

A genealogia e sua influência no valor genético de reprodutores da raça Nelore¹

Genealogy and its influence in the genetic value of Nelore Breeders

Analía del Valle Garnero², Orlando Zenteno³, Ricardo José Gunski⁴,
Leonardo Martín Nieto⁵ e Raysildo Barbosa Lôbo⁶

Resumo - O índice Mérito Genético Total do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore reúne numa única informação as diferentes predições do valor genético de cinco características. O cálculo leva em conta as Diferenças Esperadas na Progênie para: efeito materno do peso aos 120 dias de idade, efeito genético direto para peso aos 120; 365 e 450 dias de idade e perímetros escrotais aos 365 e 450 dias de idade. O objetivo deste trabalho foi verificar a influência da informação proveniente dos ascendentes (pais e avôs) quando se estima o valor genético dos reprodutores. Foi analisado um arquivo de 29.769 observações, do qual se selecionaram doze touros e a partir deste geraram-se três arquivos: o primeiro com as informações dos touros e seus descendentes, um segundo arquivo acrescentando as informações dos pais e um último no qual se acrescentou a informação dos avôs. A estimação dos parâmetros genéticos foi realizada sob Modelo Animal de característica única. As primeiras posições na classificação se mantiveram inalteradas nos diferentes arquivos, as alterações (no máximo de dois postos) ocorrem a partir da sexta posição, inferindo que poderíamos escolher um reprodutor a partir de seu valor genético estimado de sua própria informação e de seus descendentes, com confiança no valor genético.

Termos para indexação: Diferença Esperada na Progênie (DEP), modelo animal, parâmetros genéticos.

Abstract - The Total Genetic Merit index of The Genetic Improvement Program of the Nelore Breed rejoins in unique information the different predictions for the genetic value of five features. The calculation considers the Expected Differences in the Progeny for the weight maternal effect at 120 days of age; the direct genetic effect for the weight at 120; 365 and 450 days of age; and the scrotal perimeters at 365 and 450 days of age. The study aimed to evaluate the influence of the information from the ascendants (parents and grandparents) when estimates the genetic value of the breeders. A file with 29,769 observations was analyzed, from which twelve bulls were selected, and three files were created based on these bulls: the first file contains the information about the bulls and their descendants; the second one tells the information about the parents and the last one the information about the grandparents. The estimative of the genetic parameters was done under the Animal Model with single characteristics. The first positions in the rating remained unchanged in the different files, the alterations (maximum of two places) happened as of the sixth position. We concluded that we could select a breeder based on his estimated genetic value from his own information and from his descendants, trusting on the genetic value.

Index terms: Expected Difference in the Progeny (EPD), animal model, genetic parameters.

¹ Recebido para publicação em 24/06/2005; aprovado em 06/12/2005.

² Bacharel em Genética, Prof. do Laboratório de Genética, Ciências Biológicas/UFT, Campus Porto Nacional, Rua 03, Q17, Jardim dos Ipês, CEP 77.500-000, Porto Nacional, TO, analiagarnero@uft.edu.br

³ Acadêmico. Dep. de Genética, F.C.E.Q.y N., UNAM. Félix de Azara 1552, CP: 3300. Posadas, Mnes., Argentina, chorcaeb@hotmail.com

⁴ Bacharel em Genética, Prof. do Laboratório de Genética, Ciências Biológicas/UFT, Porto Nacional, TO, rgunski@uft.edu.br

⁵ Bacharel em Genética, Bolsista DCR FUNDECT/CNPq, lmnietogp@cnpgc.embrapa.br

⁶ Médico Veterinário. Prof. do Dep. de Genética/USP, raysildo@anpc.org.br

Introdução

O valor genético de um animal como reprodutor está determinado por um conjunto de características de interesse econômico para as quais transmite seus genes a sua progênie. As decisões de seleção devem estar baseadas em cada uma dessas características, tarefa que se torna mais simples com a utilização de um índice que reúna num único valor as diferentes predições tratando de ponderá-las da maneira mais adequada possível para maximizar o ganho genético (Lindholm & Stonaker, 1957; Lehmann et al., 1961; Vesely & Robison, 1971; Dickerson et al., 1974).

