

PARÂMETROS GENÉTICOS PARA PERÍODO DE GESTAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO PRÉ E PÓS DESMAME EM BOVINOS NELORE¹

HEVERTON LUIS MOREIRA^{2*}, ÉRIKA BREDÁ CANOVA², DANÍSIO PRADO MUNARI³, LUIZ ANTONIO FRAMARTINO BEZERRA⁴, RAYSILDO BARBOSA LÓBO⁴, CLAUDIA CRISTINA PARO DE PAZ^{2,4}

¹Recebido para publicação em 11/11/14. Aceito para publicação em 18/05/15.

²Instituto de Zootecnia (IZ), Centro APTA Bovinos de Corte, Sertãozinho, SP, Brasil.

³Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP, Brasil.

⁴Universidade de São Paulo (USP), Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Departamento de Genética, Ribeirão Preto, SP, Brasil.

*Autor correspondente: hmoreira@usp.br

RESUMO: O objetivo deste estudo foi estimar as herdabilidades e as correlações genéticas e fenotípicas para o período de gestação como característica do bezerro (PGbez) e características de desempenho pré desmame: peso ao nascimento (PN), peso ao 120 dias (P120) e peso ao 210 dias (P210), e características de desempenho pós-desmame: peso aos 365 dias e peso aos 450 dias (P450) em animais da raça Nelore participantes do Programa Nelore Brasil coordenado pela Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores (ANCP). Os parâmetros foram estimados utilizando o método de máxima verossimilhança restrita por modelo animal, usando o software WOMBAT. A correlação genética entre PGbez e PN foi 0,15, indicando associação favorável entre as duas características, porém de pequena magnitude. O PGbez apresentou correlações genéticas positivas e de baixa magnitude (0,06 a 0,10) com os demais pesos, indicando que a seleção para a diminuição do período de gestação não acarretaria em perdas significativas nos pesos em idades mais avançadas. Além disso, é possível inferir que a seleção para maior P365 não aumentará expressivamente o período de gestação.

Palavras-chave: gado de corte, correlação genética, produção, reprodução.

GENETIC PARAMETERS FOR GESTATION LENGTH AND PRE- AND POSTWEANING GROWTH TRAITS IN NELLORE CATTLE

ABSTRACT: The objective of this study was to estimate heritabilities and genetic and phenotypic correlations for gestation length as calf trait (GLcalf) and preweaning [birth weight (BW) and weights at 120 (W120) and 210 (W210) days] and postweaning performance traits [weights at 365 (W365) and 450 (W450) days] in Nelore cattle participating in the Nelore Brazil Program coordinated by the National Association of Breeders and Researchers (Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores - ANCP). The parameters were estimated by the restricted maximum likelihood method under an animal model using the WOMBAT software. The genetic correlation between GLcalf and BW was 0.15, indicating a favorable association between the two traits which, however, was of small magnitude. GLcalf showed low positive genetic correlations (0.06 to 0.10) with the other weights, indicating that selection to reduce gestation length would not result in significant losses in weights at older ages. Furthermore, it is possible to infer that selection for higher W365 will not expressively increase gestation length.

Keywords: beef cattle, genetic correlation, production, reproduction.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores e exportadores de carne bovina do mundo, com perspectivas de crescimento pelas aberturas de novos mercados internacionais. Para atender essas perspectivas de exportações, novas estratégias de elevação de produtividade e de qualidade de produtos ligados ao setor pecuário devem tornar-se prioridade. Para isso, a seleção de animais geneticamente superiores para características de valor econômico deve ser o principal objetivo de seleção da atividade.

As informações de desempenho produtivo e reprodutivo dos animais e das técnicas de melhoramento genético contribuem para o aumento da produtividade da pecuária brasileira. Esse conhecimento é de grande importância para a definição dos objetivos e critérios de seleção de características economicamente relevantes em cada sistema de produção, o que, para PONZONI e NEWMAN (1989), deveriam ser o primeiro passo em uma atividade pecuária.

