

Correlações Genéticas entre Características de Crescimento e Parâmetros da Curva em Bovinos da Raça Nelore¹

Carlos Henrique Mendes Malhado^{2,3}, Paulo Luiz Souza Carneiro², Raimundo Martins Filho⁴, Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo⁵, Paulo Roberto Antunes de Mello Affonso², Julio César de Souza⁶

RESUMO – Esta pesquisa foi realizada com o objetivo de se estimar os coeficientes de herdabilidades e correlações genéticas e fenotípicas entre as características P205, P365, P550, D160 e D240 com os parâmetros A (valor assintótico ou peso à maturidade) e k (taxa de maturação) da curva de crescimento. Utilizaram-se dados de 3.061 animais, pesados trimestralmente, do nascimento aos dois anos de idade. As estimativas dos parâmetros da curva foram analisadas por meio da técnica dos modelos não-lineares, utilizando o modelo logístico e o método de Gauss Newton. Para obter as estimativas dos componentes de (co)variâncias, empregou-se a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelos animais bi-característica. As herdabilidades foram 0,15; 0,08; 0,27; 0,34; 0,31; 0,28 e 0,25, para A, k, P205, P365, P550, D160 e D240, respectivamente. As correlações genéticas do parâmetro A com as outras características foram: -0,67 (k), 0,68 (P205), 0,68 (P365), 0,75 (P550), -0,45 (D160) e -0,42 (D240). As correlações genéticas do parâmetro k foram 0,14 (P205), 0,30 (P365), 0,24 (P550), -0,43 (D160) e 0,13 (D240). Os resultados obtidos sugerem que a seleção para P205, P365 e P550 resulta em aumento no peso à maturidade. Por outro lado, as características D160 e D240 proporcionam menor ganho indireto no parâmetro A, devido à menor magnitude da associação genética. A seleção baseada em D160 ocasiona progresso genético favorável na taxa de maturação.

Palavras-chave: herdabilidade, modelo logístico, peso à maturidade, taxa de maturação

Genetic Correlations between Growth Traits and Curve Parameters in Nelore Cattle

ABSTRACT - The objective of this study was to estimate the heritability and genetic, environmental, phenotypic correlations between the traits W205, W365, W550, D160 and D240

¹Apoio CNPq e UESB.

²Programa de Avaliação Genética Animal da Bahia (PAGAB) – DCB/UESB – Av. José Moreira Sobrinho, S/N, CEP.: 45.200-000. Jequié, BA. (carlosmalhado@gmail.com, plscarneiro@gmail.com, paulomel33-loaffonso@yahoo.com.br)

³Bolsista do CNPq

⁴FUNCAP-UECE. Pesquisador visitante. Fortaleza, CE. (rmartinsfilho@yahoo.com.br)

⁵Embrapa Meio-Norte. (azevedo@cpamn.embrapa.br)

⁶UFPR. (jcs@ufpr.br)

with the parameters A (maturity weight or asymptotic value) and k (maturation rate), of growth curve. Data from 3,061 animals, weighed quarterly, from birth up to two years of age were used. The parameter estimatives were analyzed by nonlinear technique using the Logistic and Gauss Newton methods. Estimatives of variance and covariance components were performed through restricted maximum likelihood method (DFREML) with two-trait analyses. The heritability values were 0.15; 0.08; 0.27; 0.34; 0.31; 0.28; and 0.25, for A, k, W205, W365, W550, D160 and D240, respectively. The genetic correlations of the parameter A with the other traits were -0.67 (k), 0.68 (W205), 0.68 (W365), 0.75 (W550), -0.45 (D160) and -0.42 (D240). The genetic correlations of the k parameter were 0.14 (W205), 0.30 (W365), 0.24 (W550), -0.43 (D160) and 0.13 (D240). The results suggest that the selection for W205, W365 and W550 results in increase on the mature weight. However, the day traits (D160 and D240) result in less indirect gains in the parameter A, due to the reduced magnitude of the genetic association. The selection based in D160 is favorable to the genetic progress in the maturation rate.

