

## Parâmetros genéticos para diferentes relações de peso ao nascer e à desmama em vacas da raça Nelore

### Genetic parameters for different birth and weaning weight ratios in Nelore cows

Ariane Augusti Boligon<sup>\*</sup> Victor Eduardo Sala<sup>1</sup> Maria Eugênia Zerlotti Mercadante<sup>II</sup>  
Enilson Geraldo Ribeiro<sup>II</sup> Joslaine Noely dos Santos Gonçalves Cyrillo<sup>II</sup>  
Lucia Galvão de Albuquerque<sup>1</sup>

#### RESUMO

O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de estimar herdabilidade e repetibilidade para diferentes medidas de eficiência produtiva de vacas e determinar a melhor maneira de calcular as relações de peso, visando a sua utilização como critério de seleção em rebanhos da raça Nelore. Os dados analisados são de animais da raça Nelore, pertencentes ao Projeto de Seleção das Raças Zebuínas e Caracu do Centro APTA Bovinos de Corte, do Instituto de Zootecnia de Sertãozinho. Os animais são selecionados para maior peso ao sobreano (rebanhos NeS e NeT, analisados como um único rebanho) e para peso ao sobreano próximo da média (NeC) do grupo de contemporâneos, desde 1980. As características utilizadas no estudo foram: 1) RPN = relação de peso ao nascer do bezerro / peso da vaca ao parto; 2) RPN2 = relação do peso ao nascer do bezerro / peso metabólico da vaca ao parto; 3) RPD = relação de peso à desmama do bezerro / peso da vaca à desmama; e 4) RPD2 = relação do peso à desmama do bezerro / peso metabólico da vaca à desmama. Os parâmetros genéticos foram estimados considerando dois arquivos: vacas com bezerras (CB) e vacas com e sem bezerras (SB). A RPN e a RPN2 foram calculadas somente no arquivo CB, enquanto que RPD e RPD2 foram calculadas em ambos os arquivos (CB e SB). Os parâmetros genéticos foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita. As estimativas de herdabilidade para as características RPN; RPN2; RPD\_CB; RPD2\_CB; RPD\_SB e RPD2\_SB foram: 0,17±0,02; 0,16±0,02; 0,22±0,04; 0,19±0,03; 0,20±0,01 e 0,16±0,01, respectivamente. As repetibilidades estimadas variaram de 0,22 a 0,68. A utilização das relações de peso como critério de seleção deve promover, a longo prazo, melhorias na eficiência produtiva das vacas. As relações de peso têm sido consideradas apenas como informações para o descarte de vacas em alguns programas de seleção, mas poderiam ser incluídas em índices de seleção, principalmente

quando calculada considerando o peso metabólico da vaca à desmama, incluindo tanto as vacas que desmamaram um bezerro, quanto aquelas que falharam em desmamar.

**Palavras-chave:** eficiência produtiva, herdabilidade, peso da vaca, repetibilidade.

#### ABSTRACT

The objective of this study was to estimate heritability and repeatability for different measures of cows' productive efficiency and determine the best way to calculate the weight ratios, in order to use as selection criteria in Nelore herds. Data of Nelore animals from Centro APTA Bovinos de Corte-Sertãozinho, Instituto de Zootecnia were analyzed. The animals are selected for higher yearling weight (NeS and NeT herds, considered as a single herd in this paper) and, for mean yearling weight (NeC) within contemporary group, since 1980. The traits used in this study were: 1) RPN = ratio of birth weight of the calf / cow weight at calving; 2) RPN2 = ratio of birth weight of the calf / metabolic cow weight at calving; 3) RPD = ratio of weaning weight of the calf / cow weight at weaning and, 4) RPD2 = ratio of weaning weight of calf / metabolic cow weaning weight. For estimate genetic and phenotypic parameters, were considered two files: cows with calves (CB) or with and without calves (SB). The RPN and RPN2 were calculated only on CB file, and RPD and RPD2 were calculated in both files (CB and SB). Genetic parameters were estimated by restricted maximum likelihood. Estimates of heritability for traits RPN; RPN2; RPD\_CB; RPD2\_CB; RPD\_SB and RPD2\_SB were: 0.17±0.02, 0.16±0.02, 0.22±0.04, 0.19±0.03, 0.20±0.01 and 0.16±0.01, respectively. The repeatability estimates ranged from 0.22 to 0.68. The use of weight ratios as selection criteria should promote, at long-term, improvements in production efficiency. In some breeding programs, weight ratios

