

CARACTERIZACIÓN Y MODELIZACIÓN DE LA CURVA DE LACTACIÓN EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

SÁNCHEZ-SÉIQUER, P. y FERNÁNDEZ, C.

Facultad de Ciencias Experimentales y de la salud.

Universidad Cardenal Herrera - CEU. Avda. Seminario s/n. 46113. Moncada, VALENCIA

E-mail: p.sánchez@umh.es; cj.fernández@uch.es

RESUMEN

Se seleccionaron 40 cabras de raza Murciano-Granadina en el mismo estado de lactación, paridera de otoño, número de cabritos nacidos, peso vivo (45 ± 3 kg), alimentación y sometidas a régimen de control lechero para estudiar el ajuste de 3 modelos empíricos a lo largo de la lactación. El diseño experimental, basado en el control semanal de la producción de leche, nos permite conocer la evolución de la curva de lactación y modelizar, por tanto, la curva de producción. Se trata de una herramienta clave para determinar las estrategias de producción para el ganadero, pues la mayor parte de sus ingresos proceden de esta leche producida. Para el análisis estadístico se empleó el procedimiento MIXED de SAS (1997), para el cálculo de los parámetros de los modelos el método Marquardt (1963). Los modelos empleados fueron la ecuación de Wood (1967), Gipson-Grossman (1989) y Cappio-Borlino (1995). Para el ajuste de los modelos se empleó el procedimiento NLIN de SAS. Los modelos presentaron valores de R^2 en torno a de 0,9. El modelo que obtuvo el mejor ajuste (menores valores de RSS, RSD y MAD) fue el de Gipson y Grossman (1989), seguido del modelo de Cappio - Borlino (1995) y del modelo de Wood (1967).

Palabras clave

Modelización, lactación, cabra Murciano-Granadina

INTRODUCCIÓN

Al estudiar las curvas de lactación reales, se observan diferencias notables entre animales, en cuanto a su duración y composición de leche. Debido al alto potencial productivo de muchos animales, la lactación del ganado puede prolongarse. Esto ha obligado a estandarizar la producción de leche y a modelizar la curva de lactación, con el fin de poder comparar distintos animales en situaciones productivas diferentes. La descripción de la evolución de la producción de leche en rumiantes domésticos es una de las más importantes aportaciones de los modelos a la ciencia animal. Esto es porque la lactación es la principal actividad que se desarrolla en las granjas lecheras, así que un buen pronóstico de la producción es de gran importancia para fijar las estrategias de producción y desarrollo de la granja, pues la principal fuente de ingresos procede de esta leche producida. Por otro lado, el conocimiento aproximado de la curva de lactación es importante para la estimación del potencial productivo de un animal y de su valor reproductivo (Olori *et al*, 1999).

Los modelos matemáticos de la curva de lactación proporcionan información importante acerca de la producción lechera a partir de un número limitado de controles. Generalmente el objetivo de modelizar la curva de lactación es el de predecir la producción de cada día con un mínimo error, así como aclarar si hay influencia en la producción de posibles variaciones ambientales, siendo el objeto del presente el aplicar diferentes modelos de curvas de lactación al ganado caprino de raza Murciano - Granadina, bajo las condiciones particulares en las que se realizó el ensayo.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un total de 40 cabras de raza Murciano-Granadina fueron seleccionadas para estudiar el ajuste de la curva de lactación con 3 modelos empíricos (tabla 1). Los animales poseían las mismas características; 2º parto y sucesivos, paridera de otoño, peso vivo (45 ± 3 Kg/animal), número de cabritos nacidos y sometidos a régimen de control lechero. El ensayo se realizó durante 21 semanas post-parto con medida de la producción de leche semanal en cada uno de los animales.

Para el análisis estadístico se utilizó el procedimiento MIXED de SAS (1997). El cálculo de los diferentes parámetros de los modelos se realizó con el método Marquardt (1963). Los valores de cada modelo

fueron obtenidos usando el procedimiento NLIN del SAS. El buen ajuste de los valores de los modelos se evaluó de acuerdo con los siguientes criterios; coeficiente de determinación (R^2), suma de cuadrados residual (RSS), suma total de cuadrados (TSS), desviación estándar residual (RSD), desviación media absoluta (MAD) y la estimación de la producción máxima y el tiempo de máxima producción para comparar cada modelo.

