



Estimación de la curva de crecimiento en ovinos de pelo colombiano mediante la utilización del modelo Richards

Claudia Lenis-Valencia¹ , Darwin Hernández-Herrera^{2*} , Jorge Noriega-Marquez³ .

¹Universidad de Sucre, Grupo de Investigación en Reproducción y Mejoramiento Genético Animal, Sincelejo, Colombia.

²Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencia Animal, Grupo de Investigación Recursos Zoogenéticos, Sede Palmira, Palmira, Colombia.

³Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria – Agrosavia, Centro de Investigación El Nus, San Roque, Antioquia, Colombia.

*Correspondencia: dyhernandezh@unal.edu.co

Recibido: Noviembre 2021; Aceptado: Julio 2022; Publicado: Julio 2022.

RESUMEN

Objetivo. Describir el crecimiento en ovinos de Pelo Colombiano (OPC) mediante la utilización del modelo Richards. **Materiales y métodos.** Se obtuvieron 2.086 registros procedente de pesajes realizados cada 30 días en ovinos OPC desde el nacimiento hasta el sacrificio, con destete a los 90 días, adicional se tuvo en cuenta el sexo (S), tipo de parto (TP) y la época de nacimiento (Época) de los animales. Los datos fueron analizados con el modelo Richards utilizando el procedimiento NLIN del SAS. **Resultados.** La estimación del peso asintótico indicado por el parámetro A para los machos fue 7.8 kg superior al de las hembras; en el TP este mismo parámetro indico un 22% de superioridad entre los nacimientos simples y múltiples, por último, en la variable Eponac los pesajes de mejor valor correspondieron a la época de lluvia con 5 Kg más que los animales nacidos en época seca. Para el parámetro K los valores de referencia oscilan entre 0.001 y 0.004 en las variables S, TP y Eponac; al igual que la correlación entre los parámetros A y K los valores se encuentran entre -0.98 y -0.99 en todas las variables estudiadas. **Conclusiones.** El modelo Richards explico el desarrollo de los animales y permitió observar el efecto de las variables S, TP y Eponac evidenciando en cada una de estas un crecimiento lento, pero con pesos altos a la madurez.

Palabras clave: Curvas de crecimiento; ovinos criollos; variables; parámetro; época (*Fuente: CAB*).

ABSTRACT

Objective. To describe growth in Colombian hair sheep (OPC) using the Richards model. **Materials and methods.** A total of 2086 records were obtained from weighing every 30 days in OPC sheep from birth to slaughter and weaning at 90 days. In addition, the sex (S), type of lambing (TP) and time of birth (Eponac) of the animals were considered. The data were analyzed with the Richards model using the NLIN procedure of SAS. **Results.** The asymptotic weight estimation indicated by parameter A for males was 7.8 kg higher than that of females; in the TP, this same parameter indicated a 22% superiority between single and multiple births; finally, in the Eponac variable, the best weight values corresponded to the rainy season with 5 kg more than the animals born in the dry season. For the K parameter, the reference values oscillate between 0.001 and 0.004 in the variables S, TP and Eponac; as well as the correlation between the A and K parameters, the values are between -0.98 and -0.99 in all the variables studied. **Conclusions.** The Richards model

Como citar (Vancouver).

Lenis-Valencia C, Hernández-Herrera D, Noriega-Marquez J. Estimación de la curva de crecimiento en ovinos de pelo colombiano mediante la utilización del modelo Richards. Rev MVZ Córdoba. 2022; 27(Supl):e2740. <https://doi.org/10.21897/rmvz.2740>



©El (los) autor (es) 2022. Este artículo se distribuye bajo los términos de la licencia internacional Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), que permite a otros distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir de su obra de modo no comercial, siempre y cuando den crédito y licencien sus nuevas creaciones bajo las mismas condiciones.

explained the development of the animals and allowed observing the effect of the variables S, TP and Eponac, evidencing in each of these a slow growth, but with high weights at maturity.

Keywords: Growth curves; Creole sheep; variables; parameter; time (*Source: CAB*).

