



## Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias

<http://rccp.udea.edu.co>

RCCP

### Crecimiento de hembras cruzadas en el trópico colombiano<sup>□</sup>

*Growth of crossbred females in the Colombian tropic.*

*Crescimento de fêmeas cruzadas no tropico colombiano*

Edison J Ramírez<sup>1,2</sup>, Zoot; Mario F Cerón Muñoz<sup>2,3\*</sup>, PhD; Ana C Herrera<sup>2</sup>, Zoot; Oscar D Vergara<sup>2,4</sup>, Zoot, cPhD; Elkin M Arboleda, Zoot, MSc<sup>2,3</sup>; Luis F Restrepo B<sup>3</sup>, est, Esp

<sup>1</sup>Candidato a Maestría en Ciencias Animales, Universidad de Antioquia-Universidad San Martín, Medellín Colombia;

<sup>2</sup>Grupo de Investigación en Genética y Mejoramiento Animal, Universidad de Antioquia, AA 1226, Medellín Colombia;

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, AA 1226, Medellín, Colombia,

<sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.

(Recibido: 3 marzo, 2009; aceptado: 25 agosto, 2009)

#### Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo describir el crecimiento de hembras cruzadas de seis grupos genéticos por medio del modelo de Brody. Los grupos genéticos evaluados fueron 50% Angus 50% Cebú (AC), 50% BON 50% Cebú (BC), 100% Cebú (C), 50% Romosinuano 50% Cebú (RC), 50% Senepol 25% Angus 25% Cebú (SAC), 50% Senepol 50% Cebú (SC). Se estimó el Porcentaje de madurez a los 12, 18 y 24 meses y las edades al 75% y al 95% de madurez. La madurez a los 12 meses varió entre 42% y 48.5%, a los 18 entre 53% y 60% y a los 24 meses entre 61% y 69%; el grupo genético más precoz fue AC y el menos precoz BC. La edad al 75% de madurez varió entre 1067 y 1468 días; y la edad al 95% de madurez estuvo entre 2396 y 3322 días.

**Palabras claves:** cruces, funciones de crecimiento, ganado de carne, modelo de Brody.

#### Summary

The aim of this study was to describe the growth of crossbred females of six genetic groups using the model of Brody. Genetic groups evaluated were: 50% Angus 50% Zebu (AZ), 50% BON 50% Zebu (BZ), 100% Zebu (Z), 50% Romosinuano 50% Zebu (RZ), 50% Senepol 25% Angus 25% Zebu (SAZ), and 50% Senepol 50% Zebu (SZ). The percent of maturity at 12, 18, and 24 months and ages at 75% and 95% of maturity was estimated. The maturity at 12 months varied between 42% and 48.5%, at 18 months between

□ Para citar este artículo: Ramírez EJ, Cerón-Muñoz MF, Herrera AC, Vergara OD, Arboleda EM, Restrepo LF. Crecimiento de hembras cruzadas en el trópico colombiano. Rev Colomb Cienc Pecu 2009; 22: 642-647

\* Autor para correspondencia: Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Antioquia, AA1226, Medellín, Colombia. E-mail: mceronm@agronica.udea.edu.co

53% and 60%, and at 24 months between 61% and 69%. The genetic group more precocious was AZ, and less precocious was BZ. The age at 75% of maturity varied between 1067 and 1468 days; and age at 95% of maturity varied between 2396 and 3322 days.

**Key words:** beef cattle, crossbred, functions of growth.

#### Resumo

Este estudo teve como objetivo descrever o crescimento de fêmeas cruzadas de seis grupos genéticos, utilizando o modelo de Brody. Os grupos genéticos foram: 50% Angus 50% Zebu (AZ), 50% BON 50% Zebu (BC), 100% Zebu (Z) 50% Romosinuano 50% Zebu (RZ), 50% Angus 25% Senepol e 25 % Zebu (SAZ), 50% Zebu e 50% Senepol (ZC). Foi estimada a percentagem de maturidade aos 12, 18 e 24 meses e a idade ao 75% e 95% de maturidade. A madures aos 12 meses oscilou entre 42% e 48.5%, para 18 entre 53% e 60%, e 24 meses entre 61% e 69%, o mais antigo grupo genético e da AC foi menos precoce BC. A idade variou de 75% vencimento entre 1067 e 1468 dias, e idade de maturidade foi de 95% entre 2396 e 3322 dias.

