

CURVA DE LACTACIÓN PARA EL NÚMERO DE LACTACIÓN EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

LACTATION CURVE MODEL BY LACTATION NUMBER IN MURCIANO-GRANADINA GOATS

León, J.M.¹, J. Quiroz², J. Pleguezuelos³, E. Martínez³ y J.V. Delgado⁴

¹Centro Agropecuario Provincial. Diputación de Córdoba. Ctra. Alcolea, Km. 395. 14014 Córdoba. España. E-mail: jmlj01@dipucordoba.es

²INIFAP-México.

³Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina. Caserío de San Pedro s/n. 18220 Albolote. Granada. España. E-mail: caprigran@teleline.es

⁴Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. 14014 Córdoba. España. E-mail: id1debej@uco.es

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Cabras lecheras. Función matemática. Cuadrado medio del error.

ADDITIONAL KEYWORDS

Dairy goats. Mathematic function. Mean square error.

RESUMEN

En este trabajo se han utilizado cuatro modelos, uno de ellos el modelo de regresión lineal simple, el modelo cuadrático, el modelo de Cobby y Le Du y la función gamma incompleta de Wood. Como base de información se ha utilizado el archivo histórico de los controles realizados en el Núcleo de Control Lechero de Granada (Núcleo Nacional Número 362) perteneciente a la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina, durante los años comprendidos entre 1990 y 2004, lo que supone un total de 85235 controles efectuados sobre 10351 cabras pertenecientes a 117 ganaderías. Se ha estudiado la curva de la lactación en función del número de lactación para lactaciones estandarizadas a 240 días. Para el ajuste de los modelos se utilizó el procedimiento NLIN de SAS. Para todos los modelos independientemente del número de lactación obtuvieron R^2 que oscilaron entre 0,84 y 0,85. Para los controles efectuados

en primera, segunda y tercera lactación el modelo de curva Gamma Incompleta de Wood obtuvo el mejor ajuste (menor valor de cuadrado medio del error).

SUMMARY

In this work four lactation curve models have been tested: The simple lineal regression pattern; the quadratic pattern; the Cobby and Le Du pattern; and the incomplete gamma of Wood function. As base of information we have used the historical file of controls carried out in the Milking Control Nucleus of Granada belonging to the National Association of Breeders of Murciano-Granadina Goat Breed, during the years 1990 to 2004, what supposes a total of 85235 controls made on 10351 goats belonging to 117 farms. The lactation curves has been studied in function of

Arch. Zootec. 56 (Sup. 1): 641-646. 2007.

the lactation number. The lactations were standardized to 240 days. For the fitting of models we have used the NLIN procedure of SAS. For all the models, independently of the lactation number, R^2 oscillated between 0.84 and 0.85. For the controls made in first, second and third lactation the Incomplete Gamma of Wood function shown the best fitting (smallest value of mean square error).

INTRODUCCIÓN

El estudio de la curva de lactación es importante porque permite la identificación de posibles errores en el manejo de un determinado rebaño, como puede ser una alimentación deficiente, inadecuadas instalaciones, patologías no detectadas, etc. (Graminha *et al.*, 1996; Peña *et al.*, 1999; Garcés, 2004). Permite también conocer la evolución de la producción lechera de los animales, así como sus variaciones a lo largo de una lactación, mediante el seguimiento de un animal o un grupo de ellos, estimándose de este modo su producción lechera total o parcial. Además, con la elaboración de las curvas de lactación, se pueden detectar anticipadamente las cabras potencialmente más productivas de un reba-

ño (Gall, 1981), facilitándose de este modo la adopción de decisiones sobre el descarte de los animales por su aptitud productiva.

Según Wood (1980), el conocimiento de la curva de lactación es necesario para determinar el manejo nutricional y reproductivo de animales en lactación, mediante la estimación de la producción total por lactación, así como el pico de producción y la persistencia de la lactación. Para ello es importante establecer los parámetros de las curvas de lactación que mejor se ajusten a la producción de leche en caprinos lecheros, mediante la observación de las diferencias entre razas y entre rebaños, así como mediante la determinación de los efectos ambientales que afectan a esos parámetros.