Todos os programas de melhoramento genético atualmente praticados no Brasil utilizam algum tipo de índice (Lôbo et al., 2004; Mercadante et al., 2004; Lagoa da Serra, 2005; Sumário de Touros Nelore CFM, 2004). O Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore utiliza o Mérito Genético Total (MGT), que reúne numa única informação as diferentes predições do valor genético de cinco características, sendo três de crescimento, a diferença esperada na progênie (DEP) dos pesos padronizados aos 120, 365 e 450 dias de idade (P120, P365, P450) e duas de reprodução, as DEP's dos perímetros escrotais padronizados aos 365 e 450 dias de idade (PE365, PE450) (Lôbo et al., 2002). Esse índice vem sendo utilizado desde 1995, e desde então algumas modificações têm sido realizadas buscando maximizar o progresso genético.

As estimativas de herdabilidade das características P120 e P365 variam de 0,19 a 0,33 (Lôbo et al., 1994; Mercadante et al., 1995; Garnero et al., 2001a,b; Cabrera et al., 2001; Garnero et al., 2002) e para P450 os valores de herdabilidade estimados são de alta magnitude, variando de 0,48 a 0,53 (Bittencourt et al., 2000; Garnero et al., 2002; Siqueira et al., 2003). Para os perímetros escrotais padronizados a diferentes idades foram estimados valores de mediana magnitude de herdabilidade de 0,26 e 0,36 por Lobô et al. (1997) e Garnero et al. (2001a), respectivamente. No entanto, valores de alta magnitude: 0,51; 0,61 e 0,52, foram reportados por Pereira et al. (2000), Gressler et al. (2000) e Garnero et al. (2002), respectivamente. Embora os modelos de análises não sejam os mesmos em todos os casos, os resultados mostram ampla variabilidade para estas características na raça Nelore.

Com o significativo avanço na área computacional foi possível a utilização das informações genealógicas dos indivíduos nos modelos de análise, possibilitando a conexão entre grupos contemporâneos, comparações entre animais de distintas gerações além de aumentar a acurácia das predições dos valores genéticos. Assim, a matriz de

parentesco computada no sistema de equações dos modelos mistos representa a matriz de variância e covariância genética. No entanto o incremento das informações nas bases de dados aumenta a complexidade das análises e o tempo requerido para obter as soluções para as equações dos modelos mistos.

Segundo Van Vleck (1970) e Gedelman & Pieper (1986), erros na genealogia produzem diminuição na acurácia das avaliações genéticas, reduzindo o ganho genético. Portanto, informações genealógicas precisas dos animais integrantes do rebanho são primordiais quando se deseja obter valores genéticos confiáveis. Concordando com esses autores, Garnero et al. (2002) confirmaram a importância da genealogia, e em menor magnitude, a influência das informações do desempenho da progênie, quando se prediz o valor genético dos reprodutores. Além disso, as informações provenientes dos netos não influenciaram os valores preditos dos reprodutores.

Segundo Resende & Rosa-Perez (1999), o uso da informação de ascendentes é mais compensadora para características de baixa herdabilidade. Para caracteres de herdabilidades mais altas, o uso de informações do indivíduo é mais relevante. De maneira geral, é mais vantajosa a utilização das informações do indivíduo e de ancestrais mais próximos.

Assim, o objetivo foi identificar e descrever a mudança que ocorre no Mérito Genético Total dos machos e na sua classificação quando são incorporadas as informações provenientes dos ancestrais (pais e avôs).

Material e Métodos

Analisou-se um arquivo de 29.769 observações pertencentes a diferentes fazendas participantes do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore. As características analisadas foram os pesos padronizados aos 120, 365 e 450 dias de idade (P120, P365 e P450) e dos perímetros escrotais aos 365 e 450 dias de idade (PE365 e PE450). Para o ajuste dos pesos e perímetros escrotais às idades-padrão, foi necessária a obtenção do ganho médio diário (GMD), que é a razão da diferença entre os pesos posterior e anterior à idade-padrão pelo número de dias contidos no período compreendido entre as duas pesagens ou mensurações.

As análises estatísticas básicas e a preparação dos arquivos foram realizadas utilizando o *software Statistical Analysis System* (SAS INSTITUTE, 1996) e a estimação dos parâmetros genéticos pelo método dos modelos mis-

tos sob modelo animal de características única utilizando o software *Multiple Traits Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* (Boldman et al., 1995).