**Palavras chave:** cruzamentos, funções de crescimento, gado de corte, modelo Brody.

## Introducción

Se entiende por crecimiento, el acúmulo de tejidos similares experimentado por los animales desde la fecundación hasta su estabilización en la edad adulta, lo cual trae como consecuencia el aumento de peso (Hammond, 1960). El crecimiento resulta de una serie de cambios anatómicos y fisiológicos complejos que ocurren en el organismo del animal. Es un fenómeno complejo dependiente de una serie de factores como el genotipo del animal y los efectos ambientales que se mantienen a lo largo del tiempo, los cuales tienen efecto variable. Además, pueden existir otros factores que influyen durante períodos cortos, determinando de igual forma la tasa de crecimiento del animal (Bavera *et al.* 2005; Hammond, 1960;).

La evaluación del crecimiento en la empresa ganadera se convierte en un componente importante para evaluar la rentabilidad y la eficiencia en la producción de carne y basados en esta herramienta, se pueden plantear soluciones para incrementar la productividad mediante el establecimiento de programas que mejoren la obtención de animales con mayor producción en menores tiempos y con unos costos más bajos (Brown *et al.*, 1976; Bergamasco *et al.*, 2001).

El desconocimiento de las curvas de crecimiento ha limitado la implementación de programas que permitan el incremento de características como la

tasa de crecimiento, la tasa de madurez sexual y la edad óptima de sacrificio (Agudelo *et al.*, 2008), por lo tanto es importante la evaluar las curvas de crecimiento para cada una de las razas o cruces que se están utilizando en la empresa ganadera, de forma que se puedan orientar los programas de mejoramiento de manera específica, de acuerdo a las características de cada una de las razas y cruces (Hiner RL, 1971, Kratochvilova *et al.*, 2002).

En la actualidad un importante número de autores han tratado de describir el crecimiento con dificultades en su interpretación, lo cual ha llevado a la utilización de modelos matemáticos para condensar la información y de esta manera facilitar su análisis y para que los parámetros utilizados tengan una interpretación biológica.

Diferentes modelos matemáticos han sido utilizados para la descripción de este fenómeno, siendo los modelos no lineales los más adecuados por que permiten relacionar el peso y la edad, al mostrar descripción adecuada de la curva de crecimiento (Brown *et al.*, 1976).

El modelo no lineal de Brody ha sido utilizado en diferentes trabajos realizados en bovinos obteniéndose un ajuste adecuado de los datos. Beltrán *et al.* (1992) reportaron que el modelo de Brody predice bien el peso adulto en bovinos y sobreestima ligeramente los pesos en edades tempranas (De Oliveira *et al.*, 2000).

El presente trabajo tuvo como objetivo describir el crecimiento de hembras cruzadas de seis grupos genéticos por medio del modelo de Brody, con el propósito de generar información zootécnica importante que permita la eficiencia de las empresas ganaderas donde se utilizan cruzamientos.

### Materiales y métodos

Se utilizaron en total 528 registros de hembras de los diferentes grupos genéticos. La información fue extraída de los registros zootécnicos de la finca “La Pintada”, localizada en el municipio de Planeta Rica, departamento de Córdoba, Colombia, a 70 m.s.n.m en zona de vida Bosque Húmedo Tropical (bh-T), según la clasificación de zonas de vida de Holdridge. Los grupos genéticos analizados fueron: 50% Angus y 50% Cebú (AC, n=137); 50% BON y 50% Cebú (BC, n=51); Cebú (C, n=69); 50% Romosinuano y 50% Cebú (RC, n=110); 50% Senepol, 25% Angus y 25% Cebú (SAC, n=85); y 50% Senepol y 50% Cebú (SC, n=76). Se utilizó información de pesajes de los animales nacidos en el periodo comprendido entre el año 1999 hasta el 2007. Sólo se utilizaron animales los cuales tuvieran como mínimo cinco pesajes en diferentes edades.

Para realizar el ajuste de los datos se utilizó el modelo propuesto por Brody 1945 (Brody, 1945), mediante el procedimiento NLIN del programa estadístico SAS (SAS, 2005).

