

## Variabilidade Genética do Peso Adulto de Matrizes em um Rebanho Nelore do Estado de São Paulo

Antonio do Nascimento Rosa<sup>1</sup>, Raysildo Barbosa Lôbo<sup>2</sup>, Henrique Nunes de Oliveira<sup>3</sup>,  
Arcadio de los Reyes Borjas<sup>4</sup>

**RESUMO** - Pesagens referentes a 776 matrizes de um rebanho criado em Ocaúçu, SP, foram analisadas com o objetivo de se avaliar o peso adulto das matrizes e estimar os seus parâmetros genéticos e fenotípicos. Uma investigação preliminar demonstrou que mês ou estação de nascimento não constituíam fontes importantes de variação para o peso adulto, o qual foi mais influenciado pelo mês de realização da pesagem (abril ou julho) e pela idade da vaca (de 4 a 14 anos, nos pontos médios dos intervalos). A análise definitiva foi feita em seguida, submetendo-se as observações de campo a um modelo linear misto que continha os efeitos fixos de idade da vaca e mês da pesagem, combinados em 22 classes, e os efeitos genéticos aditivos dos animais. A idade média das matrizes foi 7,6 anos, sendo que o peso adulto, variando entre 330 e 585 kg, apresentou a média de 458 kg com desvio-padrão de 39 kg e coeficiente de variação de 8,5%. As variâncias fenotípica, genética e de ambiente foram estimadas em 1544, 561 e 983 kg<sup>2</sup>, respectivamente, resultando em uma estimativa de herdabilidade de 0,36. A magnitude desta estimativa e os valores genéticos preditos para o peso adulto dos animais incluídos na matriz de parentesco, variando entre - 40,1 e + 44,4 kg, indicam a possibilidade de sucesso na inclusão desta nova característica como um critério alternativo de seleção nos programas de melhoramento genético da raça Nelore.

Palavras-chave: gado de corte, maturidade, peso adulto, raças bovinas, tamanho, zebu

## Genetic Variability of Cow Mature Weight in a Nelore Herd of São Paulo State-Brazil

**ABSTRACT** - Records of 776 Nelore cows from a herd raised at São Paulo State, Brazil, were analyzed to determine the cow mature weight and to estimate their genetic and phenotypic parameters. A previous analysis showed that month and season of birth were not important sources of variation for the cow mature weight. This trait was influenced most by the month when the cows were weighted (April or July) and by the age of the cow (4 to 14 years, at the midpoints of the intervals). It was then used a linear mixed model that included the fixed effects of age of the cow and month of the weighing, combined in 22 classes, and the animal genetic additive effects. The average cow mature weight was 458 kg, varying from 330 through 585 kg, with a standard deviation of 39 kg and cows were in average 7.6 years old. The phenotypic, genetic and environmental variances were 1,544, 561, and 983 kg<sup>2</sup>, respectively, resulting on a heritability estimate of 0.36. The predicted genetic values for cow mature weight ranked from - 40.1 kg through + 44.4 kg, showing that success may be attained by including this new trait as an alternative selection criteria for the Brazilian Nelore genetic improvement programs.

Key Words: beef cattle, breed, maturity, mature weight, size, zebu

### Introdução

A elevação dos custos de produção e a redução da margem de lucro nos empreendimentos pecuários, em decorrência da globalização da economia e da abertura de mercados regionais, tem provocado, ultimamente, nova discussão dos temas interação genótipo x ambiente, em geral, e biótipo das matrizes, em particular (HOHENBOKEN, 1996; LANNA e PACKER, 1997). Isto porque, como demonstrado por alguns trabalhos clássicos (MORRIS e WILTON, 1975 e 1977; FITZHUGH JR., 1976 e 1978;

DICKERSON, 1978; CARTWRIGHT, 1979), o tamanho adulto está relacionado ao custo de manutenção, à taxa de maturidade, à eficiência reprodutiva e, em última instância, à eficiência econômica dos sistemas de produção. Além de todas estas relações, o tamanho exerce também grande influência sobre a funcionalidade do corpo e a adaptabilidade, em termos de equilíbrio, mobilidade e trocas de calor com o meio ambiente (SCHMIDT-NIELSEN, 1993).