<sup>1</sup>Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Via de acesso Prof. Paulo Donato Castellane, s/no, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. E-mail: arioneborigon@yahoo.com.br. \*Autor para correspondência.

<sup>II</sup>Centro de Apoio a Pesquisa Tecnológica dos Agronegócios de Bovinos de Corte (CAPTA - Bovinos de Corte), Instituto de Zootecnia (IZ), Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Sertãozinho, SP, Brasil.

have been considered only as information for disposal of cows, but could be included in selection indices, especially if it is calculated considering the metabolic weight of cow at weaning from both cows, that weaned a calf as those that failed to wean.

**Key words:** cow weight, heritability, productive efficiency, repeatability.

## INTRODUÇÃO

Os programas de avaliação genética de bovinos de corte preconizam, basicamente, a seleção para maiores pesos e/ou ganhos em peso, uma vez que esse tipo de seleção tem alta correlação com o objetivo final, ou seja, a produção de carne. Entretanto, a seleção de animais com maior potencial de crescimento pode acarretar, por resposta correlacionada, maiores pesos ao nascer e adulto (BULLOCK et al., 1993), podendo ser indesejável.

As vacas de maior tamanho em geral produzem bezerros mais pesados à desmama (KRESS et al., 1990) e apresentam maiores requerimentos de manutenção, fazendo com que nem sempre sejam eficientes (DAVIS et al., 1983), principalmente quando criadas em condições alimentares restritas. Dessa forma, as medidas de eficiência produtiva podem ser utilizadas visando a auxiliar os produtores no monitoramento e descarte das matrizes, no que diz respeito à produção de bezerros.

Na obtenção de medidas de eficiência produtiva, procura-se considerar as diferenças em peso ou tamanho dos animais (RIBEIRO et al., 2001). Essas medidas podem ser obtidas pelas relações entre o peso do bezerro ao nascer e o peso da vaca ao parto e/ou relações entre o peso do bezerro à desmama e o peso da vaca ao parto (OLIVEIRA et al., 1995; MACNEIL, 2005). Por outro lado, MCMANUS et al. (2002) relataram que as relações entre o peso do bezerro ao nascer ou à desmama sobre o peso da vaca ao parto avaliam apenas o peso dos animais ao nascer ou à desmama, não considerando informações de outras características econômicas. Dessa forma, tais autores sugeriram a utilização do peso metabólico da vaca, como indicador econômico.

Para que as características relacionadas à eficiência produtiva possam ser incluídas nos índices de seleção de matrizes de corte, faz-se necessário o conhecimento dos parâmetros genéticos para as diferentes relações de peso. Nesse sentido, MACNEIL (2005) estimou herdabilidade direta de 0,20 para a característica relação de peso do bezerro à desmama e o peso da vaca. No Brasil, e em bovinos da raça Nelore, BERTAZZO et al. (2004) relataram herdabilidade de 0,46 e 0,37 para a relação do peso à

desmama com o peso da vaca aos 550 dias e relação do peso à desmama com o peso metabólico da vaca aos 550 dias, respectivamente.

O presente trabalho foi desenvolvido com os objetivos de estimar herdabilidade e repetibilidade para diferentes medidas de eficiência produtiva de vacas e determinar a melhor maneira de calcular as relações de peso, visando a sua utilização como critério de seleção em rebanhos da raça Nelore.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Descrição dos dados

O presente estudo foi desenvolvido com informações de rebanhos da raça Nelore (seleção, tradicional e controle) pertencentes ao Centro APTA Bovinos de Corte, Sertãozinho - SP, Instituto de Zootecnia, sendo uma observação complementar ao estudo anterior efetuado por SALA et al. (2009).