La variación de los parámetros que determinan la forma de la curva de lactación puede estar provocada por la influencia de las condiciones ambientales viéndose afectada, consecuentemente, la producción de leche (Fresno *et al.*, 1992; Fresno, 1993; Gonçalves *et al.*, 1997). Por tanto, las curvas de lactación de un rebaño se constituyen en el mejor indicador productivo lechero del mismo, en las condiciones

Tabla I. Parámetros estimados en cabras de primera lactación para los diferentes modelos analizados. (Estimated parameters in first lactation goats for the different analyzed models).

Modelo	a	b	c	CME	R^2_{adj}
<i>Lineal</i>	1,6101	-0,00186		0,3629	0,84
<i>Cuadrático</i>	1,3858	0,00347	-0,00002	0,3551	0,85
<i>Cobby y Le Du</i>	1,6574	0,2285	0,00217	0,3618	0,84
<i>Wood</i>	0,8594	0,2005	-0,00368	0,3549	0,85

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R^2_{adj} = Coeficiente determinativo ajustado.

CURVA PARA EL NÚMERO DE LACTACIÓN EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

Tabla II. Parámetros estimados en cabras de segunda lactación para los diferentes modelos analizados. (Estimated parameters in second lactation goats for the different analyzed models).

Modelo	a	b	c	CME	R ² _{adj}
Lineal	1,8553	-0,00231		0,4650	0,84
Cuadrático	1,6559	0,00234	-0,00002	0,4590	0,85
Cobby y Le Du	1,8685	0,6149	0,00239	0,4643	0,84
Wood	1,1124	0,1647	-0,00338	0,4577	0,85

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R²_{adj} = Coeficiente determinativo ajustado.

ambientales que afecten al mismo. McManus *et al.* (1997) establecen que existen muchos factores que pueden afectar la producción total de leche en una única lactación. Así pues los principales factores que pueden influenciar los niveles productivos de un rebaño caprino lechero y por tanto, el comportamiento de su curva de lactación pueden resumirse en: la raza, época de parto, edad de la cabra, número de crías por parto, ambiente y estado nutricional (Morand-Fehr y Sauvant, 1980; Gall, 1981; Gipson y Grossman, 1990; Wahome *et al.*, 1994; Ruvuna *et al.*, 1995).

MATERIAL Y MÉTODOS

Como base de información se ha utilizado el archivo histórico de los controles realizados en el Núcleo de Control Lechero de Granada (Núcleo Nacional Número 362) perteneciente a la Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina, durante los años comprendidos entre 1990 y 2004, lo que supone un total de 85235 controles efectuados sobre 10351 cabras pertenecientes a

117 ganaderías.

La producción de leche se controló mensualmente según establece el método A4, siempre siguiéndose las recomendaciones del International Committee for Animal Recording (ICAR).

Para el estudio del ajuste de la curva de lactación se seleccionaron cuatro modelos empíricos en función del número de lactación (cabras de primera, segunda y tercera lactación), tratándose en todos los casos de lactaciones estandarizadas a 240 días, y utilizándose para el estudio animales con al menos seis controles registrados.

En el ajuste de los modelos se utilizó el procedimiento NLIN del paquete estadístico SAS. Para el cálculo de los parámetros de los modelos se utilizó el método de Marquardt (1963). Como criterio de decisión del ajuste de la bondad de los modelos se utilizó el menor valor de cuadrado medio del error (CME) de la ecuación estudiada, acompañado del coeficiente de determinación (R²).

Los modelos utilizados fueron la función gamma incompleta de Wood (1967) [$y(t) = a t^b e^{-ct}$], el modelo de regresión lineal simple (Madalena *et*

Tabla III. Parámetros estimados para cabras en tercera lactación para los diferentes modelos analizados. (Estimated parameters in third lactation goats for the different analyzed models).

