

## USO DE MODELOS NO LINEALES PARA EL AJUSTE DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE BOVINOS PANTANEIROS

USE OF NON LINEAL MODELS FOR THE ADJUSTMENT OF GROWTH CURVE OF BOVINE PANTANEIROS

Abreu, U.G. de<sup>1</sup>, J.A. Cobuci<sup>2</sup>, M.V.G.B. da Silva<sup>3</sup> y J.R.B. Sereno<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Embrapa Pantanal. C. Postal 109. CEP 79.320-900. Corumbá-MS. Brasil. E-mail: urbano@cpap.embrapa.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Viçosa, UFV. CEP 36.570-000. Viçosa-MG. Brasil.

<sup>3</sup>Embrapa Gado de Leite. CEP 36.038-3330. Juiz de Fora, MG. Brasil.

### PALABRAS CLAVE ADICIONALES

Recursos genéticos animales. Conservación animal.

### ADDITIONAL KEYWORDS

Animal genetic resources. Animal conservation.

### RESUMEN

Los modelos no lineales Brody, Gompertz, Logística y Von Bertalanffy fueron ajustados por el método Gauss-Newton a 1748 registros de peso y edad, desde el nacimiento hasta 27 meses de edad, de bovinos Pantaneiros (92 machos y 78 hembras), nacidos desde 1994 hasta 2000, en el Pantanal de Nhecolândia-MS, Brasil. El objetivo de este trabajo fue estudiar el patrón de crecimiento de animales Pantaneiros en su propio ambiente, así como predecir algunas características de esos modelos para evaluar los desarrollos corporales de machos y hembras. Los registros fueron ajustados para los efectos fijos de año-estación de nacimiento y edad del peso, en términos lineales y cuadráticos, por medio del procedimiento PROC GLM (SAS, 1992). Los registros observados y ajustados formaron los archivos sometidos a análisis usando el procedimiento PROC NLIN (SAS, 1992). Todos los modelos utilizados proporcionaron buena calidad de ajuste a los pesos para ambos sexos, indicando que las hembras alcanzan la madurez en edades más precoces, mientras que los machos, presentan peso adulto más elevado.

### SUMMARY

Nonlinear models, Brody, Gompertz, Logística and Von Bertalanffy, were fitted for Gauss-Newton procedure, 1748 data of weight e age, from birth to 27 months of age, from Pantaneiros cattle (92 males and 78 females), birth from period 1994-2000, in Pantanal region, Nhecolândia-MS, Brazil. The objective of this study was to assess growth pattern of Pantaneiro animals in themselves grow environment, and evaluation nonlinear models to predict corporal development in males and female. Data were fitted to year-birth season and age fixed effects, for mean PROC GLM (SAS, 1992) procedure. Observation and adjusted data were submitted to PROC NLIN (SAS, 1992) procedure. All models utilized provided fit good quality for males and females weight, indicated that females obtain maturity in early age. However males to presented adult's weight heavy.

### INTRODUCCIÓN

El bovino Pantaneiro es una raza

*Arch. Zootec. 53: 367-370. 2004.*

naturalizada, desarrollada a partir de 200 años de selección natural. En 1984, la Embrapa Pantanal creó el núcleo de conservación *in situ* del bovino Pantaneiro con el objetivo de conservar y mantener la variabilidad genética de la raza y de forma paralela estudiar las características productivas y reproductivas del rebaño (Abreu y McMannus, 2000).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el patrón de crecimiento de animales Pantaneiros en su propio ambiente.

#### MATERIAL Y MÉTODOS

Los datos de peso utilizados en este estudio se refieren a 170 becerros Pantaneiros, 92 machos y 78 hembras, pertenecientes al núcleo de conservación *in situ*, nacidos entre los años de 1994 a 2000, en la granja Nhumirim, ubicada en la subregión del Pantanal de la Nhecolândia, Estado de Mato Grosso del Sur, Brasil. Los animales fueron mantenidos exclusivamente en pastos nativos típicos de la región, recibiendo mezcla mineral suplementaria durante todo el año. Las pesadas fueron realizadas al nacer, al destete, mensualmente y hasta los 27 meses de edad.

