

Ajustes de curvas de crescimento em bovinos Nelore da região Norte do Brasil

Fitting of growth curves of Nelore cattle from Northern Brazil

LOPES, Fernando Brito^{1*}; SILVA, Marcelo Correa da¹; MARQUES, Ednira Gleida¹;
FERREIRA, Jorge Luis²

¹Universidade Federal Goiás, Escola de Veterinária e Zootecnia, Departamento de Produção animal, Goiânia, Goiás Brasil.

²Universidade Federal Tocantins, Escola de Veterinária e Zootecnia, Departamento de Produção animal, Araguaína, Tocantins Brasil

*Endereço para correspondência: camult@gmail.com

RESUMO

Objetivou-se determinar o modelo mais adequado para descrever o crescimento de bovinos Nelore. Quatro modelos não-lineares (Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico), foram ajustados pelo método de *Gauss-Newton*, mediante utilização do procedimento NLIN do SAS, a dados peso-idade do nascimento aos 750 dias de idade de bovinos nascidos entre 1987 e 2007 em rebanhos localizados no Norte do Brasil. A qualidade do ajuste dos modelos foi feita por meio do quadrado médio do resíduo, do coeficiente de determinação ajustado, do erro de predição, do desvio médio absoluto dos resíduos, da interpretação biológica dos parâmetros A e k, do gráfico de pesos observados e estimados, da taxa de crescimento instantânea e relativa, bem como da taxa de maturidade absoluta. Todos os modelos analisados convergiram. As estimativas médias para A e k foram 470,50kg e 0,002 dia⁻¹; 357,80kg e 0,004 dia⁻¹; 337,60kg e 0,005 dia⁻¹; e 309,60kg e 0,008 dia⁻¹, para os Modelo de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico respectivamente. Dentro do período analisado, o modelo Bertalanffy é o mais indicado para representar a curva de crescimento média e também para ser utilizado em estudos do crescimento de animais da raça Nelore da região Norte do Brasil.

Palavras-chave: modelo de Brody, modelo de Gompertz, modelo de Von Bertalanffy, peso assintótico, melhoramento genético animal

SUMMARY

This study was carried out to determine the best nonlinear model to describe Nelore cattle growth. The models used (Brody, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic models) were fitted by *Gauss-Newton* method to weight-age data of birth to 750 days old of Nelore cattle raised in Northern Brazil. The models adjustment quality was made by mean square error, adjusted determination coefficient, prediction error, absolute mean deviation residuals, A and k biological parameters, graphics of observed and estimated weights, of instantaneous and relative growth rate and absolute maturity. The convergence criteria were satisfied for all nonlinear models. Estimative mean for A and k was 470.50kg and 0.002 dia⁻¹; 357.80kg and 0.004 dia⁻¹; 337.60kg and 0.005 dia⁻¹; and 309.60kg and 0.008 dia⁻¹ for Brody, Von Bertalanffy, Gompertz and Logistic nonlinear models, respectively. The data adjustment for weight-age of the animal provides information describing the growth curve and the future prognostic for animals managed under the same environmental situation. The properties of four nonlinear models were discussed concerning its applications in the fitting of growth curves in Nelore cattle production. In the period analyzed, Von Bertalanffy nonlinear model was indicated to estimate the body weight of Nelore cattle from Northern Brazil.

Keywords: animal breeding genetic, asymptotic weight, Brody model, Gompertz model, maturation rate, Von Bertalanffy model

INTRODUÇÃO

No Brasil, medidas de desenvolvimento ponderal, pesos em determinadas idades, ganhos em pesos e outros critérios que visem à precocidade e velocidade de crescimento têm sido utilizadas como critério de seleção em programas de melhoramento genético. Essas metodologias, em geral, podem resultar em alterações na curva de crescimento e peso adulto dos animais ao elevar o peso adulto, ou, ao selecionar animais pesados à idade jovem e posterior descarte de animais de maior peso adulto.

