

## COMPORTAMIENTO DE LA PRODUCCION DE LECHE EN UN HATO DE VACAS GUERNESEY<sup>1</sup> \*

Carlos Boschini y Jorge Sánchez\*\*

### ABSTRACT

**Milk production behaviour in Guernsey cows.** The factors defining the lactation curve, as well as the accumulated milk production in 305 days, were evaluated in a Guernsey herd in San Isidro de Coronado, Costa Rica, at an altitude of 1382 m above sea level, with a mean annual temperature of 24.5 C and an average yearly rainfall of 2275 mm. Two-hundred ninety-nine complete lactations, from first to seventh birth, were analyzed. Milk production was adjusted into an exponential model with a coefficient of determination above 0.90.

General means of 14.62 kg, 62.78% and 3440.40 kg were found for peak production, persistence and total milk production, respectively, for 10 months of lactation. Maximum peak production occurred between the third and fourth lactation, with a mean value of 16 kg, which is 32% higher than the first birth, and with marked differences ( $P \leq 0.01$ ) among lactations.

Differences in persistence among births were highly significant, with a curvilinear tendency, and inverse to peak production. Minimum persistence occurred between the fourth and fifth lactations, with a mean value of 58.9%. Accumulated milk production had a quadratic effect, with very important variations ( $P \leq 0.01$ ) among lactation periods, and showing a maximum of 3678.66 kg in the fourth birth; this was 15% higher than that of the first lactation and 6.9% higher than the general average.

### INTRODUCCION

Las variaciones genéticas y ambientales modifican los niveles de producción en el ganado lechero. Particularmente el medio tropical domina

el comportamiento de la producción de leche y condiciona el manejo animal, lo cual imposibilita la expresión del alto potencial genético estimado en los hatos de la Meseta Central.

El comportamiento productivo por lactancia del ganado lechero está determinado por tres factores: la máxima producción, la persistencia con que se mantiene esa producción y la duración del período de lactación. Estas características de la curva de lactación permiten medir la capacidad productora del hato (7, 14, 21). La máxima producción de leche diaria se presenta durante el segundo mes de lactación (5, 6, 18, 20) e incre-

<sup>1</sup> Recibido para publicación el 5 de junio de 1979.

\* Parte de la tesis de Ingeniero Agrónomo presentada a la Escuela de Zootecnia de la Universidad de Costa Rica.

\*\* Estación Experimental de Ganado Lechero "Ing. Alfredo Volio Mata", Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

menta hasta la cuarta o sexta lactancia dependiendo del clima, la edad, el peso corporal y el desarrollo de la glándula mamaria. En las lactaciones siguientes la magnitud de la producción pico aumenta (2, 17, 19, 20). La persistencia de lactación se ve afectada por la época del año y las condiciones de alimentación (5, 10, 15). A partir de la primera lactancia, la persistencia decrece hasta la cuarta o sexta, con un incremento en las siguientes lactaciones, sin alcanzar el valor logrado durante el primer período de producción, cuyo efecto no es únicamente fisiológico sino que está confundido en la selección (2, 11, 18, 22).

La producción de leche acumulada en 305 días varía a través de la vida útil del animal. Del primero al cuarto o sexto parto se observan incrementos decrecientes en la secreción de leche y en los partos siguientes la producción se reduce paulatinamente (8, 18, 24).

Para estudiar el comportamiento de la producción de leche, de la raza Guernsey, se plantearon los siguientes objetivos:

- i. Evaluar los cambios de máxima producción y la persistencia media entre tres partos.
- ii. Analizar la producción de leche acumulada en 305 días entre períodos de lactación.
- iii. Estimar los factores de corrección para la producción pico, la persistencia y la producción acumulada de leche dependiendo del número de partos.

## MATERIALES Y METODOS

Los datos fueron obtenidos en la finca "La Flory", ubicada en el cantón de Coronado, Provincia de San José, a una altitud de 1382 msnm. La precipitación y la temperatura media anual es de 2275 mm y 24,5 C.

