

INTERAÇÃO GENÓTIPO-AMBIENTE EM PESOS PÓS-DESMAMA DE BOVINOS NELORE CRIADOS NOS ESTADOS DO MARANHÃO, MATO GROSSO E PARÁ.

[*Genotype-environment interaction of post-weaning weights in Nelore from Maranhão, Mato Grosso and Pará States*]

Thaymisson Santos de Lira¹, Leonardo de Sousa Pereira¹, Leandro Lopes Nepomuceno², Emerson Alexandrino³, Fernando Brito Lopes⁴, Raysildo Barbosa Lôbo⁵, Jorge Luís Ferreira^{3*}.

¹Mestrandos do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical. Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, Tocantins.

²Universidade Federal do Tocantins Acadêmico de Medicina Veterinária. Araguaína, Tocantins, Brasil.

³Professor Doutor. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical. Universidade Federal do Tocantins. Araguaína, Tocantins.

⁴Doutor. Bolsista PRODOC/Capes. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. CNPCerrados. Planaltina, DF.

⁵Professor Doutor. Presidente da Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores – ANCP. Ribeirão Preto, São Paulo.

RESUMO – Variações de ambiente podem influenciar o desempenho genotípico e fenotípico dos animais, assim objetivou-se analisar a interação genótipo-ambiente sobre os pesos pós desmama de bovinos da raça Nelore, criados a pasto, nos Estados do Maranhão (MA), Mato Grosso (MG) e Pará (PA). O estudo foi realizado utilizando-se de dados da raça Nelore cedidos pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN-ANCP), totalizando 23.690 animais registrados desde 1993 a 2010. As estimativas médias e desvios padrão para pesos padronizados aos 365 dias (P365), aos 450 dias (P450) e aos 550 dias (P550) de idade para os estados do MA, MT e PA foram de 213,96 ± 29,70; 244,22 ± 40,76; 245,46 ± 31,67 kg (P365), 241,64 ± 34,15; 285,34 ± 49,15; 280,92 ± 38,76 kg (P450), 274,10 ± 33,58; 339,57 ± 58,12; 337,64 ± 50,34 kg (P550), respectivamente. A variação e os valores encontrados no presente trabalho, para a herdabilidade dos pesos estudados, podem ser considerados coerentes, pois estão dentro da faixa de variação apresentada na literatura. As correlações genéticas entre os desempenhos das progênes de um mesmo reprodutor nos diferentes estados variaram de 0,27 (MA-MT), - 0,16 (MA-PA) e 0,37 (MT-PA) para P365; de 0,29 (MA-MT), - 0,10 (MA-PA) e 0,38 (MT-PA) para P450; e 0,41 (MA-MT), - 0,20 (MA-PA) e - 0,05 (MT-PA) para P550. As menores correlações genéticas foram observadas entre Mato Grosso e Pará, seguidas de Maranhão e Pará, estados com condições ambientais mais contrastantes. Os resultados deste estudo reforçam a presença da interação genótipo-ambiente para as características analisadas.

Palavras-Chave: correlação de rank, herdabilidade, sensibilidade ambiental.

ABSTRACT – Changes in the environment may influence the genotypic and phenotypic performance of animals. The aimed of the study was of the study was to analyze the genotype-environment interaction about post-weaning weights of Nelore cattle raised in the states of Maranhão (MA), Mato Grosso (MG) and Pará (PA). The study utilized data from PMGRN-ANCP, totaling 23,690 animals registered from 1993 to 2010. The estimates means and standard deviations for weights at 365 days (P365), and 450 days (P450) and weights at 550 days (W550) age for the states of MA, MT and PA were 213.96 ± 29.70, 244.22 ± 40.76, 245.46 ± 31.67 kg (P365), 241.64 ± 34.15, 285.34 ± 49.15, 280.92 ± 38.76 kg (P450), 274.10 ± 33.58, 339.57 ± 58.12, 337.64 ± 50.34 kg (P550), respectively. The estimates of heritability from weights analyzed can be considered coherent, because they are within the range of variation presented in the literature. Genetic correlations between the performances of the progeny of the same reproducer in the different states ranged from 0.27 (MA-MT), - 0.16 (MA-PA) and 0.37 (MT-PA) for P365, for 0, 29 (MA-MT) - 0.10 (MA-PA) and 0.38 (MT-PA) to P450, and 0.41 (MT-AM), - 0.20 (MA-PA) and - 0.05 (MT-PA) to P550. The lowest genetic correlations on both characteristics studied were observed between Mato Grosso and Para followed by Pará and Maranhão, states with contrasting environmental conditions. In conclusion, it was observed genotype-environment interaction among the analyzed characteristics.

Keywords: environmental sensitivity, heritability, rank correlation.

