

León, J.M.¹, J. Quiroz², J. Pleguezuelos³, E. Martínez³,
A. Cabello¹ y J.V. Delgado⁴

¹ Centro Agropecuario Provincial. Diputación de Córdoba.
Ctra. Alcolea, Km. 395. 14071. Córdoba.

² INIFAP-México.

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

⁴ Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales,
14071-Córdoba (España). E-mail: ge2ledo@uco.



Asociación Nacional de Criadores
de Caprino de Raza Murciano-Granadina

Estudio de la curva de lactación de cabras Murciano-Granadinas en el núcleo de control lechero de Granada

PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Cabras lecheras. Función matemática. Control lechero.

RESUMEN

En este trabajo se han utilizado cuatro modelos matemáticos para el estudio del ajuste de la curva de lactación. Los modelos utilizados fueron 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 85.235 controles efectuados sobre 10.351 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 R² 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 Residual).

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

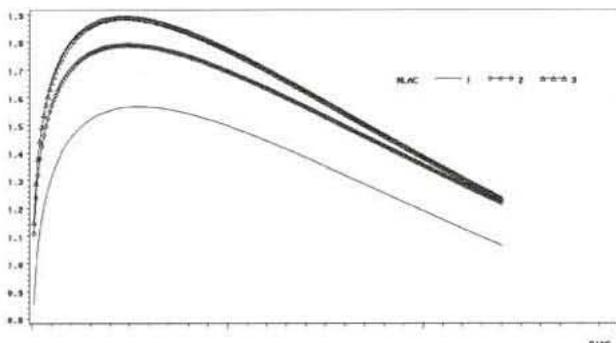


alimentación deficiente, inadecuadas instalaciones, patologías no detectadas, etc. (Graminha y col., 1996, Peña y col., 1999, Garcés, 2004). Permite también conocer la evolución de la producción lechera de los animales, así como sus variaciones a lo largo de una lactación, mediante el seguimiento de 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 rebaño (Gall, 1981), facilitándose de este modo la toma de decisiones sobre el posible 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 lechero, 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 y col., 1992, Gonçalves y col., 1997). Por tanto, las curvas de lactación de un rebaño se constituyen en el mejor indicativo sobre el índice productivo lechero del mismo, en las condiciones ambientales que afecten al mismo. McManus y col. (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 Sauvart, 1980; Gall, 1981; Gipson y Grossman, 1990; Wahome y col., 1994; Ruvuna y col., 1995).

Figura 1. Curvas de lactación para cabras de primera, segunda y tercera lactación, ajustadas a la función gamma incompleta de Word.



MATERIAL Y MÉTODOS

Como base de información se utilizó 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 85.235 controles efectuados sobre 10.351 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 (C.M.E.) 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 y col., 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 indicar que 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 y col. (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 progresivamente desde la primera hasta la cuarta lactación, debido a que una proporción de los alvéolos 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 R^2_{adj} .

Para todos los modelos, independientemente del número de lactación de que se trate se obtuvieron valores de R^2_{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 lactación para cabras de primera, segunda y tercera lactación, ajustadas a la función gamma incompleta de Wood.

CONCLUSIONES

En función de los modelos estudiados podemos concluir que para los datos con los que hemos trabajado, el

Tabla I. Parámetros estimados para cada uno de los modelos estudiados para cabras de primera lactación.

Primera Lactación					
Modelo	a	b	c	CME	R^2_{adj}
Lineal	1.6101	-0.00186		0.3629	0.84
Cuadrático	1.3858	0.00347	-0.00002	0.3551	0.85
Cobby y Le Du	1.6574	0.2285	0.00217	0.3618	0.84
Wood	0.8594	0.2005	-0.00368	0.3549	0.85

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

Tabla II. Parámetros estimados para cada uno de los modelos estudiados para cabras de segunda lactación.

Segunda Lactación					
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. R^2 = Coeficiente determinativo ajustado.

Tabla III. Parámetros estimados para cada uno de los modelos estudiados para cabras de tercera lactación.

Tercera Lactación					
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. R^2 = Coeficiente determinativo ajustado.

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.

Estos resultados pueden ser utilizados como una herramienta estratégica para determinar la longitud de lactación óptima, así como para la predicción de los niveles productivos y el cálculo del pico de lactación en función del número de lactación.

Así pues una correcta definición de la curva de lactación en cabras Murciano-Granadina, puede ser de gran utilidad y tener importantes repercusiones en los modelos de test diario, permitiendo afrontar con ciertas garantías decisiones de manejo productivo, así como también abrir nuevas posibilidades a la hora de afrontar las evaluaciones genéticas para producción lechera.

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., SIGWALD, J.P. 1971. Etude des facteurs influenciant la production laitière chez la chevre. II congress international de L'Elevage caprins, Tours. 265-269.
- FRESNO, M., DELGADO, J. V. Y RODERO, J. M. 1992. Modelo de curva de primera lactación en cabras Canarias. *Arch. Zootec.* 41: 81-84.
- GALL, C. 1981. Milk production. In: *Goat production.* New York: Academic Press. p. 309-344.
- GARCÉS R., JULIO BOZA, PAULO ACEVEDO, ERNST BRANDL, RUPERT M. BRUCKMAIER Y JUAN LUIS 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.* Vol. 64 - No 3. p. 319-326.
- GIPSON, T.A., GROSSMAN, M. 1990. Lactation curves in dairy goats: a review. *Small Ruminant Research,* v.3, p.383-396.
- GONÇALVES, T.M.; MARTINEZ, M.L.; MILAGRES, J.C. 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. *Revista Brasileira de Zootecnia,* v.26, p.88-97.
- GRAMINHA, C.V.; RESENDE, K.T.; RIBEIRO, S.D.A. 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., PEAKER, M. 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., MARTINEZ, M.L., AND FREITAS, A.F. 1979. Lactation curves of Hosten-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.; GUTH, T.L.F.; SAUERESSIG, M.G. 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., SAUVANT, D. 1980. Composition and yield of goat milk as affected by nutritional manipulation. *Journal of Dairy Science,* v.63, p.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: 415-424.1999.
- RUVUNA, F.; KOGI, J.K.; TAYLOR, J.F. 1995. Lactation curves among crosses of Galla and East African with Toggenburg and Anglo Nubian goats. *Small Ruminant Research,* v.16, p1-6.
- Steine, T.A., 1975. Test day records and part lactations in goat. *Meld. Nor. Landbrukshoegsk.* 54, 31, 21.
- WAHOME, R.G.; CARLES, A.B.; SCHWARTZ, H.J. 1994. An analysis of the variation of the lactation curve of small east African goats. *Small Ruminant Research,* v.15, p.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. *Journal of Animal Production,* v.34, p.133-141.

Asociación Nacional de Criadores de Caprino de Raza Murciano-Granadina



Caserío de San Pedro, s/n
18220 Albolote (Granada)
Tel.: 958 467 558 - Fax: 958 46 75 58
E-mail: caprigran@terra.es