Los datos de las pesadas fueron ajustados para los efectos fijos de año-época de nacimiento y edad de la vaca al parto, en términos lineal y cuadrático, utilizándose el procedimiento GLM del SAS (SAS, 1992). Los datos ajustados (PA) y observados (PO) formaron dos archivos que fueron sometidos a análisis.

Los modelos matemáticos utiliza-

dos en el ajuste a los datos de las pesadas fueron: Bertalanffy, Brody, Logística y Gompertz. La estimación de los parámetros de cada modelo fue realizada por medio de la regresión no lineal del peso en función de la edad (en meses), del nacimiento hasta la pesada, utilizándose el método de Gauss-Newton, disponible en el procedimiento NLIN del SAS (SAS, 1992).

El parámetro  $A$  de los modelos representa el peso adulto del animal cuando el tiempo tiende al infinito. El parámetro  $B$  es el factor de integración que ajusta los valores de peso inicial y generalmente está asociado con el peso al nacimiento (grado de madurez del animal al nacimiento). Sin embargo, el parámetro  $K$ , tasa de madurez, es una función entre la máxima tasa de crecimiento y el peso adulto del animal (velocidad de crecimiento).

Para comparar la cualidad del ajuste de los modelos a los datos de peso fue realizado el test de Durbin Watson (Durbin y Watson, 1951).

#### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

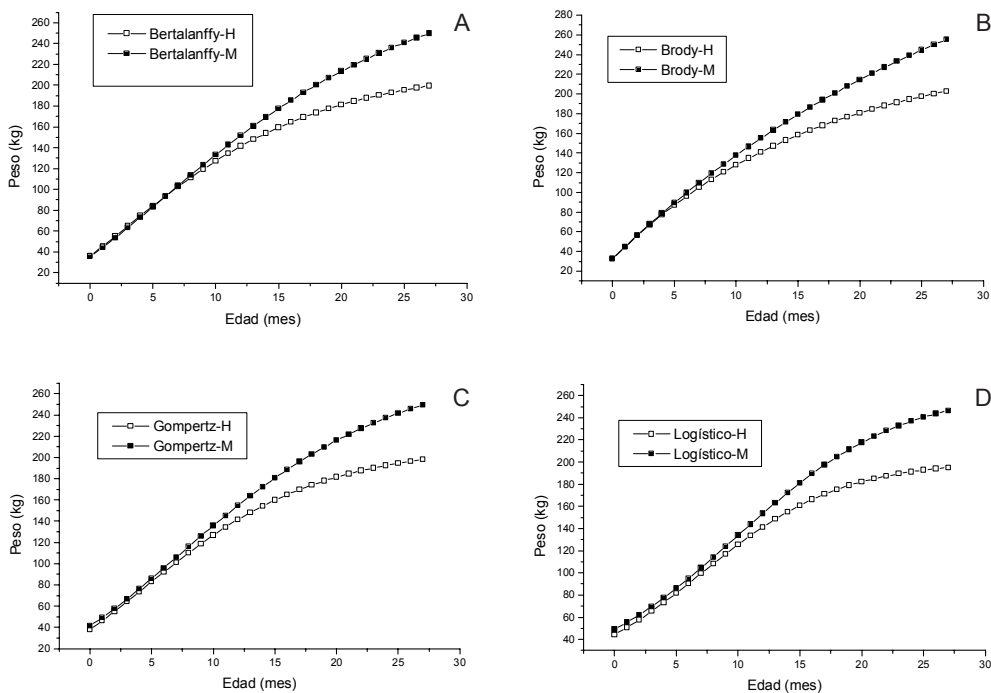
Se hallaron, para hembras, que los parámetros para el peso ajustado (PA) fueron superiores a los observados (PO) en la mayoría de los modelos no lineales utilizados. Por otro lado, para los machos, los parámetros para peso ajustado (PA) fueron de manera general inferiores a los de peso observado (PO). En la **figura 1**, están representadas las estimas del peso desde el nacimiento hasta los 27 meses de edad para machos y hembras, según los modelos Bertalanffy, Brody, Logística y Gompertz.