Foram realizadas análises de uma única característica, utilizando-se diferentes modelos, conforme o caso. Para a análise das características pré-desmama, utilizou-se o modelo 1 que incluiu, como efeitos fixos, o grupo contemporâneo e classe de idade da vaca ao parto, e como aleatórios, os efeitos genéticos direto, materno e de ambiente permanente da vaca. Para as características pós-desmama, utilizaram-se os modelos 2 e 3, o primeiro incluiu, como efeitos fixos, o grupo contemporâneo e classe de idade da vaca ao parto e, como aleatórios, os efeitos genéticos direto e materno e o segundo modelo incluiu os mesmos efeitos fixos, mas como aleatório somente o efeito direto.

Em termos matriciais os modelos podem ser descritos como:

$$Y = Xb + Z_1a + Z_2m + Z_3p + e \text{ (modelo 1)}$$

$$Y = Xb + Z_1a + Z_2m + e \text{ (modelo 2)}$$

$$Y = Xb + Z_1a + e \text{ (modelo 3)}$$

em que: Y = vetor das observações de cada característica; X = matriz de incidência dos efeitos fixos; b = vetor dos efeitos fixos; Z₁ = matriz de incidência do efeito genético direto de cada animal; a = vetor de efeitos aleatórios genéticos diretos; Z₂ = matriz de incidência do efeito genético materno de cada animal; m = vetor de efeitos aleatórios genéticos maternos; Z₃ = matriz de incidência do efeito de ambiente permanente; p = vetor de efeitos aleatórios de ambiente permanente; e = vetor de efeitos aleatórios residuais.

O grupo contemporâneo (GC) foi constituído por animais nascidos na mesma fazenda, época do ano, sexo e regime alimentar (pasto ou suplementação). Para a formação dos grupos contemporâneos aos 120 dias (GC120) foram considerados quatro trimestres de nascimentos (de janeiro a março, de abril a junho, de julho a setembro e de outubro a dezembro). Entretanto, para os grupos contemporâneos aos 365 e 450 dias (GC365, GC450), utilizaram-se os semestres de nascimento, de janeiro a junho e de julho a dezembro.

Foram escolhidos doze touros (Tabela 1) pelo número de filhos (mínimo de 20) do arquivo total de informações (n=29.769). A partir deste foram gerados três arquivos: o primeiro (G1) constituído pelas informações provenientes de cada reprodutor e da sua descendência (A⁻¹=60491); ao segundo (G2), acrescentou-se a informação proveniente dos pais dos reprodutores (A⁻¹=60511) e por último no terceiro (G3) acrescentou-se a informação dos avós dos mesmos (A⁻¹=60531).

Tabela 1. Filiação e frequência de filhos dos touros da raça Nelore.

| Touro | Pai | Mãe | Nº filhos |
|-------|-------|-------|-----------|
| A | 3237 | 7314 | 43 |
| B | 3237 | 6530 | 88 |
| C | 3237 | 7258 | 30 |
| D | 3250 | 7113 | 65 |
| E | 3237 | 14712 | 28 |
| F | 7263 | 14674 | 61 |
| G | 3237 | 15047 | 34 |
| H | 15478 | 15047 | 51 |
| I | 7498 | 15517 | 37 |
| J | 3260 | 14528 | 27 |
| K | 2993 | 14048 | 85 |
| L | 15521 | 15763 | 20 |

Para os três arquivos foram estimados os parâmetros genéticos e os valores genéticos (VG) e a partir destes foram calculadas as DEP's (VG/2).

O índice Mérito Genético Total (MGT) foi calculado segundo Lobo et al. (2002). O cálculo do MGT para machos leva em conta as seguintes ponderações: 10% da DEP para efeito materno no peso aos 120 dias de idade (DEPMP120); 20% da DEP para efeito direto no peso aos 120 dias de idade (DEPD120); 20% da DEP para efeito direto no peso aos 365 e aos 450 dias de idade (DEPD365 e DEPDP450) e 15% da DEP para efeito direto no perímetro escrotal aos 365 e aos 450 dias de idade (DEPPE365 e DEPPE450).