Se evaluaron 299 lactaciones de diez o más meses de vacas Guernsey puras, entre la primera y séptima consecutiva como se muestra en el Cuadro 1. Cada curva de lactación fue ajustada, con un coeficiente de determinación superior a 0,90, con el siguiente modelo exponencial (Fig. 1):

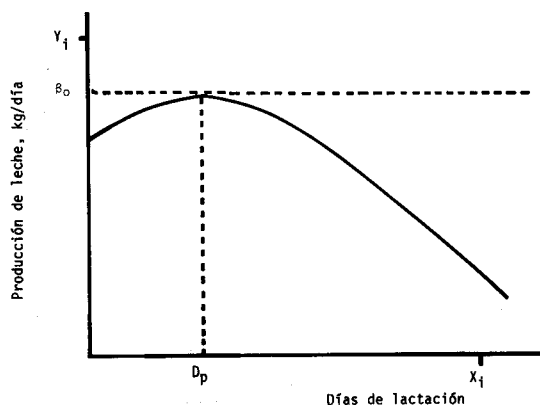


Fig. 1. Descripción gráfica del modelo exponencial ajustado a la curva de lactancia.

Cuadro 1. Distribución de las curvas de lactación usadas.

| Número de lactancia | Frecuencia | Frecuencia acumulada |
|---------------------|------------|----------------------|
| 1                   | 76         | 76                   |
| 2                   | 76         | 152                  |
| 3                   | 59         | 211                  |
| 4                   | 37         | 248                  |
| 5                   | 31         | 279                  |
| 6                   | 15         | 294                  |
| 7                   | 5          | 299                  |

$$Y_i = \beta_0 e^{-\beta_1 (|X_i - D_p|)}$$

donde:  $Y_i$  = Producción de leche en el i-ésimo día, kg

$\beta_0$  = Pico de producción, kg

e = Base de los logaritmos neperianos

$\beta_1$  = Pérdida instantánea de persistencia

$X_i$  = Día i-ésimo de producción

$D_p$  = Día en que ocurre la producción pico.

La producción acumulada de leche en 305 días se calculó por el procedimiento

$$\sum_{i=1}^{305} Y_i = \sum_{i=1}^{305} \beta_0 e^{-\beta_1 (|X_i - D_p|)}$$

dada la naturaleza de la función.

La persistencia expresada como el porcentaje de sostenimiento de la producción de leche respecto al pico de lactación (8) se calculó:

$$P_i = \frac{i}{\beta_0} \times 100$$

$$P_i = 100 e^{-\beta_1 (|X_i - D_p|)}$$

donde:  $P_i$  = Persistencia en el i-ésimo día, %.

Se determinó el efecto del número de lactancia sobre la producción pico, la persistencia media y la producción acumulada en cada período, mediante el análisis de varianza. Los factores de corrección para la producción acumulada, según el número de lactancia, se estimaron por regresión.

**RESULTADOS Y DISCUSION**

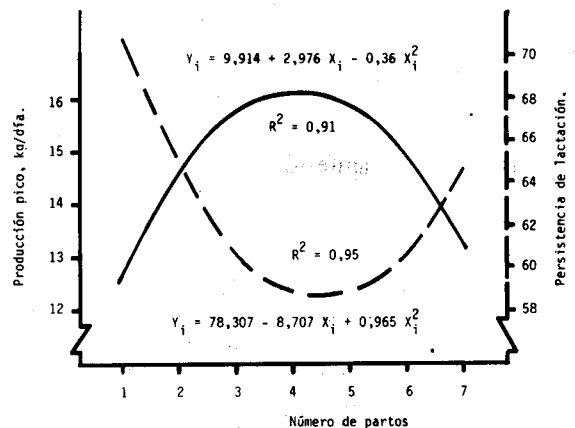
**Máxima producción:**

El promedio general de producción pico fue de 14,62 kg a través de siete lactaciones, con variaciones estadísticas ( $P \leq 0,01$ ) entre partos, Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Promedios de producción pico, persistencia y producción acumulada de leche por lactancia.

| Número de lactancia | Pico de producción, kg. | Persistencia % | Producción acumulada en 305 días, kg. |
|---------------------|-------------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1                   | 12,14                   | 70,57          | 3190,41                               |
| 2                   | 14,78                   | 64,75          | 3472,24                               |
| 3                   | 16,08                   | 60,87          | 3634,99                               |
| 4                   | 15,98                   | 58,91          | 3678,66                               |
| 5                   | 15,54                   | 58,90          | 3603,25                               |
| 6                   | 14,27                   | 60,81          | 3408,76                               |
| 7                   | 13,55                   | 64,64          | 3095,19                               |

La Fig. 2 describe el cambio de producción pico ocurrido en las lactaciones sucesivas con una definida tendencia cuadrática, manifestándose entre la tercera y cuarta lactancias el nivel máximo de producción pico con valores medios de 16,08 y 15,98 kg por día respectivamente, los cuales son 32% superior a la primera lactancia y 9,6% por encima del promedio general.