Tabla 1. Modelos empleados para el ajuste de la curva de lactación

Nombre	Fuente	Ecuaciones (tiempo)	Nº de parámetros
WD	Wood (1967)	$a \cdot t^b \cdot e^{-c \cdot t}$	3
DP	Gipson and Grossman (1989)	$a_1 \cdot b_1 (1 - \tanh^2(b_1 \cdot (t - c_1))) + a_2 \cdot b_2 \cdot (1 - \tanh^2(b_2 \cdot (t - c_2)))$	6
CB	Cappio-Borlino et al. (1995)	$a \cdot t^b \cdot e^{-(c \cdot t)}$	3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 1 se representan la evolución de los valores de producción de leche observada y predicha, para cada uno de los modelos aplicados, en la tabla 2 encontramos los parámetros estimados para la producción de leche, los valores máximos predichos de producción, así como los estadísticos para el ajuste de las curvas según los tres modelos empleados.

Los valores de máxima producción predicha son de 2,54, 2,66 y 2,59 kg/d según los modelos de WD, GG y CB respectivamente, siendo la máxima producción observada de 2,73 kg/día. El momento del máximo de producción predicho se obtiene en la 1,9, 2,6 y 2,8 semanas a partir del parto según WD, GG y CB respectivamente. El momento observado de máxima producción se produce en la 2ª semana, estando el intervalo de máxima producción entre las semanas 2ª y 3ª post-parto. Tras la observación del coeficiente de correlación múltiple, R^2 , es el modelo de GG el que mejor se ajusta a los valores observados de producción ($R^2 = 0,91$), seguido del modelo de CB, ($R^2 = 0,89$), y WD, ($R^2 = 0,88$), no obstante las diferencias no son muy amplias.

En una revisión de Gipson y Grossman (1990) se obtienen valores en cabras de $R^2 > 0,9$ aplicando la función gamma incompleta de Wood. Mukundan y Bhat (1993), usando también la función de Wood, obtienen valores de R^2 de 0,91 y 0,95 para las razas caprinas Malabari y Saanen, respectivamente. Todaro et al. (2000), usando la ecuación de Cappio - Borlino, obtienen valores de 0,9 para cabras de raza Gingertana. El resto de parámetros, RSS, RSD, MAD, nos servirán para evaluar mejor el ajuste de los modelos a la curva de lactación. De los modelos aplicados es el de GG el que muestra los menores valores de RSS=0,15, RSD=0,0068 y MAD=0,01, frente al de WD que presentaría los valores mayores. Todo apunta a que cuanto menores son los valores de estos parámetros mejor es el ajuste del modelo a la curva de lactación, de hecho cuanto más próximos a cero estén mejor será la aproximación del modelo a la realidad. Grossman y Koops (1988), trabajando con ganado vacuno, obtienen valores de RSD de 0,37 y 0,07 para la ecuación de Wood (1967) y Gipson y Grossman (1989) respectivamente, obteniendo mejores ajustes a menores valores. Pollott y Gootwine (2000) aplicando modelos matemáticos para describir la lactación en ovejas, consiguen mejores ajustes con la ecuación de Gipson y Grossman (1989), al obtener menores valores de RMS= 0,0016 (cuadrado medio residual) que con la ecuación de Wood (1967), RMS= 0,0615. Ruiz et al. (2000) obtienen valores de RSS de $0,018 \pm 0,002$ al aplicar el modelo de Wood en curvas de lactación de ovejas de raza Latxa.