## AJUSTE NO LINEAL DE LA CURVA DE CRECIMIENTO DE BOVINO PANTANEIRO

En relación con el parámetro  $A$  (peso adulto), se verificó que el modelo Gompertz proporcionó estimas más próximas al peso observado por Sereño *et al.* (2002), para novillas Pantaneiras de primera monta que se cubrieron en la primera estación de monta. Por otro lado, los demás modelos tendieron a subestimar el peso adulto de hembras observado en el núcleo por Abreu y McMannus (2000), siendo necesario continuar con las pesadas con edades superiores a los 27 meses para mejorar el ajuste de los modelos a

los pesos en edades adultas observadas en la realidad. Los pesos a edad adulta de machos estimados por los diferentes modelos fueron más discrepantes, variando de 256 kg (Logístico-PA) a 454 kg (Brody-PA).

El peso al destete del bovino Pantaneiro, fue estimado en  $131 \pm 31$  y  $118 \pm 28$  kg, para machos y hembras, respectivamente (Abreu y McMannus, 2000). Como la edad al destete ocurre alrededor de 8 a 9 meses de edad, el modelo de Brody para machos y de Gompertz para hembras fueron los que



**Figura 1.** Estimación de los pesos, desde el nacimiento hasta los 27 meses de edad de bovinos Pantaneiros, hembras (H) y machos (M), obtenida por los modelos Bertalanffy (A), Brody (B), Gompertz (C) y Logístico (D). (Estimates of the weights, from born to 27 months of age of Pantaneiro bovines, females (F) and males (M), obtained by different non linear models).

presentaron estimas más próximas a las observadas en el período del destete.

La velocidad de crecimiento para alcanzar el peso adulto ( $K$ ) es indicativa de madurez precoz, pues cuanto mayor es el valor de  $K$  más rápidamente el animal alcanza su peso a edad adulta. El bovino Pantaneiro, por no haber sufrido ninguna presión de selección artificial, presenta crecimiento lento y continuo (Abreu y McMannus, 2000). Por otro lado, el peso adulto de la raza es pequeño, lo que caracteriza que no hubo proceso selectivo para ganancia de peso.

Sin embargo, al confrontar los valores de  $K$  obtenidos para hembras y para machos, se observa que las hembras poseen mayor velocidad de crecimiento que los machos, mientras que estos alcanzan mayores pesos a edad adulta.

El test de Durbin-Watson (DW), fue significativo para todos los modelos ajustados, indicando la presencia

de correlación serial positiva entre los residuos estimados. De esa manera, la presuposición hecha con relación a los errores, de independencia, fue violada y los modelos serian considerados incorrectos. Tal hecho era esperado, pues las observaciones están ordenadas en función del tiempo, siendo esperada la presencia de correlaciones residuales. Sin embargo, a pesar de que el test de DW indica ruptura de presuposiciones, los modelos tuvieron buenos ajustes (pues los modelos presentaron coeficientes de determinación superiores a 96 p.100) para el peso al destete de machos y hembras.

De modo general, no hay método definido de comparación entre modelos, dificultando la conclusión de cual es el mejor para ser utilizado. Así, la comparación fue realizada con base en indicadores simples, sin la aplicación de test estadísticos, debido la naturaleza de las variables utilizadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abreu, U.G.P. de and C. McMannus. 2000. Conservation of Pantaneiro cattle. In: Global conference on conservation of domestic animal genetic resources, 5., 5, 2000, Brasília. Proceedings. Brasília: Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, 2000. CD-ROM.
- Durbin, J. and G.S. Watson. 1951. Testing for serial correlation in least squares regressions II. *Biometrika*, n 38, p.159-178.
- SAS User's Guide: Statistics. 1992. SAS Institute Inc., Cary, North Caroline, 842 p.
- Sereno, J.R.B., A.O. Pellegrin, M.A.C. Lara, U.G.P. de Abreu, F.T.P. de S. Sereno e L.V. de A.S. Chalita. 2002. Idade e peso à primeira monta de novilhas no Pantanal. Corumbá: EMBRAPA PANTANAL. 3 p. (Embrapa Pantanal. Comunicado Técnico, 26).

*Recibido: 18-12-03. Aceptado: 19-7-04.*

*Archivos de zootecnia vol. 53, núm. 204, p. 370.*