



AUTORES:

Ronyere Olegário de Araujo¹

Wiris Pereira Gloria²

Cintia Righetti Marcondes³

Analía Del Valle Garnero⁴

Ricardo José Gunski⁴

Raysildo Barbosa Lôbo⁵

¹UPrograma de Pós Graduação em Ciências Animais / EAV-UnB, 70910-900, Brasília, DF, Brasil

²UFT, Jardim dos Ipês 77500-000, Porto Nacional, TO, Brasil

³Embrapa, Rodovia Washington Luiz, km 234 - CEP 13560-970 São Carlos-SP.

⁴Unipampa, 97105-900, São Gabriel, RS, Brasil

⁵Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores, ANCP, 14020-230, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

Recebido: 15/02/2009

Aprovado: 23/04/2010

AUTOR CORRESPONDENTE:

Cintia Righetti Marcondes:
cintia@cppse.embrapa.br

PALAVRAS-CHAVE:

Crescimento,
Gado de Corte,
Herdabilidades

KEY WORDS:

Beef cattle,
Growth,
Heritability

Índice perímetro escrotal-peso ajustado aos 365 e 450 dias de idade para bovinos Nelore

Scrotal circumference-weight index adjusted to 365 and 450 days of age in Nelore cattle

Resumo: Estimativas de herdabilidade do índice perímetro escrotal/peso ajustado para 365 (IND365) e 450 dias de idade (IND450) foram obtidas para rebanhos da raça Nelore do Estado do Tocantins. Aplicaram-se dois modelos para IND365 (com e sem efeito materno) e um modelo para IND450 (sem efeito materno), tendo como aleatórios os efeitos genéticos aditivos diretos, maternos e o residual; como fixo o efeito de grupo de contemporâneos e, como covariável, a idade da vaca ao parto. As médias fenotípicas foram 0,857 mm/kg para o IND365 e 0,823 mm/kg para o IND450. As estimativas de herdabilidade direta (h^2_a) e materna para IND365 foram de baixa magnitude e iguais a 0,16 e 0,02; 0,15, respectivamente para o modelo com efeito materno e sem efeito materno. A estimativa de h^2_a para o IND450 foi considerada de moderada magnitude (0,28). A partir das estimativas de herdabilidade das características analisadas concluiu-se que poderiam ser utilizadas como critérios de seleção, respondendo de forma satisfatória e levando à modificação das médias fenotípicas dos rebanhos da raça Nelore.

Abstract: Estimates of the heritability of the scrotal circumference/weight index adjusted at 365 (IND365) and 450 days (IND450) of age were calculated for Nelore herds in the Brazilian State of Tocantins. Two single-trait animal models (with and without maternal effect) were used to obtain estimates of covariance for IND365 and a single-trait animal model was used for IND450. Additive direct maternal and residual genetic effects were random, the group effect of contemporaries was fixed and the age of the cow on birth was co-variable. The phenotype measurements were 0.857 mm/kg for IND365 and 0.823 mm/kg for IND450. The estimates of direct (h^2_a) and maternal heritability for IND365 were low, at 0.16 and 0.02; 0.15, respectively, for the models with and without maternal effect. The estimated h^2_a value for IND450 was moderate (0.28). These estimates suggest the possibility of selection procedures as alternative criteria for Nelore breeding programs.

1 Introdução

Em sistemas de produção de gado de corte a receita é resultante, principalmente, da venda dos animais à desmama ou para o abate, sendo os ganhos de peso nos períodos pré e pós-desmama fatores determinantes na lucratividade desta atividade. Mais recentemente, a intensificação dos sistemas de produção, a demanda por eficiência, as exigências do mercado e o desejo dos criadores em tomar decisões embasadas num conjunto de características mais estreitamente relacionadas ao valor econômico da produção, permitiram a incorporação de uma série de critérios, dentre os quais características relacionadas à fertilidade. No Brasil, a pecuária de corte, em especial a tocaninense, está em fase de crescimento, modernização e de grande interesse na aplicação de tecnologias que possam aumentar a produtividade e o rendimento dos rebanhos, buscando animais precoces quanto ao crescimento, reprodução e terminação da carcaça.