INTRODUCCIÓN

Actualmente la producción de ovinos de pelo en Colombia (OPC) se encuentra en un importante momento dentro del eslabón de la cadena primaria de producción animal, ya que este sistema en algunas zonas del país como la región caribe ha pasado de verse como una actividad secundaria a la ganadería y de autoconsumo, a un escenario de mayor alcance de producción de proteína de origen animal (1).

A pesar de la especialización del sector y el acompañamiento que han venido realizando algunas entidades y agremiaciones con campañas hacia el aumento del pie de cría ovino, el inventario nacional sigue creciendo de manera lenta. Según el censo nacional reportado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), se cuenta con la existencia de 1.779.697 animales, ubicados principalmente en los departamentos de La Guajira (43.7%), Magdalena (12.1%), Cesar (10.2%), Boyacá (8.1%), Córdoba (3.8%), Santander (2.3%), Bolívar (2.1%), Cundinamarca (2.6%), Meta (2.3%) y Sucre (1.9%), acumulando estos 10 departamentos el 88% del total de ovinos en el país (2).

La región caribe donde se ha reflejado el mayor crecimiento de la población ovina del país por efectos culturales, por lo que se hace necesario realizar más trabajos de investigación que demuestren con indicadores la eficiencia del recurso genético predominante en la región (ovino de pelo colombiano – OPC) para características de crecimiento y producción de carne (3). Por otra parte, desde la perspectiva y estudio de ciencia animal es importante tener en cuenta que para cada uno de los procesos fisiológicos de crecimiento animal se involucran diversos factores como el cambio de masa o volumen de un tejido u organismo en una unidad de tiempo, mejorar las características relacionadas con el crecimiento, particularmente en las actividades de producción de carne (4,5), es por ello, que se propuso como objetivo de este trabajo, describir el crecimiento en ovinos de Pelo Colombiano (OPC) mediante la utilización del modelo Richards.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización. El estudio se realizó en 12 granjas de la región caribe en los departamentos de Sucre y Córdoba (Colombia), los cuales

se encuentran al noroeste de Colombia, con altitudes entre de 44 y 117 m.s.m. El clima del departamento de Sucre oscila entre los 25.5 y 28.7°C. El tipo de clima predominante en el norte y centro del departamento es cálido-semiárido, mientras hacia el sur es de tipo cálido semi-húmedo y húmedo. De la misma manera, el clima del departamento de Córdoba está igualmente determinado por la posición geográfica y sus temperaturas oscilan entre 26 y 28°C. El territorio departamental está conformado en un 60% por la Gran Llanura del Caribe y el restante por las últimas estribaciones de la cordillera de los Andes.

Toma de datos y manejo de animales. Se utilizaron en total 2086 registros de pesajes en ovinos, de los cuales 632 pertenecen al departamento de Córdoba y 1454 al departamento de Sucre. Los nacimientos se presentaron entre diciembre de 2019 y el primer trimestre de 2020, con intervalos no mayores a 70 días entre el primer y el último nacimiento. Se analizaron los pesajes de 302 animales, comprendidos por 158 machos y 144 hembras, realizando pesajes cada 30 días desde el nacimiento hasta el sacrificio (entre 10 y 13 meses), para esta actividad se utilizó una báscula digital Escala Sf-912 con capacidad para 300 kg, realizando mínimo 10 pesajes para cada animal y máximo 13; el destete de los individuos evaluados se realizó a los 90 días.

Los animales fueron manejados bajo condiciones de pastoreo convencionales, donde las crías van a pastoreo con las madres (Salen en la mañana y regresan a corral en la tarde) en praderas de pasto natural, *Bothriochloa pertusa*, *Brachiaria humidicola* y *Brachiaria brizanta*, con periodos de ocupación entre 4 y 7 días, y periodos de descanso entre 24 y 27 días de acuerdo con las recomendaciones de manejo de cada finca. Así mismo, disponibilidad de agua y sal mineralizada para ovinos a voluntad. Todos los animales en estudio fueron manejados bajo el protocolo sanitario de cada finca en el cual se manejó la recomendación de manera general contar con al menos control de parásitos gastrointestinales y vacunas preventivas para *Clostridium* y *Pasteurella*.