Como as DEPs são expressas em unidades diferentes, de acordo com a característica, as mesmas devem ser padronizadas em unidades equivalentes, previamente ao cálculo do MGT. Dessa forma, cada DEP foi expressa em unidades de desvio-padrão genético (DPG), obtidos de acordo com cada tipo de arquivo analisado.

Resultados e Discussão

Para as características P120 e P365 (Tabela 2) observaram-se valores de herdabilidade direta de mediana magnitude, dentro dos valores esperados para os rebanhos da raça Nelore no Brasil (Lôbo et al., 1994; Mercadante et al., 1995; Garnero et al., 2001a,b; Cabrera et al., 2001; Garnero et al., 2002). Entretanto, a herdabilidade materna para P365 foi superior à estimada por Lôbo et al. (1994), mas semelhantes aos publicados por Bittencourt et al. (2000) e Garnero et al. (2002), indicando que ainda existe influência materna até os 365 dias de idade. Para a característica P450 (Tabela 2) os valores de herdabilidade estimados são de alta magnitude, concordando com os reportados na literatura (Bittencourt et al., 2000; Garnero et al., 2002; Siqueira et al., 2003).

Tabela 2 - Componentes de variância e valores de herdabilidade para pesos padronizados aos 120, 365 e 450 dias de idade (P120, P365, P450) de bovinos da raça Nelore.

| | P120 | | | P365 | | | P450 | | |
|-----------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G1 | G2 | G3 | G1 | G2 | G3 |
| σ_a^2 | 48,73 | 46,22 | 46,20 | 151,46 | 156,21 | 155,52 | 279,77 | 295,39 | 297,07 |
| σ_m^2 | 15,20 | 15,83 | 16,47 | 56,57 | 55,07 | 55,66 | - | - | - |
| σ_{pe}^2 | 35,35 | 35,04 | 34,58 | - | - | - | - | - | - |
| σ_e^2 | 106,03 | 107,72 | 107,71 | 333,55 | 332,73 | 332,84 | 343,46 | 334,97 | 333,99 |
| h_a^2 | 0,24 | 0,23 | 0,23 | 0,28 | 0,29 | 0,29 | 0,45 | 0,47 | 0,47 |
| ep_a | 0,021 | 0,021 | 0,021 | 0,029 | 0,029 | 0,029 | 0,026 | 0,026 | 0,026 |
| h_m^2 | 0,07 | 0,08 | 0,08 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | - | - | - |
| ep_m | 0,011 | 0,011 | 0,011 | 0,018 | 0,018 | 0,018 | - | - | - |
| c^2 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | - | - | - | - | - | - |
| e^2 | 0,52 | 0,52 | 0,52 | 0,62 | 0,61 | 0,61 | 0,55 | 0,53 | 0,53 |

G1: touros e descendência, G2: touros, descendência e pais, G3: toros, descendência, pais e avôs, s_a^2 : variância genética direta, s_m^2 : variância genética materna, s_{pe}^2 : variância de ambiente permanente, s_e^2 : variância do erro, h_a^2 : herdabilidade direta, ep_a : erro padrão da herdabilidade direta (a) e materna (m), h_m^2 : herdabilidade materna, c^2 : contribuição do ambiente permanente para a variância fenotípica total, e^2 : fração do erro residual.

Os valores de herdabilidade estimados para os perímetros escrotais padronizados a diferentes idades (Tabela 3) são superiores aos estimados por Lobô et al. (1997) e Garnero et al. (2001a), próximos aos reportados por Pereira et al. (2000) e Garnero et al. (2002) e inferiores aos publicados por Gressler et al. (2000). Estes resultados justificam o uso do PE como critério de seleção para melhorar a eficácia reprodutiva tanto em machos como em fêmeas em gado bovino de corte, em função da associação favorável do perímetro escrotal com a idade à puberdade em machos e fêmeas (Martins Filho et al, 1991; Bergmann et al., 1996; Pereira et al., 2000; Martínez-Velázquez et al., 2003).