As curvas de crescimento podem ser aplicadas para resumir, em três ou quatro parâmetros, as características de crescimento da população, pois alguns parâmetros dos modelos não-lineares possuem interpretação biológica, como peso assintótico (A) e taxa de crescimento (k); além de possibilitar a identificação, em uma população, dos animais de maior peso em menor idade (FREITAS, 2005, CARNEIRO et al., 2009; MALHADO et al., 2009; McMANUS et al., 2010).

O processo de crescimento dos animais é um fenômeno complexo e de grande importância para a área de Zootecnia. O conhecimento e o controle do crescimento e desenvolvimento dos ruminantes são tópicos de bastante interesse para os pesquisadores, pois o seu domínio permite que o manejo nutricional dos animais possa ser conduzido eficientemente, além de permitir que programas de seleção animal sejam elaborados para as características de crescimento inerentes a cada raça (TEDESCHI et al., 2000).

Geralmente as curvas de crescimento são estudadas por meio do ajuste de funções não lineares, de forma a sintetizar informações de todo o período

da vida dos animais e assim facilitar o entendimento do fenômeno de crescimento. O ajuste de dados de peso-idade de cada animal permite obter informações descritivas da curva de crescimento e/ou informações de prognósticos futuros para animais do mesmo grupo racial sob a mesma situação ambiental. Portanto, a função de crescimento é utilizada para descrever o crescimento do animal tanto pra fins de exigência nutricional, como para seleção genética, é de extrema importância (FITZHUGH JÚNIOR, 1976).

Objetivou-se analisar e determinar o modelo não linear que melhor se ajusta aos dados de crescimento para peso-idade em bovinos da raça Nelore da região Norte do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados registros de animais manejados em sistema extensivo de criação, provenientes do Programa de Desenvolvimento Ponderal de bovinos da raça Nelore conduzido pela Associação Brasileira de Criadores de Zebu – ABCZ. Os registros analisados correspondem aos animais nascidos entre 1987 e 2007 na região Norte do Brasil. Foram analisados os parâmetros da curva de crescimento, peso assintótico (A), taxa de maturidade (k), taxa de crescimento instantâneo (TCI), taxa de crescimento instantâneo relativo (TCIR) e taxa de maturidade absoluta (TMA).

Para análise dos modelos não-lineares, os registros de pesagens dos animais foram agrupados em nove categorias, mensuradas do nascimento aos 750 dias de idade, com peso médio ao nascimento igual a $30,69 \pm 3,05$. Essas pesagens foram realizadas em intervalos

médios de três meses. As análises descritivas dos rebanhos em estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Os modelos utilizados para ajustar os pesos por idade de cada animal foram:

Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz, conforme parametrização apresentada na Tabela 2.

Tabela 1. Pesagens, número de animais, média, desvio padrão, coeficiente de variação das características estudadas para as curvas de crescimento

Pesagem	Nº de animais	Média (kg)	Desvio-padrão (kg)	Coeficiente de Variação (%)
1	77.188	30,69	3,05	9,94
2	40.722	86,96	21,58	24,82
3	37.134	138,74	28,4	20,47
4	30.775	187,21	31,94	17,06
5	25.058	216,44	39,68	18,33
6	20.808	247,04	48,29	19,55
7	16.712	285,65	56,63	19,83
8	13.746	325,78	64,34	19,75
9	1.991	371,81	79,06	21,26

Tabela 2. Parametrização dos modelos não-lineares

Modelo	Equação
Brody	$y_t = A(1-B \exp -Kt)$
Von Bertalanffy	$y_t = A(1-B \exp -Kt)^3$
Logístico	$y_t = A/(1+B \exp -Kt)$
Gompertz	$y_t = A \exp (-B \exp -Kt)$

Em que y_t é o peso corporal aos t meses de idade; A é a estimativa do peso assintótico; B é uma constante de integração; e , K é índice de maturidade

Os modelos não-lineares foram ajustados aos dados peso-idade de animais da Raça Nelore, por meio do procedimento NLIN do SAS (SAS INSTITUTE, 2002). As estimativas dos parâmetros dos modelos foram obtidas por meio de processo iterativo de *Gauss-Newton* e adotado o critério de convergência de 10^{-8} .