As características reprodutivas podem ser limitantes do aumento da produtividade, pois são de difícil mensuração e sofrem grandes influências ambientais, o que dificulta a identificação dos melhores animais, e a maximização do progresso genético (BOLIGON *et al.*, 2008). Por outro lado, as características de crescimento assumem aspectos opostos, pois são de fácil mensuração, possibilidade de avaliação exata do peso em determinada idade e possuem herdabilidade de média a alta magnitude, o que resulta em progresso genético por seleção.

Embora o período de gestação não seja propriamente uma medida de fertilidade, está estreitamente relacionado com o período reprodutivo e, conseqüentemente, com a produtividade. Na literatura, as estimativas de herdabilidade para essa característica variam de 0,12 a 0,41 (AZEVEDO *et al.*, 2006; MUCARI *et al.*, 2007), indicando que essa característica possui considerável componente genético. Segundo ROCHA *et al.* (2005), o período de gestação é importante pois apresenta associações genéticas positivas com as características de peso, dentre elas o peso ao nascer, que, por sua vez, está associado à dificuldade de parto e mortalidade neonatal, características que podem trazer grandes impactos econômicos ao sistema de cria. O estudo das associações genéticas entre essas características é muito importante em um programa de avaliação genética, para que o aumento do desenvolvimento ponderal das

progênes não comprometa a eficiência reprodutiva das matrizes.

Portanto, o objetivo deste estudo foi estimar parâmetros genéticos para período de gestação avaliado como característica do bezerro e características de crescimento pré e pós desmame em bovinos da raça Nelore.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados de 25.176 animais (machos e fêmeas), nascidos entre os anos de 1998 a 2008, progênes de 3.034 touros e 24.623 matrizes, provenientes de 22 rebanhos localizados nos estados do Mato Grosso do Sul, Goiás, Rondônia, Minas Gerais e São Paulo, que participam do Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN) coordenado pela Associação Nacional dos Criadores e Pesquisadores (ANCP). Todos os animais do programa são submetidos a controles zootécnicos das características reprodutivas e produtivas, sendo esses mantidos de forma extensiva ou semi-extensiva. As fêmeas foram inseminadas no período de acasalamento e mantidas em lotes com touro de repasse.

O Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore propõe um índice de seleção, denominado mérito genético total (MGT), o qual é composto pelas seguintes características ponderadas: habilidade materna (0,20), peso aos 365 dias de idade (0,20), peso aos 450 dias de idade (0,20) perímetro escrotal aos 365 (0,10) e aos 450 dias de idade (0,10), idade ao primeiro parto (0,15) e período de gestação (0,05) (LÓBO *et al.*, 2008).

Foram avaliadas as características: período de gestação (PGbez), obtido pela diferença entre a data do parto e a data da inseminação, considerada como característica do bezerro, peso ao nascimento (PN), peso aos 120 dias de idade (P120), peso aos 210 dias de idade (P210), peso aos 365 dias de idade (P365) e peso aos 450 dias de idade (P450).

Os grupos de contemporâneos (CG) foram formados levando-se em conta as informações de fazenda (Nfa = 22 rebanhos), ano de nascimento do animal (AnoNasc = 11 anos), estação de nascimento do animal (EstNasc = 2 estações, sendo seca = abril a setembro, chuva = outubro a março), lotes de manejos (Lote 120, 210, 365 e 450 dias) e sexo (Sx). Os GC foram formados da seguinte maneira: Nfa, AnoNasc e EstNasc para PGbez e PN; Nfa, AnoNasc, EstNasc, Sx e lote 120 para P120; Nfa, AnoNasc, EstNasc, Sx, Lote 120 e Lote 210 para P210; Nfa, AnoNasc, EstNasc, Sx, Lote 120, Lote 210

e Lote 365 para P365; e AnoNasc, EstNasc, Sx, Lote 120, Lote 210, Lote 365 e Lote 450 para P450.

Para todas as características analisadas, foram retirados do arquivo de análise registros de filhos de touros com menos de 4 filhos e GC com menos de 4 observações. Foi realizado o teste de normalidade dos resíduos para as variáveis e as observações com resíduos acima de 3,5 desvios-padrão e abaixo de -3,5 desvios-padrão foram excluídas do arquivo final de análise.

