

ESTUDIO DE FACTORES NO GENÉTICOS SOBRE LOS PARÁMETROS DE LA FUNCIÓN LOGÍSTICA EN LA CURVA DE CRECIMIENTO COMERCIAL DEL CORDERO SEGUREÑO

Lupi T.M.^{1*}, Nogales S.², León J.M.³, Delgado J.V.²

¹Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Castelo Branco (Portugal). *tmlc@ipcb.pt.

²Departamento de Genética. Universidad de Córdoba. Campus Universitario de Rabanales, 14071-Córdoba (España).

³Centro Agropecuario Provincial Diputación de Córdoba.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue el estudio de las características de crecimiento de corderos de la raza ovina Segureña, desde el nacimiento hasta la edad de sacrificio establecida (80 días), con la finalidad de predecir su comportamiento en el desarrollo corporal. Los datos utilizados fueron obtenidos del archivo de la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS), obtenidos entre los años 2000 y 2014, sumando un total de 119 497 corderos con 352 031 observaciones de pesos. Se estudió la influencia de varios factores no genéticos (sexo, tipo de parto y época de nacimiento) sobre los parámetros de la función logística. Se utilizó el procedimiento GLM multivariado y multifactorial, del paquete estadístico IBM SPSS v.21, para determinar la influencia de los factores no genéticos sobre los valores para los diferentes parámetros que componen la función logística (a, k y m); para el ajuste del modelo se utilizó el procedimiento NLR con el algoritmo Levenberg–Marquardt. Los resultados indican que los factores no genéticos en estudio deben ser tenidos en cuenta para trabajar en la modelización biológica del crecimiento y consecuente evaluación genética de sus características.

Palabras clave: Cordero segureño; Función de crecimiento; Logístico.

STUDY OF NON GENETIC FACTORS OF THE LOGISTIC FUNCTION PARAMETERS ON THE COMMERCIAL GROWTH CURVE OF THE SEGUREÑO LAMB

ABSTRACT

The objective of this work was to study the growth characteristics of lambs from Segureña sheep breed, from birth to established slaughter age (80 days), in order to predict its behaviour over its body development. The data used were obtained from the archives of the National Association of Segureño Sheep Breeders (ANCOS) obtained between 2000 and 2014, totalling 119497 lambs with 352031 weight observations. The influence of several non-genetic factors (sex, birth type and birth season) on the logistic function parameters was studied. GLM multivariate and multifactorial procedure, from the IBM SPSS v.21 statistical package, was used to determine the influence of non-genetic factors on the curve parameters; for the model fitting the NLR procedure was used with the Levenberg-Marquardt algorithm. The results show that non-genetic factors in study should be considered on modelling biological growth and, consequently, their genetic traits evaluation.

Keywords: segureño lamb; Growth function; Logistic.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento descrito como el cambio en el volumen, tamaño o forma de un organismo a través del tiempo, es una característica muy importante de los seres vivos. Una gran batería de pesos registrados durante la vida útil de los animales, es difícil de interpretar, a no ser que se resuman de alguna manera. La utilización de funciones de crecimiento proporciona una buena manera de resumir la información contenida en la serie de pesos registrados durante la vida de los animales, en pocos parámetros con significado biológico que nos describen el comportamiento matemático del crecimiento (Fitzhugh, 1976).

No solo la información sobre el peso vivo es importante para propósitos de selección, también el grado de madurez y tasa de crecimiento durante toda la vida de los animales tienen relevancia debido a su asociación con otras características y con la economía de producción. Los estudios sobre el crecimiento de ovinos se han centrado, generalmente, en los pesos vivos durante un periodo económico de tiempo. Consecuentemente, la relación entre el peso y la edad durante la vida económica del animal se tornó un área de interés para científicos y ganaderos (Bathaei & Leroy, 1998). El conocimiento de factores que influyen en la curva de crecimiento, puede ayudar en programas de manejo y mejoramiento (McManus *et al.*, 2003).