A comparação entre modelos quanto ao seu ajustamento aos dados, quando não existe um modelo verdadeiro, pressupõe

o teste da hipótese nula de que todos os modelos são igualmente bons para este fim, contra a hipótese alternativa de que um ou mais deles são melhores que os outros. Foram estabelecidos alguns critérios para comparação dos parâmetros, embora a escolha de um modelo como o melhor para descrever os dados fosse subjetiva, já que alguns desses critérios podem ser mais importantes que outros, a depender da aplicação que terão os resultados (OLIVEIRA et al., 2000).

Para a comparação dos modelos não-lineares, quanto ao ajustamento aos dados, foram utilizados os critérios do quadrado médio do resíduo, coeficiente de determinação ajustado, erro de predição médio e desvio médio absoluto dos resíduos.

Três propriedades obtidas a partir dos modelos ajustados foram analisadas: taxa de crescimento instantânea (TCI), estima o incremento no peso do animal para cada unidade de tempo t ; taxa

de crescimento instantânea relativa (TCIR), estima a taxa de crescimento instantânea em relação ao peso do indivíduo no particular tempo t ; e , taxa de maturidade absoluta (TMA), razão entre a taxa de crescimento instantânea e o peso assintótico A , representa a taxa de crescimento instantânea em relação ao tamanho global, e varia de zero a um. As correlações de *Pearson* entre os parâmetros foram estimadas pelo procedimento CORR do programa estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as estimativas do quadrado médio do resíduo, do erro de predição médio e para o desvio médio absoluto, os modelos de Brody e Von Bertalanffy apresentaram-se mais bem ajustados, o que indica maior associação entre os pesos observados e estimados. Os modelos de Brody, Von Bertalanffy e Gompertz apresentaram resultados semelhantes para os coeficientes de determinação ajustado (Tabela 3). Silva et al., (2011) ao estudarem pesos de vacas de diferentes grupos genéticos, também evidenciaram resultados semelhantes e concluíram que os modelos de Brody e Von Bertalanffy apresentaram-se mais bem adequados para ajustar as curvas de crescimento, do nascimento até a idade adulta

Tabela 3. Peso assintótico (A), taxa de maturidade (k), quadrado médio do resíduo (QMR), coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}), erro de predição médio (EPM) e desvio médio absoluto (DMA), de bovinos da raça Nelore da região Norte do Brasil

Modelo	A (kg)	k (dia ⁻¹)	QMR	R^2_{aj}	EPM	DMA (kg)
Brody	470,50	0,002	1061,0	0,96	0,0001	20,79
Von Bertalanffy	357,80	0,004	1122,8	0,96	-0,5044	22,49
Gompertz	337,60	0,005	1162,6	0,96	-0,8307	23,49
Logístico	309,60	0,009	1288,7	0,95	-1,6708	26,15

O peso médio à idade de 750 dias foi de $371,81 \pm 79,06$ kg. Haja vista não haverem pesagens de animais à idade adulta e dentro do período estudado, isto é, pesagens do nascimento até 750 dias de idade, o modelo de Brody apresentou estimativa do peso assintótico (A) mais adequada com a realidade, quando se compara com a literatura (SANTORO et al., 2005). Enquanto que o modelo de Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico subestimaram o peso assintótico com

estimativas médias de 357,80kg, 337,60kg e 309,60kg, respectivamente (Tabela 3). Para se obter estimativas mais precisas dos parâmetros dos modelos não-lineares é necessário avaliar as pesagens dos animais do nascimento até a idade adulta.

A taxa de maturidade, representada pelo parâmetro k das curvas de crescimento, indica a precocidade dos animais em estudo. As estimativas médias para k foram de 0,002; 0,004, 0,005 e 0,008 dia⁻¹ para os modelos de Brody, Von

Bertalanffy, Gompertz e Logístico, respectivamente. Observa-se que à medida que aumenta o peso assintótico houve diminuição da taxa de maturidade. Esse comportamento antagônico tem sido relatado por outros autores (McMANUS et al., 2003; FREITAS, 2005; SARMENTO et al., 2006; MALHADO et al., 2009)

