

CURVAS DE LACTACION EN REBAÑOS DE OVEJAS CHURRAS

*Por J. A. Carriedo y
F. San Primitivo*

INTRODUCCION

Desde el punto de vista económico, es importante conocer la curva de lactación de una explotación ovina, con objeto de utilizarla como predictora del nivel de producción láctea del rebaño, en un momento determinado.

En el ganado vacuno, la curva de lactación está suficientemente estudiada, por diferentes autores entre los que podemos citar a WOOD^{10,11,12,13,14,16}, y MAGDALENA y col.⁴. Es indudable que la forma de la curva tiene un gran interés, desde el punto de vista teórico, para la obtención de diversos parámetros de interés genético.

En el ganado ovino, sin embargo, existe una gran laguna bibliográfica, en lo que se refiere a curvas de lactación y en general a producción láctea.

Nuestro propósito en el presente trabajo, es obtener el modelo matemático general de la curva de lactación y aplicarla a diferentes rebaños y tipos de parto.

Una vez aplicado el modelo matemático que consideremos más adecuado, a los distintos rebaños y situaciones, intentaremos realizar una interpretación de los distintos parámetros de la función.

MATERIAL Y METODOS

Para el presente estudio, hemos utilizado datos procedentes de tres rebaños diferentes de ovejas Churras.

Rebaño n.^º 1.—Se trata de un rebaño destinado a trabajos experimentales, perteneciente a la Estación Agrícola Experimental de León (C.S.I.C.). Todas las ovejas de este rebaño, fueron separadas del cordero antes de transcurridas

dos horas desde el momento del parto, por lo que las ovejas no sufrieron la estimulación del cordero y se ordeñaron desde el primer día. Para nuestro estudio se utilizaron dos grupos diferentes de ovejas:

Grupo n.^o 1.—Constituido por 62 ovejas. Su producción láctea fue controlada dos veces al día, durante los 31 primeros días después del parto. (Datos proporcionados por GUADA y GONZÁLEZ).

Grupo n.^o 2.—Constituido por 65 ovejas. Su producción láctea fue controlada dos veces al día durante los 50 primeros días después del parto. (Datos proporcionados por GUADA y OVEJERO).

Rebaño n.^o 2.—Se trata de un rebaño comercial, con un efectivo de unas 600 ovejas explotadas de forma extensiva. Está ubicado en la Provincia de Valladolid, en plena Tierra de Campos. Todo su efectivo está incluido en el Libro Genealógico de la Raza Churra, por lo que su standar racial es semejante al oficial. En nuestros estudios estadísticos hemos incluido un total de 3.300 controles, efectuados una vez al mes, durante el período de 1974 a 1976, comprendiendo un total de 900 lactaciones.

Rebaño n.^o 3.—Pertenece a la Diputación Provincial de Palencia. Su efectivo es de unas 400 ovejas. Se explota en régimen de estabulación permanente y con alimentación «ad libitum». Todos sus animales están incluidos en el Libro Genealógico de la Raza Churra. En nuestros estudios hemos incluido un total de 4.429 controles, durante el período de 1974 a 1977, correspondiendo a un total de 1.163 lactaciones.

Los datos utilizados de los rebaños n.^o 2 y 3 corresponden a controles mensuales, realizados por los controladores oficiales de la Asociación Nacional de Criadores de Ganado Ovino Selecto de Raza Churra (Palencia).

Las funciones que se han probado, como posibles modelos matemáticos de la curva de lactación, han sido la parábola y la función gamma.

Para la estimación de los parámetros de la función gamma se ha seguido el método de COBBY y LE DU².

En el ganado ovino y utilizando datos procedentes de los dos primeros meses de lactación, aproximadamente, se ha utilizado la parábola como modelo del proceso temporal de producción láctea (TERÁN, 1977). Sin embargo, para lactaciones completas y en el ganado vacuno, WOOD (1967) ha empleado la función gamma $y = A x^{\frac{B}{C}} e^{-x}$.