No Brasil, poucos estudos relativos ao tamanho adulto na raça Nelore foram feitos como resultados do ajuste de curvas exponenciais ao crescimento dos

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa-CNPq, Doutorando em Ciências do Departamento de Genética, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, USP; Bolsista da CAPES. E-mail: anrosa@cnpq.embrapa.br

<sup>2</sup> Professor Associado, FMRP-USP, Bolsista do CNPq. E-mail: rayblobo@genbov.fmrp.usp.br

<sup>3</sup> Professor Assistente Doutor, UNESP-Botucatu, SP; Bolsista do CNPq. E-mail: hnunes@linkway.com.br

<sup>4</sup> Professor Titular da Universidade Federal de Goiás. E-mail: adreyesb@vet.ufg.br

animais (CORTARELLI, 1973; DUARTE, 1975; e LUDWIG, 1977).

No entanto, em todos estes casos, depara-se com o problema da escassez de observações peso-idade em todo o ciclo de vida dos animais, especialmente na fase adulta, com prejuízos na precisão dos modelos ajustados. Com exceção do segundo autor acima citado, que teve a oportunidade de trabalhar com uma amostra de animais de até 60 meses de idade, os demais só tiveram informações até os dois anos. Nessas condições, de acordo com as observações dos próprios autores e ainda de outros, como ROSA et al. (1978), BELTRAN (1992) e AHUNU e OSEI-AMPONSAH (1996), a estimativa do peso adulto como parâmetro tomado na assíntota da curva exponencial freqüentemente é associada a erros. Outras limitações do uso da assíntota da curva de crescimento como estimativa do peso adulto são as diferenças entre animais, quanto a sexo e biótipos, em função de taxas de crescimento e de maturidade diferentes, que na maioria das vezes exigiriam modelos específicos.

As associações entre tamanho adulto e sistemas de produção foram revisadas por RITCHIE (1995). Com suporte em resultados experimentais, este autor reiterou as considerações de que cada sistema de produção de gado de corte poderá requerer um biótipo específico de modo a se maximizar a eficiência. Resumidamente, em ambientes livres de estresse e com alimentação farta, biótipos maiores podem ser mais rentáveis, enquanto, em situações de estresse ou de escassez de recursos, deveriam ser preferíveis os mais rústicos e de tamanho médio.

Na interpretação destas relações frente às condições do Brasil Central, onde se verificam as mais diferentes condições ecológicas, com a ocorrência de terras de cultura, cerrado, cerrados, campos limpos, matas equatoriais, caatinga e pantanal, bem como os mais diferentes sistemas de produção (ARRUDA e SUGAI, 1994), torna-se interessante uma avaliação da magnitude de variabilidade genética existente na raça Nelore, que predomina nestas regiões, com respeito ao tamanho. O escopo final seria a avaliação da possibilidade de inclusão desta característica como um critério alternativo de seleção nos programas de melhoramento genético, procurando-se melhor sintonia entre os diferentes genótipos, em termos de tamanho, e as condições ambientais disponíveis.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, contribuir para o desenvolvimento desta linha de pesquisa,

estimando-se os componentes de variância fenotípica, genética e ambiental do peso adulto de matrizes Nelore, a partir de dados de campo.

## Material e Métodos

Os dados analisados são referentes ao rebanho de propriedade da Barba Agropecuária LTDA., criado na Fazenda Santa Filomena, município de Ocaçu, São Paulo. Este rebanho integra o Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN), coordenado pelo Setor de Genética Quantitativa do Departamento de Genética da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto (USP), cuja metodologia de coleta, tratamento e armazenamento de dados se encontra descrita por LÔBO (1996).

A Fazenda Santa Filomena situa-se a 620 m de altitude, com as coordenadas 22° 32' 46" LS e 49° 55' 50" WG. A topografia é plana, sendo os solos, na maioria, arenosos. As pastagens, em cerca de 2.260 ha, são formadas por *Brachiaria decumbens* e *B. humidicola*. A temperatura média anual é de 30°C. A estação chuvosa ocorre geralmente entre outubro e março e a estação seca, entre abril e setembro, com algumas variações, entre anos, sendo a precipitação pluviométrica anual total de 1450 mm.