A correlação estimada entre os parâmetros A e k foi altamente significativa ($P < 0,0001$) e apresentaram estimativas iguais a -0,74, -0,77, -0,40 e -0,12 para os modelos de Brody, Von Bertalanffy e Gompertz e Logístico,

respectivamente, o que corrobora os resultados de McManus et al. (2003), Sarmiento et al. (2006) e Malhado et al. (2008). Esses resultados indicam que os animais mais precoces possuem menores probabilidades de atingir pesos elevados à idade adulta. McManus et al. (2003) salientam que a relação biológica mais importante para uma curva está entre os parâmetros A e k. A correlação negativa existente entre esses parâmetros indica que animais com menores taxas de crescimento atingem maiores pesos à maturidade.

Tabela 4. Estimativas médias dos pesos (kg) observados e preditos pelos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, de acordo com a pesagem dos animais

Pesagem	Pesos	Modelo			
		Brody	Von Bertalanffy	Gompertz	Logístico
1	30,69	31,60	29,55	36,76	45,83
2	86,96	86,09	74,59	83,05	83,14
3	138,74	136,02	126,77	131,26	127,42
4	187,21	182,58	181,06	180,49	177,38
5	216,44	221,77	226,06	222,64	222,30
6	247,04	256,19	262,57	258,86	260,85
7	285,65	288,23	294,08	291,20	293,64
8	325,78	316,42	319,82	317,94	318,50
9	371,81	355,74	360,13	359,73	357,22

O modelo de Brody estimou peso médio ao nascimento superior ao observado, e o modelo de Von Bertalanffy apresentou peso médio inferior. Já o modelo de Gompertz e Logístico, superestimaram o peso ao nascer desses animais (Tabela 4). Ao se considerar o peso médio observado de 371,81kg aos 750 dias de idade, tem-se que o modelo que melhor se ajustou, dentro desse período analisado, foi o de Von

Bertalanffy com media de 360,13kg. O modelo de Brody, Gompertz e Logístico também subestimaram o peso aos 750 dias de idade, apresentando estimativas médias de 355,74; 359,73 e 357,22kg, respectivamente.

Os desvios e as correlações (Tabela 5) mostraram que apenas o modelo Logístico foi incapaz de prever com alguma precisão o peso ao nascimento.

Tabela 5. Estimativas de correlações (r) e desvios médios (dm) entre pesos observados e preditos pelos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico, de acordo com a pesagem dos animais

Pesagem	Modelo							
	Brody		Von Bertalanffy		Gompertz		Logístico	
	r	dm	r	dm	r	dm	r	dm
1	0,46***	2,70	0,38***	4,11	0,19***	6,25	0,00 NS	15,15
2	0,94***	4,84	0,84***	12,96	0,94***	5,64	0,91***	7,82
3	0,91***	8,46	0,87***	14,53	0,92***	10,18	0,90***	13,17
4	0,92***	10,20	0,91***	12,33	0,91***	11,64	0,89***	14,48
5	0,93***	12,16	0,92***	14,66	0,94***	12,02	0,93***	12,55
6	0,95***	14,00	0,95***	18,00	0,95***	14,95	0,95***	16,38
7	0,97***	11,07	0,96***	13,95	0,96***	12,07	0,96***	13,70
8	0,98***	13,71	0,97***	13,26	0,97***	12,74	0,97***	14,33
9	0,97***	19,30	0,98***	15,25	0,98***	14,49	0,98***	17,22

***Estimativa de correlação significativa ($p < 0,0001$) pelo teste de Pearson.

NS: não significativo.

Cada um dos modelos analisados apresentou vantagens e desvantagens. O modelo Brody apresentou menor variância residual; tanto o modelo Logístico quanto o de Gompertz superestimaram o peso ao nascimento, e aparentemente subestimaram o peso assintótico (Tabelas 3 e 4). O modelo Bertalanffy apresentou variância residual bem perto da variância do modelo Brody, e não mostrou vícios consideráveis em nenhuma das fases. De maneira geral, todos os modelos demonstraram elevadas estimativas de correlações entre o peso observado e os pesos estimados. Isto indica boa margem de confiabilidade dos ajustes desses modelos em representar o crescimento de bovinos Nelore. Entretanto, o modelo Logístico não se apresentou eficiente para estimar o peso ao nascimento desses animais (Tabela 5)

O modelo de Von Bertalanffy parece o mais adequado para descrever a curva de crescimento na raça Nelore, e pode-se indicar a curva descrita pelo modelo com os parâmetros encontrados na

análise como um padrão médio de crescimento dos animais dessa raça.