El modelo que describe el crecimiento descrito por Brody es el siguiente:

$$y = \beta_0 (1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t})$$

Donde:

$y$  = peso observado a la edad  $t$  (días).

$\beta_0$  = peso asintótico.

$\beta_1$  = constante de integración.

$\beta_2$  = tasa de madurez.

Se calculó el porcentaje (%) de madurez ( $Mt$ ) a los 12, 18 y 24 meses de edad mediante la siguiente ecuación:

$$Mt = (1 - \beta_1 e^{-\beta_2 t})$$

Donde:

$Mt$  = porcentaje de madurez observado a 12, 18 y 24 meses.

$t$  = tiempo para alcanzar un porcentaje de madurez (12, 18 y 24 meses).

Se calculó la edad para alcanzar el 75% y 95% de madurez (EM) mediante la siguiente ecuación:

$$EM = (\log(\beta_0 - (\beta_0 * Mt\%)) - \log(\beta_0 * \beta_1)) / (-\beta_2)$$

Donde:

$EM$  = edad al alcanzar el 75% y 95% de madurez

$Mt\%$  = porcentaje de madurez esperado (75% y 95%).

Se realizaron los análisis de varianza para las variables  $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $Mt$  y  $EM$ , utilizando el procedimiento GML del programa estadístico SAS. Se incluyeron los efectos fijos de grupo genético y el grupo contemporáneo (GC), el cual fue formado de acuerdo al año y época de nacimiento de cada individuo. Para determinar la diferencia de medias de los grupos genéticos se utilizó la prueba Tukey-Kramer (SAS, 2005).

### Resultados

Los resultados obtenidos mostraron que el modelo de Brody ajustó bien los datos. De los 528 animales incluidos en el estudio, 505 obtuvieron el criterio de convergencia, es decir que, el 95.6% de las curvas individuales presentaron convergencia con un  $R^2$  de 0.98.

Los coeficientes estimados para la función del crecimiento por medio del modelo de Brody en cada uno de los grupos genéticos pueden observarse en la tabla 1. El efecto de GC fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para la estimación de los parámetros del modelo de Brody ( $\beta_0$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ).

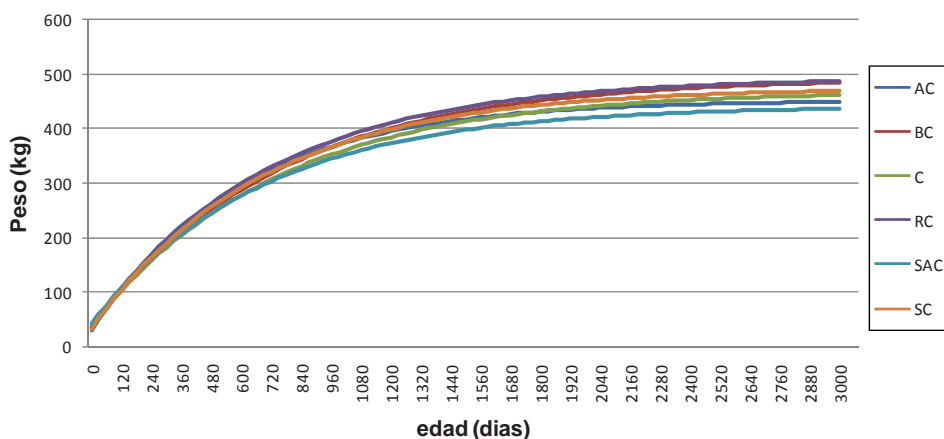
El efecto del grupo genético no fue significativo ( $p > 0.05$ ) para la estimación de los parámetros del modelo de Brody  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , pero fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ) para  $\beta_2$ .

**Tabla 1.** Parámetros de crecimiento estimados por el modelo de Brody en hembras cruzadas de las razas Angus(A), BON(B), Cebú(C), Senepol(S) y Romosinuano(R) en un sistema de producción de trópico bajo en Colombia.