Após as estimações das DEPs, foi calculado o Mérito Genético Total (MGT) dos reprodutores, que foram classificados em ordem decrescente (Tabela 4). As primeiras cinco posições não se alteram quando se estima o MGT a partir de qualquer dos três arquivos (Tabela 4), possível-

Tabela 3. Componentes de variância e valores de herdabilidade para perímetros escrotais padronizados aos 365 e 450 dias de idade (PE365, PE450).

| | PE365 | | | PE450 | | |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | G1 | G2 | G3 | G1 | G2 | G3 |
| σ_a^2 | 124,63 | 134,40 | 135,97 | 254,21 | 267,76 | 268,28 |
| σ_m^2 | 148,12 | 142,06 | 141,06 | 249,85 | 241,80 | 241,60 |
| h_a^2 | 0,46 | 0,49 | 0,49 | 0,50 | 0,53 | 0,53 |
| ep_a | 0,054 | 0,054 | 0,054 | 0,052 | 0,052 | 0,052 |
| e^2 | 0,54 | 0,51 | 0,51 | 0,50 | 0,47 | 0,47 |

G1: touros e descendência, G2: touros, descendência e pais, G3: toros, descendência, pais e avôs, s_a^2 : variância genética direta, s_m^2 : variância do erro, h_a^2 : herdabilidade direta, ep_a : erro padrão da herdabilidade direta, e^2 : fração do erro residual.

Tabela 4 - Classificação dos touros segundo seu Mérito Genético Total (MGT) dos arquivos G1, G2 e G3.

| Classificação | G1 | | G2 | | G3 | |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Touro | MGT | Touro | MGT | Touro | MGT |
| 1 | B | 2,34 | B | 2,90 | B | 2,84 |
| 2 | G | 2,09 | G | 2,60 | G | 2,51 |
| 3 | C | 1,56 | C | 2,37 | C | 2,21 |
| 4 | A | 0,88 | A | 1,68 | A | 1,68 |
| 5 | F | 0,84 | F | 1,25 | F | 1,35 |
| 6 | D | 0,64 | H | 0,87 | H | 0,86 |
| 7 | H | 0,45 | E | 0,75 | E | 0,72 |
| 8 | J | 0,13 | D | 0,44 | D | 0,37 |
| 9 | E | -0,32 | J | -0,10 | L | 0,00 |
| 10 | K | -0,34 | L | -0,25 | J | -0,13 |
| 11 | L | -0,56 | K | -0,25 | K | -0,32 |
| 12 | I | -1,28 | I | -0,42 | I | -0,56 |

G1: arquivo constituído pelas informações provenientes de cada um dos reprodutores e seu descendência; G2: arquivo com a informação proveniente dos reprodutores e sua descendência, além dos pais dos touros; G3= G1+G2, além da informação dos avôs dos touros.

mente devido ao peso da informação incorporada pela prole de cada touro para a obtenção dos valores genéticos. A mesma seria suficientemente consistente para que os reprodutores não mudem de posição na classificação quando se incorporam as informações dos seus ancestrais. Também poderia ser devido ao material genético aportado pelo pai dos touros A, B, C e G que ocupam quatro das cinco primeiras posições da classificação, o qual é um reprodutor excelente para as características produtivas e reprodutivas nas avaliações do PMGRN. O touro E, nono colocado em G1, meio irmão de A, B, C e G, muda para a sétima posição quando se incorpora a informação dos pais, triplicando seu valor de MGT (Tabela 4).

Outras mudanças verificam-se na classificação a partir do sexto lugar, sendo no máximo de dois lugares (Touros D e E) e ocorrem quando são incorporadas as informações provenientes dos pais (G2) dos touros. Quando se incorporam as informações provenientes dos avôs (G3) só observam-se mudanças na classificação de apenas um lugar (Touros J e L).

Em virtude das trocas que ocorrem nos valores genéticos dos arquivos G1 e G2 pode-se afirmar que as informações dos pais são muito importantes para as estimativas das DEP's e no posterior cálculo do MGT, lembrando que, ao incorporarem-se as informações dos pais, acrescentam-se dados dos irmãos dos touros e por sua vez de seus sobrinhos.

Ao incluir maior quantidade de informação da genealogia se logra uma maior precisão das DEPs e portanto um MGT mais confiável, principalmente, na avaliação do valor genético de animais jovens, os quais não possuem informações próprias consistentes. As pequenas variações do MGT entre os arquivos G2 e G3 possivelmente devam-se ao fato de que os dados que se incorporam, quando acrescentamos, os pais pesam mais que as que incorporam os avôs nas estimativas dos valores genéticos. Entretanto, os valores obtidos no G3 são mais confiáveis, concordando com Van Vleck (1970) e Geldelman & Pieper (1986).