Os componentes de variância foram estimados pelo método de máxima verossimilhança restrita usando modelo animal, em análises bicaracterística, utilizando o *software* Wombat (Meyer, 2007). Para as características pré-desmame (PN, P120 e P210) foram considerados no modelo o efeito fixo de GC e os efeitos aleatórios genético aditivo direto, genético aditivo materno e residual. Para as demais características (PGbez, P365 e P450) foram considerados no modelo o efeito fixo de GC e os efeitos aleatórios genético aditivo direto e residual. Para todas as características a idade da vaca ao parto (IVP) foi incluída no modelo como covariável (efeitos linear e quadrático).

Em termos matriciais, o modelo completo unicaracterística utilizado pode ser representado como:

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + e$$

em que: y é o vetor das observações; X é a matriz de incidência para efeitos fixos (GC), associando os elementos de β e y ; β é o vetor de efeitos fixos (GC e IDV); Z_1 e Z_2 são matrizes de incidência para os efeitos aleatórios genético aditivo direto e genético aditivo materno; a é o vetor dos efeitos aleatórios genético aditivo direto; m é o vetor dos efeitos aleatórios genético aditivo materno; e e é vetor dos efeitos residuais.

As pressuposições assumidas para esse modelo são:

$$E(y) = X\beta$$

$$E \begin{bmatrix} a \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \quad \text{Var} \begin{bmatrix} a \\ m \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_a^2 & A\sigma_{am} & 0 \\ A\sigma_{am} & A\sigma_m^2 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_e^2 \end{bmatrix}$$

em que: σ_a^2 é o componente de variância genética aditiva direta; σ_m^2 é o componente de variância genética aditiva materna; σ_{am} é o componente de covariância entre os efeitos genéticos aditivo direto e materno; e σ_e^2 é o componente de variância residual; A é a matriz de parentesco com 139.210 animais; e I é a matriz identidade.

A estimação das correlações genéticas e fenotípicas entre as variáveis estudadas foi realizada utilizando o seguinte modelo matricial bicaracterística:

$$\begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 & 0 \\ 0 & X_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} Z_1 & 0 \\ 0 & Z_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} e_1 \\ e_2 \end{bmatrix}$$

em que: y_1 e y_2 são os vetores das observações das variáveis 1 e 2, respectivamente; β_1 e β_2 são os vetores das soluções dos efeitos fixos para as características 1 e 2, respectivamente; a_1 e a_2 são vetores das soluções dos efeitos aleatórios genético aditivos para as variáveis 1 e 2, respectivamente; X_1 e X_2 são as matrizes de incidência associando os elementos de β_1 e β_2 com as observações em y_1 e y_2 ; Z_1 e Z_2 são as matrizes de incidência associando os elementos de a_1 e a_2 com as observações de y_1 e y_2 . A esperança de y_1 é $X_1\beta_1$ e de y_2 é $X_2\beta_2$; e a estrutura de variâncias e covariâncias dos efeitos aleatórios do modelo animal bicaracterística é:

$$\text{Var} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ a_3 \\ a_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A\sigma_{a_1}^2 & A\sigma_{a_1a_2} & 0 & 0 \\ A\sigma_{a_1a_2} & A\sigma_{a_2}^2 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & I\sigma_{e_1}^2 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & I\sigma_{e_2}^2 \end{bmatrix}$$

em que: $\sigma_{a_1}^2$ e $\sigma_{a_2}^2$ são as variâncias do efeito genético aditivo direto e $\sigma_{e_1}^2$ e $\sigma_{e_2}^2$ são as variâncias residuais para as características 1 e 2, respectivamente; $\sigma_{a_1a_2}$ é a covariância genética aditiva entre as característica 1 e 2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias das características avaliadas (Tabela 1) são similares às apresentadas no Sumário Nelore Brasil (LÓBO *et al.*, 2014). A média de PGbez foi superior às relatadas na literatura para a raça Nelore (PEREIRA *et al.*, 2002, BOLIGON *et al.*, 2007). O PN também foi superior aos valores encontrados na literatura (CUBAS *et al.*, 2001; TORAL *et al.*, 2004).