COBBY y LE DU² han realizado un estudio sobre métodos de estimación de los parámetros A, B y C de la función gamma, al aplicarla como modelo de la curva de lactación en el ganado vacuno. En su estudio, utiliza el método descrito por Wood, consistente en una transformación logarítmica para obtener una función lineal. Además, utiliza un nuevo método, modificando el de Wood, en el que introduce el sistema de ponderar por y^2 el cuadrado de los residuos, al utilizar el método de mínimos cuadrados. Cobby compara ambos métodos, utilizando como referencia uno tercero en el cual se considera la

función como intrínsecamente no lineal³. Este último método proporciona siempre estimaciones estadísticamente más rigurosas, pero debido a dificultades de computación y a requerir un proceso iterativo cuya convergencia no está asegurada, resulta problemática su utilización sistemática en la práctica. En su trabajo Cobby llega a la conclusión de que el método de ponderación es el más adecuado. Esta es la razón de que, en el presente trabajo, utilicemos el método de Cobby como estimador de la función gamma.

Con objeto de decidir cuál de las dos funciones empleadas (parábola o función gamma) se ajusta mejor a nuestras observaciones, hemos utilizado una prueba F, aproximada, de razón de varianzas residuales⁵.

Para la determinación de las E.T.s (errores típicos) de las estimaciones de los parámetros, hemos seguido el método aproximado señalado por SNEDECOR y COCHRAN⁶.

Hemos realizado los correspondientes programas en Fortran IV para ajustar las funciones indicadas. Mediante los mismos se calculan las estimaciones de los parámetros A, B y C de la función gamma y de la parábola. También pueden obtenerse los estadígrafos: coeficiente de determinación, varianza residual, varianza total, E.T.s de las estimaciones de los parámetros y coeficiente de correlación entre B y C. La ejecución de los programas ha sido realizada en el Centro de Cálculo del C.S.I.C. en Madrid.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con objeto de decidir cuál de los dos modelos matemáticos (función gamma o parábola) representa más adecuadamente el proceso temporal de producción láctea, hemos utilizado los datos obtenidos en los rebaños n.^o 2 y 3.

Los datos se agruparon con arreglo al día de lactación en que se efectuó el control. A partir de estos datos ordenados, se obtuvieron las medias de producción del rebaño en cada día de lactación, así como la media en intervalos de cinco días, con objeto de aumentar el número de datos por intervalo. Los R² obtenidos se representan en la Tabla I.

TABLA I

Valores de R² obtenidos para cada rebaño y tipo de agrupamiento de los datos, para cada tipo de modelo utilizado

	Parábola	Función gamma
Rebaño n. ^o 2 (medias diarias)	0,808	0,811
Rebaño n. ^o 2 (intervalos 5 días)	0,918	0,927
Rebaño n. ^o 3 (medias diarias)	0,898	0,932
Rebaño n. ^o 3 (intervalos 5 días)	0,926	0,978

En todos los casos el coeficiente de determinación R^2 fue superior cuando se ajustó la función gamma que cuando se utilizó la parábola. Estas diferencias fueron estadísticamente muy significativas cuando se utilizaron tanto las medias diarias como las medias en intervalos de cinco días, del rebaño n.º 3. Los valores de la F de Snedecor para la razón de varianzas residuales para ambos casos fueron:

$$F_{142,142} = 1,56^{**} \text{ y } F_{28,28} = 2,56^{**} \text{ respectivamente.}$$

Estos resultados nos inducen a admitir que la función gamma $y = Ax^B e^{Cx}$ representa mejor que la parábola el proceso de producción láctea del ganado ovino de raza Churra.

A pesar de que, en lo que respecta al rebaño n.º 2, no hemos encontrado diferencias estadísticamente significativas entre las R^2 , es preciso hacer constar que, como puede observarse en el Gráfico 1, la curva correspondiente a este rebaño se aparta sensiblemente de la curva obtenida para el rebaño n.º 3, que puede considerarse como típica.

Utilizando la función gamma, hemos estimado los parámetros A, B y C por el método de Cobb y así como sus respectivos E.T.s, el coeficiente de correlación entre B y C y el coeficiente de determinación R^2 . Los resultados obtenidos se incluyen en la Tabla II.