O teste de progênie (G1) é o melhor método para a avaliação de reprodutores, porque os filhos constituem uma amostra real dos genes que o pai recebeu de seus ancestrais. A incorporação dos parentes diretos aumenta a confiabilidade da estimação, não melhorando necessariamente a estimação. Como exemplo, tem-se o touro J que ao receber a informação de seus pais (G2) e avôs (G3) passa a ter uma avaliação negativa (Tabela 4).

As primeiras posições na classificação ficam inalteradas nos diferentes arquivos e as alterações na classificação (máximo de dois lugares) ocorrem a partir do sexto lugar. Assim poderíamos escolher um reprodutor a partir de seu valor genético estimado a partir de sua própria informação e a de seus descendentes, com confiança em seu valor genético, discordando com o concluído por Garnero et al. (2002).

O incremento das informações às bases de dados, torna muito mais complexa a análise, aumentando consideravelmente o tempo requerido para obter as soluções das equações dos modelos mistos. Assim, em futuras avaliações poder-se-ia, reduzir o número de registros genealógicos dos animais até os avôs, com a finalidade de agilizar as avaliações nos programas de melhoramento, sem prejudicar a classificação dos animais avaliados.

Conclusões

As primeiras posições na classificação dos touros pelo Mérito Genético Total permanecem inalteradas e as mudanças, de uma ou duas posições, ocorrem a partir do sexto lugar quando se incorporam as informações provenientes dos pais. Este fato confirma que os valores genéticos obtidos a partir da avaliação apenas dos touros e seus descendentes são confiáveis.

Agradecimentos

Os autores agradecem a ANCP pelo auxílio financeiro e aos criadores do PMGRN pelo fornecimento dos dados.

Referências Bibliográficas

- BERGMANN, L. D.; ZAMBORLINI, L. C.; PROCÓPIO, C. S. O.; ANDRADE, V. J.; VALE FILHO, V. R. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.48, n.1, p.69-78, 1996.
- BITTENCOURT, T. C. C.; MARAJO, J. C. C. R.; LOBÔ, R. B.; BEZERRA, L. A. F. Estimação de componentes de (co)variancia e predição de DEP's para características de crescimento pos-desmama, usando diferentes modelos estatísticos. In: SIMPOSIO DE PECUARIA - PERSPECTIVAS PARA O III MILENIO, 1. 2000. Pirassununga. **Anais...** Pirassununga, 2000. 1 CD-ROM.
- BOLDMAN, K. G.; KRIESE, L. A.; VAN VLECK, L. D.; KACHMAN, S. D. A. **A manual for use for MTDREM**: a set of programs to obtain of variance and covariances [DRAF]. Lincoln: Department of Agriculture. Agricultural Research Service, 1995.
- CABRERA, M. E.; GARNERO A. del V.; LÔBO, R. B.; GUNSKI, R. J. Efecto de la incorporación de la covarianza genética directa-materna en el análisis de características de crecimiento en la raza Nelore. **Livestock Research for Rural Development**, v.13, n.3, p.1-7. 2001. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd12/1/cabr133.htm>> Acesso em: 21 jan. 2004
- DICKERSON, G. E.; KUNZI, N.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R. M.; ARTHAUD, V. H.; GREGORY, K. E. Selection criteria for efficient beef production. **Journal Animal Science**, v.39, n.4, p.659-673, 1974.
- GARNERO, A. del V.; LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N. Comparação entre alguns critérios de seleção para crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.714-718, 2001a.
- GARNERO, A. del V.; GUNSKI, R. J.; SCHWENGBER, E. B.; LÔBO, R. B. Comparación entre criterios de selección para características de crecimiento correlacionados con edad al primer parto