Tradicionalmente, medidas de desempenho ponderal (pesos e ganhos de peso) servem como critérios de seleção nos diversos programas de melhoramento existentes no Brasil, pois são características consideradas de herdabilidade moderada a alta (MARCONDES et al., 2000; ROSA et al., 2001) respondendo, desta forma, à seleção. Nesse sentido, o cálculo dos ganhos de peso nas fases pré e pós-desmama auxilia o processo seletivo dos animais, permitindo a escolha daqueles indivíduos mais precoces (GARNERO et al., 2001; CYRILLO et al., 2004) e evitando a seleção de animais cada vez mais pesados à fase adulta, pois animais de maior porte têm maior exigência de manutenção e produção, o que pode não ser economicamente interessante em sistemas nos quais a suplementação protéica, ou mesmo a melhoria das pastagens, não seja viável.

O perímetro escrotal (PE) é uma característica que vem sendo utilizada nos programas de melhoramento genético animal, devido à fácil mensuração e também por estar associado a algumas características de interesse econômico, como o ganho de peso (PINTO et al., 1989; MARTINS-FILHO; LÔBO, 1991; BERGMANN et al., 1996; GARNERO et al., 2001; 2006) e a fertilidade de machos e fêmeas (GIANLORENÇO et al., 2003). Ortiz Peña, Queiroz e Fries (2001) comentaram a importância de se conhecer as inter-relações entre o perímetro escrotal e a precocidade de crescimento, sugerindo o uso desta característica corrigida para idade e peso ao sobreano na seleção para precocidade sexual. Perei-

ra, Eler e Ferraz (1998) estimaram a herdabilidade da razão perímetro escrotal e peso ao sobreano (PE 550/Peso 550) como de média a alta magnitude, em animais da raça Nelore pertencentes ao grupo CFM, concluindo que tais estimativas permitiriam boa resposta à seleção.

O êxito dos programas de melhoramento vincula-se ao estabelecimento de objetivos e metas bem definidos, que sejam coerentes com a estrutura de mercado vigente e às condições ambientais e sociais. Desta forma, critérios de seleção que combinam duas características geneticamente correlacionadas com a precocidade poderão proporcionar maiores retornos econômicos e, espera-se, maior contribuição social e menor impacto ambiental nos sistemas de criação.

Este trabalho, portanto, objetiva estudar as estimativas de herdabilidade da característica índice PE/Peso, em milímetros/quilogramas (considerando-se PE e Peso ajustados para 365 e 450 dias de idade), por meio de diferentes modelos, em rebanhos da Raça Nelore do Estado do Tocantins.

2 Material e Métodos

O arquivo inicial apresentava 14.455 animais da raça Nelore, nascidos no período de 1971 a 2005 em cinco fazendas do Estado do Tocantins, fornecidos pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN-Nelore Brasil). Os animais foram monitorados do nascimento aos 21 meses de idade e as matrizes também pesadas ao parto, na desmama dos seus produtos e nos meses de abril e outubro de cada ano. Todas as fazendas adotam sistema de criação extensivo, sendo a braquiária (*Brachiaria sp*) a pastagem predominante no Estado, com presença de solos ligeiramente ácidos (latosolos). As características climáticas e edafológicas das cinco fazendas utilizadas neste estudo são semelhantes, apesar de suas distintas localizações. A temperatura média anual no Estado varia de 26 °C a 28 °C, com precipitação média anual de 2.100 mm (Centro ao Norte) a 1300mm (Centro ao Sul).

A edição dos dados foi realizada pelo *software* estatístico SAS (SAS, 2001), sendo inicialmente eliminados do arquivo todos os animais sem registro de PE ou Peso nas idades de 365 e 450 dias, além dos registros 2,5 desvios-padrão acima ou abaixo da média de cada característica, dentro da população. Os grupos de contemporâneos (GCs) para as características Índice Perímetro Escrotal/Peso ajustado para 365 dias (IND365) e ajustado para 450 dias

(IND450) de idade consideraram: fazenda, ano, estação (de janeiro a junho ou de julho a dezembro) e lote de manejo aos 365 dias de idade e, para o GC450, acrescentou-se o lote de manejo aos 450 dias de idade. Excluíram-se os GCs, tanto para o IND365 quanto para o IND450, que apresentavam menos de quatro animais.

Após a edição, o arquivo para o IND365 continha 683 registros de animais, filhos de 69 touros e 664 matrizes, nascidos em cinco fazendas no Estado do Tocantins, no período de 1997 a 2003, os quais foram agrupados em 16 GC365. Para o IND450, o arquivo apresentou 623 registros de animais, filhos de 71 touros e 591 vacas, nascidos em cinco fazendas no Estado do Tocantins, no período de 1997 a 2003, pertencentes a 19 GC450. O teste de Normalidade *Kolmogorov-Smirnov* foi realizado utilizando-se o *software* estatístico SAS (SAS, 2001), o qual forneceu valor crítico da estatística “D” de 0,157653 para o IND365 e 0,149954 para o IND450, com nível de significância a 0,01. Assim, por estes valores, as características avaliadas apresentam distribuição Normal dos resíduos.

O programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1995) foi utilizado para a obtenção dos componentes de variância e herdabilidades das características, sob modelo animal. Realizaram-se análises unicaráter, sob dois diferentes modelos para IND365 (com e sem efeito materno) e um modelo para IND450 (sem efeito materno), os quais consideraram como aleatórios os efeitos genéticos aditivos diretos, maternos (fixando-se a covariância aditiva-materna igual a zero, para IND365) e o residual; como fixo o efeito de GC (GC365 para IND365 e GC450 para IND450) e, como covariável, a idade da vaca ao parto, em dias (efeitos linear e quadrático). A média de progênie/vaca foi de 1,02 para o arquivo do IND365 e de 1,05 para o arquivo do IND450, o que justifica a não inclusão do efeito de ambiente permanente nos modelos de análise. A matriz de parentesco continha 1426 animais para a característica IND365 e 1285 animais para IND450.

Em termos matriciais, as equações de modelos mistos para obtenção dos BLUP (Melhor Preditor Linear não Viesado), sob modelo animal, podem ser descritas como:

$$y = Xb + Z1a + e, \text{ em que:}$$

y = vetor das observações de cada característica;
X = matriz de incidência dos efeitos fixos (GCs);
b = vetor dos efeitos fixos;
Z1 = matriz de incidência do efeito genético direto

de cada animal;

a = vetor de efeitos genéticos diretos aleatórios;

e = vetor de efeitos residuais aleatórios.

E, incluindo-se o efeito materno,

$$y = Xb + Z1a + Z2m + e, \text{ em que:}$$

Z2 = matriz de incidência do y ao efeito materno;

m = vetor dos valores genéticos para efeitos maternos.

As pressuposições assumidas pelo modelo foram: $E(y) = Xb$; $E(a) = 0$; $E(m) = 0$; $E(e) = 0$; $Va(a) = A\sigma^2a$; $Va(m) = A\sigma^2m$; $Va(e) = I_n\sigma^2e$, em que A é a matriz de parentesco, σ^2a é a variância genética aditiva, σ^2e é a variância residual e I é uma matriz Identidade de ordem r por r.

A convergência das análises foi determinada quando o valor de -2LogL não sofreu mais alterações após a quarta casa decimal, adotando-se o critério de convergência de 10^{-9} . Foi calculado o LR (*Likelihood Ratio Test*), com base nos valores de -2LogL dos dois modelos testados para IND365 (com e sem efeito materno) e comparado ao valor tabelado de χ^2 com dois graus de liberdade e $\alpha=0,05$.

3 Resultados e Discussão

Após as análises iniciais do arquivo de dados, restaram 3.299 registros de P365 e 683 de PE365; 2.637 registros de P450 e 623 de PE450, gerando 683 e 623 informações de IND365 e IND450, respectivamente. A média do P365 (214 kg) foi inferior aos valores reportados na literatura. Ferraz Filho et al. (2002) apresentaram média de 221 kg, para animais Nelore criados a pasto nas regiões Centro-Oeste, Nordeste e Sudeste do Brasil. Para o P450, a média de 244kg foi ligeiramente inferior ao valor de 250kg apresentado por Siqueira et al. (2003) para o P455 de animais Nelore criados em diferentes regiões brasileiras.

A média do PE365 foi ligeiramente inferior (181 mm ou 18,1 cm) aos valores estimados por Cabrera et al. (2002) e Reyes Borjas et al. (2003), de 19,6 e 19,4 cm, respectivamente, para animais da mesma raça e idade. O PE450 apresentou média de 208 mm (ou 20,8 cm), com variação entre 130 e 340 mm nos 623 machos estudados. Comparando-se à média observada por Bergmann et al. (1996), aos resultados de Gressler et al. (2000) e à média de 26,4 cm dos 549 machos estudados por Silveira et al. (2004) no Mato Grosso do Sul, sendo todos relacionados ao PE aos 18 meses de idade, o valor observado neste trabalho para o PE450 foi ligeiramente inferior, em

parte explicado pela diferença de, aproximadamente, 100 dias na idade dos animais.