**Fig. 2.** Efecto del número de partos sobre la producción pico y la persistencia de lactancia.

Los factores de corrección y los respectivos incrementos relativos por lactancia se presentan en el Cuadro 3. Los incrementos relativos a la primera lactancia fueron de 22% en la segunda y de 32% en la tercera y cuarta. Las siguientes mostraron niveles inferiores de 3% en la quinta respecto a la cuarta, la sexta 8% menor que la quinta y 5% menos en la séptima que en la sexta; indicando una clara disminución a partir de la cuarta. El incremento relativo más importante se manifestó en la segunda lactancia con un 22% respecto a la primera, reduciéndose a 9% el incremento de producción pico en la tercera respecto a la segunda.

**Cuadro 3. Factores de corrección de la producción pico e incrementos relativos por lactación.**

| Número de lactancia | Relativo a la primera lactancia |              | Relativo a la lactancia anterior |              |
|---------------------|---------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
|                     | Factor de corrección            | Incremento % | Factor de corrección             | Incremento % |
| 1                   | 1,00                            | 0            | 1,00                             | 0            |
| 2                   | 1,22                            | 22           | 1,22                             | 22           |
| 3                   | 1,32                            | 32           | 1,09                             | 9            |
| 4                   | 1,32                            | 32           | 1,00                             | 0            |
| 5                   | 1,28                            | 28           | 0,97                             | -3           |
| 6                   | 1,17                            | 17           | 0,92                             | -8           |
| 7                   | 1,12                            | 12           | 0,95                             | -5           |

La cuarta no manifestó incremento alguno. La producción pico observada en la tercera lactancia fue similar a la reportada por varios autores (1, 5, 9) en condiciones templadas y a lo encontrado por Bodisco (4) bajo el medio tropical. Sin embargo, difiere en un período con las observaciones de Rakes (21), Molina y Boschini (18) trabajando bajo condiciones similares con la raza Holstein que reportan incrementos en la producción pico hasta la cuarta lactancia. La máxima producción pico se presenta variablemente en la tercera o cuarta lactancia, posiblemente por características de raza y grado de madurez fisiológico de la vaca, representativo del manejo aplicado y el ambiente.

#### Persistencia:

El promedio general fue de 62,78% , encontrándose diferencias significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre lactaciones, Cuadro 2. La Fig. 2 muestra el cambio de persistencia media ocurrido a través de siete lactaciones sucesivas, con definida tendencia cuadrática, con un mínimo en la cuarta y quinta lactancias de 58,9% , inferior en 16,5% respecto a la primera y 6,8% menor que el promedio general. El decremento de persistencia fue similar en la segunda con la séptima, la tercera con la sexta y la cuarta con la quinta, indicando que el nivel de persistencia de la primera se podría alcanzar hasta en la octava o siguientes. El Cuadro 4 muestra la magnitud del decremento de persistencia hasta la quinta lactancia y su paulatino aumento hasta el séptimo parto. Estos resultados concuerdan en la tendencia con lo reportado por Hamilton y Hillers (11, 12) y Rakes (20) bajo condiciones subtropicales.

A través de las diferentes lactaciones, el comportamiento de la persistencia es simétricamente inverso a la producción pico, donde la máxima producción por lactancia determina el valor de persistencia en el resto del período productivo. Sikka (22) señala que la persistencia y la producción pico son caracteres independientes afectados en forma diferente por el funcionamiento orgánico. Sin embargo, la tendencia inversa descrita en la Fig. 2, muestra un grado de dependencia alto, ligado propiamente al proceso

**Cuadro 4. Incrementos relativos de persistencia por lactación.**

| Número de lactancia | Relativo a la primera lactancia | Relativo a la lactancia anterior |
|---------------------|---------------------------------|----------------------------------|
|                     | %                               | %                                |
| 1                   | 0,0                             | 0,0                              |
| 2                   | -8,2                            | -8,2                             |
| 3                   | -13,7                           | -5,9                             |
| 4                   | -16,5                           | -3,2                             |
| 5                   | -16,5                           | 0,0                              |
| 6                   | -13,8                           | 3,2                              |
| 7                   | -8,4                            | 6,3                              |

lactopoyético, en el cual un mayor nivel de producción pico incrementa el desgaste del sistema glandular que consecuentemente disminuye la capacidad fisiológica para mantener un determinado nivel de producción láctea en el restante período productivo.