Según Lupi *et al.* (2015b), en el estudio sobre la curva de crecimiento del cordero Segureño hasta la edad de sacrificio, el modelo que mejor se ajusta a los datos de peso y edad durante esta fase de crecimiento es el modelo logístico; el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de factores no genéticos (sexo del cordero, tipo de parto y época de nacimiento) sobre los parámetros del modelo logístico, siendo un requisito para mejorar la eficiencia del peso desde los puntos de vista genético, comercial y zootécnico (Lambe *et al.*, 2006).

El estudio de la curva comercial de crecimiento es estratégico debido a que, por exigencias de mercado, la vida del cordero Segureño se trunca con su sacrificio en torno a los 80 días de edad.

MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de peso y edad utilizados en este estudio fueron obtenidos del archivo de los registros de la Asociación Nacional de Criadores de Ovino Segureño (ANCOS) entre los años 2000 y 2014, constituyéndose en un total de 119 497 corderos con 352 031 observaciones de pesos. Estos datos están divididos en P0 (peso al nacimiento registrado entre los 0 a los 15 días), P1 (peso al destete precoz, entre los 16 y 35 días), P2 (peso al destete tardío, entre los 36 y 55 días) y P3 (peso al sacrificio, controlado entre los 56 y los 80 días). Los datos fueron depurados de manera que fueron seleccionados los corderos con cuatro observaciones de pesos y fueron eliminadas las observaciones, en cada variable, que presentaban un peso promedio $\pm 2*DT$ (desviación típica), de lo que resultaron 21 236 corderos para la realización de este estudio.

Fue utilizado el Modelo General Lineal (GLM) multivariado y multifactorial del paquete estadístico IBM SPSS v.21 para determinar el efecto de los factores no genéticos sexo, tipo de parto y época de nacimiento, en el peso de los corderos sobre las variables P0, P1, P2 y P3.

La función logística, presentada en la ecuación [1], fue utilizada para describir el patrón de crecimiento del cordero Segureño.

$$y=a*(1+\exp(-k*t))^{(-m)} \quad [1]$$

El parámetro A representa el valor asintótico de la función cuando el tiempo tiende al infinito, independiente de problemas de fluctuación debido a efectos genéticos y ambientales (McManus *et al.*, 2003; Gómez *et al.*, 2008; Gbangboche *et al.*, 2011); K es el índice de madurez, o medida de precocidad, e indica la velocidad de crecimiento en el sentido de alcanzar el peso asintótico a partir del peso inicial. Valores altos de K indica que los animales alcanzan la madurez más temprano y valores bajos de K indican que los animales alcanzan la madurez más tardíamente (Brown *et al.*, 1976; Carolino & Gama, 1993; McManus *et al.*, 2003; Abegaz *et al.*, 2010). Los factores genéticos y ambientales que influyen en el declive de la

curva o el peso asintótico, también van a influir la tasa de madurez (Brown *et al.*, 1976). Brown *et al.* (1976), Bathaei & Leroy (1998), McManus *et al.* (2003) y Carneiro *et al.* (2009) destacan que la relación biológica más importante para una curva es la existente entre los parámetros A y K . La correlación negativa existente entre esos parámetros indica que los animales que presentan mayores tasas de crecimiento tienen menor probabilidad de alcanzar mayores pesos a la madurez que aquellos que crecen más lentamente en el inicio de vida. El parámetro M es el que da la forma a la curva (Garnero *et al.*, 2005) y, consecuentemente, determina el punto de inflexión, en el cual se inicia la fase de auto desaceleración hasta que llega al valor asintótico (Quirino *et al.*, 1999; Echeverri, 2010).