Variables evaluadas.

Análisis estadístico y curva de Crecimiento. Para la determinación de la curva de crecimiento se utilizó el modelo propuesto por Richards (1959), usando el procedimiento NLIN del

paquete estadístico SAS University, 2021® para los análisis. También se tuvieron en cuenta los criterios de información de Akaike (AIC), el criterio de información Bayesiano (BIC), el coeficiente de determinación (R^2), el porcentaje de curvas convergentes (PCC) y la raíz del cuadrado medio del error (RMSE). El modelo que describe el crecimiento propuesto por Richards es el siguiente:

$$Y_t = A (1 - B e^{-Kt})^{-m} + \varepsilon = \text{Richards (6)}.$$

Dónde: Y_t representa el peso del animal en el tiempo t ; A representa el peso asintótico del animal cuando " t " tiende a infinito, generalmente es interpretado como el peso adulto del animal; B es un parámetro de ajuste cuando $y \neq 0$ o $t \neq 0$; K es un índice de madurez o medida de precocidad, expresado como una proporción de porcentaje del máximo crecimiento con respecto al peso adulto del animal, entre mayor sea, indica una tasa de crecimiento más rápida. Así mismo, m representa el punto de inflexión del modelo y ε error experimental. De igual manera, se estimaron las variables Sexo (S), hembra y macho; Tipo de parto (TP), simple y doble; Época de nacimiento (EPONAC), seca y lluvia.

RESULTADOS

Las estimaciones de las variables S, TP y EPONAC para los parámetros A , B , K y M y los criterios de ajuste para los ovinos OPC con el modelo Richards se encuentran relacionados en la Tabla 1. La estimación del peso asintótico indicado por el parámetro A para los machos fue 7.8 kg superior al de las hembras; observando de forma pronunciada la existencia del dimorfismo

sexual. En el parámetro K que hace referencia a la velocidad de crecimiento de los animales, en ambos sexos el valor es de 0.003 que nos indica un crecimiento lento, pero con pesos a la madurez alto. Entre el parámetro A y K la correlación fue de -0.98 en ambos sexos.

En el TP se observó diferencia entre los nacimientos simples y múltiples del 22% de acuerdo con el parámetro A , mientras que, los animales de nacimiento simple tienen un crecimiento más lento que los de parto múltiple según lo observado en el parámetro K de 0.001 y 0.004, respectivamente. La correlación existente entre los parámetros mencionados fue de -0.99 para los dos TP.

Los animales nacidos en la época de lluvias tienen una diferencia de 5 Kg con respecto a los de la época seca según lo observado en el parámetro A . La precocidad en los ovinos OPC es similar para ambas épocas (seca (0.003) y lluvias (0.004), al igual que la correlación entre los parámetros A y K que es de -0.98 y -0.99 en la época seca y lluviosa, respectivamente.

En la Figura 1, se observa una tendencia sigmoide en función de la edad en las curvas de crecimiento correspondientes a los OPC en las diferentes variables estudiadas (S, TP y EPONAC) de acuerdo con los pesos estimados por el modelo Richards. Después de los 60 días aproximadamente se observa una tendencia marcada de la superioridad en los machos con respecto a las hembras, siendo más evidente al finalizar en los 350 días, mientras que en los TP es apreciable a partir de los 200 días y en la EPONAC no se logra distinguir una separación entre las dos curvas.

Tabla 1. Estimados de los parámetros (A , B , K y M) del modelo Richards y los criterios de ajuste para las variables estudiadas.