#### Producción acumulada en 305 días:

En el Cuadro 2 se muestran los promedios de producción acumulada de leche en 305 días, con diferencias altamente significativas ( $P \leq 0,01$ ) entre lactaciones. El promedio de todos los períodos productivos fue de 3440,14 kg de leche. En la Fig. 3 se observa el comportamiento de la producción de leche a través de siete partos sucesivos, en una definida tendencia cuadrática, con un máximo de producción total de 3678,66 kg en el cuarto período productivo, el cual es de 6,9 y 15% superior al promedio general y a la producción de la primera lactancia, respectivamente. En el segundo parto la producción de leche fue 9% superior al primero y en el tercero fue 5 y 14% superior al segundo y primero como se muestra en el Cuadro 5. Posterior al cuarto parto la producción disminuye un 2% en el quinto con tendencia decreciente hasta el sétimo cuya producción es 3% inferior a la ocurrida en el primer parto. Los valores observados de producción acumulada son similares a los reportados por otros autores (1, 8) bajo condiciones templadas y tropicales (18) con otras razas. En el trópico se confirma que la máxima producción por lactancia se produce en la cuarta (4, 18) a diferencia de la quinta reportada en condiciones subtropicales (1).

Dada la importancia de los factores que describen la curva de lactación, se determinó una correlación de 0,70 y 0,95 para la persistencia y la producción pico con relación a la producción acumulada. Estos valores de dependencia son superiores a los reportados en la literatura (3, 13, 23), y reflejan la importancia de elevar la producción total por lactancia a través del mejoramiento genético de la producción pico y mantener altos niveles de persistencia con el mejoramiento ambiental (alimentación y manejo).

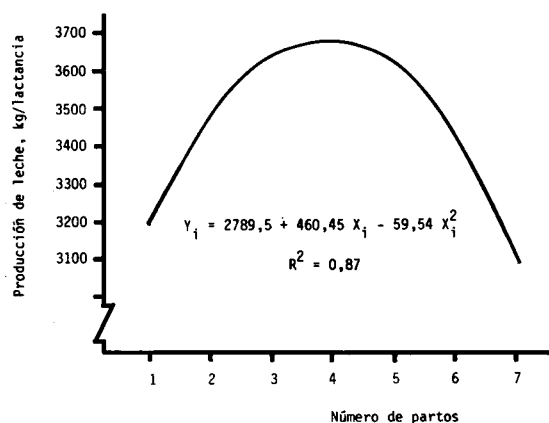


Fig. 3. Efecto del número de partos sobre la producción de leche acumulada en 305 días.

Cuadro 5. Factores de corrección de la producción de leche acumulada en 305 días e incrementos relativos por lactación.

| Número de lactancia | Relativo a la primera lactancia |              | Relativo a la lactancia anterior |              |
|---------------------|---------------------------------|--------------|----------------------------------|--------------|
|                     | Factor de corrección            | Incremento % | Factor de corrección             | Incremento % |
| 1                   | 1,00                            | 0            | 1,00                             | 0            |
| 2                   | 1,09                            | 9            | 1,09                             | 9            |
| 3                   | 1,14                            | 14           | 1,05                             | 5            |
| 4                   | 1,15                            | 15           | 1,01                             | 1            |
| 5                   | 1,13                            | 13           | 0,98                             | -2           |
| 6                   | 1,07                            | 7            | 0,95                             | -5           |
| 7                   | 0,97                            | -3           | 0,91                             | -9           |

## RESUMEN

Se evaluaron los factores que definen la curva de lactación y la producción de leche acumulada en 305 días en un Hato Guernsey de San Isidro de Coronado, con una altura de 1382 msnm, cuya temperatura media anual fue de 24,5 C y 2275 mm de precipitación promedio al año. Se analizaron 299 lactaciones completas del primero al séptimo parto. La producción de leche fue ajustada a un modelo exponencial con un coeficiente de determinación superior a 0,90.

Se encontró una media general de 14,62 kg, 62,78% y 3440,14 kg para producción pico, persistencia y producción total de leche en 10 meses de lactación, respectivamente. La máxima producción pico se presentó entre la tercera y cuarta lactancia con un valor medio de 16 kg el cual es 32% superior al de primer parto, con marcadas diferencias ( $P \leq 0,01$ ) entre lactaciones. La persistencia fue altamente significativa entre partos, con una tendencia curvilínea, e inversa a la producción pico. La mínima persistencia se manifestó entre la cuarta y quinta lactancia con un valor medio de 58,9%. La producción acumulada de leche tuvo un comportamiento cuadrático, con variaciones muy importantes ( $P \leq 0,01$ ) entre períodos de lactación, mostrando un máximo de 3678,66 kg en el cuarto parto, el cual fue 15% superior al ocurrido en la primera lactancia y 6,9% por encima del promedio general.