Situado na região norte do estado de São Paulo, atualmente, o Centro possui um rebanho da raça Nelore com 655 animais, sendo 398 matrizes (61 animais NeC, 128 animais NeS e 209 animais NeT), 20 reprodutores (4 animais NeC, 6 animais NeS e 10 animais NeT) e 237 bezerros, garrotes e novilhas. A área de pastagem (1.051,00ha) é dividida em 20 piquetes, com topografia ondulada e água abundante. No Centro, há predomínio de capim colômbio (*Panicum maximum* Jacq), capim tanzânia (*Panicum maximum*, var Tanzânia), capim marandu (*Brachiaria Brizanta*, Hochst Stapf, cv.: 'Marandú') e, em menor proporção, capim Jaraguá (*Hiparrhenia rufa*).

A forma de seleção dos rebanhos NeS e NeT é similar. Os machos são selecionados com base no maior diferencial de seleção, em relação ao seu grupo de contemporâneo (ano x rebanho), para a característica peso padronizado aos 378 dias de idade (P378), e as fêmeas são selecionadas com base no maior diferencial de seleção para a característica peso padronizado aos 550 dias de idade (P550), em relação ao seu grupo de contemporâneo (ano x rebanho).

No rebanho NeC, a forma de seleção é denominada Seleção Estabilizadora, em que os animais são selecionados para média do diferencial de seleção (diferencial de seleção nulo) em relação ao seu grupo de contemporâneo (ano x rebanho), para machos o P378 e para as fêmeas o P550. Essa forma de seleção faz com que o rebanho NeC seja um rebanho testemunha, pois esses animais apresentam hoje média similar de desempenho de P378 e P550 dos animais fundadores do Projeto de Seleção, servindo de base para comparação com os rebanhos selecionados, a fim de estimar o ganho genético para

várias características. Em todos os rebanhos (NeS, NeT e NeC), a taxa de reposição anual está em torno de 20% para as matrizes e 50% para touros.

Para estimar os parâmetros genéticos da eficiência produtiva, foram utilizados 9.857 registros de 1.997 vacas pertencentes aos rebanhos NeC, NeT e NeS (Tabela 1). Para a realização das análises, foram considerados dois arquivos: CB = considerando somente informações de vacas com bezerras; e SB = contendo informações de vacas com e sem bezerra. Para a formação do arquivo CB, foram retirados os registros de vacas que foram para monta e não pariram, ou seja, que deixaram de produzir bezerra naquele ano.

Para a avaliação da eficiência produtiva, foram utilizadas as seguintes fórmulas: RPN = relação do peso ao nascer do bezerra / peso da vaca ao parto; RPN2 = relação do peso ao nascer do bezerra / peso metabólico da vaca ao parto; RPD = relação do peso à desmama do bezerra / peso da vaca à desmama; e RPD2 = relação do peso à desmama do bezerra / peso metabólico da vaca à desmama. O peso metabólico foi calculado considerando o peso da vaca na potência 0,75. Todas as relações são expressas em quilograma de bezerra por quilograma de vaca, ou em porcentagem em relação ao peso da vaca. As razões do peso ao nascer foram calculadas somente no arquivo CB, enquanto que para o peso à desmama, as razões foram calculadas em ambos os arquivos (CB e SB).