Utilizando los datos reales, el modelo logístico fue ajustado a las series de peso por edad de cada individuo, utilizándose el procedimiento para modelos no lineales del paquete estadístico IBM SPSS v.21. En el cálculo de los parámetros del modelo se utilizó el algoritmo Levenberg–Marquardt.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Utilizando el GLM multivariado y multifactorial del paquete estadístico IBM SPSS v.21 se concluyó que el sexo del cordero afecta a las variables P2 y P3 ($P < 0.1$), el tipo de parto influye significativamente ($P < 0.001$) sobre todas las variables (P0, P1, P2 y P3) y la época de nacimiento únicamente tiene incidencia sobre el peso al nacimiento (P0).

Se llevó a cabo el recuento de la distribución del número de individuos observado en cada factor y se calculó el peso promedio y respectiva desviación típica para cada variable (tabla I).

El número de observaciones es superior en las hembras, en los corderos nacidos de parto simple y en los nacidos en invierno; el otoño es la época en la que se registraron menos nacimientos. Esto puede ocurrir por la estacionalidad comercial de este tipo de animal. El peso promedio más elevado al nacimiento (P0) se verifica en los corderos de parto simple y nacidos en invierno, aunque los corderos que presentan un peso promedio más elevado a la edad de sacrificio (P3) son los nacidos en verano (tabla I). Esto puede ser debido a una mayor concentración de lluvias en la época de otoño lo que implica una diferente disponibilidad de alimento. A semejanza en lo encontrado en toda la bibliografía (Lupi *et al.*, 2015a), los corderos nacidos de parto simple son los que presentan un peso al sacrificio más elevado.

En la tabla II se pueden observar los valores obtenidos para los parámetros estimados del modelo logístico. La influencia del tipo de parto en el valor de los parámetros de las curvas de crecimiento, también fue observada en otros estudios sobre distintas razas ovinas (Bathaei & Leroy, 1998; McManus *et al.*, 2003).

Tabla I. Media y desviación típica (DT) del peso de las variables en estudio agrupados para los factores no genéticos que influyen en el peso de los corderos de raza Segureña [*Weight average and standard deviation (DT) of the studied variables by non genetic factors that affect the weight of Segureña breed lambs*]

	N	P0		P1		P2		P3	
		Media	DT	Media	DT	Media	DT	Media	DT
Sexo									
H	12974	3.627	0.300	9.298	1.764	14.080	2.288	18.465	2.831
M	8262	3.611	0.300	9.696	1.796	14.665	2.491	19.307	3.211
Tipo de Parto									
S	11878	3.871	0.112	9.837	1.749	14.665	2.341	19.133	2.957
D	9306	3.303	0.086	8.967	1.715	13.854	2.368	18.355	3.027
Epoca de Nacimiento									
P	3380	3.619	0.300	9.351	1.708	14.358	2.320	18.713	2.966
V	4965	3.571	0.308	9.644	1.748	14.469	2.298	19.112	2.955
O	2355	3.605	0.297	9.644	1.771	14.280	2.615	18.521	3.258
I	10536	3.648	0.294	9.353	1.823	14.221	2.390	18.729	2.986

P0: de 0 a 15 días; P1: de 16 a 35 días; P2: de 36 a 55 días; P3: de 56 a 80 días.

Tabla II. Parámetros estimados (\pm DT) para la curva de crecimiento del modelo logístico, separados por factores no genéticos [*Estimated parameters (\pm SD) for logistic growth curve by non genetic factors*]

	a	k	m
General	34.532 \pm 11.38	0.026 \pm 0.01	3.187 \pm 1.45
Sexo			
M	35.329 \pm 11.9	0.027 \pm 0.01	3.223 \pm 2.21
H	34.024 \pm 10.99	0.026 \pm 0.01	3.164 \pm 0.57
Tipo de Parto			
S	33.774 \pm 11.16	0.027 \pm 0.01	3.050 \pm 1.84
D	35.495 \pm 11.59	0.025 \pm 0.01	3.360 \pm 0.63
Época de nacimiento			
P	34.055 \pm 11.26	0.027 \pm 0.01	3.154 \pm 0.53
V	36.787 \pm 11.23	0.024 \pm 0.01	3.305 \pm 0.60
O	33.400 \pm 11.57	0.026 \pm 0.01	3.123 \pm 0.55
I	33.875 \pm 11.30	0.027 \pm 0.01	3.156 \pm 1.97

