

Comparação Bayesiana de modelos não-lineares para curvas de crescimento de bovinos Nelore criados no Pantanal Sul Mato Grossense, sub-região de Aquidauana

Daniele Portela de Oliveira¹, Marcos Mitsuo Sonohata², Robson Marcelo Rossi³, Urbano Gomes Pinto de Abreu⁴

¹ Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – FCAV/Unesp, Jaboticabal. Bolsista do CNPq. e-mail: dane_portela@yahoo.com.br

² Zootecnista autônomo, Mestre em Zootecnia – UEMS, Aquidauana - MS.

³ Departamento de Estatística, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, CEP: 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

⁴ Empresa Brasileira de Pesquisa agropecuária – Embrapa Pantanal, Corumbá - MS.

Resumo: O ajuste de modelos de curvas de crescimento é utilizado para delinear o crescimento dos animais de um determinado grupo genético. O objetivo deste estudo foi ajustar curvas de alguns modelos não-lineares para determinar um padrão do crescimento médio de bezerros do grupo genético composto da raça Nelore do Pantanal Sul - Mato - Grossense, por meio de inferência Bayesiana. Foram ajustados os modelos Logístico, de Brody, de Gompertz e Von Bertalanffy. Dentro do período analisado, os modelos Logístico e de Gompertz mostraram-se adequados para descrever o crescimento médio destes animais.

Palavras-chave: inferência Bayesiana, gado de corte, curva de crescimento

Bayesian comparison of nonlinear models for growth curves of Nelore beef cattle raised in the Pantanal, Mato Grosso do Sul, sub - region of Aquidauana

Abstract: Models of the growth curve are used to design the growth of the animals from genetic group. This study has aim to fit bayesian models nonlinear to determinate the standard of average growth to calves from genetic group of the Nelore breed Pantanal, Mato Grosso do Sul, by the Bayesian inference. Were adjusted the Logistic, Brody, Gompertz and Von Bertalanffy models. In the period analyzed, the Logistic and Gompertz models were adequate to describe the average growth of these animals.

Keywords: Bayesian analysis, beef cattle, growth curve

Introdução

O estudo do desempenho dos animais do nascimento ao desmame é essencial para identificar indivíduos que apresentem crescimento rápido e eficiente no rebanho. Das formas de se avaliar o crescimento animal, as curvas de crescimento com parâmetros estimados por modelos assintóticos, não-lineares, são uma alternativa. Nesses modelos, a assíntota β_1 representa o peso a maturidade do animal, e os demais parâmetros determinam a forma da curva de crescimento. Das estimativas desses parâmetros é possível delinear as fases de crescimento do animal (Silva et al. 2006).

Assim, com a realização deste trabalho objetivou-se estimar parâmetros de modelos não-lineares de curva de crescimento, por meio de inferência Bayesiana, em bezerros do grupo genético composto da raça Nelore criados na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, sub-região de Aquidauana.

Material e Métodos

Foram utilizados 427 registros provenientes da Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, de 61 animais do grupo genético composto da raça Nelore nascidos no período de julho a novembro de 2007, no setor de bovinocultura de corte na Universidade Universitária de Aquidauana situada na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, sub-região de Aquidauana. Foram realizadas sete pesagens, ocorridas a cada 45 dias a partir da primeira quinzena do mês de julho de 2007 até junho de 2008. Os animais apresentaram em média 36 dias na primeira pesagem e 329 dias na última pesagem.

Para o ajuste do crescimento médio dos animais foram empregados os seguintes modelos:

Logística [1]	Brody [2]	Gompertz [3]	Von Bertalanffy [4]
$f(x) = \frac{\beta_1}{1 + e^{-(\beta_2 - \beta_3 x)}}$	$f(x) = \beta_1 (1 - \beta_2 e^{-\beta_3 x})$	$f(x) = \beta_1 e^{-\beta_2 e^{-\beta_3 x}}$	$f(x) = \beta_1 (1 - \beta_2 e^{-\beta_3 x})^3$

Y representa o peso corporal observado à idade (x). O parâmetro β_1 representa o peso adulto do animal quando o tempo tende ao infinito; β_2 é uma constante que está relacionada ao peso de nascimento do animal; β_3 é em razão do máximo da taxa de crescimento em relação ao peso adulto do animal, determina a eficiência do crescimento.