#### Parâmetros genéticos

Os componentes de (co)variância foram estimados pelo método da máxima verossimilhança restrita, utilizando o programa computacional MTDFREML, desenvolvido por BOLDMAN et al. (1995), empregando-se modelo animal

unicaracterística. O critério de convergência considerado foi de  $10^{-9}$  e, a cada convergência, o programa foi reiniciado, utilizando-se como valores iniciais aqueles obtidos na análise anterior. Na forma matricial, o modelo utilizado pode ser descrito como:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2c + e$$

em que:  $y$  é o vetor da variável dependente;  $X$  é a matriz de incidência de efeitos fixos para a variável dependente;  $\beta$  é o vetor de efeitos fixos;  $Z_1$  é a matriz de incidência do efeito genético aditivo direto;  $a$  é o vetor do efeito genético aditivo direto;  $Z_2$  é a matriz de incidência do efeito de ambiente permanente do animal;  $c$  é o vetor do efeito de ambiente permanente do animal; e  $e$  é o vetor de efeitos aleatórios residuais associados às observações.

Assume-se que  $E(y) = X\beta$ ;  $E(a) = E(c) = E(e) = 0$ ;

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

em que:  $\sigma_a^2$  é a variância genética aditiva direta;  $\sigma_c^2$  é a variância de ambiente permanente;  $\sigma_e^2$  é a variância residual;  $A$  é a matriz de parentesco e  $I$  é a matriz identidade.

No modelo para a estimação dos parâmetros genéticos, foram considerados, como aleatórios, os efeitos genético aditivo direto da vaca e os efeitos de ambiente permanente e temporário. Além dos efeitos aleatórios, foram incluídos, como efeitos fixos, o grupo de contemporâneo (rebanho e ano de entrada da vaca na monta), sexo do bezerra e prenhez anterior, além da covariável idade da vaca ao parto (efeitos linear e quadrático). Nas análises com o arquivo SB, não foi incluído o sexo do bezerra como efeito fixo. Em todas as análises, foi utilizado

Tabela 1 - Número de bezerras ( $n^{\circ}$  bez) e vacas ( $n^{\circ}$  vacas), médias e respectivos desvios padrão (dp) e valores mínimo e máximo para as relações estudadas.

Características <sup>1</sup>	$n^{\circ}$ bez	$n^{\circ}$ vacas	Média $\pm$ DP	Mínimo	Máximo
RPN	7.057	1.662	0,07 $\pm$ 0,01	0,03	0,15
RPN2	7.057	1.662	0,32 $\pm$ 0,05	0,15	0,57
RPD_CB	6.408	1.595	0,38 $\pm$ 0,07	0,11	0,64
RPD2_CB	6.408	1.595	1,79 $\pm$ 0,29	0,55	2,76
RPD_SB	9.875	1.997	0,25 $\pm$ 0,19	0,0	0,64
RPD2_SB	9.875	1.997	1,17 $\pm$ 0,88	0,0	2,76

<sup>1</sup> CB = arquivo considerando vacas com bezerras; SB = arquivo considerando vacas com e sem bezerras; RPN = relação do peso ao nascer do bezerra/peso da vaca ao parto; RPN2 = relação do peso ao nascer do bezerra/peso metabólico da vaca ao parto; RPD = relação do peso à desmama do bezerra/peso da vaca à desmama; RPD2 = relação do peso à desmama do bezerra/peso metabólico da vaca à desmama.

um arquivo de genealogia contendo identificação do animal, pai e mãe, totalizando 7.068 animais na matriz de parentesco.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com MCMANUS et al. (2002), as relações do peso ao nascer ou à desmama ignoram informações de outras características de importância econômica, como, por exemplo, o desempenho reprodutivo das fêmeas. No presente estudo, essa limitação foi contornada, incorporando registros de vacas que foram para monta e não pariram ou que pariram, mas não chegaram a desmamar o bezerro (relação de desmama zero) no arquivo. Isso foi feito com o objetivo de verificar as possíveis diferenças entre as relações do peso à desmama quando essas informações são ou não consideradas nas análises.

As herdabilidades estimadas para as características indicadoras de eficiência produtiva apresentaram baixas magnitudes (Tabela 2), o que indica que o ambiente tem uma grande influência nas relações de peso. A utilização da RPN para seleção de bovinos de corte é recomendada pelo BIF (2002), visando ao monitoramento de partos distócicos, uma vez que a seleção para maiores pesos em idades jovens, ao longo dos anos, pode ser responsável pelo aumento do peso ao nascer dos bezerras e do peso adulto das vacas, por resposta correlacionada (BOLIGON et al., 2009). Não foram encontradas na literatura estimativas de herdabilidade para a RPN e RPN2 que possam ser comparadas.