INTRODUÇÃO

Nas regiões tropicais, grande importância tem sido relacionada à eficiência produtiva e reprodutiva, principalmente em bovinos de corte criados a pasto. Uma vez que variações de ambiente e clima podem influenciar no desempenho genotípico e fenotípico dos animais, comprometendo a competitividade, produtividade e eficiência do rebanho.

Os estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará destacam-se na produção de bovinos de corte no cenário Nacional, e estão inseridos numa mesma região climática. No entanto, entre e dentro de cada unidade federativa há variações ambientais contrastantes que podem interferir, positiva ou negativamente, na expressão do genótipo dos animais. Assim, a seleção de animais numa região pode não ser fidedigna para outra unidade federativa.

A interação genótipo-ambiente existe quando o mérito relativo de dois ou mais genótipos é dependente do ambiente no qual são comparados (Mascioli et al., 2006) e, ou, quando um genótipo é melhor em um ambiente e não o é em outro (Falconer & Mackay, 1996). Assim, quando desconsiderada pode prejudicar o ganho genético resultando em escolhas equivocadas.

Contudo, as avaliações genéticas atualmente não contemplam a verificação de interação genótipo

Tabela 1: Estatística descritiva das características analisadas em rebanhos Nelores criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará.

Característica	UF	Média	DP	CV	N	REB	GC
P365	MA	213,96	29,70	13,88	673	4	23
	MT	244,22	40,76	16,69	9875	12	143
	PA	245,46	31,67	12,90	8054	5	86
P450	MA	241,64	34,15	14,13	601	4	18
	MT	285,34	49,15	17,23	8720	12	136
	PA	280,92	38,76	13,80	6855	5	66
P550	MA	274,10	33,58	12,25	383	4	11
	MT	339,57	58,12	17,12	5584	12	112
	PA	337,64	50,34	14,91	3355	5	48

MA= Maranhão; MT= Mato Grosso; PA= Pará; P365= peso aos 365 dias de idade; P450= peso aos 450 dias de idade; P550= peso aos 550 dias de idade; UF= unidade federativa; DP= desvio padrão; CV= coeficiente de variação; N= N° de animais; REB= N° de rebanhos; GC= N° de grupos de contemporâneo.

Foram realizadas análises de variância utilizando-se o procedimento GLM (SAS, 2002) para verificar a importância de fontes de variação não genéticas sobre as características em estudo. Consideraram-se os efeitos fixos de sexo, classes de idade da vaca ao parto e grupos de contemporâneos (GC), formados por meio da concatenação (SAS, 2002) de fatores não genéticos que afetaram significativamente ($p <$

ambiente e utilizam metodologias em que se pressupõem homogeneidade de variâncias (Correa et al., 2009). Na atividade produtiva é importante avaliar a magnitude do efeito desta interação e suas consequências econômicas.

Dessa forma, objetivou-se analisar a interação genótipo-ambiente sobre os pesos pós-desmama (P365, P450 e P550) de bovinos da raça Nelore, criados a pasto, nos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado utilizando-se de dados de campo da raça Nelore cedidos pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN-ANCP), de rebanhos localizados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. Os registros analisados corresponderam aos animais nascidos nos anos de 1993 a 2010, totalizando 23.690 registros de animais criados a pasto. As características analisadas foram: peso aos 365 dias de idade (P365), peso aos 450 dias de idade (P450), e peso aos 550 dias de idade (P550). Os pesos médios, desvios-padrão, coeficiente de variação, número de registros e rebanhos e o total de grupos de contemporâneos para pesos padronizados aos 365, 450 e 550 dias de idade são apresentados na Tabela 1.

0,001) as características em estudo como, rebanho, ano, estação de nascimento do animal (agrupadas em quadrimestres).

O arquivo inicial foi dividido em três, cada um com as observações dos filhos de um mesmo grupo de reprodutores em dois dos estados, da seguinte forma: Maranhão – Mato Grosso (MA-MT),

Maranhão – Pará (MA-PA), e Mato Grosso – Pará (MT-PA). O número total de touros com progênes nos três estados foi igual a 60, para todas as características analisadas. No Estado do Maranhão foram analisadas progênes de 54, 48 e 35 touros para as características P365, P450 e P550. No Estado do Mato Grosso analisou-se progênes de 60, 57 e 53 touros para P365, P450 e P550, respectivamente. E no Estado do Pará progênes de 59, 58 e 52 touros para P365, P450 e P550, respectivamente. As herdabilidades e correlações genéticas para a mesma característica nos estados diferentes foram estimadas por meio de análises bivariadas.

As análises bicaráter dos pesos pós-desmame (P365, P450, P550), foram realizadas segundo o modelo descrito a baixo.

$$y = x\beta + Z_1a + e \quad (I)$$

em que: y = vetor de observações (P365, P450, P550); β = vetor dos efeitos fixos; a = vetor do efeito genético aditivo direto; X = matriz de incidência que associa β com y ; Z_1 = matriz de incidência dos efeitos genéticos direto; e , e = vetor dos efeitos residuais.