TABLA II
Valores hallados para los parámetros A, B y C de la función gamma, con sus correspondientes E.T.s; coeficiente de correlación (r) entre B y C y coeficiente de determinación (R^2), para los dos rebaños indicados

	Rebaño n.º 2 (medias diarias)	Rebaño n.º 3 (medias diarias)
A	0,670	0,908
E.T.(A)	0,025	0,010
B	0,124	0,229
E.T.(B)	0,045	0,028
C	-0,0094	-0,0132
E.T.(C)	0,00079	0,00057
r_{BC}	-0,93	-0,89
R^2	0,81	0,93

WOOD (1976), al utilizar la función gamma como modelo de la curva de lactación en el ganado vacuno, interpreta los parámetros A, B y C de la siguiente forma:

El parámetro A es un factor escalar que multiplica al resto de la función dependiente de x ($x^B e^{Cx}$). Al resultar que el parámetro C tiene, generalmente,

valores bajos y en el primer día de lactación $x = 1$, el valor de e^{Cx} será muy próximo a la unidad. En consecuencia, el parámetro A puede considerarse como un estimador aproximado del nivel de producción láctea en el primer día de la lactación.

El parámetro B puede servir para determinar, de forma aproximada, la magnitud de la pendiente hasta alcanzar el punto de máxima producción.

El parámetro C, en valor absoluto, indica, de forma aproximada, la magnitud de la pendiente en el descenso de la curva de lactación, a partir del nivel más alto de producción.

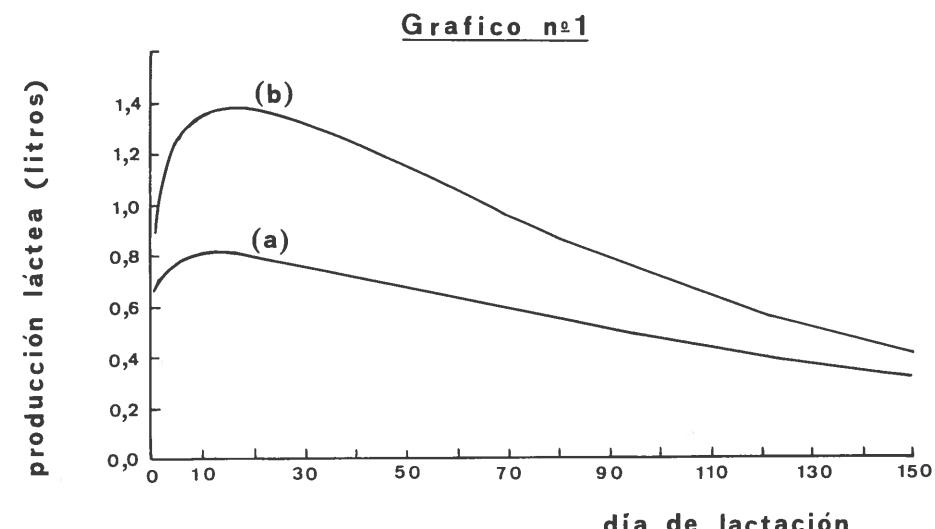
Como puede observarse en la Tabla II y en el Gráfico 1, estas interpretaciones de Wood se cumplen perfectamente, al comparar las curvas de lactación de los rebaños n.º 2 y 3, razón por la cual, confirmamos, con nuestros datos, sus aplicaciones, en lo que se refiere al ganado ovino.

Al calcular las correlaciones entre los parámetros B y C, hemos obtenido valores altos y negativos, lo cual indicaría que cuando la pendiente de la subida de la curva es alta, la pendiente de bajada también lo es, ya que los valores de C son negativos.

En el Gráfico 1 incluimos las curvas de lactación correspondientes a los rebaños n.º 2 y 3, así como las funciones gamma correspondientes a cada una de ellas.

