que en la zona templada, la expresión de la producción pico se retarda para comenzar a declinar a partir de la sexta semana post-parto.

Se encontró un coeficiente de correlación de 0.957 (altamente significativo) entre los picos de máxima producción y la producción por parto. (Figura 3).

Entonces en la ecuación $Y = 643.61 + 26.738 X_i$, con $r_c = 0.957$, se halló que por cada kilogramo que aumente la producción pico, la producción promedia por lactancia (42 semanas) aumentará en 26.738 kg/ semana.

Siendo:

$Y =$ Producción promedia/ lactancia

$X_i =$ Producción pico

3.3. Efecto del número de partos

Al aumentar el número de partos, las vacas tendieron a aumentar su producción de leche hasta el séptimo parto (Cuadro 3), presentándose la mínima en el primero (3 698.10 kg) y la máxima en el séptimo (4 585.07 kg).

Desde el punto de vista biológico las vacas en los primeros partos no desarrollan su máximo potencial de producción de leche; para este ható se encontró que después del séptimo parto disminuye la producción promedia por parto, lo cual es un indicativo que las vacas a

partir de ese momento han mermado su capacidad fisiológica o que las condiciones de manejo no son las más adecuadas.

3.4. Persistencia

Los modelos de regresión de los cuales se obtuvo B fueron en su mayoría significativas ($P < 0.01$), a excepción de aquellos para las vacas No. 7, 110 y 160 que en su primer parto no dieron significativos ($P > 0.05$). Esto se debió posiblemente a que el ambiente influ y ó en la producción de leche, presentándose cambios bruscos en la producción.

Los resultados del índice de persistencia concuerdan con la literatura que comunica alta persistencia durante la primera lactancia, baja persistencia de la segunda a cuarta o quinta e incremento en la sexta sin alcanzar la persistencia de la primera (Gil, 8).

La mayor variación se ha atribuído a las condiciones climáticas, al nivel alimenticio, a la edad - las vacas jóvenes son más persistentes en la producción - al bloqueo hormonal en la gestación avanzada y sustracción de nutrientes por el feto después del sexto mes (Aker, 1; Gil, 8), esto explica los bajos valores de los coeficientes de determinación R^2 , lo cual indica que en gran parte de la variación se debe a factores ajenos al tiempo transcurridos después del parto.

Al comparar los índices de persistencia de los partos 1 y 3 se notó gran diferencia a favor del primer parto, en el cual la producción de leche disminuyó 1.74 kg/semana, mientras que en el tercer parto disminuyó 2.98 kg/ semana.

En este estudio no se pretendió calcular la heredabilidad de la persistencia, pero sería aconsejable que se tuviera más información de este ható para evaluar la heredabilidad.

Según el estado reproductivo, el ható se calificó con siete sobre diez, la cual se considera buena.

