

# AVALIAÇÃO DE CURVAS DE CRESCIMENTO DE BOVINOS DA RAÇA NELORE

RAIMUNDO NONATO BRAGA LÔBO <sup>1</sup>, RAIMUNDO MARTINS FILHO <sup>2</sup>

<sup>1</sup> DS. Pesquisador Embrapa Caprinos - Fazenda Três Lagoas, Estrada Sobral - Groaíras, km4, Caixa Postal D10, CEP 62011-970, Sobral-CE, [lobo@cnpq.embrapa.br](mailto:lobo@cnpq.embrapa.br)

<sup>2</sup> DS. Prof. Departamento de Zootecnia - Universidade Federal do Ceará, [martins@ufc.br](mailto:martins@ufc.br)

**RESUMO:** Os parâmetros A (valor assintótico), b (constante de integração), k (índice de maturação), e M (parâmetro de inflexão) da função de Richards foram calculados para as curvas de crescimento de 22699 animais da raça de Nelore criados na região Nordeste. As estimativas foram usadas para computar as taxas médias de crescimento absoluto (TCA) e de maturação absoluta (TMA). As estimativas foram analisadas pelo método dos quadrados mínimos, utilizando um modelo linear que incluiu os efeitos fixos de rebanho, sexo, mês e ano de nascimento e sistema de manejo (pasto, semi-intensivo ou intensivo). Herdabilidades e correlações genéticas foram calculadas para A, b, k, M, TCA e TMA, utilizando um modelo animal e o método DFREML. As médias dos quadrados mínimos para A, b, k, M, TCA e TMA foram: 468,33kg, 0,800, 0,00246/dia, 1,742, 0,465kg/dia e 0,001/dia, respectivamente. Com exceção para TCA, as herdabilidades estimadas para todas as características foram de baixa magnitude, indicando pequena possibilidade em alterar a forma da curva de crescimento da população estudada por meio da seleção massal. Foi verificada correlação genética negativa entre peso maduro e taxa de maturação.

**PALAVRAS-CHAVE:** bovinos de corte, correlações genéticas, curvas de crescimento, herdabilidade Nelore .

## EVALUATION OF GROWTH CURVES OF NELLORE CATTLE

**ABSTRACT:** The parameters A (asymptotic value), b (constant of integration), k (maturing index), and M (inflection parameter) that define Richards' function were estimated for observed growth curves of 22,699 animals of Nelore breed raised in the Northeast region of Brazil. The estimates were used to compute the weighted average lifetime absolute growth rate (AGR) and the weighted average lifetime absolute maturing rate (AMR) for each curve. The estimates were analysed by least squares, fitting a linear model that included the fixed effects of herd, sex, month and year of birth and raising system (pasture, semi-confined or confined). Heritabilities and genetic correlations were estimated for A, b, k, M, AMR and AGR, by REML method fitting an animal model. The least square means for A, b, k, M, AGR and AMR were: 468.33kg, 0.800, 0.00246/day, 1.742, 0.465kg/day and 0.001/day, respectively. Except to AGR, all estimated heritabilities were of small magnitude, indicating small possibility to alter the shape of the growth curve of studied population by mass selection. It was verified negative genetic correlation between mature weight and rate of maturing.

**KEYWORDS:** beef cattle, genetic correlations, growth curves, heritabilities, Nelore.

## INTRODUÇÃO

O ajuste de funções não lineares à sucessão de pontos que relacionam o peso com a idade dos animais permite o conhecimento de parâmetros e de características importantes utilizadas no estudo do crescimento destes animais.

Dentre as equações não lineares utilizadas para descrever a curva de crescimento dos animais, a descrita por RICHARDS (1959) é teoricamente a melhor, por que não fixa o ponto de inflexão da curva, se este existir em certa proporção do valor assintótico da variável dependente. A grande maioria dos estudos indica que esta função é a melhor para representar a curva de

crescimento de bovinos (BROWN et al., 1976; PEROTTO et al, 1992; LÔBO & MARTINS FILHO, 2001).

O número destes estudos é escasso na literatura, especialmente com animais zebus em ambientes tropicais, particularmente na região Nordeste do Brasil (semi-árido). Em relação aos parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações genéticas) a falta de informação é ainda maior.