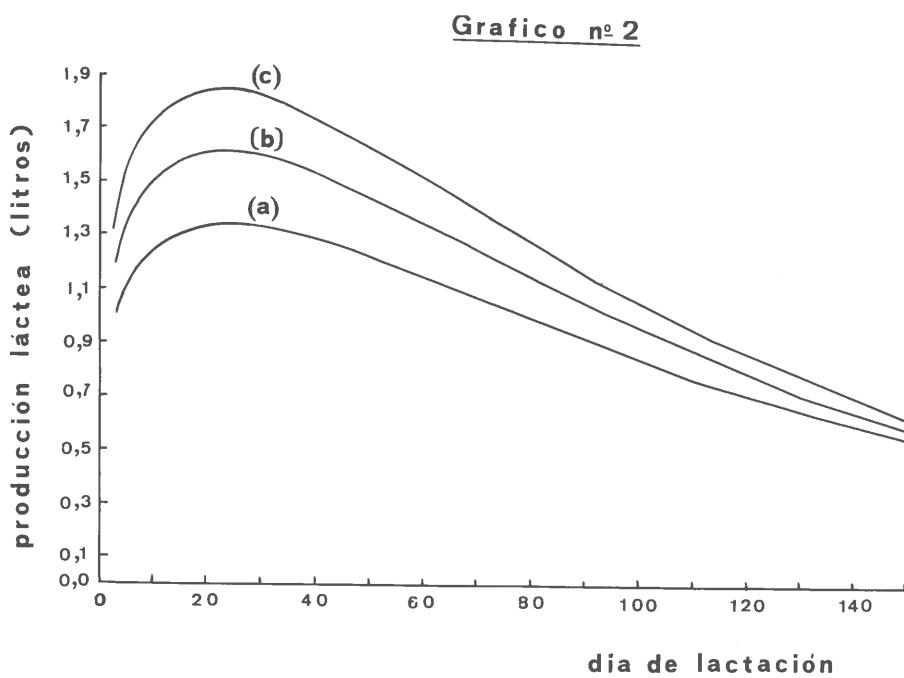
A partir de los datos del rebaño n.º 3, hemos obtenido las curvas de lactación para los siguientes casos:

- Lactaciones correspondientes a ovejas de primer parto y simple.



- Curva de lactación del rebaño n.º 2, correspondiente a la función gamma: $y = 0,670 x^{0,124} e^{-0,0094x}$.
- Curva de lactación del rebaño n.º 3 correspondiente a la función gamma: $y = 0,908 x^{0,229} e^{-0,0132x}$.

- b) Lactaciones correspondientes a ovejas de segundo parto y simple.
 - c) Lactaciones correspondientes a ovejas de segundo parto y múltiple.
- En el Gráfico 2 incluimos las tres curvas, así como la función gamma correspondiente a cada una de ellas.



- (a) Curva de lactación correspondiente a ovejas de primer parto y simple, del rebaño n.º 3, cuya función gamma es:
 $y = 0,744 x^{0,270} e^{-0,0111} x$.
- (b) Curva de lactación correspondiente a ovejas de segundo parto y simple, del rebaño n.º 3, cuya función gamma es:
 $y = 0,883 x^{0,283} e^{-0,0122} x$.
- (c) Curva de lactación correspondiente a ovejas de segundo parto y múltiple, del rebaño n.º 3, cuya función gamma es:
 $y = 1,013 x^{0,283} e^{-0,0126} x$.

Debido, fundamentalmente, a que los coeficientes de correlación obtenidos para cada curva fueron bajos y a que el número de controles no es lo suficientemente alto, no nos ha sido posible utilizar ningún tipo de inferencia estadística. Sin embargo, en el Gráfico 2 puede apreciarse cómo los tres tipos de curvas presentan ciertas diferencias entre sí.

En estudios aún sin publicar del Departamento de Genética de la Facultad de Veterinaria de León, se han observado diferencias significativas entre la producción láctea en el primero y en el segundo parto así como entre parto simple o múltiple.

Por último, hemos realizado la determinación del día en el cuál la producción era máxima. Para esta estimación hemos utilizado el cociente $-B/C$, siendo B y C los parámetros correspondientes de la función gamma.

En el rebaño n.º 1 y en lo que respecta al grupo n.º 1, la producción máxima se fijó en el día 11 de la lactación, con una producción media por oveja de 0,682 litros.

En el rebaño n.º 1 y para el grupo n.º 2, la producción máxima se alcanzó el día 13 y fue de 0,897 litros por oveja.

En el rebaño n.º 2, la producción máxima se fijó en el día 13 de la lactación, siendo la producción para dicho día de 0,815 litros por oveja.