Modelo	a	b	c	CME	R ² _{adj}
Lineal	1,9745	-0,00274		0,4810	0,85
Cuadrático	1,7736	0,00185	-0,00002	0,4754	0,85
Cobby y Le Du	2,0253	0,2532	0,00306	0,4781	0,85
Wood	1,1532	0,1730	-0,00367	0,4727	0,85

a, b, c = parámetros de la curva. CME = cuadrado medio residual. R²_{adj} = Coeficiente determinativo ajustado.

al., 1979) [$y(t) = a + bt$], el modelo cuadrático (Dave, 1971) [$y(t) = a + bt + ct^2$] y el modelo de Cobby y Le Du (1978) [$y(t) = a(1 - e^{-bx}) - ct$]. Donde y representa la producción diaria de leche registrada al tiempo t , t son los días de lactación y a , b , c , son los parámetros de la función.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En primer lugar los picos de lactación obtenidos fueron de 1,57; 1,78 y 1,88 kg a los 54, 48 y 47 días, respectivamente y por este orden, para cabras de primera, segunda y tercera lactación. Montaldo *et al.* (1997), obtuvieron valores de pico de lactación de 1,78; 2,38 y 2,54 kg, a los 58, 61 y 54 días, para cabras Saanen, Alpina y cruce de Toggenburg con razas locales de México. En este sentido, los resultados obtenidos para el pico de lactación en función del número de lactación, demuestran unos rendimientos más bajos en cabras de primera lactación, como así también establece Mackenzie en 1970. En este sentido Steine (1975) encontró que los rendimientos lecheros aumentan progresi-

vamente desde la primera hasta la cuarta lactación, debido a que una proporción de los alveolos mamarios desarrollados en la lactación anterior no han involucionado, sumándose a los que se desarrollan en las siguientes y así sucesivamente, hasta que se interrumpe esta continuidad (Knight y Peaker, 1982). Iguales resultados han sido encontrados por Disset y Sigwald (1976).

En las **tablas I, II y III** se ofrecen los valores de los parámetros de las curvas de lactación, en función del modelo utilizado; acompañados del cuadrado medio residual de la ecuación y el R²_{adj}.

Para todos los modelos, independientemente del número de lactación de que se trate se obtuvieron valores de R²_{adj} que oscilaron entre 0,84 y 0,85. Tanto para las cabras de primera, segunda y tercera lactación, el mejor grado de ajuste de las curvas de lactación se obtuvo con la función gamma incompleta de Wood, dado que presentan menores valores de cuadrado medio residual (0,3549; 0,4577 y 0,4727, para primera, segunda y tercera lactación, respectivamente). En la **figura 1**, se representan las curvas de

CURVA PARA EL NÚMERO DE LACTACIÓN EN CABRAS MURCIANO-GRANADINAS

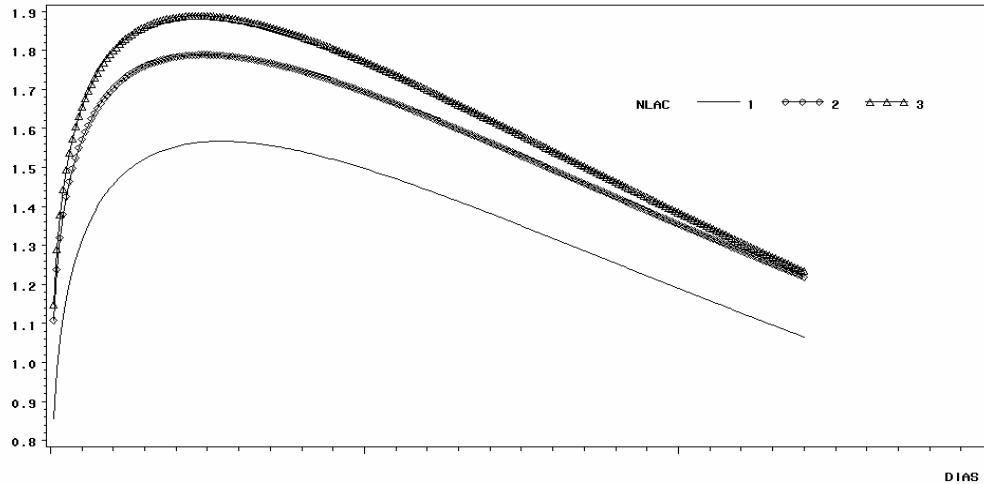


Figura 1. Curvas de lactación para cabras de primera, segunda y tercera lactación, ajustadas a la función gamma incompleta de Wood. (Lactation curves for goats in first, second and third lactation adjusted to Gamma incomplete function).

lactación para cabras de primera, segunda y tercera lactación, ajustadas a la función gamma incompleta de Wood.