Key Words: heritability, logistic model, maturation rate, maturity weight

Introdução

As principais experiências sobre crescimento e desenvolvimento ponderal começaram com as pesquisas de Hammond (1932) e dos membros da Escola de Cambridge, prosseguindo com os trabalhos de Brody (1945) e Palsson (1955). A partir de várias pesquisas, estes autores descreveram graficamente o crescimento dos animais, mediante uma curva denominada *curva de crescimento*, que possui em todos os animais comportamento sigmoidal.

Nos últimos anos, as funções de covariâncias e os modelos de regressão aleatória têm sido propostos como uma alternativa para modelar características que são medidas repetidamente na vida dos animais, as denominadas *características repetidas* ou *dados longitudinais*, como por exemplo, o peso em diferentes idades (Schaeffer e Dekkers, 1994). Entretanto, os modelos biológicos para

ajustes da curva de crescimento, por reunirem parâmetros com interpretações biológicas, podem ser importantes, como ferramenta auxiliar na seleção de animais.

De acordo com Freitas (2005), entre as várias aplicações das curvas de crescimento na produção animal, destacam-se: a) resumir em três ou quatro parâmetros as características de produção, pois alguns parâmetros dos modelos não-lineares utilizados possuem interpretação biológica; b) avaliar o perfil de resposta de tratamento ao longo do tempo; c) estudar interações de respostas das sub-populações ou tratamentos com o tempo; d) identificar em uma população os animais mais pesados em idades mais jovens. Essas informações podem ser obtidas investigando-se o relacionamento entre o parâmetros k e A das curvas de crescimento, que expressam a taxa de declínio na taxa de crescimento relativa, e o peso limite do animal ou peso assintótico, respectivamente; e) obter a variância entre e dentro de grupos de indivíduos

de grande interesse geral nas pesquisas de curvas de crescimento.

As estimativas dos parâmetros interpretáveis biologicamente de uma função de crescimento, associadas às características produtivas dos animais, podem ser uma alternativa para programas de seleção, visando a precocidade com maior peso e melhor qualidade de carcaça (Souza e Bianchini Sobrinho, 1994).

Medidas de desenvolvimento ponderal (pesos e ganhos de pesos) têm servido, tradicionalmente, como critério de seleção em programas de melhoramento de gado de corte no Brasil. Entretanto, outros critérios de seleção, buscando velocidade e precocidade de crescimento, sem aumentar o tamanho adulto dos animais, têm sido discutidos por pesquisadores e selecionadores. Dentre as diversas propostas, podem ser citadas: seleção para alterar a curva de crescimento (Fitzhugh Júnior, 1976); seleção para animais pesados à idade jovem e descarte posterior de animais de maior peso adulto (Lanna, 1997) e, à semelhança da suinocultura, dias para o animal ganhar determinado peso (Fries et al., 1996).

Considerando que o mercado possui duas unidades de comercialização definidas, o bezerro desmamado e o novilho pronto, Fries et al. (1996) propuseram a utilização da característica *dias para o animal ganhar 160 kg* (D160), no período pré-desmame e *dias para ganhar 240 kg* entre o desmame e o ponto de abate (D240). Biologicamente, de acordo com os autores, a ênfase dada ao numerador do ganho médio diário e nos pesos corrigidos, pode ser interpretada como uma busca de um

produto maior, enquanto que a ênfase dada ao denominador e aos critérios de seleção D160 e D240 significa buscar produzir a mesma unidade em menos tempo.

A característica dias para ganhar determinado peso, como critério de seleção, já foi adotada por alguns pesquisadores, associação de produtores e programas de melhoramento genético. Entretanto, ainda existe muita discussão sobre quais os melhores critérios de seleção, com relação ao crescimento, a serem adotados nos programas de melhoramento genético.

Apesar do número razoável de estimativas dos parâmetros genéticos, fenotípicos e ambientais para as diferentes características de crescimento no Brasil, como nos trabalhos de Biffani et al. (1999), Lôbo et al. (2000), Marcondes et al. (2000), Garnerio et al. (2001), Ferraz Filho et al. (2002), Malhado et al. (2005) entre outros, deve-se salientar que são raras as pesquisas relacionando estas características com os parâmetros de interpretação biológica da curva de crescimento.

Desta forma, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de se estimar as herdabilidades, correlações genéticas, fenotípicas e ambientais entre as características P205, P365, P550, D160 e D240 com os parâmetros A (valor assintótico) e k (taxa de maturação) da curva de crescimento.