Foi considerado que a resposta (Y_i) segue distribuição de normal, isto é, $Y_i \sim N(f(\beta, x_i), \sigma^2)$, sendo $f(\beta, x_i)$ o modelo não-linear analisado. Foram consideradas, *a priori*, distribuições não-informativas para o vetor de parâmetros do modelo $\beta \sim normal(0, 10^{-6})$ e $1/\sigma^2 \sim Gamma(10^{-3}, 10^{-3})$ (parametrização OpenBugs). Valores iniciais de estimativas frequentistas foram utilizados no procedimento.

A obtenção das distribuições marginais *a posteriori* para todos os parâmetros foi por meio do pacote *BRugs* do programa R (R Development Core Team, 2013). Foram gerados 500.000 valores em um processo MCMC (*Monte Carlo Markov Chain*), considerando um período de descarte amostral de 10.000 e saltos de amplitude igual a 10, assim a amostra final contém 10.000 valores gerados. A convergência das cadeias foi verificada por meio do pacote *CODA* do programa R, pelo critério de Heidelberger e Welch (1983). Considerou-se o DIC - Critério de Informação da *Deviance* Bayesiana para escolha do modelo de melhor ajuste aos pesos observados a uma significância de 5 pontos em favor do menor DIC (Rossi, 2011).

Resultados e Discussão

Os resultados apresentados na Tabela 1 são estimativas *a posteriori* da média, desvio-padrão e intervalos de credibilidade com percentis em 2,5% e 97,5% para os parâmetros do modelo de curvas de crescimento ajustadas.

Na Figura 1 são apresentados os pesos ajustados em cada modelo Bayesiano com os pesos observados em função da idade dos animais em dias.

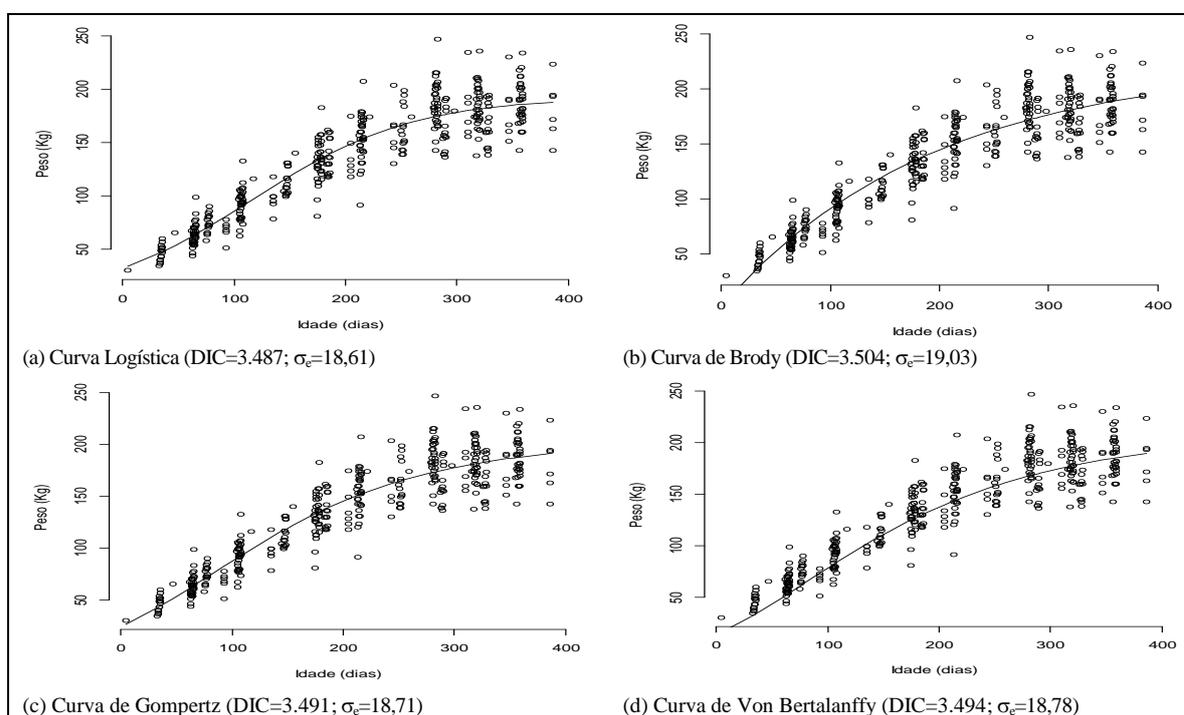
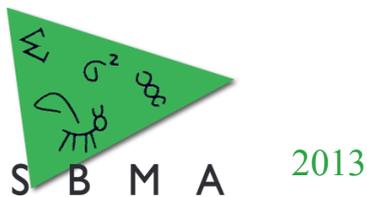


Figura 1. Pesos observados (pontos) e ajustados (linha) por meio dos modelos Logístico (a), Brody (b), Gompertz (c) e Von Bertalanffy (d).