Variable	Estimación de parámetros					Criterios de ajuste				
	A	B	K	M	$R^2_{aj}(\%)$	BIC	AIC	RMSE	PCC	
Sexo	Hembra	36.88	0.96	0.003	0.79	0.83	4812.3	4807.5	3.48	100
	Macho	44.72	0.97	0.003	0.80	0.84	6650.7	6645.6	3.97	100
TP	Simple	56.97	0.99	0.001	0.64	0.79	4935.9	4931.2	4.52	100
	Múltiple	38.72	0.95	0.004	0.88	0.86	6610.4	6605.3	3.42	100
Época	Seca	42.53	0.97	0.003	0.79	0.83	8360.7	8355.4	3.86	100
	Lluvia	47.54	0.98	0.002	0.69	0.81	3279.4	3275.0	4.07	100

Época: época de nacimiento, TP: tipo de parto, R^2_{aj} : coeficiente de determinación ajustado, BIC: criterio de información Bayesiano, AIC: Criterio de información de Akaike, RMSE: Raíz del cuadrado medio del error, PCC: Porcentaje de convergencia.

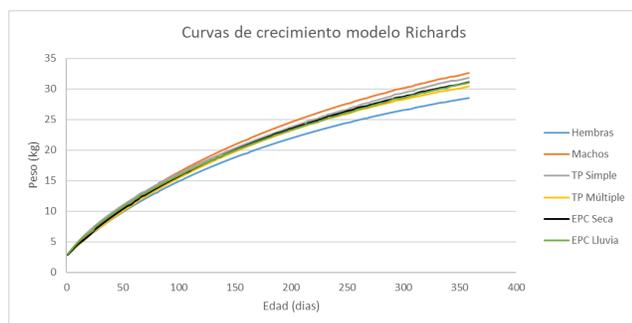


Figura 1. Curva de crecimiento de ovinos OPC de acuerdo con el sexo, tipo de parto y época de nacimiento, según modelo Richards.

DISCUSIÓN

Con respecto a la variable sexo (hembra y macho), para los valores de A Kopuzlu et al (7) en ovinos Hemsin y Hossein-Zadeh et al (8) en ovinos Shall obtuvieron resultados superiores a los encontrados en este trabajo para ambos sexos en estimados de 64.61 ± 5.12 y 82.35 ± 9.17 ; 41.51 y 48.80 , respectivamente. Sin embargo, Lenis et al (9) reportó valores inferiores en ambos sexos (35.13 en hembras y 39.59 en machos) en ovinos OPC); de igual forma, Nimase et al (10) obtuvo valores de 25.31 ± 0.39 y 31.75 ± 3.22 , y Balan et al (11) de 24.45 ± 6.04 y 30.32 ± 6.23 en ovejas Mecheri, muy por debajo de los obtenidos en los OPC. La diferencia de peso entre los machos y las hembras siempre ha estado marcada dentro de los animales mamíferos, debido a sus particularidades morfométricas que son características relacionadas con la liberación de la testosterona, la cual actúa como promotor de crecimiento que permite tener un mayor peso en la adultez del animal (7,8,11).

En cuanto a los valores obtenidos para B , Balan et al (11) reportan valores de 4.068 ± 2.80 y 4.056 ± 3.08 . Así mismo, Ghavi et al (12) muestran valores de 0.98 y 0.98 y Kopuzlu et al (7) reportaron resultados superiores (0.99 ± 0.02 y 0.98 ± 0.04). Por otro lado, en ovinos Madgyal se encontraron valores inferiores de 0.86 ± 0.04 y 0.96 ± 0.03 (10).

El valor estimado en el parámetro K muestra la precocidad de madurez de los corderos. En nuestros resultados no se encontraron diferencias entre sexos, igual a lo observado por Lenis et al (9) en ovinos OPC. Este resultado indica que los corderos OPC estudiados son poco precoces y la velocidad de crecimiento para llegar al peso asintótico es lenta. Valores superiores fueron reportados por Bahreini et al. (13) con estimados de 0.014 y 0.013 . Mientras que Tariq et al (14) presentan valores similares a los de este estudio (0.004). Por su parte,

Teixeira et al (15) reportaron valores inferiores a los aquí presentados (0.001) en sistemas de producción a pastoreo. Esta precocidad de madurez es sustentada al mismo tiempo por la correlación biológica entre los parámetros A y K , el cual fue negativo y alto en todas las variables (-0.98 y -0.99), aunque la mayoría de los autores no lo tienen en cuenta dentro de los análisis, sin embargo, lo mismo fue observado por Kopuzlu et al. (7), Hossein-Zadeh et al (8) y Lenis et al (9).