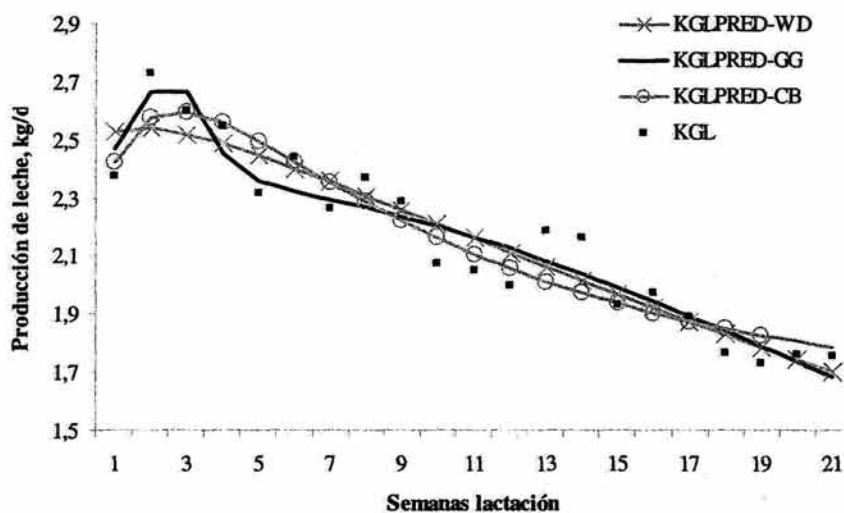
Tabla 2. Parámetros estimados por los modelos

Modelos	a	b	c	R^2	RSS*	RSD*	MAD*	P máx**	T máx**
WD	2,342	0,051	0,003	0,88	0,2	0,075	0,0023	2,54	1,9
GG	2,928	0,120	18,63	0,91	0,15	0,068	0,001	2,66	2,6
CB	1,632	0,216	0,016	0,89	0,18	0,072	0,001	2,59	2,8

* RSS= suma de cuadrados residual, RSD= desv. estándar residual, MAD= desviación media absoluta (kg).

** P máx = Producción máxima predicha (kg/d), T máx = tiempo en P máx (semanas).

Figura 1. Evolución de la curva de producción de leche según modelos



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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 Rum. Res.*, (18), 75.
- GIPSON, T.A.; GROSSMAN, M. 1989. Diphasic analysis of lactation curves in dairy goats. *J. Dairy Sci.*, (72), 1035-1044.
- GIPSON, T.A.; GROSSMAN, M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Rum. Res.*, (3), 383.
- GROSSMAN, M.; KOOPS, W. J. 1988. Multiphasic analysis of lactation curves in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, (71), 1598-1608.
- MARQUARDT, D.W. 1963. An algorithm for least square estimation of non linear parameters. *J. Soc. Ind. Appl. Matem.*, (11), 97-109.
- MUKUNDAN, G.; BHAT, P.N. 1983. Lactation curve in Malabari goats and their Saanen half-breds. *Ind. J. Anim. Sci.*, (53), 666-669.
- OLORI, V.; BROTHERSTONE, S.; HILL, W. G.; MCGIRCK, B. J. 1999. Fit of satandar models of the lactation curve to weekly records of milk production of cows in a single herd. *Livestock production science*, (58), 55-63.
- POLLOTT, G. E.; GOOTWINE, E. 2000. Appropriate mathematical models for describing the complete lactation of dairy sheep. *Animal Sci.*, (71), 197-207.
- RUIZ, R.; OREGUI, L.M.; HERRERO, M. 2000. Comparison of models for describing the lactation curve of Latxa sheep and an analysis of factors affecting milk yield. *J. Dairy Sci.*, (83), 2709-2719.
- SAS. 1997. User's Guide, Release 6.12. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- TODARO, M.; MADONIA, G.; MONTALBANO, L.; GENNA, G.; GIACCONE, P. 2000. A non linear modification of the Wood model to estimate lactation curves of Girgentana goats. *Proceeding of the 7th International Conference on Goats*. Tours. France, 245-246.
- WOOD, P.D.P. 1967. Algebraic models of the lactation curves for milk, fat and protein production with estimates of seasonal variation. *Anim. Prod.*, (22), 35.

SUMMARY

A total of 40 Murciano-Granadinas goats; same lactation, season of kidding (autumn), number of birth, life weight (45 ± 3 kg), feeding and official milk control were use to study the adjust of three published empirical lactation curve model. A season control of milk production allow fit the goat lactation curve. This is an important tool for strategy of farmer because milk production give it the

most incomes. For statistics control were used de MIXED procedure of SAS and Marquardt (1963) method for the models parameters. Model tested were the Wood (1967) function, Gipson-Grossman (1989) and Cappio-Borlino (1995). NLIN procedure of SAS were use to fit the models. All models had R^2 nearer 0.95. Gipson y Grossman (1989) model had better goodness of fit (less values of RSS, RSD and MAD), followed by Cappio - Borlino (1995) and Wood (1967).

Key words

Model, milk production, goats.