CONCLUSIONES

En función de los modelos estudia-

dos se puede concluir que para los datos con los que se ha trabajado, el modelo de función gamma incompleta de Wood es el que mejor se ajusta al comportamiento productivo de la raza caprina Murciano-Granadina en el núcleo de control lechero de Granada, en función del número de lactación.

BIBLIOGRAFÍA

- Cobby, J.M. and Y.L.P. Le Du. 1978. On fitting curves to lactation data. *Anim. Prod.*, 26: 127-133.
- Dave, B.K. 1971. First lactation curve of the Indian water buffalo. *INKUV Research Journal*, 5: 93-95.
- Disset, R. et J.P. Sigwald. 1971. Etude des facteurs influenciant la production laitière chez la chevre. II congress international de L'Elevage caprins, Tours. p: 265-269.
- Fresno, M., J.V. Delgado y J.M. Rodero. 1992. Modelo de curva de primera lactación en cabras Canarias. *Arch. Zootec.*, 41: 81-84.
- Fresno, M. 1993. Estudio de la producción láctea en la Agrupación Caprina Canaria. Tesis doctoral. Universidad de Córdoba, 169 p.
- Gall, C. 1981. Milk production. In: Goat production. Academic Press. New York. p. 309-344.
- Garcés R., J. Boza, P. Acevedo, E. Brandl, R.M. Bruckmaier y J.L. López. 2004. Índice de persistencia y descripción de los primeros 100 días de la curva de lactancia de cabras Saanen primíparas y multíparas mantenidas en confinamiento. *Agricultura Técnica*, 64:

LEÓN, QUIROZ, PLEGUEZUELOS, MARTÍNEZ Y DELGADO

- 319-326.
- Gipson, T.A. and M. Grossman. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Rumin. Res.*, 3: 383-396.
- Gonçalves, T.M., M.L. Martinez e J.C. Milagres. 1997. Curva de lactação na raça Gir. 2. Influência dos fatores de meio ambiente, estimativa de repetibilidade e herdabilidade para parâmetros da curva de lactação quadrática logarítmica. *Rev. Bras. Zootec.*, 26: 88-97.
- Graminha, C.V., K.T. Resende e S.D.A. Ribeiro. 1996. Estudo comparativo entre as curvas de produção real e a curva de produção teórica em cabras leiteiras. In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 33. Fortaleza. p. 552-553.
- Knight, C.H. and M. Peaker. 1982. Development of the mammary gland. *J. Reprod. Fert.*, 65: 621-626.
- Mackenzie, D. 1970. Goat husbandry. 3ª ed. Faber and Faber Ltd. Londres.
- Madalena, F.E., M.L. Martinez and A.F. Freitas. 1979. Lactation curves of Hostein-Friesian and Holstein-Friesian x Gir cows. *Anim. Prod.*, 29: 101-107.
- Marquardt, D.W. 1963. An algorithm for least square estimation of non linear parameters. *J. Soc. Ind. Appl. Matem.*, 11: 97.
- Mcmanus, C., T.L.F. Guth e M.G. Saueressig. 1997. Curvas de lactação em gado holandês em confinamento total no DF. In: Anais da Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34. Juiz de Fora. p. 74-76.
- Montaldo, H., A. Almanza and A. Juárez. 1997. Genetic group, age and season effects on lactation curve shape in goats. *Small Rumin. Res.*, 24: 195-202.
- Morand-Fehr, P. and D. Sauvant. 1980. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *J. Dairy Sci.*, 63: 1671-1680.
- Peña, F., J. Vega, M. Sánchez, J. Martos, A. García y V. Doménech. 1999. Producción láctea y ajuste de la curva de lactación en caprinos de raza Florida. *Arch. Zootec.*, 48: 415-424.
- Ruvuna, F., J.K. Kogi and J.F. Taylor. 1995. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo Nubian goats. *Small Rumin. Res.*, 16: 1-6.
- Steine, T.A. 1975. Test day records and part lactations in goat. *Meld. Nor. Landbruks-hoegsk.*, 54: 31-21.
- Wahome, R.G., A.B. Carles and H.J. Schwartz. 1994. An analysis of the variation of the lactation curve of small east African goats. *Small Rumin. Res.*, 15: 1-7.
- 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.
- Wood, P.D.P. 1980. Breed variation in the shape of the lactation curve of cattle and their implications for efficiency. *J. Anim. Prod.*, 34: 133-141.