O manejo das vacas de cria na Fazenda Santa Filomena é feito em pastejo contínuo, sendo fornecido aos animais apenas sal mineralizado. A estação de reprodução geralmente ocorre entre novembro e fevereiro de cada ano, sendo oferecida a todas as fêmeas (novilhas e vacas) uma única oportunidade na inseminação artificial, após a qual é feito o repasse com touros, em monta natural. Os nascimentos ocorrem entre setembro e dezembro, sendo os bezerros desmamados ao redor do oitavo mês, em julho.

Em função de restrições impostas com relação à idade, tendo em vista o objetivo de se trabalhar apenas com vacas adultas, foi formado um arquivo de trabalho com informações de 776 matrizes, a partir do total de 1016 vacas do arquivo original. Estudos a partir de curvas de crescimento na raça Angus (BELTRAN et al., 1992) definiram o ponto de partida para a tomada do peso adulto em 5,5 anos de idade, para linhagens de grande porte e 4,5 anos para linhagens menores. Por outro lado, BULLOCK et al. (1993), também por análise de curva de crescimento, apontaram, para a raça Polled Hereford, a idade de 4,1 anos.

Para as condições do presente trabalho, foram incluídas vacas nascidas entre 1983 e 1993, filhas de 48 touros e 553 matrizes, com idades que variaram

entre 3,5 e 14,5 anos. Este limite superior foi considerado, para evitar efeitos negativos do envelhecimento sobre a estimativa do peso adulto.

Considerou-se como medida indicativa do peso adulto o primeiro peso disponível proveniente de pesagens realizadas em abril ou em julho de 1997 refletindo, portanto, duas condições à pesagem: a primeira após a época chuvosa e estação de monta e a segunda, durante a estação seca, correspondente à desmama dos produtos.

Uma avaliação preliminar quanto às fontes de variação por efeitos fixos, levada a efeito pela aplicação de procedimentos de análise de variância (SAS, 1985), mostrou não haver, sobre o peso adulto, influências importantes de estação ou mês de nascimento da vaca. Observaram-se, por outro lado, influências significativas do mês da pesagem, refletindo diferentes condições fisiológicas nesta ocasião, e da idade da vaca, de certa forma confundida com o ano de nascimento.

Estes efeitos fixos foram combinados em 22 classes, sendo 11 níveis de idade (3,5 - 4,5; 4,5 - 5,5 ...; 13,5 - 14,5 anos) e dois níveis relativos ao mês da pesagem (abril e julho). Os dados foram analisados utilizando-se o programa MTDFREML, descrito por BOLDMAN et al. (1995), de acordo com seguinte modelo linear misto:

$$y = X\beta + Za + \varepsilon$$

em que  $y$  é o vetor das observações;  $X$ , a matriz de incidência dos efeitos fixos, devido à condição da idade, em 11 níveis (4 a 14 anos, nos pontos médios dos intervalos), combinada com o mês da pesagem (abril e julho);  $\beta$ , o vetor dos efeitos fixos desconhecidos;  $Z$ , a matriz que relaciona as observações de  $y$  com os respectivos efeitos genéticos aditivos dos animais;  $a$ , o vetor dos efeitos genéticos aditivos;  $\varepsilon$ , o vetor dos efeitos residuais.

As pressuposições da variância dos efeitos aleatórios podem ser descritas pela relação:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\delta & 0 \\ 0 & I \end{bmatrix} \sigma_e^2$$

em que  $A$  é a matriz dos coeficientes de parentesco de Wright;  $\sigma_e^2$ , o componente de variância residual;  $\sigma_a^2$ , o componente de variância genética aditiva; e  $\delta = \sigma_a^2/\sigma_e^2$ .

## Resultados e Discussão

Algumas estatísticas descritivas do conjunto de dados, como os pesos observados de acordo com as classes de idade das vacas e o mês de realização da pesagem, bem como a distribuição de freqüências das matrizes, por classes de peso, encontram-se, respectivamente, nas Tabelas 1 e 2.