Em um estudo prévio e utilizando parte dos mesmos dados do presente estudo, SALA et al. (2009) mostraram que o peso ao nascer de bezerras

pertencentes a rebanhos selecionados para maior peso ao sobreano, aumentou mais que o peso da vaca ao parto, o que, no longo prazo, pode levar ao aparecimento de problemas de partos distócicos, principalmente nas vacas jovens. Dessa forma, as relações de peso ao nascer poderiam ser incluídas nos índices de seleção, auxiliando na decisão de descarte ou permanência das matrizes nos rebanhos.

A estimativa de herdabilidade para RPD\_CB obtida no presente estudo é próxima à relatada por MACNEIL (2005), o qual, utilizando informações de um experimento de seleção, com animais  $\frac{1}{4}$  Charolês +  $\frac{1}{4}$  Tarentaise +  $\frac{1}{2}$  Red Angus, relatou o valor de  $0,20 \pm 0,03$ . Segundo esse autor, a seleção fenotípica, com base na relação do peso à desmama do bezerro sobre o peso da vaca, é complicada devido à mensuração dos dois componentes em animais diferentes, o que causa confusão entre os efeitos genéticos e maternos que atuam sobre esses fenótipos.

Estudando animais da raça Nelore, BERTAZZO et al. (2004) relataram herdabilidades superiores às obtidas no presente estudo, com valores de 0,46 para a relação do peso à desmama / peso da vaca aos 550 dias e, 0,37 para a relação peso à desmama / peso metabólico da vaca aos 550 dias, em análise unicaracterística. Quando essas relações de pesos foram utilizadas em análises bi-características com a longevidade, tais autores relataram convergência para máximo local, sugerindo que as estimativas obtidas nessas análises devem ser utilizadas com certa ressalva.

Nas análises das RPD e RPD2, a inclusão de informações de fêmeas sem bezerras (arquivo SB) provocou um pequeno decréscimo na herdabilidade estimada (Tabela 2). A diferença nas

Tabela 2 - Estimativas de parâmetros genéticos para as características indicadoras de eficiência produtiva em bovinos da raça Nelore.

Características <sup>1</sup>	$\sigma_a^2$	$\sigma_{ap}^2$	$\sigma_e^2$	t	$h_a^2$
RPN	0,17	0,08	0,72	0,26	$0,17 \pm 0,02$
RPN2	2,74	1,03	13,60	0,22	$0,16 \pm 0,02$
RPD_CB	8,49	13,22	17,19	0,56	$0,22 \pm 0,04$
RPD2_CB	134,60	233,03	348,35	0,51	$0,19 \pm 0,03$
RPD_SB	48,23	94,18	94,96	0,60	$0,20 \pm 0,01$
RPD2_SB	103,81	344,57	211,08	0,68	$0,16 \pm 0,01$

<sup>1</sup> CB = arquivo considerando vacas com bezerras; SB = arquivo considerando vacas com e sem bezerras; RPN = relação do peso ao nascer do bezerro/peso da vaca ao parto; RPN2 = relação do peso ao nascer do bezerro/peso metabólico da vaca ao parto; RPD = relação do peso à desmama do bezerro/peso da vaca à desmama; RPD2 = relação do peso à desmama do bezerro/peso metabólico da vaca à desmama.  $\sigma_a^2$  = variância genética aditiva direta;  $\sigma_{ap}^2$  = variância de ambiente permanente;  $\sigma_e^2$  = variância de ambiente temporário; t = repetibilidade;  $h_a^2$  = herdabilidade.

herdabilidades pode ser devido ao fato de o arquivo SB conter informações de fêmeas que pariram ou não, considerando assim a taxa de prenhez, que apresenta menor valor de herdabilidade.