As médias de P120 e P210 foram superiores às médias de grupos de animais Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará (NEPOMUCENO *et al.*, 2013), e essas diferenças podem ser justificadas pelas condições ambientais diferentes, manejo específico para cada região avaliada e mesmo por diferenças nos objetivos e critérios de seleção. O mesmo ocorreu para as características de peso pós desmame (P365 e P450), em que as médias foram superiores às relatadas por LIRA *et*

Tabela 1. Número de Animais (N), número de grupos de contemporâneos (CG), média, desvio padrão (DP), e valores mínimo (Min) e máximo (Max) das características analisadas

Características ¹	N	CG	Média	DP	Min	Max
PGbez (dias)	24190	1551	296,41	5,89	275	314
PN (kg)	25176	835	32,67	3,91	20	49
P120 (kg)	24263	664	127,67	18,79	64	204
P210 (kg)	23559	541	184,75	29,07	87	317
P365 (kg)	11381	1433	241,75	42,20	107	478
P450 (kg)	11077	1543	280,53	51,55	119	524

¹PGbez = período de gestação analisado como característica do bezerro; PN = peso ao nascer; P120 = peso aos 120 dias de idade; P210 = peso aos 210 dias de idade; P365 = peso aos 365 dias de idade; P450 = peso aos 450 dias de idade (P450).

al. (2013) para animais da raça Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia e Tocantins.

A estimativa de herdabilidade para PGbez (Tabela 2) foi superior àquelas relatadas nos estudos realizados por PEREIRA *et al.* (2000), PEREIRA *et al.* (2002) e ROCHA *et al.* (2005), (de 0,26, 0,13 e 0,21, respectivamente) em animais da raça Nelore, considerando o período de gestação como característica da vaca. O período de gestação quando considerado como característica do bezerro apresenta maior variabilidade genética e possivelmente pode-se obter maior ganho genético ao considerar no modelo de análise o período de gestação como sendo uma característica do bezerro.

A estimativa de herdabilidade para o peso ao nascimento (Tabela 2) foi de magnitude moderada (0,30±0,02), valor próximo ao relatado por BOLIGON

et al. (2009) na raça Nelore. LOPES *et al.* (2008), avaliando animais da raça Nelore na região Sul do Brasil obtiveram estimativas de herdabilidade superiores que variaram de 0,38 a 0,56, indicando que esta característica responde ao processo de seleção direta. A influência dos genes maternos sobre o peso ao nascimento do bezerro é avaliada pela estimativa de herdabilidade do efeito materno, que nesse estudo foi de baixa magnitude (0,08), assim como relatado por NOBRE *et al.* (2003).

As estimativas de herdabilidade do efeito direto para P120, P210, P365 e P450 variaram de 0,23 a 0,44 (Tabela 2). Na literatura, as estimativas de herdabilidade para o peso do nascimento até o peso aos 450 dias obtidas em animais da raça Nelore variaram de 0,25 a 0,41 (BOLIGON *et al.*, 2009 e LIRA *et al.*, 2013). Portanto, as características de crescimento pré desmame e pós desmame podem responder

Tabela 2. Estimativas de herdabilidade direta e materna na diagonal principal, correlações genéticas (acima da diagonal) e fenotípicas (abaixo da diagonal) e respectivos erros-padrão

Características ¹	PGbez	PN	P120	P210	P365	P450
PGbez	0,46 (0,01)	0,15 (0,01)	0,10 (0,01)	0,06 (0,01)	0,07 (0,01)	0,07 (0,01)
PN	0,17 (0,02)	0,34 (0,01) 0,08 (0,01)	0,22 (0,01)	0,31 (0,01)	0,26 (0,01)	0,30 (0,01)
P120	0,09 (0,01)	0,26 (0,01)	0,23 (0,01) 0,08 (0,01)	0,78 (0,01)	0,92 (0,01)	0,92 (0,01)
P210	0,06 (0,01)	0,23 (0,01)	0,47 (0,02)	0,25 (0,01) 0,08 (0,01)	0,82 (0,01)	0,98 (0,01)
P365	0,04 (0,01)	0,21 (0,09)	0,71 (0,01)	0,41 (0,02)	0,44 (0,01)	0,98 (0,01)
P450	0,03 (0,01)	0,22 (0,01)	0,66 (0,01)	0,90 (0,01)	0,90 (0,01)	0,44 (0,01)

¹PGbez = período de gestação analisado como característica do bezerro; PN = peso ao nascer; P120 = peso aos 120 dias de idade; P210 = peso aos 210 dias de idade; P365 = peso aos 365 dias de idade; P450 = peso aos 450 dias de idade (P450).

positivamente à seleção direta na raça Nelore, com expectativa de rápido ganho genético.