Observa-se nas regressões dos pesos reais e estimados pelos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico em função da idade dos animais em dias (Figura 1) que, do nascimento a 320 dias de idade, os modelos proporcionam bom ajuste dos dados; dos 320 a 520 dias de idade, os modelos superestimaram os pesos observados; a partir de 520 dias de idade, os modelos subestimam os pesos observados. No modelo Brody embora o peso assintótico seja mais alto que o modelo de Von Bertalanffy, os pesos estimados na parte final da curva não superestimou os pesos observados.

O modelo de Brody não possui ponto de inflexão, a TCI é sempre decrescente, pois iniciou com ganho em torno de 0,753kg/dia e apresentou ganho médio, aos 750 dias de idade, de aproximadamente 0,235kg/dia. No modelo de Von Bertalanffy a TCI iniciou com ganhos médios de 0,504kg/dia e foi crescente até atingir o máximo em torno de 0,621kg/dia,

aproximadamente aos 210 dias de idade, posteriormente decresceu até os 750 dias de idade com ganho médios de 0,141kg/dia. O modelo de Gompertz e logístico apresentaram a taxa de crescimento instantânea inicial com média de 0,337 e 0,438kg/dia, com

ponto de inflexão em torno dos 120 dias de idade, e a taxa de crescimento instantânea média neste ponto iguais a 0,623 e 0,629; posteriormente decresceu até os 750 dias com ganhos médios de 0,045 e 0,107kg/dia, respectivamente (Figura 2).

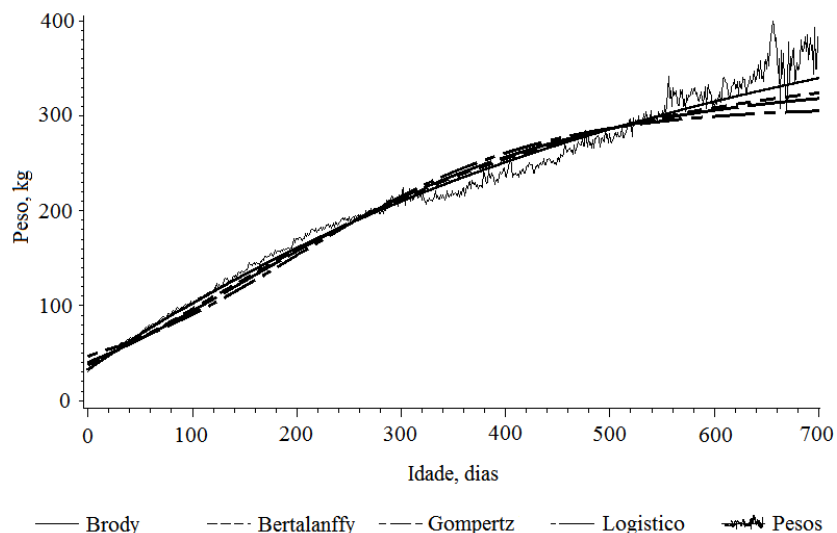


Figura 1. Curvas de crescimento de animais da raça Nelore estimadas por meio dos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Logístico, Gompertz e dos pesos observados