Os valores de DIC dos modelos variaram de 3.487 a 3.494 (Figura 1). A curva Logística apresentou o menor valor de DIC (3.487) e menor σ_e (18,61). Os modelos foram comparados por meio dos valores de DIC e, verificou-se que a curva Logística não apresentou, significativamente, diferença no ajuste com relação a curva de Gompertz ($|\text{DIC}_a - \text{DIC}_c| = 4$), entretanto diferiu das curvas de Brody ($|\text{DIC}_a - \text{DIC}_b| = 17$) e Von



Bertalanffy ($|DIC_a - DIC_d| = 7$). A curva de Gompertz e de Von Bertalanffy apresentaram ajustes semelhantes ($|DIC_c - DIC_d| = 3$), entretanto foram detectadas diferenças com relação à curva de Brody ($|DIC_c - DIC_b| = 13$).

Malhado et al. (2009) observaram melhor ajuste considerando o modelo Logístico para descrever o desempenho do nascimento aos 2 anos de idade em animais da raça Nelore no estado da Bahia.

Os modelos Logístico e Gompertz, com relação ao parâmetro β_1 , apresentaram menores desvios-padrão quando comparados aos modelos de Brody e Von Bertalanffy, além disso esses últimos apresentaram maiores valores de β_1 , indicando uma superestimação no peso a maturidade dos animais (Tabela 1; Figura 1).

Tabela 1. Estimativas *a posteriori* para os (média, desvio-padrão e intervalo com 95% de credibilidade) parâmetros dos modelos de curva de crescimento analisados.

Modelo	Parâmetro	Média	Desvio-Padrão	P _{2,5%}	P _{97,5%}
Logístico	β_1	192,2	4,00	180,4	198,8
	β_2	1,606	0,062	1,497	1,747
	β_3	0,0138	0,0008	0,0125	0,0160
Brody	β_1	223,4	7,02	211,1	237,3
	β_2	0,993	0,023	0,948	1,038
	β_3	0,0051	0,0004	0,0043	0,0059
Gompertz	β_1	202,6	4,45	194,4	211,60
	β_2	2,127	0,095	1,955	2,330
	β_3	0,0092	0,0005	0,0081	0,0104
Von Bertalanffy	β_1	208,3	5,19	199,2	219,0
	β_2	0,543	0,020	0,507	0,584
	β_3	0,0077	0,0005	0,0068	0,008

Conclusões

O modelo Logístico e de Gompertz foram os mais adequados para delinear o crescimento médio dos bezerros do grupo genético composto da raça Nelore criados na região do Alto Pantanal Sul - Mato - Grossense, sub - região de Aquidauana.

Literatura Citada

- HEIDELBERGER, P.; WELCH, P. Simulation run length control in the presence of an initial transient. *Operations Research*, Maryland, v. 31, p.1109-1144, 1983.
- MALHADO, C. H. M.; RAMOS, A. A.; CARNEIRO, P. L. S., AZEVEDO, D. M. M. R., MELLO, P. R. A. de; PEREIRA, D. G., SOUZA, J. C.; MARTINS FILHO, R. Modelos não lineares utilizados para descrever o crescimento de bovinos da raça Nelore no estado da Bahia: 1. Efeito ambiental. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v.10, n.4, p.821-829 out/dez, 2009.
- R Development Core Team (2013). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em <<http://www.R-project.org>>.
- ROSSI, R. M. *Introdução aos métodos Bayesianos na análise de dados zootécnicos com uso do WinBUGS e R*. Eduem, 2011. 191p.
- SILVA, N.A.M., MUNIZ, J.A., SILVA, F.F., AQUINO, L. H., GONÇALVES, T.M. Aplicação do método bayesiano na estimação de curva de crescimento em animais da raça nelore. *Revista Ceres*, mar-abr. 2007.