Vacas de idades intermediárias, entre 5,5 e 8,5 anos, apresentaram pesos mais elevados (466-474 kg) que outras mais jovens, entre 3,5 e 5,5 anos (445-448 kg) ou mais velhas, entre 8,5 e 14,5 anos (433-461 kg). Com relação ao mês da pesagem, como era de se esperar, os pesos tomados no mês de abril (472 kg), que refletem melhores condições corporais, foram superiores aos observados em julho (425 kg), por ocasião da desmama dos produtos. A idade média geral das matrizes foi 7,6 anos, com desvio-padrão de 2,6 anos, sendo que o peso adulto variou de 330 a 585 kg, com média de 458 kg e desvio-padrão de 39 kg. NOBRE et al. (1987), ao testarem diferentes modelos não-lineares e diferentes freqüências de pesagens em gado Nelore, encontraram estimativas de peso assintótico (peso à maturidade) variando entre 350 e 555 kg.

Tabela 1 - Número de observações (N), média e desvio-padrão (dp) do peso adulto por classes de idade e mês da pesagem

Table 1 - Number of observations (N), means and standard deviation (sd) of mature weight by cow age classes and weighing month

Idade (ano) Age (year)	N	Média (kg) Mean (kg)	dp (kg) sd (kg)
3,5 a 4,5	73	448	42
4,5 a 5,5	131	445	49
5,5 a 6,5	104	474	43
6,5 a 7,5	92	471	44
7,5 a 8,5	86	466	44
8,5 a 9,5	114	454	49
9,5 a 10,5	66	461	40
10,5 a 11,5	53	450	37
11,5 a 12,5	12	455	51
12,5 a 13,5	22	433	49
13,5 a 14,5	23	451	43
Mês da pesagem Weighing month			
Abril	533	472	41
Julho	243	425	39
Total	776	458	40

Tabela 2 - Número (N), frequência e frequência acumulada por classes de peso adulto observado  
 Table 2 - Number (N), frequency and cumulated frequency by observed cow mature weight classes

Peso adulto (kg) Mature weight (kg)	N	Frequência Frequency	Frequência acumulada Cumulated frequency
330 - 340	5	0,64	0,64
340 - 360	15	1,93	2,58
360 - 380	37	4,77	7,35
380 - 400	55	7,09	14,43
400 - 420	98	12,63	27,06
420 - 440	118	15,21	42,27
440 - 460	129	16,62	58,89
460 - 480	135	17,40	76,29
480 - 500	77	9,92	86,21
500 - 520	64	8,25	94,46
520 - 540	22	2,84	97,29
540 - 560	13	1,68	98,97
560 - 586	8	1,03	100,00

Quanto à distribuição de frequência das matrizes, em relação ao peso adulto, observou-se que, na amplitude entre 380 e 520 kg, com média de 450 kg, encontravam-se cerca de 87% das matrizes. Abaixo de 380 kg e acima de 520 kg, observaram-se distribuições de 7 e 6% das vacas, respectivamente.

O resumo da análise de variância do peso adulto, em função dos efeitos fixos de idade-mês da pesagem, encontra-se na Tabela 3, enquanto as médias de quadrados mínimos para esta classe de efeitos são apresentadas na Tabela 4.

As variâncias fenotípica, genética e de ambiente foram estimadas em 1543, 561 e 983 kg<sup>2</sup>, respectivamente, resultando em uma estimativa de herdabilidade de 0,36, valor inferior aos relatados na literatura.

Na raça Angus, NORTH CUTT e WILSON (1993) estimaram a herdabilidade do peso adulto em 0,45, sendo que KOOTS et al. (1994) relataram a herdabilidade média de 0,51, quando se consideraram informações de 25 raças bovinas, a maioria delas, porém, de origem taurina. Trabalhando com vacas Polled Hereford e Wokalup, uma raça sintética australiana, MEYER (1995) estimou a herdabilidade do peso adulto em 0,47 e 0,73, respectivamente, em que o peso adulto foi tomado como parâmetro da curva de crescimento. Ao ser analisado como medida repetida, no entanto, estes valores baixaram para 0,29 e 0,54, nesta mesma ordem.