Material e Métodos

Os dados utilizados nesta pesquisa foram provenientes de bovinos participantes do controle de desenvolvimento ponderal da raça

Nelore, da Associação Brasileira dos Criadores de Zebu (ABCZ), nascidos no período de 1975 a 2001, no estado da Bahia. Foram utilizadas informações de pesagens de 3.061 animais, com 5.862 animais na matriz de parentesco. Todos os animais possuíam nove pesagens (trimestral), sendo que a primeira ocorreu ao nascimento, e a última por volta dos dois anos de idade.

Os cálculos de dias para ganhar 160 kg (D160), do nascimento ao desmame e dias para ganhar 240 kg (D240) na fase pós-desmama foram: D160 = 160 kg/GND e D240 = 240 kg/GDS, em que GND = ganho médio diário de peso do nascimento ao desmame e GDS = ganho de peso médio diário da desmama ao sobreano.

Para formação dos grupos contemporâneos (GC), foram consideradas quatro épocas de nascimento: janeiro a março, abril a junho, julho a setembro e outubro a dezembro. Os GC continham animais do mesmo sexo, fazenda, época e ano de nascimento. Foram eliminados os registros referentes a GC com menos de cinco observações. Também, foram eliminados os registros referentes aos bovinos que não apresentaram ganho médio diário positivo da desmama ao sobreano.

Para obter as estimativas dos componentes de (co)variâncias, empregou-se a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelos animais bi-característica, utilizando o aplicativo *Multiple Trait Derivative Free Restricted*

Maximum Likelihood (MTDFREML), desenvolvido por Boldman et al. (1995), aplicando-se um modelo com os efeitos fixos de GC e regime alimentar, e o efeito aleatório genético aditivo.

As estimativas dos parâmetros da curva foram analisadas por meio da técnica dos modelos não-lineares pelo procedimento NLIN (SAS, 2001), utilizando-se o método de Gauss Newton.

Modelo Logístico (Nelder, 1961):

$$y = A(1 + e^{-k})^{-m} + e, \text{ em que:}$$

A = peso à maturidade;

k = taxa de maturação;

m = define a forma da curva nos modelos, e consequentemente determina em que proporção do valor assintótico (A) ocorre o ponto de inflexão da curva.

Resultados e Discussão

As médias observadas e seus respectivos desvios-padrão, para pesos aos 205 (P205), 365 (P365) e 550 (P550) dias de idade e D160 e D240 foram 158,2±33,2 kg; 218,7±51,4 kg; 271,8±73,7 kg; 271,3±73,1 dias e 831,8±368,6 dias, respectivamente.

O coeficiente de determinação para as curvas de crescimento foi 97,8%, não convergindo apenas para dois animais. Paz (2002), comparando diversos modelos em bovinos, relatou que o modelo logístico foi o mais adequado, convergindo para a maioria dos animais. Freitas et al. (1998ab), utilizando

dados de animais da raça Canchim, concluíram que os modelos Logístico e de Von Bertalanffy, proporcionam boa qualidade do ajuste aos pesos observados, para ambos os sexos, com certa superioridade do modelo Logístico em relação aos demais. Freitas (2005), concluiu que o modelo Logístico, seguido do modelo Von Bertalanffy, foram os mais versáteis para ajustar dados de crescimento de oito diferentes espécies.

Os valores médios dos parâmetros da curva A, k e m foram $341,7 \pm 126,6$; $0,0062 \pm 0,0024$ e $2,96 \pm 0,40$, respectivamente. O parâmetro A fornece uma estimativa do valor ou peso assintótico, não sendo, necessariamente, o maior peso que o animal atinge, mas sim o peso médio à maturidade, livre das variações sazonais (Fitzhugh Júnior, 1976). Este parâmetro será mais representativo do peso adulto quanto mais constantes forem as condições ambientais. Há controvérsias sobre o tamanho adulto ótimo, pois depende da raça, da seleção praticada previamente, do sistema de manejo e das condições ambientais.