Para la variable TP no se encontraron reportes de otras investigaciones con el modelo Richards, sin embargo, de acuerdo con los resultados obtenidos en este trabajo se puede evidenciar las diferencias entre los partos simples y múltiples, lo cual puede estar influenciado fisiológicamente por el peso de la placenta y el número de placentomas, el cual se incrementa en ovejas de gestación múltiple, los corderos provenientes de nacimientos dobles y triples están asociados a un menor número de placentomas comparados con corderos de parto simple (16,17). De igual manera, los corderos provenientes de partos simples presentan mayores tasas de crecimiento y a su vez mayores pesos al destete comparados con corderos nacidos de partos múltiples influenciados por el mayor consumo de energía durante la gestación y el volumen de leche recibido en la lactancia (18,19). Sin embargo, en la descripción del crecimiento en ovinos criollos utilizando el modelo Brody reportaron que los valores estimados en animales nacidos en partos de una sola cría son más precoces que aquellos nacidos en partos gemelares, por lo que pueden llegar a alcanzar en menor tiempo el peso adulto (20).

Al igual que en la variable anterior, para la época de nacimiento no se encontraron reportes de otros trabajos que permitan comparar los resultados del modelo Richards. Sin embargo, podemos mencionar que la época está influenciando el crecimiento de los ovinos, dado que en el período de lluvias hay mayor disponibilidad de forrajes y esto evita la pérdida de peso debido a la escasez de pastos durante el período de sequía, dado que es una de las limitantes para la producción de rumiantes en los trópicos (21,22).

En conclusión, el modelo Richards explicó el desarrollo de los animales y permitió observar el efecto de las variables S , TP y EPONAC evidenciando en cada una de estas un crecimiento lento, pero con pesos altos a la madurez. Los animales nacidos en partos múltiples son más precoces que aquellos nacidos de parto simple, por lo tanto, alcanzaran su peso adulto en menor tiempo.