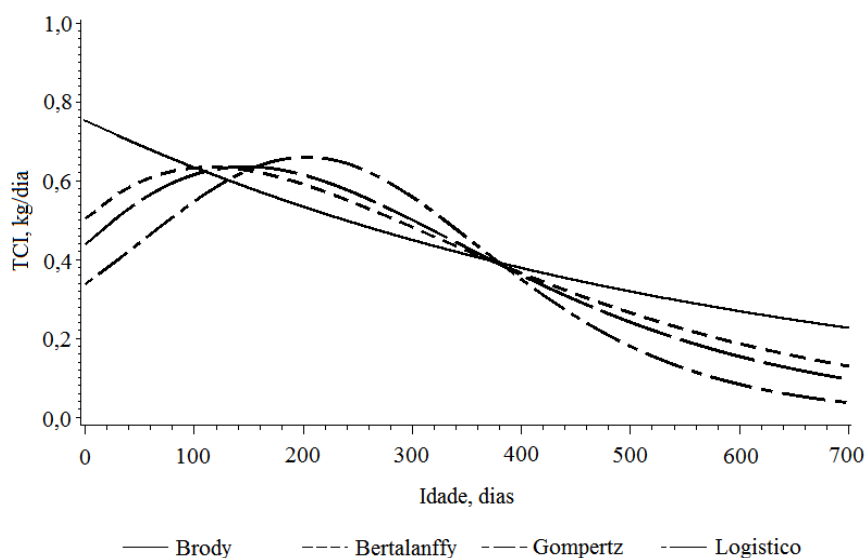


Figura 2. Taxa de crescimento instantâneo (TCI, kg/dia) de animais da raça Nelore obtida por meio dos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz

A taxa de crescimento deve refletir um aumento do nascimento até atingir o ponto em que o crescimento é máximo e depois decresce até atingir valores próximos a zero quando o tamanho máximo do indivíduo é alcançado. Neste estudo, as pesagens foram interrompidas antes que a maturidade fosse atingida, possivelmente, por se tratarem de rebanhos de corte. Observa-se que aos 750 dias de idade, os animais estavam em desenvolvimento, embora com taxa de crescimento instantânea menor. Isso explica a razão pela qual as médias obtidas para o peso assintótico (A), apresentarem estimativas inferiores aos valores normalmente encontrados para o peso adulto de animais da raça Nelore (GARNEIRO et al., 2005; SANTORO et al., 2005). A Figura 3 mostra a taxa de crescimento instantânea relativa (TCIR), que estima

a proporção do incremento no peso do animal para cada dia em relação ao seu peso. Observa-se que para os modelos Brody, Von Bertalanffy e Gompertz, a taxa de crescimento instantânea relativa até os dois meses de idade é bastante alta, havendo redução até as ultimas pesagens. O modelo Logístico apresentou taxa de crescimento instantânea relativa inferior aos demais modelos, e a partir dos quatro meses de idade, todos os modelos apresentaram decréscimo semelhante. Ao nascimento, foram estimadas TCIR em torno de 2,28%, 1,34%, 1,09% e 0,72%; aos dois meses de idade apresentaram taxa de crescimento instantânea relativa de 0,82%, 0,79%, 0,75% e 0,64%; após esse período as taxas de crescimento instantânea relativa apresentaram resultados similares e decrescentes (Figura 3).

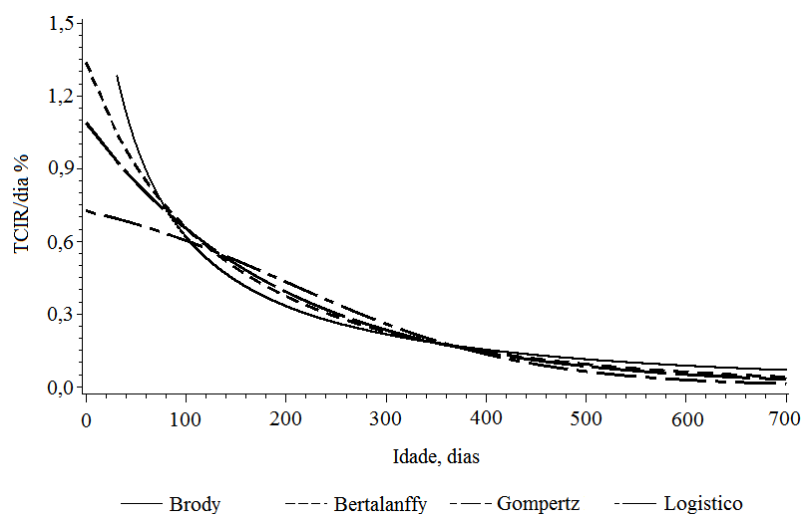


Figura 3. Taxa de crescimento instantâneo relativo (TCIR/dia, %) de animais da raça Nelore obtida por meio dos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz

A taxa de maturidade absoluta (TMA) indica a proporção do crescimento diário após o nascimento, relativa ao valor assintótico A. Neste estudo o

parâmetro A representa uma estimativa do peso em torno dos 750 dias de idade, pois os animais não atingiram a maturidade. Observa-se que para o

modelo de Von Bertalanffy, a taxa de maturidade está em torno de 0,14% ao nascimento e atingiu o máximo de 0,18% aos 110 dias de idade (Figura 4). Para o modelo de Brody, o valor da taxa de maturidade absoluta apresentou estimativa média ao nascimento de 0,16% com constante decréscimo ao longo do tempo. O modelo Logístico e de Gompertz apresentaram taxa de maturidade absoluta iguais a 0,11% e

0,13%, ao nascimento, respectivamente, e estimativas máximas de 0,20% e 0,18%, aos 140 e 200 dias de idade, respectivamente.

Na Figura 4 estão apresentadas as regressões das taxas de maturidade absoluta (TMA) obtidas por meio dos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Gompertz e Logístico em função da idade dos animais em dias

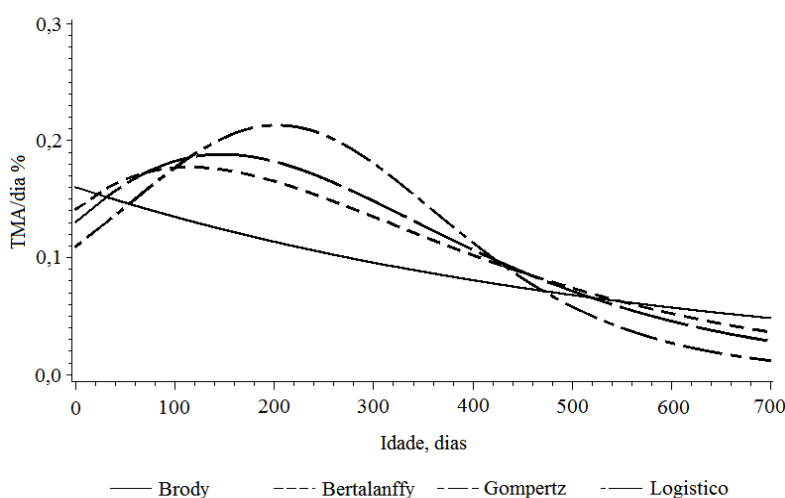


Figura 4. Taxa de maturidade absoluta (TMA/dia, %) de animais da raça Nelore obtida por meio dos modelos de Brody, Von Bertalanffy, Logístico e Gompertz

Constatou-se acentuado decréscimo da taxa de crescimento absoluto na fase pós-desmama. Portanto, estratégias nutricionais devem ser implantadas com o objetivo de amenizar o pequeno ganho em peso nessa fase (FITZHUGH Jr., 1976).

O conhecimento das estimativas dos parâmetros da curva de crescimento é importante ao controle do rebanho, descreve o crescimento dos animais em função da idade e possui interpretação biológica (FITZHUGH Jr., 1976, FORNI et al., 2007; FORNI et al., 2009). Quando se obtém a diferenciação da variável dependente y_t , em função da

idade t , novas características do crescimento, em adição ao peso estimado, podem ser investigadas, o que possibilita a compreensão de forma simultânea, do processo de crescimento juntamente com o manejo e reprodução, aspectos esses importantes à obtenção de subsídios às áreas de produção, nutrição e de melhoramento genético animal.