Assim, os objetivos deste estudo foram descrever a curva de crescimento da raça Nelore, utilizando a equação de Richards, computar outras características relativas ao crescimento e calcular parâmetros genéticos para os componentes desta função e para estas características.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 28.386 animais da raça Nelore criados na região Nordeste, entre 1976 e 1999. Os animais foram criados em 196 rebanhos (mínimo de 5 animais por rebanho), filhos de 727 reprodutores, nascidos em todos os meses do ano, 50,93% machos e 49,07% fêmeas, 65,91% criados a pasto, 12,11% em regime semi-extensivo e 21,98% em regime intensivo. Os animais foram pesados a cada três meses, em média até dois anos de idade, havendo entretanto, animais controlados até 2,5 anos. Cada animal possuía nove pares de observações.

A função de Richards ( $W_t = A(1 - b \cdot \exp^{-kt})^M$ ) foi utilizada para sucessão de pares de peso e idade de cada animal. O ajuste estatístico desta função foi realizado pelo procedimento NLIN do SAS (SAS INSTITUTE INC., 1996). Na função,  $W_t$  representa o peso do animal à idade  $t$  e  $A$ , seu valor assintótico, interpretado como peso maduro. O parâmetro  $b$  é uma constante de integração que é ajustada para situações onde  $W_0$  e, ou,  $t_0$  são diferentes de zero. A constante  $\exp$  é a base do sistema natural de logaritmos. O parâmetro  $k$  é uma constante que expressa a taxa com que uma função logarítmica muda linearmente com o tempo, sendo interpretado biologicamente como índice de maturação, servindo como medida da taxa de mudança na velocidade do ganho de peso ( $dW/dt$ ). O parâmetro  $M$  determina a proporção do tamanho final ( $A$ ) em que ocorre o ponto de inflexão da curva. Este ponto é indefinido para  $[0 < M \leq 1]$ . O critério de convergência foi atingido para as curvas de 22.699 animais.

Uma vez obtidos os parâmetros da equação de Richard para cada animal, estes foram usados para computar, individualmente, as seguintes características: taxa média de crescimento absoluto ( $TCA = 0,5AMk / 2M - 1$ ), taxa média de maturação ( $TMA = 0,5Mk / 2M - 1$ ), peso no ponto de inflexão ( $PPI = A \frac{[M-1]}{M} M$ ), grau de maturidade no ponto de inflexão ( $GMI = \frac{[M-1]}{M} M$ ), idade no ponto de inflexão ( $IPI = k^{-1} \ln MB$ ), máxima velocidade de crescimento ( $VC_{MAX} = PPI [Mk] b \exp[-k IPI] / [1 - b \exp[-k IPI]]$ ) e máxima taxa de maturação ( $VMMAX = VC_{MAX} / A$ ).

As estimativas dos parâmetros  $k$ ,  $M$ ,  $TCA$ ,  $TMA$ , transformadas pelo método da raiz quadrada,  $A$  e as características associadas ao ponto de inflexão, nas escalas originais, foram analisadas por meio de um modelo linear que continha os efeitos fixos de mês e ano de nascimento, sexo, rebanho e sistema de manejo.

Parâmetros genéticos para  $A$ ,  $b$ ,  $k$ ,  $M$ ,  $TCA$  e  $TMA$ , foram calculados utilizando um modelo animal multi-característica, incluindo os efeitos de rebanho, sistema de manejo, sexo, ano e mês de nascimento como fixos, além do efeito genético direto e o erro como aleatórios. O programa MTDFREML foi utilizado nestas análises (BOLDMAN et al., 1993).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo utilizado reduziu ( $P < 0,001$ ) a variância total de todas as características analisadas, com coeficiente de determinação ( $R^2$ ) variando de 0,08 em análise para  $M$  até 0,39 em análise para  $TCA$ . Todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos ( $P < 0,001$ ), exceto o mês de nascimento para o parâmetro  $M$  ( $P > 0,05$ ).

Na Tabela 1 estão apresentadas as médias para as cinco características principais. Os machos apresentaram maior velocidade de crescimento e peso adulto do que as fêmeas, da mesma forma os animais criados em confinamento.

Estudos semelhantes com a raça Nelore são escassos na literatura. PEROTTO et al. (1997) calculou em 441kg e 0,00217/day as médias para  $A$  e  $k$ , respectivamente, para vacas Guzerá. Estes mesmos parâmetros foram calculados em 454,93kg e 0,00238/day por OLIVEIRA et al. (1994)

utilizando a equação de Von Bertalanffy para fêmeas Guzerá. Há razoável acordo entre estas estimativas e as observadas neste estudo, justificado pela semelhança no tamanho destas raças. FREITAS et al. (1997) reportaram valores de 703kg e 0,0027/day para A e k, respectivamente, para novilhas Holandesas sob confinamento.