El modelo logístico predice que los animales que alcanzan el peso asintótico más elevado son los nacidos en verano (tabla II), lo que coincide con la información de los datos observados (tabla I) y no coincide con la conclusión a la que llegó Stritzke & Whiteman (1982) en su estudio sobre corderos. Estos corderos nacidos en verano tardan, en media, más 6 y 7 días en alcanzar en peso de inflexión (18.34 Kg) que los nacidos en otoño (16.7 Kg) y primavera (17.03 Kg) e invierno (16.94 Kg).

La correlación estimada entre los parámetros A y K fue significativa e igual a -0.7 para todos los factores, corroborando los resultados de McManus *et al.* (2003), Sarmiento *et al.* (2006) y Gbangboche *et al.* (2011) en ganado ovino. Como los machos, los animales nacidos de parto simple y los nacidos en primavera y verano presentan el parámetro K con un valor, ligeramente más elevado (0.027), pudiéndose derivar que alcanzan la madurez más temprano.

La diferencia en los parámetros A y K torna evidente que los animales presentan un patrón de crecimiento distinto en virtud de haber nacido de una matriz de gestación de una, dos o más crías. A la misma conclusión, llegaron Sarmiento *et al.* (2006) en el estudio de ovinos de raza Santa Inês. El tipo de nacimiento afectó las estimativas de los parámetros que fueron superiores para animales nacidos de parto simples.

Los pesos estimados por el modelo logístico para los diferentes factores no genéticos están reflejados en las figuras 1, 2 y 3. Los corderos nacidos de parto doble (D) presentan una curva con pesos predichos inferiores a los pesos predichos para los corderos nacidos de parto simples (S). La influencia del tipo de parto en el crecimiento de corderos también fue registrado por Gbangboche *et al.* (2006) y Ulutas *et al.* (2010), entre otros. Se puede observar que, para todas las épocas de nacimiento, el modelo hace una estimación similar del comportamiento del crecimiento de los corderos.

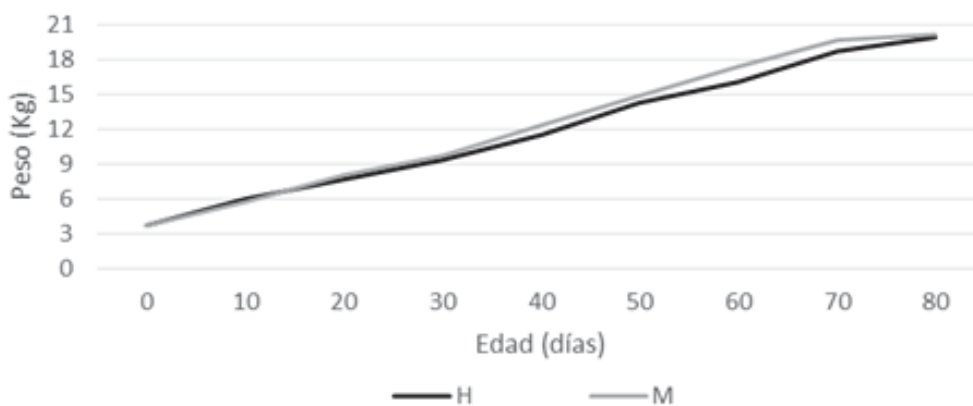


Figura 1. Curva de crecimiento estimada por el modelo logístico, separada por sexo (*Logistic estimated growth curve by sex*).