Grupo genético	n	$\beta_0$	$\beta_1$	$B_2$
AC	137	451.177 ± 15.628 <sup>a</sup>	0.930 ± 0.007 <sup>a</sup>	0.00167 ± 0.00006 <sup>a</sup>
BC	51	494.069 ± 24.679 <sup>a</sup>	0.930 ± 0.012 <sup>a</sup>	0.00134 ± 0.00009 <sup>b</sup>
C	69	469.943 ± 20.417 <sup>a</sup>	0.920 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.00136 ± 0.00007 <sup>b</sup>
RC	110	493.129 ± 18.502 <sup>a</sup>	0.930 ± 0.009 <sup>a</sup>	0.00143 ± 0.00007 <sup>b</sup>
SAC	85	440.922 ± 20.638 <sup>a</sup>	0.900 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.00148 ± 0.00008 <sup>ab</sup>
SC	76	475.535 ± 21.249 <sup>a</sup>	0.930 ± 0.010 <sup>a</sup>	0.00147 ± 0.00008 <sup>ab</sup>

AC=50% Angus 50% Cebu. BC=50% BON 50% Cebu, C=Cebu. RC= 50% Romosinuano 50% Cebú. SAC= Senepol 50% Angus 25% Cebú 25%. SC=Senepol 50% Cebú 50%. n= Número de animales utilizados de cada grupo genético.  $\beta_0$ = peso asintótico,  $\beta_1$ = constante de integración,  $\beta_2$ = tasa de madurez. Letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), letras iguales en la misma columna indican que no existe diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) Tukey- Kramer,

En la figura 1 se pueden observar las curvas de crecimiento para cada uno de los grupos genéticos evaluados en el presente estudio hasta los 3000 días (8.2 años).



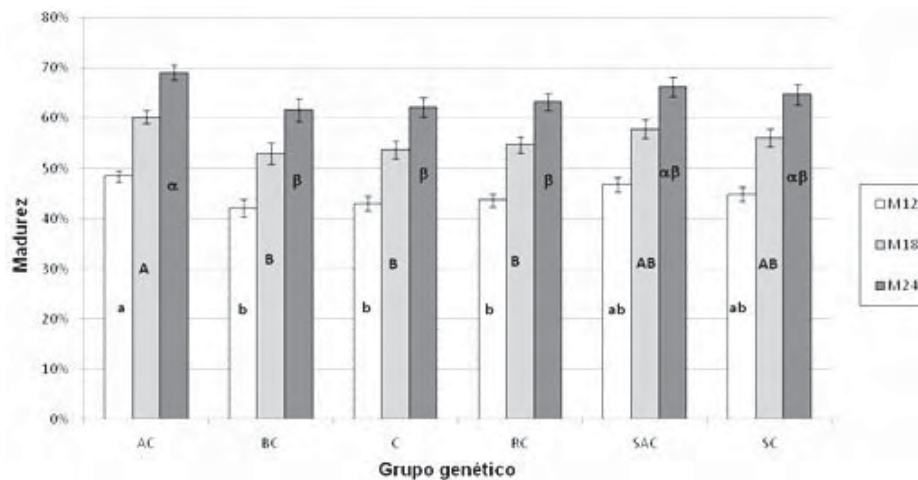
AC=50% Angus 50% Cebu. BC=50% BON 50% Cebu, C=Cebu. RC= 50% Romosinuano 50% Cebú. SAC= Senepol 50% Angus 25% Cebú 25%. SC=Senepol 50% Cebú 50%.

**Figura 1.** Curvas de crecimiento de hembras cruzadas de las razas Angus(A), BON(B), Cebú(C), Senepol(S) y Romosinuano(R) en un sistema de producción de trópico bajo en Colombia.

Para Mt12, el grupo genético fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ). Los grupos genéticos AC y SAC son los más precoces al alcanzar 48.5% y 46.9% de madurez, respectivamente, al año de edad (Figura 2). El menor Mt12 lo obtuvo BC con 42% de madurez. Para Mt18 (Figura 2) el grupo genético fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ), observándose el grupo genético AC con el mayor Mt18 (60.3%) y el grupo genético BC el menor valor (53%). Para el Mt24 (Figura 2) el grupo genético fue altamente significativo ( $p < 0.01$ ) siendo el grupo genético AC

el que presentó el mayor Mt24 (0.69%) y BC el de menor valor (62%).

