

## CURVAS DE LACTACIÓN INDIVIDUALES EN CABRAS MURCIANO GRANADINAS

González-Peña, D.<sup>1</sup>, Gómez, E.A<sup>2</sup>., Martínez-Navalón, B.y Peris, C<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones para el Mejoramiento Animal de la Ganadería Tropical.

<sup>2</sup> Centro de Investigación y Tecnología Animal-IVIA. 187. 12400 Segorbe. Castellón.

<sup>3</sup> Instituto de Ciencia y Tecnología Animal – UPV. 46022 Valencia.

e-mail: dgpf79@gmail.com

### INTRODUCCIÓN

El uso de modelos matemáticos empíricos ha permitido conocer las curvas de lactación de animales domésticos; aunque, no todos los modelos se adecuan a una curva de lactación típica (Quintero et al., 2007). La selección se basa en la habilidad de éstas para describir ese patrón específico, caracterizado por una fase ascendente hacia el pico, seguida por la fase decreciente, considerada la forma estándar. El análisis de relación entre las propiedades matemáticas del modelo y el patrón de lactación han estado enfocados en la posibilidad del modelo de ajustarse a ese comportamiento estándar y al menos todas las funciones propuestas son capaces de ajustarse al patrón promedio con altos niveles de exactitud. Sin embargo, estas son también capaces de representar analíticamente otras formas, lo que ha sido escasamente considerado (Macciotta et al., 2005).

En general los trabajos en esta temática han estado dirigidos a curvas promedio para seleccionar el modelo de curva de mejor ajuste, adoptándola para el ajuste de todas las lactaciones en el conjunto de datos. Estos criterios para seleccionar el mejor modelo, muchas veces ignoran los problemas estadísticos o biológicos que pueden estar ocurriendo cuando el ajuste se extiende a lactaciones individuales. La principal consecuencia puede ser la estimación de parámetros irreales (Faro y Albuquerque, 2002).

El objetivo de este estudio fue conocer las posibles curvas individuales que se presentan en cabras de raza Murciano Granadinas, a partir de 4 modelos capaces de describir las curvas de lactación.

### MATERIAL Y MÉTODOS

Se analizaron 34031 registros de 6807 primeras lactaciones de cabras de la raza Murciano Granadinas, controladas cada 6 semanas entre los años 1999 y 2010 en la comunidad Valenciana.

Para modelar la curva de lactación fueron seleccionadas las siguientes funciones:

- El modelo de Wood, recomendado para esta raza por León et al. (2007):

$$Y_t = at^b e^{-ct}$$

- El modelo de Wilmink:

$$Y_t = a + be^{-kt} + ct$$

- La regresión polinomial de Ali-Schaeffer:

$$Y_t = a + b(t/210) + c(t/210)^2 + d \log(210/t) + k[\log(210/t)]^2$$

- Y los polinomios ortogonales de Legendre:

$$Y_t = \alpha_0 xP_0 + \alpha_1 xP_1 + \alpha_2 xP_2 + \alpha_3 xP_3 + \alpha_4 xP_4$$

En todos los modelos  $Y_t$  es la producción de leche en el día de control en el tiempo  $t$  medido en días en lactación al momento del control (DEL). Las funciones de tiempo  $P_i$  de los modelos que utilizan polinomios de Legendre, fueron calculados a partir de los valores publicados por Schaeffer (2004). La bondad de ajuste de los 4 modelos considerados fue evaluada por el coeficiente de determinación ajustado y clasificado en 4 niveles (L1<0.25; L2=0.25 a 0.50; L3=0.50 a 0.75 y L4= > 0.75). Se seleccionaron las curvas individuales con coeficientes de determinación ajustados, superiores a 0,75 y agrupados de acuerdo con las diferentes combinaciones de los signos de los parámetros (Macciotta et al., 2005).

Todos los análisis se efectuaron con diversos procedimientos de SAS (1995).

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Contrariamente a lo referido por Macciotta et al. (2005) y Dimauro et al. (2006), los modelos de 5 parámetros, a pesar de su flexibilidad, no presentaron la mayor cantidad de lactaciones con bondad de ajuste superiores a 0.75. Esto podría deberse al tipo de muestreo, en que

los intervalos no tienden a ser mensuales, al igual que en el bovino por lo que quizás el uso de un modelo de 5 parámetros no sea necesario.

**Tabla 1.** Frecuencias relativas de los ajustes entre diferentes clases de coeficientes de determinación ajustados para los rasgos en estudio.

Clases de $R^2_A$	Modelos			
	Wood	Wilmink	Ali-Schaeffer	Legendre
	Leche			
<0.25	31.96	31.28	58.67	41.01
0.25 a 0.50	1.65	1.55	1.36	1.62
0.50 a 0.75	13.74	14.15	10.14	12.76
>0.75	52.65	53.02	29.84	44.61
	Grasa			
<0.25	41.44	31.53	58.89	44.77
0.25 a 0.50	1.46	1.40	1.21	1.41
0.50 a 0.75	12.40	12.16	9.65	10.65
>0.75	44.71	54.91	30.26	43.17
	Proteína			
<0.25	23.63	23.36	46.80	36.36
0.25 a 0.50	1.13	1.19	1.12	1.21
0.50 a 0.75	11.90	11.96	9.96	10.98
>0.75	63.33	63.48	42.22	51.46

En la tabla 2 se presentan las frecuencias relativas de las formas detectadas en lactaciones con bondad de ajuste superior a 0.75 para las funciones de Wood y Wilmink. La forma estándar (parámetro b positivo y c negativo) presentó los mayores porcentajes para producción de leche. Igual combinación de signos fue encontrada por Fernández et al. (2002) en esta raza. La forma estándar reversa caracterizada por tener el parámetro b negativo y c positivo para Wood y los dos parámetros positivos para Wilmink de acuerdo a la definición establecida por Macciotta et al. (2005) es la más común para grasa y proteína.

