



**VII Simpósio Brasileiro de Melhoramento Animal**  
**São Carlos, SP, 10 e 11 de julho de 2008**

**Comparação de modelos não-lineares para curva de crescimento de suínos da raça Piau<sup>1</sup>**

Renata Veroneze<sup>2</sup>, Marcos Soares Lopes<sup>2</sup>, Marcos Yamaki<sup>3</sup>, Nicola Vergara Lopes Serão<sup>4</sup>,  
 Paulo Sávio Lopes<sup>5</sup>, Simone Eliza Facioni Guimarães<sup>5</sup>, Ana Paula Gomes Pinto<sup>4</sup>,  
 Priscila Vendramini Silva<sup>4</sup>, Robledo de Almeida Torres<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Apoio financeiro: CNPq e FAPEMIG

<sup>2</sup>Graduando em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

<sup>3</sup>Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa

<sup>4</sup>Mestrando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa

<sup>5</sup>Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa

**Resumo** - O objetivo deste estudo foi comparar modelos não-lineares para descrever o crescimento de suínos da raça Piau. Os dados foram obtidos a partir de pesagens periódicas de suínos da raça Piau pertencentes à granja de melhoramento de suínos da Universidade Federal de Viçosa. Cinco modelos foram avaliados: Brody, Gompertz, Logística, Richards e Von Bertalanffy. Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss Newton modificado por meio do procedimento NLIN do SAS (1999). Os critérios utilizados para selecionar o modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram: quadrado médio do resíduo (QMR); coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA). Dentre os modelos estudados, recomenda-se o de Richards para ajustar a curva média de crescimento de suínos da raça Piau, por ter apresentado maior  $R^2$  e menores DMA e QMR em comparação aos demais.

**Palavras-chave:** peso corporal, função de Richards

**Comparison of non-linear models for growth curve of Piau swine breed**

**Abstract** - This study aimed to compare nonlinear models for growth curve of Piau pig breed. Data of Piau pigs weights were obtained from the breeding farm of Universidade Federal de Viçosa. Five models were evaluated Brody, Gompertz, Logistic, Richards and Von Bertalanffy. Parameters of the models were estimated by Gauss Newton method modified using NLIN procedure of SAS (1999). The criteria used to evaluate the goodness of fit were: Residual mean square (QMR), coefficient of determination ( $R^2$ ) and absolute mean error (DMA). Among the evaluated models, Richards is suggested to fit the average growth curve of Piau pigs for presenting higher  $R^2$  and lower DMA and QMR compared to the others.

**Key words:** body weight, Richards function

## Introdução

Modelos que descrevem a curva de crescimento dos animais com parâmetros que possuem interpretação biológica são altamente desejáveis. Neste sentido, modelos matemáticos não-lineares, desenvolvidos empiricamente para relacionar peso e idade, têm-se mostrado adequados para descrever a curva de crescimento. Esses modelos permitem que conjuntos de informações em séries de peso por idade sejam condensados num pequeno número de parâmetros, para facilitar a interpretação e o entendimento do fenômeno.

Segundo Ratkowsky (1983), esta abordagem permite obter boa representação do comportamento dos dados, prever a resposta na variável dependente para um valor fixo da variável independente e fazer inferências baseadas nas estimativas dos parâmetros do modelo.

Várias funções foram desenvolvidas para descrever o complexo processo de crescimento dos animais em poucos parâmetros, matematicamente eficientes e biologicamente interpretáveis (Arango & Van Vleck, 2002). Entre os modelos não-lineares e empíricos, estão as equações de Brody, Von Bertalanffy, Feller, Weiss and Kavanau, Fitzhugh, Richards, Parks e as curvas Logística e Gompertz. Dentre elas, as funções não-lineares mais utilizadas em trabalhos científicos para a descrição dos padrões de crescimento são as curvas de Brody, Von Bertalanffy, Richards, Logística e Gompertz (Oliveira et al., 2000 e Freitas, 2005).

O objetivo deste estudo foi comparar diferentes modelos não-lineares para descrever a curva de crescimento em suínos da raça Piau.

## Material e Métodos

Foram utilizados 176 registros de pesos de 16 suínos da raça Piau provenientes do núcleo de conservação dessa raça situado na Granja de Melhoramento de Suínos do Departamento de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa – MG. Os animais foram pesados periodicamente porém sem intervalo fixo entre as pesagens. Foram utilizados cinco modelos não-lineares para verificar o que melhor descreveria a curva de crescimento média da raça, como a seguir: Von Bertalanffy,  $Y = A(1 - Be^{-Kt})^3 + \varepsilon$ ; Brody,  $Y = A(1 - Be^{-Kt}) + \varepsilon$ ; Gompertz,  $Y = Ae^{Be^{-Kt}} + \varepsilon$ ; Logístico,  $Y = A(1 + Be^{-Kt})^{-1} + \varepsilon$ ; e Richards,  $Y = A(1 - Be^{-Kt})^M + \varepsilon$ , em que Y é o peso corporal à idade t; A, o peso assintótico quando t tende a mais infinito, ou seja, este parâmetro é interpretado como peso à idade adulta; B, uma constante de integração, relacionada aos pesos iniciais do animal e sem interpretação biológica bem definida. O valor de B é estabelecido pelos valores iniciais de Y e t; K é interpretado como taxa de maturação, que deve ser entendida como a mudança de peso em relação ao peso à maturidade, ou seja, como indicador da velocidade com que o animal se aproxima do seu tamanho adulto; e M é o parâmetro que dá forma à curva.