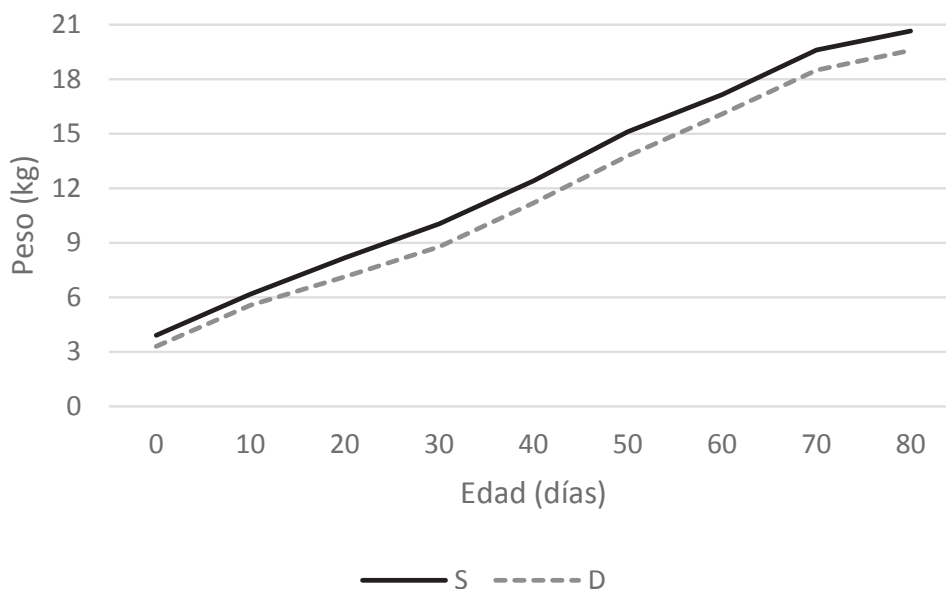


Figura 2. Curva de crecimiento estimada por el modelo logístico para el tipo de parto (*Logistic estimated growth curve by birth type*).

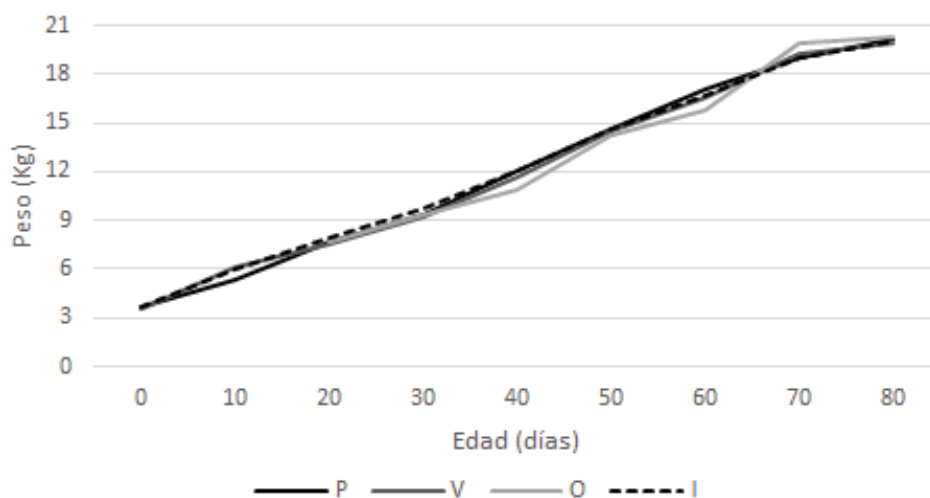


Figura 3. Curva de crecimiento estimada por el modelo logístico en función de la época de nacimiento (*Logistic estimated growth curve by birth season*).

CONCLUSIONES

El sexo del cordero, el tipo de parto y la época de nacimiento afectan el peso y los parámetros de crecimiento de los corderos de raza Segureña, por lo que son factores a tener muy en cuenta en las evaluaciones genéticas de reproductores.

El modelo logístico predice que los corderos más pesados nacen de partos simples y en época de invierno; a la edad de sacrificio, los pesos predichos más elevados son presentados por los corderos nacidos de partos simples y nacidos en verano. El modelo se ajustó bien a los pesos de los corderos para el periodo entre el nacimiento y el sacrificio (80 días).