Para as condições brasileiras, embora em fêmeas da raça Guzerá, WINKLER (1993) encontrou o peso adulto médio de 447 kg, cuja estimativa de herdabilidade foi 0,45. Trabalhando também com esta mesma raça, embora tomando-se o peso adulto como parâmetro da curva de crescimento, OLIVEIRA et al. (1994) estimaram a herdabilidade em 0,63.

As médias de peso adulto das vacas por grupos de progênie e os valores genéticos preditos dos seus pais podem ser observados na Tabela 5. Estas observações, associadas aos valores genéticos preditos para todos os animais integrantes da matriz de parentesco analisada, em número de 1377, que apresentaram variação de - 40,1 a + 44,4 kg (Figura 1), revelaram potencial para novas modificações genéticas da raça, por seleção.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância do peso adulto  
 Table 3 - Summary of the analysis of variance for cow mature weight

Fonte de variação Source of variation	GL DF	Quadrado médio Mean square (MS)	Valor de F F value	Prob. > F Pr > F
Idade-mês da pesagem Age-weighing month	21	22.673,269	14,78	0,0001
Resíduo Error	754	1.533,875		
Total	775			
	R <sup>2</sup> R square	CV (%)	S MS Root	Média (kg) Mean (kg)
	0,29	8,5	39	458

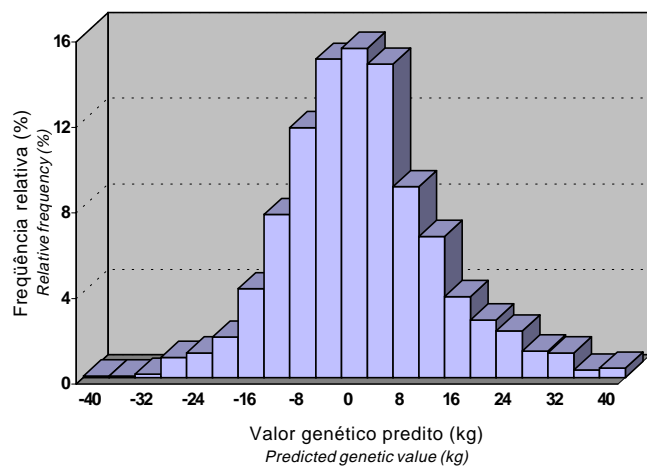


Figura 1 - Distribuição dos valores genéticos preditos para o peso adulto (kg) de todos os animais incluídos na matriz de parentesco.

Figure 1 - Distribution of the mature weight predicted genetic values (kg) for all animals included in the relationship matrix.

Tabela 4 - Número de observações (N) e médias de quadrados mínimos, de acordo com as combinações de idade e o mês da pesagem

Table 4 - Number of observations (N) and least squares means according to the age and weighing month combinations

Classes de idade-mês da pesagem*	N	Média (kg) Least squares means (kg)
4-4	68	453
4-7	5	383
5-4	69	471
5-7	62	416
6-4	82	485
6-7	22	431
7-4	68	483
7-7	24	438
8-4	55	484
8-7	31	433
9-4	75	472
9-7	39	419
10-4	44	471
10-7	22	440
11-4	40	457
11-7	13	430
12-4	6	487
12-7	6	423
13-4	12	444
13-7	10	420
14-4	14	471
14-7	9	421
Total	776	458

\* O primeiro algarismo refere-se à idade, em anos, e o segundo ao mês da pesagem (abril ou julho).

\* The first algorithm refers to the age, in years, and the second to the weighing month (April or July).

Tabela 5 - Número (N) e médias ( $\pm$  desvios-padrão) de peso adulto das progênes e valores genéticos preditos (VGP) dos touros

Table 5 - Number (N), average mature weights ( $\pm$  standard deviations) of the progenies and sires predicted genetic values (PGV)