SALA et al. (2009) mostraram que a RPD não foi alterada pela seleção para maior peso ao sobreano, sendo justificada pelo fato de que o peso dos bezerros e das vacas terem aumentado na mesma proporção. Entretanto, as herdabilidades estimadas para as relações de peso no presente estudo sugerem resposta à seleção a longo prazo na eficiência produtiva, ao considerar essas características como um dos critérios de seleção de fêmeas.

É importante ressaltar que a seleção para maiores relações de peso deve ser considerada como uma seleção simultânea para aumentar o peso à desmama dos bezerros e diminuir o peso da vaca (MACNEIL, 2005). Assim, nas frequências alélicas de locus pleiotrópicos responsáveis pelo aumento do peso à desmama e diminuição do peso da vaca, são esperadas mudanças rápidas em direção a fixação, enquanto que as frequências alélicas de locus com efeitos semelhantes atuando sobre as características utilizadas nas relações de peso tendem a ser menos influenciadas (FALCONER, 1989). Segundo MACNEIL (2005), como consequência, as correlações genéticas entre os pesos à desmama com o peso da vaca tendem a ser mais positivas depois de algumas gerações de seleção para maiores relações de peso e, em longo prazo, os ganhos genéticos obtidos com esse tipo de seleção podem tornar-se mais difíceis. Novos estudos são necessários visando a elucidar essas questões.

As repetibilidades estimadas para as diferentes relações de peso variaram de 0,22 a 0,68, com maiores valores observados para as relações do peso à desmama em relação ao peso ao nascer (Tabela 2). As relações do peso à desmama, considerando todas as informações disponíveis (SB), apresentaram alta repetibilidade, sugerindo que elas podem ser usadas como ferramenta no descarte de fêmeas, principalmente quando consideradas as informações de fêmeas que desmamaram pelo menos um bezerro.

Nas análises utilizando o arquivo contendo somente informações de fêmeas com bezerros (CB), a repetibilidade estimada para a RPD\_CB foi superior à obtida para a RPD2\_CB (Tabela 2). Por outro lado, no arquivo, considerando todas as informações disponíveis (SB), a relação do peso à desmama sobre o peso da vaca à desmama (RPD\_SB) apresentou menor estimativa de repetibilidade em relação a considerar o peso metabólico da vaca à desmama como denominador (RPD2\_SB). Apesar desses

resultados aparentemente contraditórios, o descarte das fêmeas, considerando a relação peso à desmama do bezerro / peso metabólico da vaca, parece ser mais aconselhável pois serão descartadas as vacas menos eficientes em converter alimento em quilogramas de bezerro desmamado, podendo assim diminuir os custos de produção do rebanho.

Como a eficiência produtiva é determinada por uma fórmula que engloba em uma só medida características de diferentes herdabilidades e valores econômicos, torna-se necessário usá-la com certo cuidado, pois, em geral, a herdabilidade das características envolvidas na fórmula tende a ser controlada pela característica mais variável e de menor herdabilidade considerada na equação (NOTTER, 1995). Apesar dos resultados do presente estudo indicarem a possibilidade de ganho genético a longo prazo com a seleção baseada em relações de peso, ainda são necessários estudos sobre as possíveis implicações que esse tipo de seleção poderá trazer no desempenho produtivo e reprodutivo dos rebanhos. Devido à escassez de informações na literatura de estimativas de parâmetros genéticos para relações de peso e ao pequeno número de informações utilizadas neste trabalho, futuros estudos utilizando diferentes bancos de dados e/ou outras abordagens são recomendados.

## CONCLUSÃO

A utilização das relações de peso como critérios de seleção deve promover, a longo prazo, melhorias na eficiência produtiva de vacas da raça Nelore.

As relações de peso têm sido consideradas apenas como informações para o descarte de vacas em alguns programas de seleção, mas poderiam ser incluídas em índices de seleção com ponderadores econômicos, principalmente quando calculadas considerando o peso do bezerro à desmama / peso metabólico da vaca à desmama, incluindo tanto as vacas que desmamaram um bezerro, quanto aquelas que falharam em desmamar.