## LITERATURA CITADA

1. APPLEMAN, R.D., MUSGRAVE S.D. y MORRISON, R.D. Extending incomplete lactation records of Holstein cows with varying levels of production. *Journal of Dairy Science* 52: 360-368. 1969.
2. ASKER, A.A., JUMA, K.H. y KASSIR, S.A. Factors affecting milk production in crossbred cattle. *Animal Agriculture Science* 10: 47-48. 1966.
3. BALAINE, D.S., GILL, G.S. y ACHARYA, R.M. Effectiveness of the components of lactation in selecting for milk production in Haryana cattle. *Journal of Dairy Science* 53: 1064-1068. 1970.
4. BODISCO, V. Cuatro lactancias consecutivas en vacas Criollas y Pardo Suizo en Maracay, Venezuela. *Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Memoria* 3: 61-75. 1968.
5. BRANTON, C. y MILLER, G.D. Some hereditary and environmental aspects of persistency of milk yield of Holstein Friesians in Louisiana. *Journal of Dairy Science* 42: 923. 1959.
6. BRANTON, C. RIOS, G., EVANS, D.L., FARTHING, B.R. y KOONCE, K.L. Genotype-climate and other interaction effects for productive responses in Holstein. *Journal of Dairy Science* 57: 833-841. 1974.
7. CLAWSON, C.D., KING, W.A. y BYRD, W.P. Effect of length of previous dry periods, month of freshening, age, body weight and length of gestation on milk and fat yield of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 48: 837. 1965.
8. FREEMAN, A.E. Age adjustment of production records: history and basic problems. *Journal of Dairy Science* 56: 941-945. 1973.
9. GILL, G.S., BALAINE, D.S. y ACHARYA, R.M. Persistency and peak yield in Haryana cattle 2. Phenotype and genetic parameters. *Indian Journal of Animal Science* 41: 215-217. 1971.
10. GOIC, L. y HERRERA, E.O. Prospección de la capacidad lechera de vacas de la zona de Osorno. *Agricultura Técnica* 35: 40-43. 1975.
11. HAMILTON, R.R. y HILLERS, J.K. Factors affecting persistency of daily milk production. *Journal of Dairy Science* 56: 674. 1973.
12. HAMILTON, R.R. y HILLERS, J.K. Heritability of persistency in Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 56: 675. 1973.
13. LENNON, H. D. y MIXNER, J. P. Relation of lactation milk production in dairy cows to maximum initial milk yield and persistency of lactation. *Journal of Dairy Science* 41: 969-976. 1958.
14. LUDWICK, T. M. y PETERSEN, W. E. A measure of persistency of lactation in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 26: 439-445. 1943.
15. MAHADEVAN, P. The effect of environment and heredity on lactation. II. Persistency of lactation. *Journal of Agricultural Science* 41: 89-93. 1951.

16. MILLER, D. D. Lactation and other production curves as criteria for culling dairy cows. *New Mexico Agriculture Experimental Bulletin* 1975. 632 p.
17. MILLER, P. D., LENTS, W. E. y HENDERSON, C. R. Joint influence of month and age of calving on milk yield of Holstein cows in the Northeastern United States. *Journal of Dairy Science* 53: 351-357. 1970.
18. MOLINA, J. y BOSCHINI, C. Ajuste de la curva de lactancia del ganado Holstein con un hato modelo lineal modal. *Agronomía Costarricense* 3: 167-174. 1979.
19. NORMAN, H. D., MILLER, P. D. y McDANIEL, B. T. U.S.D.A. DHI factors for age and month of calving. Publication A.R.S. -NE-40 of Agricultural Research Service United State Department of Agriculture. 1974. 40 p.
20. RAKES, J. M., STALLCUP, O. T. y GRIFFORD, W. Persistency and the lactation curve of dairy cows. *Arkansas Agricultural Experimental Station. Bulletin* 678. 1963. 16 p.
21. RAKES, J. M., STALLCUP, O. T., HORTON, O. H. y GIFFORD, W. Relationship between certain factors and maximum daily milk production. *Journal of Dairy Science* 42: 923. 1959.
22. SIKKA, L. C. A study of lactation as affected by heredity and environment. *Journal of Dairy Research* 17: 231-252. 1950.
23. SINGH, S. B., DUTT, M y DESAI, R. N. Persistency of milk yield in Haryana cattle. *Indian Journal of Veterinarian Science* 35: 249-257. 1965.
24. SMITH, V. Fisiología de la lactancia. Traducción de la quinta edición en inglés. Turrialba, Servicio de Intercambio Científico. 1962. 282 p.