A média para b foi 0,800+/-0,009 (0,79 e 0,81 para machos e fêmeas, respectivamente). Este valor é mais alto do que os observados por PEROTTO et al. (1997) para Guzerá, Gir e Holandês x Zebu e por FREITAS et al. (1997) para Holandês (0,72). A média ajustada para IPI foi 139,31+/-5,61 dias. PEROTTO et al. (1997) relataram valores entre 104 e 189 dias para esta característica.

média ajustada para TCA foi de 0,465kg/dia (Tabela 1). Os machos apresentaram maior TCA do que as fêmeas (0,484 vs. 0,444kg/dia), semelhante aos animais criados em melhores condições (0,552, 0,461 e 0,385kg/dia para confinamento, semi-extensivo e pasto, respectivamente). FREITAS et al. (1997) observou em 0,513kg/dia a TCA para fêmeas Holandesas. As médias para PPI e VCMAX foram ajustadas em 93,08+/-3,75kg e 0,56+/-0,01kg/dia, respectivamente.

A média para TMA (Tabela 1) foi 0,001/dia, sendo observada discreta superioridade na taxa de maturação para as fêmeas. A análise estatística estimou em 0,180+/-0,001 o GMI. Para VMMA, a média ajustada foi de 0,00163+/-0,00002/dia. A média bruta para esta característica foi de 0,00078/dia, semelhante a informada por PEROTTO et al. (1997) para 1/2Holandês x 1/2Zebu (0,00075/day).

A Tabela 2 apresenta os parâmetros genéticos para os componentes da curva de crescimento. Com exceção de TCA, foram estimadas herdabilidades de pequena magnitude, indicando reduzida possibilidade em alterar a forma da curva de crescimento da população estudada por meio da seleção massal. Porém, a seleção direta poderá ser eficiente para melhorar a TCA.

A correlação genética negativa entre peso adulto e taxa de maturação (-0,16 entre A e k, e -0,31 entre A e TMA) está de acordo com a literatura (JENKINS et al., 1991; MEYER, 1995; AHUNU & OSEIAMPONSAH, 1996; FREITAS et al., 1997). Isto é importante porque animais com maior peso adulto requerem mais energia para manutenção e alcançam a puberdade mais tardiamente, o que não é desejável para rebanhos de reposição (OWENS et al., 1993).

## CONCLUSÕES

A função de Richards descreve apropriadamente a curva de crescimento dos animais estudados.

Há pequena possibilidade em alterar a forma da curva de crescimento da população estudada por meio da seleção massal. Uma orientação criteriosa deve ser tomada para reduzir os efeitos da correlação negativa entre peso adulto e ganho de peso fase jovem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHUNU, B.K., OSEIAMPONSAH, R.. Influence of terminal age of weighing on growth curve parameters in N'dama cattle. *J. Appl. Anim. Res.*, 10(1): 49-58, 1996.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. et al.. *A manual for use MTDFREML*. USDA-ARS. Clay Center, NE. 120p, 1993.
- BROWN, J.E., FITZHUGH, H.A., Jr., CARTWRIGHT, T.C.. A comparison of nonlinear models for describing weight-age relationships in cattle. *J. Anim. Sci.*, 42(3):810-818, 1976.
- FREITAS, A.F., DURAES, M.C., TEIXEIRA, N.M.. Growth curves of Holstein heifers under confinement. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, 49(1):85-93, 1997.
- JENKINS, T.G., KAPS, M., CUNDIFF, L.V., FERREL, C.L.. Evaluation of between-breed and within-breed variation in measures of weight-age relationships. *J. Anim. Sci.*, 69(8):3118-3128, 1991.
- MEYER, K.. Estimates of genetic parameters for mature weight of Australian beef cows and its relationship to early growth and skeletal measures. *Livest. Prod. Sci.*, 44(2): 125-137, 1995.
- LÔBO, R.N.B., MARTINS FILHO, R.. Evaluation of body weights standardization methods for 205, 365 and 550 days of age. *Rev. Bras. Zoot.*(submitted), 2001.