REFERENCIAS

1. Simanca J, Vergara O, Moris B. Description of growth in sheep creole (*Ovis aries*) in two populations from Córdoba, Colombia. Rev MVZ Córdoba. 2017; 22(3):6310-6319. <https://doi.org/10.21897/rmvz.1135>
2. Instituto Colombiano Agropecuario - ICA [Internet]. [citado 6 de diciembre de 2021]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/areas/pecuaria/servicios/epidemiologia-veterinaria/censos-2016/censo-2018.aspx>
3. Noriega J, Hernández D, Bustamante M, Alvarez L, Ariza M, Vergara O. Polymorphisms of candidate genes to growth in two populations of Colombian Creole sheep. Indian J Sci Tech. 2018; 11(46):1-9. <https://10.17485/ijst/2018/v11i46/132587>
4. Iqbal F, Waheed A, Zil-e-Huma, Faraz A. Nonlinear Growth Functions for Body Weight of Thalli Sheep using Bayesian Inference. Pak J Zool. 2019; 51(4):1421-28. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.4.1421.1428>
5. Kucukonder H, Demirarslan PC, Alkan S, Özgür BB. Curve Fitting with Nonlinear Regression and Grey Prediction Model of Broiler Growth in Chickens. Pak J Zool. 2020; 52(1):347-54. <https://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2020.52.1.347.354>
6. Richards FJ. A Flexible growth function for empirical use. J Exp Bot. 1959; 10(2):290-301. <https://doi.org/10.1093/jxb/10.2.290>
7. Kopuzlu S, Sezgin E, Esenbuga N, Bilgin OC. Estimation of growth curve characteristics of Hemsin male and female sheep. J Appl Anim Res. 2014; 42(2):228-232. <https://doi.org/10.1080/09712119.2013.842479>
8. Hossein-Zadeh G. Modeling the growth curve of Iranian Shall sheep using non-linear growth models. Small Rumin Res. 2015; 130:60-66. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.014>
9. Lenis-Valencia CP, Molina EJ, Álvarez-Franco LA. Productividad y curvas de crecimiento usando modelos no lineales en un cruce de ovino de pelo colombiano x pelibuey. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica. 2022; 25(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.1853>
10. Nimase RG, Kandalkar YB, Bangar YC. Non-linear modeling for estimation of growth curve parameters in Madgyal sheep. J Entomol Zool Stud. 2018; 6(2):463-465. <https://www.entomoljournal.com/archives/2018/vol6issue2/PartG/6-1-202-897.pdf>
11. Balan C, Kathiravan G, Thirunavukkarasu M, Jeichitra V. Non-linear growth modelling in Mecheri breed of sheep. J Entomol Zool Stud. 2017; 5(5):2005-2008. <https://www.entomoljournal.com/archives/2017/vol5issue5/PartZ/5-5-161-663.pdf>
12. Ghavi Hossein-Zadeh, N. Modeling the growth curve of Iranian Shall sheep using non-linear growth models. Small Ruminant Research. 2015; 130:60-66. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2015.07.014>
13. Bahreini BM, Aslaminejad AA, Sharifi AR, Simianer H. Comparison of mathematical models for describing the growth of Baluchi sheep. J Agri Sci Tech. 2014; 16(14):57-68. <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=354455>
14. Tariq MM, Iqbal F, Eyduran E, Bajwa MA, Huma ZE, Waheed A. Comparison of non-linear functions to describe the growth in Mengali sheep breed of Balochistan. Pak J Zool. 2013; 45(3):661-665. http://zsp.com.pk/pdf45/661-665%20_11_%20PJZ-1185-12%2021-5-13%20revised_corrected_copy.pdf
15. Teixeira MC, Villarroel AB, Pereira ES, de Oliveira SMP, Albuquerque ÍA, Mizubuti IY. Curva de crescimento de cordeiros oriundos de três sistemas de produção na Região Nordeste do Brasil. Semina Ciênc Agrár. 2012; 33(5):2011-2018. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n5p2011>
16. Cuello M, Moreno J, Aguilar F, Baracaldo A, Atuesta-Bustos J. Factores no genéticos en el crecimiento predestete de corderos biotipo lana en el trópico de altura colombiano. Rev Investig Vet Perú. 2019; 30(1):231-239. <https://doi.org/10.15381/rivep.v30i1.14902>
17. Yilmaz A, Karakus F, Bingöl M, Kaki B, Ser G. Effects of some factors on growth of lambs and the determination of growth curve models. Indian J Anim Res. 2018; 52(9):1257-1262. <http://doi.org/10.18805/ijar.B-815>

18. Gabr AA, Shalaby NA, Ahmed ME. Effect of ewe born type, growth rate and weight at conception on the ewe subsequent productivity of Rahmani sheep. *Asian J Anim Vet Adv.* 2016; 11:732-736. <http://doi.org/10.3923/ajava.2016.732.736>
19. Gemiyo D, Abebe G, Ganga G, Tera A, Gemeda BS. Early growth and survival rates of crossbred lambs (*Dorper x indigenous*) under semi-intensive management at Areka, Southern Ethiopia: Effects of non-genetic factors. *Afr J Agric Res.* 2017; 12(23):2008-2016. <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12280>
20. Vergara-Garay O, Llorente-Martínez E, Ramos-Caro L, Bustamante-Yáñez M, Simanca-Sotelo JC. Descripción del crecimiento en ovinos criollos utilizando el modelo Brody. *Orinoquia.* 2016; 20(2):34-39. <https://doi.org/10.22579/20112629.351>
21. Faraz A, Younas M, Waheed A, Yaqoob M, Ishaq K. Growth performance and hair mineral status of Marecha (*Camelus dromedarius*) calves reared under different management systems. *Pak J Zool.* 2019; 51:503-509. <http://dx.doi.org/10.17582/journal.pjz/2019.51.2.503.509>
22. Miller B, Selevsek N, Grossmann J, Kilminster T, Scanlon T, Daniels M, et al. Ovine liver proteome: Assessing mechanisms of seasonal weight loss tolerance between Merino and Damara sheep. *J Proteomics.* 2019; 191:180-190. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2018.02.018>