Dentro do período analisado, o modelo Bertalanffy, com os parâmetros estimados é o mais indicado para representar a curva de crescimento média e também para ser utilizado em

estudos do crescimento de animais da raça Nelore da região Norte do Brasil. O conhecimento das características produtivas e reprodutivas associado às curvas de crescimento dos animais é uma boa ferramenta a ser utilizada em programas de seleção. A utilização das curvas de crescimento pode elucidar fatores que influenciam o crescimento dos animais em determinada idade ao evidenciar algum tipo de erro de manejo passível de ser corrigido.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, P.L.S.; MALHADO, C.H.M.; AFONSO, P.R.A.M.; PEREIRA, D.G.; SUZART, J.C.C.; RIBEIRO JÚNIOR, M.; ROCHA, J.L. Curva de crescimento em caprinos, da raça Mambrina, criados na caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.3, p.536-545, 2009.
- FITZHUGH Jr., H. A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of animal Science**, v.42, n.4, p.1036-1051, 1976.
- FORNI, S.; PILES, M.; BLASCO, A.; VARONA, L.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Analysis of beef cattle longitudinal data applying a nonlinear model. **Journal of animal Science**, v.85, p.3189-3197, 2007.
- FORNI, S.; PILES, M.; BLASCO, A.; VARONA, L.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B.; ALBUQUERQUE, L.G. Comparison of different nonlinear functions to describe Nelore cattle growth. **Journal of animal Science**, v.87, p.496-506, 2009.
- FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.786-795, 2005.
- GARNERO, A.D.V.; MARCONDES, C.R.; BEZERRA, L.A.F.; OLIVEIRA, H.N.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos da taxa de maturação e do peso assintótico de fêmeas da raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.652-662, 2005.
- MALHADO, C.H.M.; CARNEIRO, P.L.S.; CRUZ, J.F.; OLIVEIRA, D.F.; AZEVEDO, D.M.M.R.; SARMENTO, J.L.R. Curvas de crescimento para caprinos da raça Anglo-Nubiana criados na caatinga: rebanho de elite e comercial. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.662-671, 2008.
- MALHADO, C.H.M.; RAMOS, A.A.; CARNEIRO, P.L.S.; AZEVEDO, D.M.M.R.; MELO, P.R.A.R.; PEREIRA, D.G.; SOUZA, J.L.; 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, 2009.
- McMANUS, C.; EVANGELISTA, C.; FERNANDES, L.A.C.; MIRANDA, R. M; MORENO-BERNAL, F. E; SANTOS, N. R. Curvas de crescimento de ovinos Bergamácia criados no Distrito Federal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.5, p.1207-1212, 2003.
- McMANUS, C.M.; LOUVANDINI, H.; CAMPOS, VAL. Non linear growth curves for weight and height in four genetic groups of horses. **Ciência Animal Brasileira**, v.11, p.80-89, 2010.

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.

SANTORO, K.R.; BARBOSA, S.B.P.;
BRASIL, L.H.A.; SANTOS, E.S.
Estimativas de parâmetros de curvas de
crescimento de bovinos Zebu, criados
no Estado de Pernambuco. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6,
p.2262-2279, 2005.

SARMENTO, J.L.R.; REZAZZI, A.J.;
SOUZA, W.H.; TORRES, R.A.;
BREDA, F.C.; MENEZES, G.R.O.
Estudo da curva de crescimento de
ovinos Santa Inês. **Revista Brasileira
de Zootecnia**, v.35, n.2, p.435-442,
2006.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis
system: user's guide**. Version 9.0.
Cary, USA, 2002.

SILVA, F.L.; ALENCAR, M.M.;
FREITAS, A.R.; PACKER, I.U.;
MOUÃO, G.B. Curvas de crescimento
em vacas de corte de diferentes tipos
biológicos. **Pesquisa Agropecuária
Brasileira**, v.46, n.3, p.262-271, 2011.

TEDESCHI, L.O.; BOIN, C.;
NARDON, R.F.; LEME, P.R. Estudo da
Curva de Crescimento de Animais da
Raça Guzera e seus Cruzamentos
Alimentados a Pasto, com e sem
Suplementação. 1. Análise e Seleção
das Funções Não - Lineares. **Revista
Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.630-
637, 2000.

TOPAL, M.; OZDEMIR, M.;
AKSAKAL, V.; YILDIZ, N.; DOGRU,
U. Determination of the best nonlinear
function in order to estimate growth in
Morkaraman and Awassi lambs. **Small
Ruminant Research**, v.55, p.229-232,
2004.

Data de recebimento: 11/03/2011

Data de aprovação: 12/08/2011