Segundo Bergmann et al. (1996), a seleção para aumento do perímetro escrotal não teria benefícios econômicos diretos, mas sim sua relação com a precocidade sexual, fertilidade, qualidade e quantidade espermática e capacidade de serviço. Outros autores relatam que existem evidências de que o perímetro escrotal esteja correlacionado geneticamente com a idade à puberdade nos machos e nas fêmeas (COULTER; FOOTE, 1979), com a fertilidade das fêmeas aparentadas a estes machos (GRESSLER et al., 2000), com características físicas e morfológicas do sêmen (SARREIRO et al., 2002) e com o desenvolvimento ponderal (SILVEIRA et al., 2004).

As estimativas de herdabilidade e correlação genética, realizadas no mesmo arquivo de dados e apresentadas no trabalho de Glória et al. (2006), para as características PE365, PE450, P365 e P450, mostraram valores inferiores aos obtidos na literatura (CYRILLO et al., 2001; ORTIZ PEÑA; QUEIROZ; FRIES, 2001; GARNERO et al., 2006).

As estimativas de herdabilidade direta para P365 foram de 0,17 e 0,19, respectivamente, em análise conjunta com P450 e com PE365, as quais foram respectivamente iguais a 0,14 e 0,17, sendo estes valores também inferiores aos descritos na literatura coligida (CYRILLO et al., 2001; ORTIZ PEÑA; QUEIROZ; FRIES, 2001; GARNERO et al., 2006). As correlações genéticas variaram de 0,43 (P365 e P450) a 0,73 (P365 e PE365). Os resultados de Glória et al. (2006) evidenciaram, portanto, a menor variabilidade genética aditiva presente nos rebanhos tocantinenses, quando comparada à estimativa geral do PMGRN-Nelore Brasil.

Em relação aos índices propostos, os valores médios observados foram iguais a $0,857 \pm 0,121$ mmkg¹ para IND365 e $0,823 \pm 0,120$ mmkg¹ para o IND450, superiores àquele encontrado por Pereira, Eler e Ferraz (1998), de $0,02$ cm/kg¹ para IND550. Para exemplificar a aplicação da característica IND365 nos dados de dois animais, pode-se considerar um animal A com PE365 de 296 mm e P365 de 464 kg e um animal B com valores iguais a 300 mm e 490 kg. A princípio, o animal B apresenta maiores peso e perímetro escrotal, no entanto o IND365 é de $0,61$ mm kg¹, valor inferior ao do animal A ($0,64$ mm kg¹). Com isso, a escolha dos animais não seria realizada pelo maior peso e perímetro, mas sim pelo melhor índice, permitindo a seleção de indivíduos mais precoces para crescimento.

A variância genética aditiva e a variância resi-

dual (para o modelo sem efeito materno) foram, respectivamente, iguais a $0,00142$ e $0,00763$ (mm kg¹)² para o IND365 (Tabela 1) e, para o modelo que considerou o efeito materno, as variâncias genética aditiva, maternal e residual foram, respectivamente, iguais a $0,00136$; $0,00015$ e $0,00754$ (mm kg¹)². Quando a análise genética não considerou o efeito materno, como no caso do IND450, os valores da variância genética aditiva e da variância residual foram, respectivamente, iguais a $0,00240$ e $0,00629$ (mm kg¹)². O LR calculado foi igual a $0,05$ com $P > 0,05$, indicando que a inclusão do efeito materno no modelo não foi relevante à característica IND365.

Tabela 1 - Componentes de variância e herdabilidades para as características índice perímetro escrotal-peso aos 365 dias de idade (IND365) e índice perímetro escrotal-peso aos 450 dias de idade (IND450), de animais da raça Nelore criados no Estado do Tocantins.

Características	Modelos*	σ_a^2	σ_m^2	σ_e^2	$h_a^2 \pm EP$	$h_m^2 \pm EP$
IND365	1	0,00136	0,00015	0,00754	$0,15 \pm 0,034$	$0,02 \pm 0,023$
	2	0,00142	n.e.	0,00763	$0,16 \pm 0,034$	n.e.
IND450	2	0,0024	n.e.	0,00629	$0,28 \pm 0,025$	n.e.

σ_a^2 = variância genética aditiva direta; σ_m^2 = variância genética aditiva materna; σ_e^2 = variância residual; $h_a^2 \pm EP$ = herdabilidade direta (\pm erro-padrão); $h_m^2 \pm EP$ = herdabilidade materna (\pm erro-padrão); * 1 = modelo com efeito materno e 2 = modelo sem efeito materno; n.e. = não estimado.