OLIVEIRA, H.N., LÔBO, R.B., PEREIRA, C.S.. Relationships among growth curve parameters, weights and reproductive traits in Guzerá beef cows. In: World Congress on Genetics Applied to Livestock Production, 5, 1994, Guelph. Proceedings...Guelph: University of Guelph, 1994. v.19, p. 189-192.

PEROTTO, D., CASTANHO, M.J. de P., ROCHA, J.L. da, PINTO, J.M.. Description of growth curves of female Guzerá, Gir, Holstein x Guzerá, and Holstein x Gir cattle. *Rev. Bras. Zoot.*, 26(2):238-288, 1997.

PEROTTO, D., CUE, R.I., LEE, A.J.. Comparison of nonlinear functions for describing the growth curve of three genotypes of dairy cattle. *Can. J. Anim. Sci.*, 72(4):773-782, 1992.

RICHARDS, F.F.. A flexible growth function for empirical use. *J. Exp. Bot.*, 10(29):290-300, 1959.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT.. User's Guide, version 6.11., 4th Ed., v.2., Cary: SAS Institute Inc., 842p, 1996.

OWENS, F.N., DUBESKI, P., HANSON, C.F.. Factors that alter the growth and the development of ruminants. *J. Anim. Sci.*, 71(11):3138-3150, 1993

Tabela 1 Médias dos quadrados mínimos para estimativas dos parâmetros da curva de crescimento de bovinos da raça Nelore, de acordo com o sexo e o sistema de manejo

	Características <sup>1</sup>				
	A (kg)	k <sub>1</sub> (/dia)	M <sub>1</sub>	TCA <sub>1</sub> (kg/dia)	TMA <sub>1</sub> (/dia)
Média Geral	468,33 ± 7,65	49,65 ± 0,41	1,32 ± 0,03	680,91 ± 5,45	31,72 ± 0,31
Sexo					
Macho	489,35±7,66 <sup>a</sup>	49,88±0,41 <sup>a</sup>	1,36±0,03 <sup>a</sup>	695,50±5,46 <sup>a</sup>	31,58±0,31 <sup>b</sup>
Fêmea	447,32±7,65 <sup>b</sup>	49,42±0,41 <sup>b</sup>	1,28±0,03 <sup>b</sup>	666,33±5,45 <sup>b</sup>	31,86±0,31 <sup>a</sup>
Sistema de Manejo					
Pasto	407,75±7,61 <sup>c</sup>	48,34±0,41 <sup>c</sup>	1,29±0,03 <sup>b</sup>	620,78±5,42 <sup>c</sup>	31,42±0,31 <sup>b</sup>
Semi-extensivo	461,59±7,98 <sup>b</sup>	49,93±0,43 <sup>b</sup>	1,32±0,03 <sup>a</sup>	679,14±5,68 <sup>b</sup>	31,90±0,33 <sup>a</sup>
Intensivo	535,64±7,80 <sup>a</sup>	50,68±0,42 <sup>a</sup>	1,34±0,03 <sup>a</sup>	742,82±5,55 <sup>a</sup>	31,84±0,32 <sup>a</sup>

<sup>1</sup>k<sub>1</sub> = 1000 x (A)<sup>1/2</sup>, M<sub>1</sub> = (n)<sup>1/2</sup>, TCA<sub>1</sub> = 1000 x (TCA)<sup>1/2</sup>, TMA<sub>1</sub> = 1000 x (TMA)<sup>1/2</sup>. A, k, M, TCA e TMA estão definidas no texto

Médias na mesma coluna dentro do efeito, seguidas pela mesma letra, não difere (P>0,05) pelo teste t

Tabela 2 Herdabilidades (diagonal) e correlações genéticas para estimativas dos parâmetros da curva de crescimento de bovinos da raça de Nelore

	A	b	K	M	TCA	TMA
A	0,15 ± 0,01					
b	0,05 ± 0,08	0,09 ± 0,01				
K	-0,16 ± 0,10	0,18 ± 0,10	0,08 ± 0,01			
M	0,96 ± 0,05	-1,00 ± 0,60	0,02 ± 0,10	0,09 ± 0,01		
TCA	0,71 ± 0,10	1,00 ± 0,05	0,23 ± 0,09	-0,68 ± 0,18	0,29 ± 0,02	
TMA	-0,31 ± 0,11	1,00 ± 0,02	-1,00 ± 0,06	-0,66 ± 0,17	0,92 ± 0,06	0,10 ± 0,01

A, b, k, M, TCA e TMA estão definidas no texto