**Tabla 2.** Frecuencias relativas de las formas de curvas detectadas por Wood y Wilmink.

Tipo de curva	Wood			Wilmink		
	Leche	Grasa	Proteínas	Leche	Grasa	Proteínas
Estándar	63.54	30.37	28.43	59.11	27.67	21.78
Atípica	7.93	7.48	5.21	7.18	9.04	13.11
Estándar reversa	25.92	56.39	60.32	17.81	48.11	52.10
Incremento continuo	2.61	5.76	6.05	15.89	15.18	13.51

El modelo de Ali-Schaeffer llegó a detectar 14 posibles tipos de curvas para leche, 16 para grasa y 15 para proteína, mientras que los polinomios de Legendre reconocieron 22, 16 y 16 tipos para leche, grasa y proteínas, respectivamente. Sin embargo, cada grupo de curvas puede ser considerado como resultado de una deformación específica de las dos formas básicas, estándar o atípica, que se hacen más variables por la presencia de puntos de inflexión por grupos de curvas.

Las funciones matemáticas propuestas para describir la curva de producción de leche a través de la lactación fueron capaces de representar diferentes formas, que se pueden considerar derivaciones de los dos grupos clásicos de típicas o atípicas. Los resultados de este estudio muestran que los análisis basados en curvas promedio enmascaran la individualidad del comportamiento individual.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ali, T.E. & Schaeffer, L.R. 1987. Accounting for covariances among test day milk yields in dairy cows. *Can. J. Anim. Sci.* 67:637-644.
- Dimauro, C., Vicario, D, Canavesi, F., Cappio-Borlino, A y Macciotta, N.P.P. 2006. Analysis of individual variability of the shape of lactation curve for milk fat and protein contents in Italian Simmental cows. 8th World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, August 13-18, 2006, Belo Horizonte, MG, Brasil.
- Faro, L.E. & Albuquerque, L.G. 2002. Comparação de alguns modelos matemáticos para o ajuste as curvas de lactação individuais de vacas da raça Caracu. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 54(3): 295-302.
- Fernández, C., Sánchez, A. & Garcés, C. 2002. Modelling the lactation curve for test-day milk yield in Murciano-Granadina goats. *Small Rumin. Res.* 46:29-41.
- León, J.M., Quiroz, J., Pleguezuelos, J., Martínez, E. y Delgado, J.V. 2007. Curva de lactación para el número de lactación en cabras Murciano-Granadinas. *Arch. Zootec.* 56(Sup.1): 641-646.
- Macciotta, N.P.P., Vicario, D. & Cappio-Barlino, A.. 2005. Detection of different shapes of lactation curve for milk yield in dairy cattle by empirical mathematical models. *J. Dairy Sci.* 88: 1178-1191.
- Quintero, C.J., Serna, I.J., Hurtado, N.A., Noguera, R.R. & Cerón-Muñoz, F.M. 2007. Modelos matemáticos para curvas de lactancia en ganado lechero. *Rev. Col. Cienc. Pec.* 20:149-156.
- SAS. 1995. SAS user's guide for Windows environment 6.08 ed. Cary, SAS Institute Inc.
- Schaeffer, L.R. 2004. Application of random regression models in animal breeding. *Livest. Prod. Sci.* 86: 35-45.
- Wilmink, J.B.M. 1987. Studies on test-day and lactation milk, fat and protein yield of dairy cows. Ph.D. thesis, Landbouwniversiteit, Wageningen, Netherlands.
- Wood, P.D.P. 1967. Algebraic model of lactation curve in cattle. *Nature (Lond.)* 216:164-165.

## INDIVIDUAL LACTATION CURVES IN MURCIANO GRANADINA GOATS

### ABSTRACT

In order to detect possible occurrence of different shapes of lactation curves for milk, fat and protein 34 031 records of 6807 first lactation of Murciano Granadina goats monitored between 1999 and 2010 in Valencia were analysed. The functions used to describe the lactation curve were Wood, Wilmink, Ali-Schaeffer and Legendre polynomials. Parameters were estimated by iterative methods. The criterion of choice to verify the goodness of fit was the adjusted coefficient of determination ( $R^2_A$ ). Three-parameter models detected 4 shapes of lactation curve. Wood model classified as standard the 64 % of lactation for milk while 56 and 60 % belonged to the standard reverse for fat and protein, respectively. The Wilmink function showed the same behaviour with values of 59, 48 and 52 % for milk, fat and protein respectively. Ali-Schaeffer and Legendre's Polynomials models were able to recognize from 14 to 22 shapes of lactation curve. The results suggest that analysis based on average curve hide the individual behaviour on the population.

**Keywords:** lactation curve shape, mathematical model, goats.