As estimativas de herdabilidade direta (h_a^2) para IND365 foram de baixa magnitude ($0,16 \pm 0,03$ para o modelo sem efeito materno e $0,15 \pm 0,03$ para o modelo com efeito materno) e da herdabilidade materna (h_m^2) foi igual a $0,02 \pm 0,02$, valores estes inferiores a $0,34$ e $0,06$, respectivamente, para h_a^2 e h_m^2 , encontrados por Pereira, Eler e Ferraz (1998) para IND550, assim como as estimativas obtidas por Gianlorenço et al. (2003), em análises unicaráter, para P365 ($0,38$) e PE365 ($0,52$), consideradas de alta magnitude. Os valores foram, no entanto, semelhantes àqueles obtidos por Glória et al. (2006), para as características P365, P450 e PE365 estudadas, em separado e não como índice, com a mesma base de dados.

A estimativa de h_a^2 para IND450 foi de moderada magnitude ($0,28 \pm 0,03$) e superior àquela obtida para o P450 ($0,14$), na mesma base de dados (GLÓRIA et al., 2006), sugerindo melhor resposta à seleção se comparada ao P450. No entanto, foi inferior àquela encontrada por Pereira, Eler e Ferraz (1998) para IND550.

Cyrillo et al. (2001) encontraram correlação genética entre peso e perímetro escrotal aos 18 meses de idade na ordem de $0,46$, indicando a possibilidade de seleção indireta, ou seja, que o enfoque dado à seleção para maiores pesos levaria à melhoria de

caracteres reprodutivos como a idade à puberdade e a fertilidade de machos e fêmeas. Apesar disto, há poucos estudos que analisaram concomitantemente essas características como um critério alternativo de seleção e como uma forma de alterar a curva de crescimento dos animais. O critério alternativo proposto por Ortiz Peña, Queiroz e Fries (2001), com correção do perímetro escrotal ao sobreano para idade e peso forneceu estimativa de herdabilidade direta de 0,47, valor superior ao deste estudo, apesar do mesmo enfoque de considerar a relação peso-perímetro escrotal em somente um critério de seleção. Possivelmente, razões metodológicas referentes à estatística de um critério baseado na razão entre duas características ocasionaram dificuldades de detecção quanto à variância existente na característica estudada neste trabalho.

O uso de poucos reprodutores, a entrada recente no programa de melhoramento e a baixa qualidade do controle zootécnico, sendo poucos animais pesados e medidos (683 e 623 animais, respectivamente para IND365 e IND450), em relação aos 14.455 nascidos, são fatores que afetam diretamente a qualidade dos arquivos de desempenho e de genealogia e, conseqüentemente, a detecção de variabilidade nos rebanhos estudados.

4 Conclusões

As estimativas de herdabilidade obtidas para as características analisadas foram de baixa (IND365) a moderada (IND450) magnitude em animais da raça Nelore do Estado do Tocantins. A inclusão do efeito materno não foi suficiente para alterar a estimativa de herdabilidade direta do IND365, resultando em herdabilidade materna próxima a zero. O IND450, por sua vez, pode ser utilizado como critério de seleção nos programas de melhoramento e responder de forma satisfatória à seleção, levando à modificação da média fenotípica nos rebanhos estudados.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq - Brasil, em parceria com a Secretaria de Ciência e Tecnologia do Estado do Tocantins - SECT, do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN-Nelore Brasil) e da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP).