BIBLIOGRAFÍA

- Abegaz S., Van Wyk J.B. & Olivier, J.J. 2010. Estimation of genetic and phenotypic parameters of growth curve and their relationship with early growth and productivity in Horro sheep. *Archiv Tierzucht* 53, 1, 85-94.
- Bathaei S.S. & Leroy, P.L., 1998. Genetic and phenotypic aspects of the growth curve characteristics in Mehraban Iranian fat-tailed sheep. *Small Ruminant Research*. 29, 261–269.
- Brown J.E., Fitzhugh H.A. & Cartwright T.C. (1976). A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *Journal of Animal Science*, 42, 4, 810-818.
- Carneiro P.L.S., Malhado C.H.M., Affonso P.R.A.M., Pereira D.G., Suzart J.C.C., Ribeiro Junior, M. & Rocha J.L. 2009. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 10, 3, 536-545.
- Carolino R.N.P. & Gama L.T. 1993. Análise do crescimento corporal nas espécies pecuárias. *Veterinária Técnica*, Ano 3, nº 2, 14:21.
- Echeverri A.M. 2010. Uso de modelos não-lineares para descrever o crescimento do perímetro escrotal em touros da raça Guzerá criados em pastoreio extensivo. Escola de Veterinária. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte. Brazil.
- Fitzhugh H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shapes. *Journal of Animal Science*, 42, 4, 1036-1051.
- Garnero A. Del V., Marcondes C.R., Bezerra L.A.F., Oliveira H.N. & Lôbo R.B. 2005. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 57, 5, 652-662.
- Gbangboche A.B., Alkoiret T.I., Salifou S., Farnir F., Leroy P.L. & Abiola F.A. 2011. Growth pattern of purebred West African Dwarf sheep and its crosses with the West African Long Legged. *Research of Journal Animal Science*, 5 (1), 6-13.
- Gómez D.A.A., Muñoz M.F.C. & Betancur L.F.R., 2008. Modelación de funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*. 21, 39-58.
- Lambe N.R., Navajas E.A., Simm G. & Bünger L. 2006. A genetic investigation of various growth models to describe growth of lambs of two contrasting breeds. *Journal of Animal Science*, 84, 2642–2654.
- Lupi T.M., Nogales S., León J.M., Barba C. & Delgado J.V. 2015a. Analysis of the non-genetic factors affecting the growth of Segureño sheep. *Italian Journal of Animal Science*, 14, 124-131.
- Lupi T.M., Nogales S., León J.M., Barba C. & Delgado J.V. 2015b. Characterization of commercial and biological growth curves in the Segureña sheep breed. *Animal*, available on CJO2015. doi:10.1017/S1751731115000567.

- McManus C., Evangelista C., Fernandes L.A.C., Miranda R.M., Moreno-Bernal F.E. & Santos N.R. 2003. Curvas de Crescimento de Ovinos Bergamácia Criados no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 32, 5, 1207-1212.
- Quirino C.R., Bergman J.A.G., Vale Filho V.R. & Pereira J.C.C. 1999. Evaluation of four mathematical functions to describe scrotal circumference maturation in Nellore bulls. *Theoriogenology*. 52, 25-34.
- Sarmiento J.L.R., Regazzi A.J., Sousa W.H. de, Torres R.A., Breda F.C. & Menezes G.R.O. 2006. Estudo da curva de crescimento de ovinos Santa Inês. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 35, 2, 435-442.
- Stritzke D. J. & Whiteman, J.V. 1982. Lamb Growth Patterns Following Different Seasons of Birth. *Journal of Animal Science*, 55, 1002-1007.
- Ulutas Z., Sezer M., Aksoy Y., Sirin E., Sen U., Kuran M. & Akbas, Y. 2010. The effect of birth types on growth curve parameters of Karayaka lamb. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9 (9), 1384-1388.