O valor obtido para o peso assintótico (A) subestimou o peso à maturidade. Isto, provavelmente, ocorreu devido à última pesagem ter sido realizada por volta dos dois anos de idade, com média de 331 kg. Portanto, seria importante para se estimar o parâmetro (A) que os animais fossem controlados por um período de tempo maior. Além disso, trabalhos

com bovinos (Brown et al., 1976; Perotto et al., 1992; Oliveira et al., 2000) mostraram que o modelo Logístico estimou o menor peso assintótico abaixo dos outros modelos.

Outro parâmetro importante é o k, que representa a taxa de maturidade do animal, indicando a velocidade de crescimento para atingir o peso assintótico. Animais com altos valores de k apresentam maturidade precoce, em comparação a animais com valores menores de k e com peso inicial similar. Devido à pequena variação no peso ao nascimento, a variação entre os valores de k representa, com boa precisão, as variações na velocidade relativa que o animal cresce.

Os componentes de (co)variância para as características estão apresentados na Tabela 1. Os coeficientes de herdabilidades foram $0,15 \pm 0,04$ e $0,08 \pm 0,04$, para os parâmetros A e k, respectivamente. Resultados semelhantes foram relatados por Lôbo e Martins Filho (2002), para bovinos da raça Nelore. Os autores frisaram a dificuldade em alterar a forma da curva de crescimento da população estudada por meio da seleção massal. Silva et al. (2000), estimaram herdabilidades de 0,12 e 0,13 para A e k, respectivamente, e concluíram que a seleção de animais não deve ser fundamentada somente nas estimativas destes parâmetros, uma vez que a maior parte da variação nestes parâmetros foi devido a fatores de ambiente e/ou genéticos não aditivos.

Tabela 1 - Estimativas dos componentes de variância e herdabilidade de A, k, P205, P365, P550, D160 e 240 de bovinos da raça Nelore no estado da Bahia

Parâmetros	σ_a^2	σ_p^2	h^2
A	917,61	5260,60	0,15±0,05
K	2,31 ⁻⁷	3,00 ⁻⁷	0,07±0,04
P205 (W205)	107,81	405,28	0,27±0,07
P365 (W365)	186,78	753,61	0,34±0,07
P550 (W550)	312,98	1007,93	0,31±0,07
D160	743,51	2617,35	0,28±0,07
D240	18083,28	55099,67	0,25±0,07

σ_a^2 = variância genética aditiva; σ_p^2 = variância fenotípica; h^2 = herdabilidade; A = peso à maturidade; k = taxa de maturação.

Os coeficientes de herdabilidade para P205, P365, P550, D160 e D240 foram 0,27±0,07; 0,34±0,07; 0,31±0,07; 0,28±0,07 e 0,25±0,07, respectivamente. Estes resultados evidenciam que a seleção, para qualquer critério adotado, proporcionará progresso genético.

As correlações genéticas, ambientais e fenotípicas entre as características estão apresentadas na Tabela 2. As correlações genéticas entre P205, P365 e P550 e o valor

assintótico (A) foram iguais a 0,68; 0,68 e 0,75. Talhari et al. (2003), estudando fêmeas de um rebanho Canchim, relataram correlações genéticas de PD (0,46), P365 (0,39) e P550 (0,21) com a estimativa do parâmetro A, utilizando o modelo de Von Bertalanffy. Enquanto, Jenkins et al. (1991), por meio do modelo de Brody, observaram correlação de 0,60, entre P365 e o parâmetro A.

Tabela 2 - Correlações genéticas, ambientais e fenotípicas de A, k, P205, P365, P550, D160 e D240 de bovinos da raça Nelore

	A	k	P205	P365	P550	D160	D240
<i>Correlação Genética</i>							
A	-	-0,67	0,68	0,68	0,75	-0,45	-0,42
K	-	-	0,14	0,30	0,24	-0,43	0,13
<i>Correlação Ambiental</i>							
A	-	-0,53	-0,01	0,15	0,36	0,05	-0,33
K	-	-	0,43	0,26	0,10	-0,37	0,52
<i>Correlação Fenotípica</i>							
A	-	-0,54	0,13	0,27	0,44	-0,06	-0,34
K	-	-	0,37	0,25	0,11	-0,32	0,40

A = peso à maturidade; k = taxa de maturação.