En el rebaño n.º 3, se alcanzó el máximo de producción a los 17 días, con una producción de 1,388 litros de media.

Estos datos parecen estar en concordancia con las conclusiones de BARNICOAT y col.¹, WALLACE⁹ y STARKE⁷, al indicar que las ovejas más productivas tardarían más en alcanzar el nivel máximo de producción.

RESUMEN

Utilizando como modelos matemáticos de la curva de lactación, la parábola y la función gamma, se ha llegado a la conclusión de que la función gamma $y = Ax^B e^{Cx}$, se ajusta significativamente mejor al proceso temporal de producción láctea en el ganado ovino.

Se han calculado las funciones gamma correspondientes para dos rebaños diferentes y para distintos tipos de parto. Así mismo se ha interpretado el significado de los parámetros A, B y C de la función gamma, en dos de los rebaños analizados.

Por último, se ha realizado el cálculo del día de máxima producción para cuatro grupos diferentes de animales, llegando a la conclusión de que las ovejas de mayor producción tardarán más en alcanzar el punto más alto de la curva.

LACTATION CURVES OF CHURRA EWES

SUMMARY

The parabola and the gamma function were used as mathematical models to study the lactation curves in Churra ewes.

The gamma function $y = Ax^B e^{Cx}$ fitted significantly better to the daily lactation data.

The gamma functions corresponding to two flocks and to different sorts of lambing were calculated. At the same time, the weaning of the A, B and C parameters in the gamma function was interpreted.

Finally, the day of maximum milk production was calculate with four different groups of animals, getting the conclusion that the better producing ewes would take a longer time to reach the peak of the production curve.

BIBLIOGRAFIA

1. BARNICOAT, C. R., LOGAN, A. G. y GRANT, A. I. (1949).-Milk secretion studies with New Zealand Romney ewes. *J. Agric. Sci.*, **39**: 230-237.
2. COBBY, J. M. y LE DU, Y. L. (1978).-On fitting curves to lactation data. *Anim. Prod.*, **26**: 127-133.
3. GARCÍA BARBANCHO, A. y LOZANO LÓPEZ, V. (1976).-*Estadística teórica*. Universidad Nacional de Educación a Distancia. Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Madrid.
4. MAGDALENA, F. E., MARTÍNEZ, M. L. y FRECTAS, A. F. (1979).-Lactation curves of Holstein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. *Anim. Prod.*, **29**: 101-107.
5. REMINGTON, R. D. y SCHORK, M. A. (1974).-*Estadística biométrica y sanitaria*. Ed. Prentice-Hall Int. Madrid, p. 195.
6. SNEDECOR, G. W. y COCHRAN, W. G. (1975).-*Métodos Estadísticos*. Compañía editorial Continental. México, pp. 470-483 y 547-552.
7. STARKE, J. S. (1953).-Studies on the inheritance of milk production in sheep South Africa. *J. Anim. Sci.*, **12**: 245-254.
8. TERÁN, R. M. (1977).-Relación entre el nivel de proteína en la ración y la producción de leche en la oveja Churra. Tesis doctoral. Facultad de Veterinaria. León.
9. WALLACE, L. C. (1948).-The growth of lambs before and after birth in relation to the level of nutrition (Part I). *J. Agric. Sci.*, **38**: 93-153.
10. WOOD, P. D. P. (1967).-Algebraic model od the lactation curve in cattle. *Nature, Lond.*, **216**: 164-165.
11. WOOD, P. D. P. (1968).-Factors affecting persistency of lactation in cattle. *Nature, Lond.*, **218**: 894.
12. WOOD, P. D. P. (1969).-Factors affecting the shape of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.*, **11**: 307-316.
13. WOOD, P. D. P. (1970).-A note on the repeatability of parameters of the lactation curve in cattle. *Anim. Prod.*, **12**: 535-538.
14. WOOD, P. D. P. (1972).-A note on seasonal fluctuations in milk production. *Anim. Prod.*, **15**: 89-92.
15. WOOD, P. D. P. (1976).-Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production, with stimates of seasonal variation. *Anim. Prod.*, **22**: 35-40.
16. WOOD, P. D. P. (1977).-The biometry of lactation. *J. Agric. Sci.*, **87**: 333-339.