A correlação genética (Tabela 2) entre PGbez e PN foi de 0,15 e entre PGbez e P120, P210, P365 e P450 foram de baixa magnitude (0,10, 0,06, 0,07 e 0,07, respectivamente), indicando que a seleção para o P365 e P450 afeta muito pouco o período de gestação. Segundo MUCARI *et al.* (2011), a seleção para redução do período de gestação na raça Canchim não tem influência significativa sobre os pesos após o nascimento, o que para os sistemas de produção de bovinos de corte isso não impactaria economicamente no objetivo de seleção.

Altas correlações genéticas foram estimadas entre P120 e P210, P365 e P450, indicando que a seleção de animais com maior valor genético para P120 promoverá ganhos genéticos correlacionados nos pesos nas demais idades. Isso corrobora com os resultados relatados por MERCADANTE *et al.* (2004) e BOLIGON *et al.* (2009) na raça Nelore. Correlações genéticas inferiores entre P120 e P210 (0,77) e entre P120 e P450 (0,50) foram relatadas por SENA *et al.* (2013) em animais da raça Nelore criados na Amazônia, as quais podem ser devido a condições ambientais diferentes entre cria e recria.

As estimativas de correlações genéticas entre P210 e P365 e P450 foram de 0,82 e 0,98 respectivamente, indicando que a seleção de animais mais pesados aos 210 dias de idade resultará em animais mais pesados a um ano de idade e ao sobreano, reduzindo o tempo para que o animal chegue ao peso ideal de abate e conseqüentemente reduzindo os custos de produção e melhorando a qualidade de carne. Correlações genéticas positivas e favoráveis também foram relatadas por FARIA *et al.* (2011) na raça Nelore, que obtiveram estimativas de correlação genética superiores. BOLIGON *et al.* (2009) e SENA *et al.* (2013) obtiveram correlações genéticas inferiores (0,82 e 0,62 respectivamente) às estimadas no presente estudo entre P210 e P450 em animais raça Nelore.

O alto valor estimado da correlação genética entre P365 e P450 (0,98) indica que a maioria dos genes responsáveis pela expressão do peso a um ano de idade são também responsáveis pela expressão do peso aos 450 dias. Esta informação é muito importante para os programas de avaliação genética quanto à expectativa de ganhos genéticos diretos ou indiretos no processo de seleção e também na elaboração de índices de seleção em bovinos de corte.

Em geral, os resultados obtidos neste estudo indicam que a seleção para a redução do PGbez terá pequena influência no peso ao nascimento, sem

efeito nos pesos nas demais idades (120, 210, 365 e 450 dias), não causando prejuízos para os sistemas de produção. Além disso, a seleção praticada para P365 não tem efeito no período de gestação.

CONCLUSÃO

A seleção praticada para P365 e P450 dias não aumentará o período de gestação das fêmeas da raça Nelore. A seleção de animais jovens pode ser bastante eficiente e resultar em benefícios econômicos ao sistema de produção de bovinos de corte.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos à Pós-Graduação do Instituto de Zootecnia pelo apoio na realização deste trabalho, ao CNPq pelo suporte financeiro (Proc. n.472753-2010-0) e à Associação Nacional dos Criadores e Pesquisadores pela disponibilização dos dados.

REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, D.M.M.R.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.N.B.; MALHADO, C.H.M.; LÔBO, R.B.; MOURA, A.A.A.; PIMENTA FILHO, E.C. Desempenho reprodutivo de vacas Nelore no norte e nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.988-996, 2006.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; RORATO, P.R.N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.596-601, 2008.
- BOLIGON, A.A.; RORATO, P.R.N.; ALBUQUERQUE, L.G. Correlações genéticas entre medidas de perímetro escrotal e características produtivas e reprodutivas de fêmeas da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.565-571, 2007.
- BOLIGON, A.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B. 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.
- CUBAS, A.C.; PEROTTO, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; MELLA, S.C. Desempenho até a desmama de bezerros Nelore e cruzas com Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.694-701, 2001.
- FARIA, L.C.; QUEIROZ, S.A.; VOZZI, P.A.; LÔBO, R.B.; BEZERRA, L.A.L; MAGNABOSCO, C.U.; OLIVEIRA, E.J.A. Estudo genético quantitativo de caracte-