Para EM75% y EM95% se encontró diferencia significativa entre los grupos genéticos AC y C ( $p < 0.05$ ). Los valores de EM75% estuvieron entre 1067 y 1469 días, siendo el grupo genético AC el que en menor tiempo alcanzó este porcentaje de madurez y C el más tardío. En EM95% el menor valor se observó en el grupo genético AC (2396 días) y el mayor valor en C (3323 días).



AC=50% Angus 50% Cebu. BC=50% BON 50% Cebu, C=Cebu. RC= 50% Romosinuano 50% Cebú. SAC= Senepol 50% Angus 25% Cebú 25%. SC=Senepol 50% Cebú 50%. Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en madurez a los 12 meses (M12) Tukey- Kramer, letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en madurez a los 18 meses (M18) Tukey- Kramer, Letras griegas diferentes indican diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en madurez a los 24 (M24) Tukey- Kramer meses

Figura 2. Porcentaje de madurez a los 12,18 y 24 meses para cada uno de los grupos genéticos evaluados.

## Discusión

Los valores de convergencia encontrados se encuentran por encima de lo reportado en la literatura para hembras puras y hembras cruzadas, indicando que el modelo de Brody describe bien el crecimiento de las hembras cruzadas del presente estudio (Santoro *et al.*, 2005, Tedeschi *et al.*, 2000).

Los valores de  $\beta_0$  y  $\beta_1$  se encuentran por debajo de lo reportado por Bergamasco *et al.* (2001) en hembras de raza Holandesa, donde se reportaron valores para  $\beta_0$  de 1486.8 y de 0.9737 para  $\beta_1$ , pero están de acuerdo a lo encontrado por Silva *et al.* (2004), los cuales reportaron valores de 428.7 y 0.91 para  $\beta_0$  y  $\beta_1$ , respectivamente, en hembras de la raza Cebú, lo que puede ser ocasionado por las proporciones considerables de la raza Cebú que se encontraron en los grupos genéticos evaluados. Se encuentran alejados de los datos reportados para la raza Holandesa, porque dichos animales presentan unos rasgos fenotípicos diferentes.

En el presente estudio, los valores encontrados para  $\beta_2$  son diferentes a los reportados por Oliveira *et al.* (2000) en hembras de la raza Guzerat, Bergamasco *et al.* (2001) en hembras de raza Holandesa, pero similares a los encontrados por

Silva *et al.* (2004) en ganado Cebú y De Nise y Brinks (1985) en cruces de Hereford y Angus Rojo. Este parámetro ha sido relacionado con la tasa de madurez, indicando que animales con mayores valores para este obtendrán la madurez en un periodo de tiempo menor. De acuerdo a esto, los animales más precoces son los de los grupos genéticos AC, SAC y SC (Bergamasco *et al.* 2001).

El grupo genético BC tuvo mayor valor para  $\beta_0$  y menor  $\beta_2$ . De acuerdo a lo reportado en la literatura son animales menos precoces (Bergamasco *et al.* 2001; Brown *et al.*, 1976; De Oliveira *et al.*, 2000).

Los valores de Mt12 encontrados son similares a los valores encontrados por Garnero *et al.* (2005) en hembras de la raza Nelore, que encontró en promedio 14 meses de edad para alcanzar el 50% de madurez, lo cual permite identificar que las hembras cruzadas del estudio se encuentran en un crecimiento normal dentro del ganado Cebú. Los grupos genéticos de mayor precocidad tienen un aporte de razas especializadas productoras de carne como las razas Angus y Senepol, las cuales han sido sometidas a mejora genética para esta característica.

Los valores de EM95% encontrados son menores a los reportados por Garnero *et al.* (2005) en ganado

Nelore de 1983 días y similares a lo reportado por Nadarajah *et al.* (1984) en cruces de Angus con Charoláis de 1307 días; y mayores a los reportados por Herrera *et al.* (2008) en ganado cruzado Angus, Cebú y BON en el trópico bajo colombiano.

Se observó una diferencia de 402 días entre el grupo genético más precoz (AC) y el grupo genético más tardío (C) para alcanzar el 75% de madurez, y de 926 días para alcanzar el 95% de madurez para los mismos grupos genéticos. Esto reviste gran importancia a nivel productivo en la empresa ganadera, pues las hembras que alcanzan mayores porcentajes de madurez en menos tiempo, podrán comenzar su vida reproductiva en menos tiempo, sin

presentar los problemas que genera servir hembras jóvenes. La precocidad puede llevar a mejores parámetros reproductivos y una mayor longevidad de estos animales, por lo cual el grupo genético AC puede ser una buena opción para realizar cruzamientos en el trópico bajo colombiano para aprovechar su precocidad.