- en la raza Nelore. **Livestock Research for Rural Development**, v.13, n.2, p.1-12. 2001b. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/2/garn132.htm>> Acesso em: 21 jan. 2004.
- GARNERO, A. del V.; FERNANDES, M. B.; FIGUEIREDO, L. F. C.; LÔBO, R. B. Influência da incorporação de dados de progênies na classificação de touros da raza nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.918-923, 2002.
- GEDELMAN, H.; PIEPER, U. Effect of misidentification on the estimation of breeding value and heredability in cattle. **Journal of Animal Science**, v.63, n.6, p.1759-1768, 1986.
- GRESSLER, S. L.; BERGMANN, J. A. G.; PEREIRA, C. S.; PENNA, V. M.; PEREIRA, J. C. C.; GRESSLER, M. G. M. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.427-437, 2000.
- LAGOA DA SERRA LTDA. 2004. **Sumário PAINT 2004**. Lagoa Ltda., Sertãozinho, SP. Disponível em: <<http://www.lagoa.com.br>> Acesso em: 21 fev. 2005
- LEHMANN, R. P.; GAINES, J. A.; CARTER, R. C. BOVARD, K. P.; KINCAID, C. M. Selection indexes for weanling traits in beef calves. **Journal of Animal Science**, v.20, n.1, p.53-57, 1961.
- LINDHOLM, H. B.; STONAKER, H. H. Economic importance of traits and selection indexes for beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.16, n.3, p.998-1006, 1957.
- LÔBO, R. B., BORJAS, A. de los R.; FERRAZ, J. B. S.; BEZERRA, L. A. F.; MERCADANTE, M. E. Z.; DUARTE, F. A. M. Bivariate animal model analysis of weights and scrotal circumference of nellore cattle in Brasil. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., 1994. Guelph, Canada. **Proceedings...** Guelph: University of Guelph, 1994. 199p.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto: GEMAC. Departamento de Genética: FMRP: USP, 1997. 65p.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. de U.; REYES, A. de los B.; BERGMANN, J. A. G. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto. GEMAC. Departamento de Genética: FMRP: USP, 2001. 60p.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. de U.; REYES, A. de los B.; BERGMANN, J. A. G. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto: GEMAC. Departamento de Genética: FMRP: USP, 2002. 60p.
- LÔBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; OLIVEIRA, H. N.; MAGNABOSCO, C. de U.; REYES, A. de los B.; BERGMANN, J. A. G. **Avaliação genética de animais jovens, touros e matrizes**. Ribeirão Preto: GEMAC. Departamento de Genética: FMRP: USP, 2004. 60p.
- MARTINEZ-VELAZQUEZ, G.; GREGORY, K. E.; BENNETT, G. L.; VAN VLECK, L. D. Genetic relationships between scrotal circumference and female reproductive traits. **Journal of Animal Science**, v.81, p.395-401, 2003.
- MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R. B. Estimates of genetics correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nellore cattle. **Revista Brasileira de Genética**, v.14, p.209-212, 1991.
- MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; REYES, A. de los B. Parâmetros genéticos para características de crescimento em cebuínos de carne. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.3, n.1, p.45-89, 1995.
- MERCADANTE, M. E. Z.; RAZOOK, A. G.; CYRILLO, J. N. S. G.; FIGUEIREDO, L. A. **Programa de seleção da Estação Experimental de Zootecnia de sertãozinho**: resultados de pesquisas, sumário de touros Nelore. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 2004. 35p. (Série Pesquisa Apta. Boletim Científico, 12).
- PEREIRA, E.; ELER, J. P.; FERRAZ, J. B. S. Correlação genética entre perímetro escrotal e algumas características reprodutivas na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1676-1683, 2000.
- RESENDE, M. D. V.; ROSA-PEREZ, J. R. H. **Genética quantitativa e estatística no melhoramento animal**. Curitiba: UFPR, 1999. 494p.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide for windows environment**. 6.08 ed. Cary, 1996.
- SIQUEIRA, R. L. P. G., OLIVEIRA, J. A.; LOBO, R. B.; BEZERRA, L. A. F.; TONHATI, H. Análise da variabilidade genética aditiva de características de crescimento na raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.1, p.99-105., 2003.
- Sumário de Touros Nelore CFM 2004. Publicação da Agropecuária CFM/São José do Rio Preto: Agro-Pecuária-CFM, 2004. 50p.il.
- VAN VLECK, L. D. Index selection for direct and maternal genetic components of economic traits. **Biometrics**, v.26, n.3, p.477-483, 1970.
- VESELY, J. A., ROBISON, O. W. Conventional selection indexes for birth and weaning traits in beef calves. **Journal of Animal Science**, v.33, n.3, p.537-541, 1971.