Touro Sire	N	Média (kg) Weight (kg)	VGP (kg) PGV (kg)
2686	1	455	3,5
2822	3	462 $\pm$ 28	-10,0
3050	6	436 $\pm$ 48	-5,6
3387	1	485	1,0
3987	3	458 $\pm$ 67	-9,4
5552	43	444 $\pm$ 46	-5,4
7447	4	427 $\pm$ 26	-8,5
7955	5	464 $\pm$ 60	2,9
9444	1	408	-2,9
A 1266	2	446 $\pm$ 34	-4,1
A 1589	3	423 $\pm$ 13	-8,6
A 1648	3	462 $\pm$ 15	-6,6
A 3212	2	482 $\pm$ 10	6,6
A 8529	2	440 $\pm$ 28	-9,0
B 0789	4	458 $\pm$ 84	4,4
B 0942	3	434 $\pm$ 59	-8,5
B 1548	1	546	9,8
B 3145	29	473 $\pm$ 49	30,4
B 3619	1	510	6,5
B 5945	3	466 $\pm$ 44	-0,8
B 5980	3	499 $\pm$ 46	7,1
B 6870	56	459 $\pm$ 47	5,6
C 1877	56	470 $\pm$ 41	4,6
C 2330	3	441 $\pm$ 33	-3,2
C 2682	3	414 $\pm$ 6	-7,8
C 3030	6	451 $\pm$ 48	0,4
C 3360	1	428	-5,3
C 4444	8	471 $\pm$ 42	19,4
C 4507	76	451 $\pm$ 35	-11,6
C 6740	1	483	3,8
C 6869	26	441 $\pm$ 47	-22,1
D 0072	15	462 $\pm$ 39	-9,1
D 0681	87	482 $\pm$ 45	31,7
D 1270	1	550	11,6
D 3851	62	437 $\pm$ 41	-29,5
D 4401	52	464 $\pm$ 43	-2,8
D 5488	5	475 $\pm$ 57	4,0
D 6750	6	456 $\pm$ 48	-12,7
D 6855	10	444 $\pm$ 46	-11,3
D 9292	2	453 $\pm$ 7	-7,3
E 1565	37	470 $\pm$ 47	11,5
E 8283	40	435 $\pm$ 43	-21,0
F 0767	3	392 $\pm$ 44	-10,2
F 1431	44	446 $\pm$ 41	3,1
F 3079	2	438 $\pm$ 63	6,4
F 6119	6	422 $\pm$ 40	-12,5
F 6141	2	491 $\pm$ 40	4,1
F 9902	43	469 $\pm$ 48	43,2

## Conclusões

Embora sejam poucas as pesquisas nesta área, para as raças zebuínas em condições brasileiras, as estimativas disponíveis e os resultados encontrados nesta pesquisa indicam existir variabilidade genética para tamanho adulto suficiente para o alcance de sucesso na inclusão desta nova característica como um critério alternativo de seleção em programas de melhoramento genético.

## Agradecimento

À CAPES, ao CNPq/RHAE e à FINEP, pelo suporte financeiro; ao Dr. Roberto Calmon de Barros Barreto, Diretor Presidente da Barba Agropecuária Ltda., pela coleta e disponibilidade das informações; aos técnicos do PMGRN (Departamento de Genética da FMRP-USP), pela consistência, processamento e gerenciamento da base de dados; ao Analista de Sistemas Luiz Antonio Framartino Bezerra, Analista Chefe do Setor de Genética Quantitativa, pela assistência na geração dos arquivos e no tratamento dos dados.

## Referências Bibliográficas

- AHUNU, B.K., OSEI-AMPONSAH, R. 1996. Influence of terminal age of weighing on growth curve parameters in N'Dama cattle. *J. Anim. Res.*, 10(1):49-58.
- ARRUDA, Z.J., SUGAI, Y. 1994. *Regionalização da pecuária bovina no Brasil*. Campo Grande: EMBRAPA-CNPq, 144p. (Documentos, 18).
- BELTRAN, J.J., BUTTS JR., W.T., OLSON, T.A. et al. 1992. Growth patterns of two lines of Angus cattle selected using predicted growth parameters. *J. Anim. Sci.*, 70(3):734-741.
- BOLDMAN, K.G., KRIESE, L.A., VAN VLECK, L.D. et al. 1995. *A manual for use of MTDFREML - a set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)*. Clay Center:USDA-ARS. 115p.
- BULLOCK, K.D., BERTRAND, J.K., BENYSHEK, L.L. 1993. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. *J. Anim. Sci.*, 71(7):1737-1741.
- CARTWRIGHT, T.C. 1979. Size as a component of beef production efficiency: cow-calf production. *J. Anim. Sci.*, 48(4):974-980.
- CORTARELLI, A. *Estudo da curva de crescimento de machos da raça Nelore através de quatro modelos estocásticos*. Jaboticabal, SP: UNESP, 1973. 179p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal "Prof. Antonio Ruete"/Universidade Estadual Paulista, 1973.
- DICKERSON, G.E. 1978. Animal size and efficiency: basic concepts. *Anim. Prod.*, 27:367-379.
- DUARTE, F.A.M. *Estudo da curva de crescimento de animais da raça "Nelore" (Bos taurus indicus) através de cinco modelos estocásticos*. Ribeirão Preto, SP: USP, 1975. 284p. Tese (Livro Docência) - Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 1975.