Referências

- BERGMANN, J.A.G.; ZAMBORLINI, L.C.; FONSECA, C.S.P.; ANDRADE, V.J.; VALE FILHO, V.R. Estimativas de parâmetros genéticos do perímetro escrotal e do peso corporal em animais da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.48, n.1, p.69-78, 1996.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; VAN VLECK, L. D.; KACHMAN, S.D. A manual for use for MTDFREML- a set of programs to obtain of variance and covariance [DRAF]. Lincoln: Department of Agriculture /Agricultural Research Service, 1995.
- CABRERA, M.E.; GARNERO, A. Del V.; LÔBO, R.B.; GUNSKI, R.J. Parâmetros genéticos para perímetro escrotal em la raza Nelore. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*, v.5, n.2, p.225-229, 2002.
- COULTER, G.H.; FOOTE, R.H. Bovine testicular measurements as indicators of reproductive performance and their relationship to productive traits in cattle: a review. *Theriogenology*, v.11, n.4, p.297-311, 1979.
- CYRILLO, J.N.S.G.; RAZOOK, A.G.; FIGUEIREDO, L.A.; BONILHA NETO, L.M.; MERCADANTE, M.E.Z.; TONHATI, H. Estimativas de tendências e parâmetros genéticos do peso padronizado aos 378 dias de idade, medidas corporais e perímetro escrotal de machos Nelore de Sertãozinho, SP. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.1, p.56-65, 2001.
- CYRILLO, J.N.S.G.; ALENCAR, M.M.; RAZOOK, A.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; FIGUEIREDO, L.A. Modelagem e estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos do nascimento à seleção (378 dias) de machos Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1405-1415, 2004.
- FERRAZ FILHO, P.B.; SILVA, L.O.C.; ALENCAR, M.M.; BIANCHINI SOBRINHO, E.; SOUZA, J.C. Tendência genética em pesos de bovinos da raça Nelore Mocho no Brasil. *Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar*, v.5, n.1, p.009-013, 2002.
- 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, 2001.
- GARNERO, A. Del V.; ZENTENO, O.; GUNSKI, R.J.; NIETO, L.M.; LÔBO, R.B. A genealogia e sua influência no valor genético de reprodutores da raça Nelore. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.2, p.235-240, 2006.
- GIANLORENÇO, V.K.; ALENCAR, M.M.; TORAL, F.L.B.; MELLO, S.P.; FREITAS, A.R.; BARBOSA, P.F. Herdabilidades e correlações genéticas de características de machos e fêmeas, em um rebanho bovino da raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.6, p.1587-1593, 2003.
- GLÓRIA, W.P.; ARAÚJO, R.O.; MARCONDES, C.R.; GARNERO, A. Del V.; LÔBO, R.B. Características correlacionadas de peso e perímetro escrotal pós-desmama de animais tocantinenses da raça Nelore: análises

- iniciais. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFT, 2., 2006, Palmas. *Anais...* Palmas, 2006 (CD-ROM).
- 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.
- MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; PEREIRA, J.C.C.; PENNA, V.M. Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n.1, p.83-89, 2000.
- MARTINS-FILHO, R.; LÔBO, R.B. Estimates of genetic correlations between sire scrotal circumference and offspring age at first calving in Nelore cattle. *Revista Brasileira de Genética*, v.14, p.209-212, 1991.
- ORTIZ PEÑA, C.D.; QUEIROZ, S.A.; FRIES, L.A. Comparação entre critérios de seleção de precocidade sexual e a associação destes com características de crescimento em bovinos Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.1, p.93-100, 2001.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética da relação perímetro escrotal (PE 550) / peso aos 550 dias (PES 550) na raça Nelore. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2., 1998, Uberaba. *Anais...* Uberaba, 1998. p. 325-326.
- PINTO, P.A.; SILVA, P.R.; ALBUQUERQUE, L.G.; BEZERRA, L.A.F. Avaliação da biometria testicular e capacidade de monta em bovinos das raças Guzerá e Nelore. *Revista Brasileira de Reprodução Animal*, v.13, p.151-156, 1989.
- REYES BORJAS, A. de los; ELZO, M.A.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.F. Efecto de la selección de toros Nelore jóvenes para perímetro escrotal sobre características de crecimiento de sus progenies. *Livestock Research for Rural Development*, v.15, n.10, 2003.
- ROSA, A.N.; LÔBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N.; BEZERRA, L.A.F.; REYES BORJAS, A. de los. Peso adulto de matrizes em rebanhos de seleção da raça Nelore no Brasil. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.3, p.1027-1036, 2001.
- SARREIRO, L.C.; BERGMANN, J.A.G.; QUIRINO, C.R.; PINEDA, N.; FERREIRA, V.C.P.; SILVA, M.A. Herdabilidade e correlação genética entre perímetro escrotal, libido e características seminais de touros Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.54, n. 6, p.602-608, 2002.
- SAS, *SAS user's guide: statistical*. Carey, NC: Analysis System Institute, 2001.
- SILVEIRA, J.C.; McMANUS, C.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, L.O.C.; SILVEIRA, A.C.; GARCIA, J.A.S.; LOUVANDINI, H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho Nelore no Estado do Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.
- SIQUEIRA, R.L.P.G.; OLIVEIRA, J.A.; LÔBO, 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.32, n.1, p.99-105, 2003.