Os parâmetros dos modelos foram estimados pelo método de Gauss Newton modificado por meio do procedimento NLIN do SAS (1999).

Os critérios utilizados para selecionar o modelo que melhor descreveu a curva de crescimento foram: quadrado médio do resíduo (QMR) - calculado dividindo-se a soma de quadrados do resíduo, obtida pelo SAS, pelo número de observações, que é o estimador de máxima verossimilhança da variância residual, para que se pudesse comparar o QMR dos diferentes modelos, visto possuírem números diferentes de parâmetros a serem estimados; coeficiente de determinação ( $R^2$ ) - calculado como o quadrado da correlação entre os pesos

observados e estimados; e desvio médio absoluto dos resíduos (DMA) - estatística utilizada neste trabalho para avaliar a qualidade de ajuste, calculado como a seguir:

$$DMA = \frac{\sum_{i=1}^n |Y_i - \hat{Y}_i|}{n}$$

em que  $Y_i$  é o valor observado,  $\hat{Y}_i$  o valor estimado e  $n$  o tamanho da amostra. Quanto menor o valor do DMA, melhor o ajuste.

### Resultados e Discussão

Os valores da DMA, QMR e  $R^2$  de cada modelo utilizado para ajustar a curva média de crescimento de suínos da raça Piau, encontram-se em seguida na tabela 1.

Tabela 1 Desvio médio absoluto (DMA), quadrado médio dos resíduos (QMR), e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de acordo com os modelos utilizados para ajustar a curva média de crescimento de suínos da raça Piau .

Modelo	DMA	QMR	$R^2$
Brody	15,59	366,538	0,9527
Gompertz	2,43	42,628	0,9745
Logística	5,92	162,73	0,9041
Richards	1,11	2,322	0,9986
Von Bertalanffy	1,57	4,482	0,9974

De acordo com os resultados, com relação ao DMA, o modelo de Brody foi o que menos se adequou à curva média de crescimento dos suínos da raça piau, apresentando um valor mais elevado que os demais modelos. Em contrapartida, os modelos de Richards, Von Bertalanffy e Gompertz foram os que apresentaram os menores valores.

Ao analisar os resultados do quadrado médio dos resíduos, os maiores desvios foram observados para os modelos de Brody e Logística e os menores foram para o de Richards e Von Bertalanffy.

Com base nos valores de  $R^2$ , os modelos de Richards e Von Bertalanffy foram mais uma vez os que mais se adequaram ao ajuste da curva de crescimento. Para o coeficiente em questão, o modelo menos representativo foi o Logística, seguido pelo de Brody.

Os modelos de Brody e Logística não são recomendados por terem apresentado os piores resultados para QMR, DMA e  $R^2$ . O modelo de Gompertz, embora tenha sido superior aos modelos de Brody e Logística, foi inferior aos modelos Richards e de Von Bertalanffy .

Na literatura consultada não foram encontrados trabalhos relacionados a curvas de crescimento de suínos da raça Piau. Bonafé *et al.* (2007), estudando curvas de crescimento de codornas de corte também recomendaram o modelo de Richards.

### Conclusões

Dentre os modelos estudados, sugere-se o modelo de Richards para ajustar a curva média de crescimento de suínos da raça Piau, por ter apresentado maior  $R^2$  e menores DMA e QMR em comparação aos demais.

### Literatura Citada

- ARANGO, J.A.; VAN VLECK, L.D. Size of beef cows: early ideas, new developments. **Genetics and Molecular Research**, v.1, n.1, p.51-63, 2002.
- BONAFÉ, C.M. ; MENEZES, G.R.O. ; SARMENTO, J.L.R. ; TEIXEIRA, R.B.; SCHIAVETTI, V.L.; PEREIRA, V.B.; TORRES, R.A. Estudo da curva de crescimento de codornas de corte. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL II CONGRESSO BRASILEIRO DE COTURNICULTURA, 3., 2007, Lavras. **Anais...** Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2007. v.1. p. 231-231.
- FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.
- OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B; PEREIRA, C.S. Comparação de modelos não-lineares para descrever o crescimento de fêmeas da raça Guzerá. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.9, p.1843-1851, 2000.
- RATKOWSKY, D.A. **Nonlinear Regression Modeling**. New York: Marcel Dekker INC., 1983. 297p.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**: statistics. Version 8.0. Cary: 1999.