Para as características D160 e D240 as correlações genéticas com o parâmetro A foram -0,45 e -0,42, respectivamente. Os resultados obtidos sugerem que tanto a seleção para peso

(P205, P365 e P550), como a seleção para velocidade de crescimento (D160 e D240), resultará em aumento no peso à maturidade. Entretanto, as características dias para ganhar

determinado peso, proporcionam menor ganho indireto no parâmetro A, devido à menor magnitude da associação genética.

A correlação genética entre A e o parâmetro k foi negativa e de moderada magnitude ($-0,67 \pm 0,17$). Esta correlação negativa está de acordo com a literatura (Jenkins et al., 1991; Meyer, 1995; Lôbo e Martins Filho, 2002; Silva et al., 2000; Talhari et al., 2003). As correlações genéticas do parâmetro k com P205, P365 e P550 foram 0,14; 0,30 e 0,24, respectivamente. Talhari et al. (2003), também relataram correlações positivas de 0,02 (PD), 0,31 (P12) e 0,42 (P18), com a taxa de maturação (k). Num primeiro momento, é difícil interpretar estes resultados, considerando a correlação negativa entre A e k ($-0,53$) e as correlações positivas entre o parâmetro A e os pesos. Deve-se observar que a correlação entre os parâmetros A e k não é perfeita negativa ($-1,0$), e correlação entre k e os pesos são de baixa magnitude. Assim, alguns genes teriam efeitos pleiotrópicos favoráveis e desfavoráveis entre pesos e taxa de maturação.

As características D160 e D240 apresentaram correlações genéticas com k $-0,43$ e $0,13$, respectivamente. Esses resultados mostram que a seleção baseada em D160, ocasionará ganhos favoráveis na taxa de maturação, enquanto, a seleção para D240 praticamente não influencia o parâmetro k.

As correlações fenotípicas entre o parâmetro A e as características P205, P365, P550, D160 e D240 foram 0,13; 0,27; 0,44; $-0,06$ e $-0,34$, respectivamente. Talhari et al. (2003), para a raça Canchim, relataram valores de 0,10; $-0,05$ e 0,11 entre o parâmetro

A e as características P205, P365 e P550, respectivamente. Oliveira (1995), trabalhando com bovinos Guzerá, obteve 0,37 para P365 com o parâmetro A, enquanto Jenkins et al. (1991), obtiveram 0,39 entre P365 e A. Estes resultados indicam que a correlação fenotípica entre as características de crescimento e o valor assintótico (A) aumentam com o decorrer do tempo.

As correlações ambientais foram de baixa magnitude entre o parâmetro A e as características de crescimento (Tabela 2), enquanto as correlações ambientais entre o parâmetro k e estas características variaram de baixa a moderada magnitude. Os menores valores para as correlações ambientais, nesta pesquisa, provavelmente são devidos às condições climáticas discrepantes e adversas entre os diferentes meses e anos na região Nordeste.

Conclusões

Os parâmetros A e k apresentam pequena variabilidade genética, evidenciando a dificuldade de alterar a forma da curva de crescimento baseado apenas nestes parâmetros.

Os coeficientes de herdabilidade para as características pesos (P205, P365, P550) e dias (D160 e D240) são de moderada magnitude, sugerindo que a seleção para qualquer critério de seleção adotado, proporcionará progresso genético.

A seleção para P205, P365, P550, D160 e D240, pode resultar em aumento no peso à maturidade. Entretanto, as características dias

(D160 e D240), proporcionam menor ganho indireto no parâmetro A, devido à menor magnitude da associação genética.

A correlação genética entre o peso à maturidade e a taxa de maturação é negativa e de moderada magnitude. Contudo, os pesos (P205, P365 e P550), apresentam associação favorável, de baixa magnitude, com a taxa de maturação. Já a seleção baseada em D160, deve resultar em progresso genético favorável na taxa de maturação, enquanto, a seleção para D240 pode resultar em pequeno decréscimo no parâmetro k.