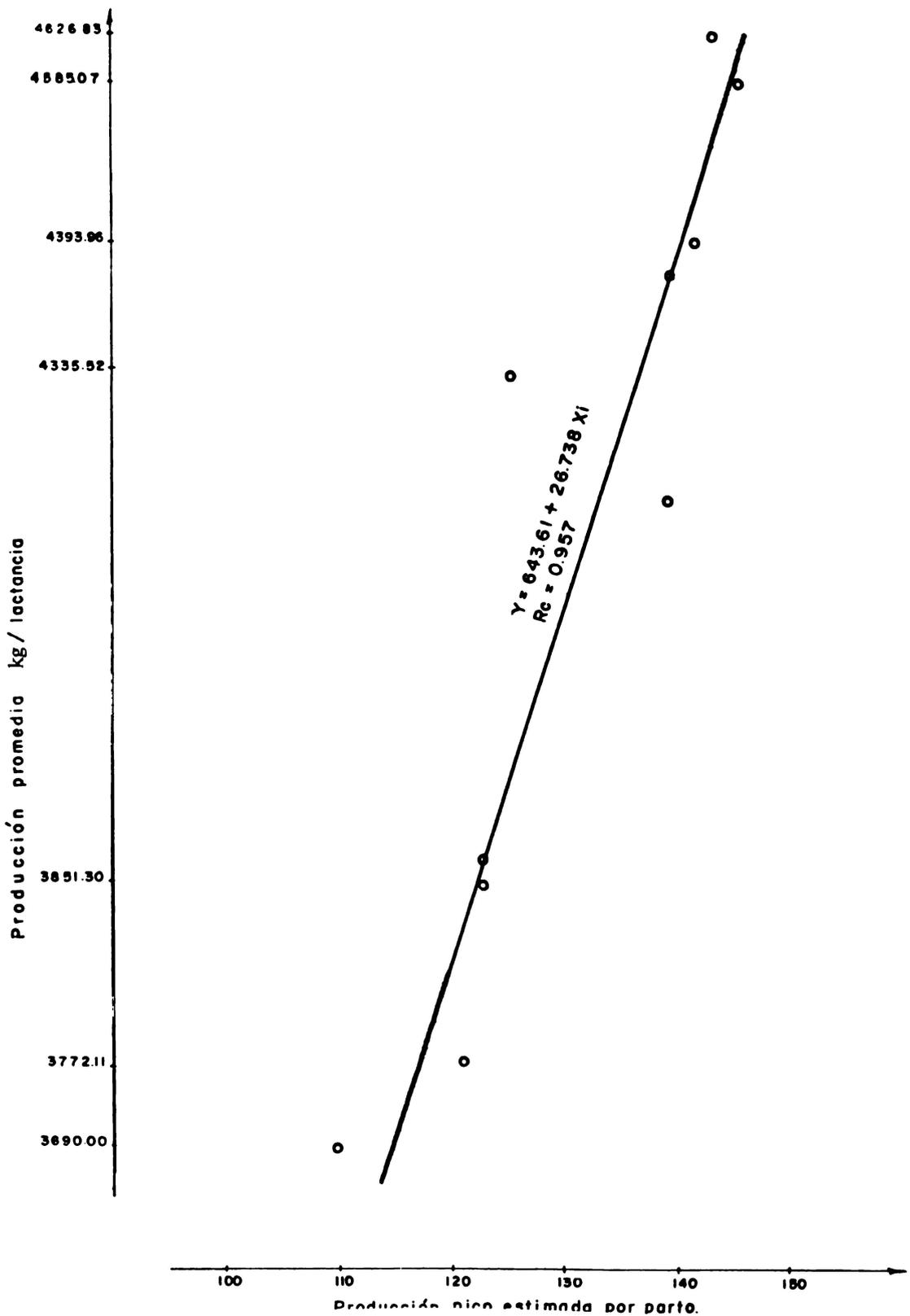


Figura 3. Diagrama de dispersión y ecuación de regresión entre producción pico estimada por parto y producción por lactancia.

3.5. Efecto de padres

En el análisis de varianza, se encontró diferencia significativa entre padres para primero, segundo y tercer parto. Las producciones semanales promedias de las vacas hijas de Limonar y Macareno, compartieron el primero y segundo lugar en el primero y segundo parto, no difirieron significativamente (Cuadro 4); pero en el tercero, la producción de las hijas de Limonar difirió significativamente de la de las hijas de Macareno. El cambio en el orden de producción a través de los partos, sugiere que existe una posible interacción padre por parto, lo cual indicaría, que el comportamiento de las hijas se ve afectada en forma diferente por el parto; sin embargo se debe tener en cuenta que los cambios no fueron bruscos y que los toros "nativos" Macareno y Limonar (los mejores) tuvieron un comportamiento similar a través de los partos.

Las hijas de Limonar I fueron las de menor producción.

3.6. Relación entre índice de producción y puntaje fenotípico

No hubo relación entre las variables puntaje fenotípico y producción. Se encontraron vacas que teniendo 82 puntos en un cuarto parto difieren en su producción 33.7 o/o o vacas que con 72 puntos aventajaron en 42 o/o a otras de mayor puntaje. Este resultado confirma que la correlación entre producción y clasificación dá margen para que vacas de muy elevado rendimiento sean ocasionalmente de fenotipo mediocre y que otros animales de fenotipo muy bueno sean malos productores (Lush, 10).

3.7. Variables de reproducción

El promedio general de NSC en este hato fue de 1.9, que corresponde a un hato bueno (De Alba, 7), comparado con el óptimo que es 1.6 servicio concepción.

Los resultados de la prueba de "t" fueron: grupo uno (partos 1, 2 y 3) vs. grupo dos (partos 4, 5 y 6) $t_c = 0.326$ NS y $t_{t 50/o} = 20$; grupo uno vs. grupo tres (partos mayores o iguales a 7) $t_c = 1.32$ NS y $t_{t 50/o} = 2.02$; grupo dos vs. grupo tres $t_c = 0.71$ NS y $t_{t 50/o} = 2.02$.

No hubo diferencia significativa entre los promedios del NSC entre los grupos, pero hay que tener en cuenta que la información existente para realizar esta prueba fue muy escasa.

Los valores de IPC oscilaron entre 58 y 267 días con un promedio de 104 días.