## REFERÊNCIAS

- BERTAZZO, R.P. et al. Parâmetros genéticos de longevidade e produtividade de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1118-1127, 2004. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982004000500003>>. Acesso em: 20 fev. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982004000500003.
- BIF (BEEF IMPROVEMENT FEDERATION). **Guidelines for uniform beef improvement programs**. In: HOHENBOKEN, W.D. (Ed.). Athens, GA, 2002. Disponível em: <[www.beefimprovement.org/library/06guidelines.pdf](http://www.beefimprovement.org/library/06guidelines.pdf)>. Acesso em: 11 fev. 2012.

- BOLDMAN, K.G. et al. **A manual for use of MTDFREML: a set of programs to obtain estimates of variance and (co)variance (DRAFT)**. Lincoln: Department of Agriculture/ARS, 1995. 120p.
- BOLIGON, A.A. et al. Herdabilidades e correlações entre pesos do nascimento à idade adulta em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2320-2326, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982009001200005>>. Acesso em: 13 mar. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982009001200005.
- BULLOCK, K.D. et al. Genetic and environmental parameters for mature weight and other growth measures in Polled Hereford cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.1737-1741, 1993. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/71/7/1737.abstract>>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- DAVIS, M.E. et al. Life cycle efficiency of beef production: II. Relationship of cow efficiency ratios to traits of the dam and progeny weaned. **Journal of Animal Science**, v.57, p.852-866, 1983. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/57/4/852.full.pdf+html?sid=7bbac051-be41-43f7-99a5-7455193db5f6>>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- FALCONER, D.S. **Introduction to quantitative genetics**. 3.ed. Essex, U.K.: Longham Scientific and Technical, 1989. Total de p.?
- KRESS, D.D. et al. Performance of crosses among Hereford, Angus and Simmental cattle with different levels of Simmental breeding: V. Calf production, milk production and reproduction of three- to eight year-old dams. **Journal of Animal Science**, v.68, p.1910-1921, 1990. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/68/7/1910.abstract?sid=61b895a4-fb79-4aec-900b-f9402b0fb9dd>>. Acesso em: 30 jun. 2012.
- MACNEIL, M.D. Genetic evaluation of the ratio of calf weaning weight to cow weight. **Journal of Animal Science**, v.83, p.794-802, 2005. Disponível em: <<http://jas.fass.org/content/83/4/794.full>>. Acesso em: 29 abr. 2012.
- MCMANUS, C. et al. Componentes reprodutivos e produtivos no rebanho de corte da Embrapa Cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.648-657, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000300015>>. Acesso em: 28 abr. 2012. doi: 10.1590/S1516-35982002000300015.
- NOTTER, D.R. Maximizing fertility in animal breeding programs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE REPRODUÇÃO ANIMAL, 11., 1995, Belo Horizonte, MG. **Anais...** Belo Horizonte: Colégio Brasileiro de Reprodução Animal, 1995. 36p.
- RIBEIRO, E.L.A. et al. Eficiência produtiva em vacas primíparas das raças Aberdeen Angus e Charolês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.125-132, 2001. Disponível em: <<http://www.revista.sbz.org.br/artigo/index.php?artigo=2831>>. Acesso em: 17 jun. 2012.
- OLIVEIRA, J.A.L. et al. Eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.445-452, 1995. Disponível em: <<http://www.revistasbz.org.br/scripts/revista/sbz1/Resumo.asp?NumArtigo=357>>. Acesso em: 11 jan. 2012.
- SALA, V.E. et al. Eficiência produtiva de vacas da raça Nelore. **Boletim de Indústria Animal**, v.66, p.107-113, 1999. Disponível em: <[http://www.iz.sp.gov.br/pesq\\_bia.php?id=285](http://www.iz.sp.gov.br/pesq_bia.php?id=285)>. Acesso em: 30 jun. 2012.