Referências Bibliográficas

- BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; GIORGETTI, A. et al. Fatores ambientais e genéticos sobre o crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos nelore, criados no Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.468-473, 1999.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L.D. et al. **A Manual for Use of MTDFREML: a Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances [DRAFT]**. Lincoln: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1995. 120 p.
- BRODY, S. **Bioenergetics and Growth**. New York: Reinhold Publication, 1945. 1023 p.
- BROWN, J.E.; FITZHUGH JUNIOR, H.A.; CARTWRIGHT, T.C.A. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. **Journal of Animal Science**, v.42, n.4, p.810-818, 1976.
- FERRAZ FILHO, P.B.; RAMOS, A.A.; SILVA, L.O.C. et al. Tendência genética dos efeitos direto e materno sobre os pesos à desmama e pós-desmama de bovinos da raça Tabapuã no Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.637-642, 2002.
- FITZHUGH JÚNIOR, H.A. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. **Journal of Animal Science**, v.42, n.4, p.1036-1051, 1976.
- FREITAS, A.R. Curvas de crescimento na produção animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.786-795, 2005.
- FREITAS, A.R.; ALENCAR, M.M.; SILVA, A.S. Ajuste de modelos não lineares em bovinos de corte. I. Padrão da população. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998a. p.341-343.
- FREITAS, A.R.; ALENCAR, M.M.; SILVA, A.S. Ajuste de modelos não lineares em bovinos de corte. II. Influência do mês de nascimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998b. p.344-346.
- FRIES, L.A.; BRITO, F.V.; ALBUQUERQUE, L.G. Possíveis conseqüências de seleção para incrementar pesos às idades-padrão vs. reduzir idades para produzir unidades de mercado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. 310-312.

- GARNERO, A.D.V.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. et al. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.714-718, 2001.
- HAMMOND, J. **Farm Animals**. 2.ed., London: Edward Arnold, 1932. 322 p.
- JENKINS, T.G.; KAPS, M.; CUNDIF, L.V. et al. Evaluation of between and within-breed variation in measures of weight-age relationships. **Journal of Animal Science**, v.69, n.8, p.3118-3128, 1991.
- LANNA, D.P. Fatores condicionantes e predisponentes da puberdade e da idade ao abate. In: SIMPÓSIO SOBRE PECUÁRIA DE CORTE, 4., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1997. p.41-78.
- LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R. Avaliação de curvas de crescimento de bovinos da raça Nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.
- LÔBO, R.N.B.; MARTINS FILHO, R.; PENNA, V.M. et al. Genetic parameters for growth traits of zebu cattle in the semi-arid region of Brazil. **Ciência Animal**, v.10, n.1, p.7-12, 2000.
- MALHADO, C.H.M.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B. et al. Tendência genética sobre características relacionadas à velocidade de crescimento em bovinos Nelore na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.60-65, 2005.
- MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.P.; ELER, J.B.S. et al. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.1, p.83-89, 2000.
- MEYER, K. Estimates of genetic parameters for mature weight of Austrália beef cows and its relationships to early growth and skeletal measures. **Livestock Production Science**, v.44, n.2, p.125-137, 1995.
- NELDER, J.A. The fitting of a generalization of the logistic curve. **Biometrics**, v.17, n.3, p.89-110, 1961.
- OLIVEIRA, H.N. **Análise genético-quantitativa da curva de crescimento de fêmeas da raça Guzerá**. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo, 1995. 73p. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 1995.
- 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.
- PALSSON, H. Conformation and body composition. In: HAMMOND, J. (Ed.). **Progress in the Physiology of Farm Animal**. London: Butterworths, 1955. 575 p.

- PAZ, C.C.P. **Associação entre polimorfismos genéticos e parâmetros da curva de crescimento em bovinos de corte**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2002. 89p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 2002.
- PEROTTO, D.; CUE, R.L.; LEE, A.J. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.773-782, 1992.
- SILVA, A.M.R.; BASTOS, J.F.P.; BIANCHINI SOBRINHO, E. Estudo da curva de crescimento de Von Bertalanffy em bovinos da raça Guzerá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2000. CD-ROM.
- SOUZA, J.C.; BIANCHINI SOBRINHO, E. Estimativas do peso de bovinos de corte, aos 24 meses, da raça Nelore usando curvas de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.1, p.85-91, 1994.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. SAS. **SAS User's Guide: Stat**, Version 8.2, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2001.
- TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. et al. Correlações genéticas entre características produtivas de fêmeas em um rebanho da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.880-886, 2003.