Si se hace una inferencia, se puede decir que en promedio una vaca tiene un parto cada 386 días (104 días vacías + 282 gestación), lo cual puede considerarse aceptable, ya que el objetivo del ganadero es "una cría por año"; es indispensable que el ganadero detecte a tiempo las "vacas problemas" para establecer si la demora en la preñez se debe a no detección de calores y/o a fallas en la inseminación artificial.

4. CONCLUSIONES

- 4.1. El modelo que explicó mejor la producción de leche por semana transcurridas después del parto fue $Y = 85.53 + 51.87 \ln(\text{semanas}) - 15.31 (\ln \text{semana})^2$ con un R^2 de 96 o/o sin tener en cuenta el parto; la máxima producción de leche/semana por lactancia (129.46 kg) estimada se encontró entre la quinta y sexta semana después del parto.
- 4.2. La producción máxima se encontró entre el sexto parto.
- 4.3. Se encontró correlación positiva entre producción pico y producción por lactancia, pero no hubo asociación entre puntaje fenotípico y producción de leche.

Cuadro 4

Promedio de producción (kg / semana) durante el período de lactancia, de acuerdo al padre

No. Identificación	NUMERO DE PARTO										
	1	2	3	4	5	6	7				
	\bar{X} (kg/sem.)*	Orden	\bar{X} (kg/sem.)*	Orden	\bar{X} (kg/sem.)*	Orden	\bar{X} (kg/sem.)*				
1 Limonar	108.02 A	1	119.94 A	2	151.91 A	1	131.57	2	136.59	115.81	120.07
2 Macareno	106.53 A	2	123.64 A	1	125.46 B	2	133.70	1	102.66	108.85	93.12
3 Paisa	98.04 A	4	89.65 C	5	87.40 C	5	92.64	6	85.67		
4 1852	89.42 AB	5	109.36 AB	3	113.10 B	3	96.26	5			
5 Seeman	99.43 A	3	90.10 BC	4	95.20 BC	4	105.50	4			
6 Limonar I	66.92 B	6	77.71 C	6	85.122 C	6	106.91	3			

* Promedios con la misma letra no difieren significativamente.

NOTA : Solamente se tuvo en cuenta el orden hasta la cuarta lactancia por que de ahí en adelante son muy pocos los padres que tienen información de sus hijas. Se hizo ANDV hasta el tercer parto.

4.4. La persistencia fue mejor en vacas de primer parto.

4.5. En este trabajo las hijas de toros "nativos" superaron en producción de leche a las hijas de toros "probados".

5. BIBLIOGRAFIA

1. AKER, A. CASTRO. Fundamentos de Agronomía y ganadería. La Habana, Pueblo y Educación, 1979. 24 p.
2. APPLEMAN, R. D. Extending incomplete lactation records of Holstein cows with varying levels of production. J. Dairy. Sci. v. 52. p. 360-368. 1969.
3. ASKER, A. Factors affecting milk production in cross bred cattle. Anim. Agric Sci. v. 10. p. 47-48. 1969.
4. BODISCO, V. Cuatro lactancias consecutivas en vacas criollas y Pardo Suizo en Maracay Venezuela. Asociación Latinoamericana de producción animal. Memoria 3, 1968. p. 61 - 75.
5. BOTERO, G. Tipificación de la curva de lactancia, influencia del número de partos en la producción de leche e identificación de los mejores progenitores en ganado vacuno de la raza Holstein. Palmira, Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias, 1978. 35 p. (Trabajo de Investigación del Curso de Biología).
6. BRODY, S. The relation between the course of senescence with special reference to age changes in milk secretion. London, Agri. Exp. Stn n. 109, 1965. p. 21-26, 50-51.
7. DE ALBA, J. Reproducción y genética animal. Turrialba, IICA, 1964. 416 p.
8. GIL, G. S. Persistency and peak yield in harina cattle, phenotypic parameters. J. Anim. Sci. v. 41. p. 215-217. 1971.
9. KARTHA, K. P. A study of the data yields of various types of cattle obtained from the records of government military dairy farms. Indian. J. Vet. Sci. v. 4. p. 36-62. 1934.
10. LUSH, J. L. Bases para la selección animal. Buenos Aires, Ediciones Agropecuarias, 1966, 666 p.
11. MAHADEVAN, P. and HUTCHISON, H. G. The performance of crosses of *Bos taurus* and *Bos indicus* cattle for milk production in the coastal region of Tanganyika. Anim. Prod. v. 6. p. 331-336. 1964.
12. RIOS, O. F. Análisis de diferentes sistemas de explotación lechera en el Departamento de Antioquia, Medellín, Universidad Nacional de Colombia, 1969. p. 25 - 42 - 43. (Tesis Ing. Agr.).