### Agradecimientos

Los autores expresan sus más sinceros agradecimientos a la empresa Custodiar S.A, en la ciudad de Medellín - Colombia, por su valiosa colaboración para el desarrollo de esta investigación.

### Referencias

- Agudelo DA; Cerón MF; Betancur LF; Modelación de las funciones de crecimiento aplicadas a la producción animal. *Rev Colomb Cienc Pecu* 2008; 21:39-58.
- Bavera G, Bocco O, Héctor B, Petryna A. Cursos de Producción Bovina de Carne. 2005; [25 abril de 2008]. URL: <http://www.produccion-animal.com.ar>.
- Beltran J, Butts T, Olson T, Kogert M. Growth Patterns of Two Lines of Angus Cattle Selected Using Predicted Growth Parameters. *J Anim Sci* 1992; 70:734-741.
- Bergamasco A, De Aquino L, Muniz J. Ajuste de modelos não-lineares a dados de crescimento de fêmeas da raça holandesa. *Ciênc Agrotec* 2001; 25:235-241.
- Brody S. Bioenergetics and growth. New York: Reinhold Publishing Corporation; 1945. 1033p
- Brown J, Fitzhugh H, Cartwright. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J Anim Sci* 1976; 42:810-817.
- De Nise K, Brinks J. Genetic and environmental aspects of the growth curve parameters in beef cows. *J Anim Sci* 1985; 6:1431-1440.
- De Oliveira H, Lôbo R, Pereira C. Comparison of non-linear models for describing growth of Guzerat beef cattle females. *Pesq agropec Brás* 2000; 35:1843-1851.
- Garnero A, Marcondes C, Bezerra L, Oliveira H, Lobo R. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. *Arq Brás Med Vet Zootec* 2005; 57:652-662.
- Hammond, J. Farm animals. 3ª ed. London: Edward Arnold Publishers Ltd.;1960
- Herrera C, Vergara O, Cerón M, Agudelo D, Arboleda E. Curvas de crecimiento en bovinos cruzados utilizando el modelo Brody. *Livest Res Rural Dev* 2008; [25 abril de 2008]. URL: [http://www.cipav.org.co/index.php?option=com\\_wrapper&Itemid=64](http://www.cipav.org.co/index.php?option=com_wrapper&Itemid=64).
- Hiner RL; Bond Jof Age Growth of Muscle and Fat in Beef Steers from 6 to 36 Months; *J. Anim. Sci.* 1971; 32:225-232.
- Kratochvilova M, Hyanková L, Knizetová H, Fóldeš F. Growth curve análisis in cattle from early maturity and mature body size viewpoints. *J Anim Sci* 2002; 47:125-132.
- Nadarajah K, Marlowe T, Notter D. Growth patterns of Angus, Charolais, Charolais x Angus and Holstein x Angus cows from birth to maturity. *J Anim Sci* 1984; 59:956-966.
- Santoro K, Barbosa S, Brasil L, Santos E. Estimativas de Parâmetros de Curvas de Crescimento de Bovinos Zebu, Criados no Estado de Pernambuco. *Rev Bras Zootec* 2005; 34:2262-2279.
- Silva N, De Aquino L, Silva F, De Oliveira A. Curvas de crescimento e influência de fatores não genéticos sobre as taxas de crescimento de bovinos da raça Nelore. *Ciência e Agrotecnologia* 2004; 28:647-654.
- Statistical Analysis Systems. SAS®, versión 9.1 para Windows. User's Guide. Statistics. Statistical Analysis Systems Institute. Inc., Cary, North Carolina; 2005.
- Tedeschi L, Boin C, Nardon R, Leme P. Estudo da Curva de Crescimento de Animais da Raça Guzerá e seus Cruzamentos Alimentados a Pasto, com e sem Suplementação. Análise e Seleção das Funções Não-Lineares. *Rev Bras zootec* 2000; 29:630-637.