- rísticas de crescimento de bovinos da raça Brahman no Brasil. **ARS Veterinária**, v.27, p.30-35, 2011.
- LIRA, T.S.; PEREIRA, L.S.; LOPES, F.B.; FERREIRA, J.L.; LÔBO, R.B.; SANTOS, G.C.J. Tendência genética para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do trópico úmido do Brasil. **Ciência Animal Brasileira**, v.14, p.23-31, 2013.
- LÔBO R.B.; BEZERRA, L.A.F.; VOZZI, P.A.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; SAINZ, R.D.; BERGMANN, J.A.G.; FARIA, C.U.; OLIVEIRA, H.N. **Sumário de touros das raças Nelore, Guzerá, Brahman e Tabapuã**. Ribeirão Preto: ANCP, 2014. 96p.
- LÔBO R.B.; BEZERRA L.A.F., FARIA C.U.; MAGNABOSCO, C.U.; ALBUQUERQUE, L.G.; BERGMANN, J.A.G.; SAINZ, R.D.; OLIVEIRA, H.N. **Avaliação genética de touros e matrizes da raça nelore**. Ribeirão Preto: ANCP, 2008. 124p.
- LOPES, J.S.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A. Efeito da interação genótipo x ambiente sobre o peso ao nascimento, aos 205 e aos 550 dias de idade de bovinos da raça Nelore na região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.54-60, 2008.
- MERCADANTE, M.E.Z.; RAZOOK, A.G.; TROVO, J.B.F.; CYRILLO, J.N.S.G.; FIGUEIREDO, L.A. Parâmetros genéticos do peso no início da estação de monta, considerando indicativo do peso adulto de matrizes Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1135-1144, 2004.
- MEYER, K. Wombat - a tool for mixed model analyses in quantitative genetics by restricted maximum likelihood (REML). **Journal of Zhejiang University Science B**, v.8, p.815-821, 2007.
- MUCARI, T.B., ALENCAR, M.M., BARBOSA, P.F., BARBOSA, R.T. Genetic analyses of days to calving and their relationship with other traits in Canchim cattle herd. **Genetics and Molecular Biology**, v.30, p.1070-1076, 2007.
- MUCARI, T.B.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; BARBOSA, R.T. Análise genética do período de gestação em animais de um rebanho Canchim: estimativa de parâmetros genéticos e escolha entre modelos animais alternativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.1211-1216, 2011.
- NEPOMUCENO, L.L.; LIRA, T.S.; LOPES, F.B.; LÔBO, R.B.; FERREIRA, J.L. Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, p.269-276, 2013.
- NOBRE, P.R.C.; MISZTAL, I.; TSURUTA, S.; BERTRAND, J.K.; SILVA, L.O.C.; LOPES, P.S. Analyses of growth curves of Nelore cattle by multiple-trait and random regression models. **Journal of Animal Science**, v.81, p.918-926, 2003.
- PEREIRA, E.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S. Análise genética de características reprodutivas na raça Nelore. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.703-708, 2002.
- 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 p.1676-1683, 2000.
- PONZONI, R.W.; NEWMAN, S. Developing breeding objectives for Australian beef cattle production. **Animal Production**, v.49, p.35-47, 1989.
- ROCHA, J.C.M.C.; TONHATI, H.; ALENCAR, M.M.; LÔBO, R.B. Componentes de variância para período de gestação em bovinos de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.784-791, 2005.
- SENA, J.S.S.; MATOS, A.S.; MARCONDES, C.R.; BEZERRA, L.F.; LÔBO, R.B. Parâmetros genéticos, tendências e resposta à seleção de características produtivas da raça Nelore na Amazônia legal. **Atas de Saúde Ambiental**, v.1, p.2-12, 2013.
- TORAL, F.L.B.; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.M.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.M. Interação genótipo x ambiente em características de crescimento em bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1445-1455, 2004.