- FITZHUGH JR., H.A. 1976. Analysis of growth curves and strategies for altering their shape. *J. Anim. Sci.*, 42(4):1036-1051.
- FITZHUGH JR., H.A. 1978. Animal size and efficiency, with special reference to the breeding female. *Anim. Prod.*, 27:393-401.
- HOHENBOKEN, W. Genetic x environment interactions and animal production: when nurture and nature collide. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: SBZ, 1996. p.21-34.
- KOOTS, K.R., GIBSON, J.P., SMITH, C. et al. 1994. Analyses of published genetic parameters estimates for beef production traits. I. Heritability. *Anim. Breed. Abstr.*, 62(5):309-338.
- LANNA, D.P., PACKER, I.U. A produtividade da vaca nelore. In: SIMPÓSIO O NELORE DO SÉCULO XXI, 4, 1997, Uberaba. *Anais...* Uberaba: ABCZ, 1997, p.73-86.
- LÔBO, R.B. 1996. *Programa de melhoramento genético da raça nelore*. Ribeirão Preto: PMGRN. 104p.
- LUDWIG, A. *Ajustamento de curvas exponenciais ao crescimento de gado Nelore e análise de seus parâmetros*. Viçosa, MG: UFV, 1977. 87p. Tese (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1977.
- MEYER, K. 1995. Estimates of genetic parameters for mature weight of Australian beef cows and its relationship to early growth and skeletal measures. *Livestock Prod. Sci.*, 44(2):125-137.
- MORRIS, C.A., WILTON, J.W. 1975. Influence of mature cow weight on economic efficiency in beef cattle production. *Can. J. Anim. Sci.*, 55(2):233-250.
- MORRIS, C.A., WILTON, J.W. 1975. The influence of body size on the economic efficiency of cows: a review. *Anim. Breed. Abstr.*, 45(3):139-153.
- NORTHCUTT, S.L., WILSON, D.E. 1993. Genetic parameters estimates and expected progeny differences for mature size in Angus cattle. *J. Anim. Sci.*, 71(5):1148-1153.
- OLIVEIRA, H.N., LÔBO, R.B., PEREIRA, C.S. Relationships among growth curve parameters, weights and reproductive traits in Guzera beef cows. In: PROCEEDINGS OF THE WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5, 1994, Guelph. *Proceedings...* Guelph: University of Guelph, 1994.
- RITCHIE, H.D. The optimum cow: what criteria must she meet? In: BEEF IMPROVEMENT FEDERATION ANNUAL CONFERENCE, 1995, Sheridan: BIF, p.126-145, 1995.
- ROSA, A.N., SILVA, M.A., LUDWIG, A. 1978. Parâmetros genéticos e fenotípicos de pesos corporais ajustados pela curva de crescimento de animais da raça Nelore. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 7(2):329-345.
- SAS INSTITUTE INC. 1985. *SAS user's guide: basics*. 5.ed. Cary: SAS Institute Inc., 1290p.
- SCHMIDT-NIELSEN, K. 1993. *Scaling: why animal size is so important?* New York: Cambridge University Press. 241p.
- WINKLER, R. *Tamanho corporal e suas relações com algumas características reprodutivas em fêmeas bovinas adultas da raça Guzera*. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1993. 116p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

Recebido em: 24/08/99

Aceito em: 13/04/00