Para obtenção das estimativas de (co)variâncias, empregou-se a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelos animal unicaráter, usando o aplicativo *Multiple Trait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML), desenvolvido por Boldman et al. (1995).

A estratégia empregada nas análises foi semelhante à de Cobuci et al. (2001), em que, inicialmente, as análises com uma só característica são rodadas para obtenção de boa aproximação dos componentes de variância. Posteriormente, os componentes de (co)variância obtidos são utilizados como informação inicial na estimação conjunta com baixa precisão ($\text{Var}(-2\text{Log}(L_2)) < 10^{-6}$).

As estimativas obtidas foram então utilizadas, sucessivamente, como informação inicial de processamentos mais precisos ($\text{Var}(-2\text{Log}(L_2)) < 10^{-9}$). Após o estabelecimento deste procedimento, para evitar a ocorrência de um máximo local, foram realizados novos processamentos, até que não se verificassem mais discrepantes variações nos valores da função de verossimilhança, entre dois processamentos sucessivos.

As diferenças entre as magnitudes das estimativas de herdabilidades foram obtidas de acordo com a

metodologia aplicada por Lopes et al. (2008) a partir da teoria da proporcionalidade, em que a maior herdabilidade para uma mesma característica foi considerado como de máxima frequência e as demais relacionadas proporcionalmente a essa. A partir desses resultados obteve-se a diferença entre as proporcionalidades das herdabilidades.

O efeito da interação genótipo ambiente foi avaliado considerando a mesma característica expressa em ambientes diferentes como características distintas determinadas por grupos diferentes de genes, conforme proposto por Robertson (1959), assumindo-se que valores de correlação genética menor ou igual a 0,80 são indícios de IGA. Outra forma de avaliar o efeito da IGA foi por meio da mudança na ordem de mérito dos reprodutores.

Os reprodutores foram classificados com base na média de produção de suas progênes (DEP) nos três arquivos, agrupando os estados dois a dois. A similaridade entre a classificação para os reprodutores nos dois estados foram avaliadas por meio da correlação de Spearman (SAS, 2002) considerando o total de reprodutores. O número médio de progênes por touros para P365 foi de 12, 165 e 137 para os estados do MA, MT e PA, respectivamente. Para P450 o número médio de progênes foi de 13, 153 e 118 para MA, MT e PA, respectivamente. E para P550 o número médio de progênie foi de 11, 105 e 65 para MA, MT e PA, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos médios para as características analisadas (P365, P450 e P550) foram similares aos reportados por Lira et al. (2013) na região do Trópico Úmido do Brasil e Santos et al. (2012) na região Norte do Brasil. Entretanto, foram inferiores aos resultados reportados por Nepomuceno et al.(2012ab) para o Estado do Tocantins.

Entre os Estados do MT e PA não foram verificadas diferenças significativas ($p > 0,05$) nas médias para as idades padrão de P365 e P550, sugerindo que a pequena variabilidade de pesos, pode ser devido ao fato desses estados estarem inseridos, em sua maior parte, na região da Amazônia, apresentando assim maior disponibilidade de forragem e condições ambientais semelhantes, o que poderia promover o desenvolvimento e crescimento compensatório dos animais.

Tabela 2: Pesos médios e desvio padrão das características P365, P450 e P550 dias de idade, segundo a distribuição nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará.

Estado	P365	P450	P550
MA	213,96 ^b	241,64 ^c	274,10 ^b
MT	244,22 ^a	285,34 ^a	339,57 ^a
PA	245,46 ^a	280,92 ^b	337,64 ^a

MA = Maranhão; MT = Mato Grosso; PA = Pará; P365 = Peso ajustado aos 365 dias de idade; P450 = Peso ajustado aos 450 dias de idade; P550 = Peso ajustado aos 550 dias de idade; letras diferentes na mesma coluna representam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Os pesos (P365, P450, e P550) no Estado do Maranhão, diferiram significativamente ($p < 0,05$) dos observados nos Estados do Mato Grosso e Pará (Tabela 2). Uma possível explicação para tal situação seria as condições ambientais adversas do referido Estado, que se caracteriza por vários ecótonos (Nepomuceno et al., 2013), apresentando regiões de Semiárido, Mata dos Cocais, Cerrado, Várzea e Trópico Úmido, caracterizando-se por altas variações climáticas e de disponibilidade de forragens (Moura, 2004), bem como o contingente populacional estudado, menor entre as três unidades federativas, afetando assim a variabilidade fenotípica do rebanho.

A variação e os valores encontrados para a herdabilidade dos pesos estudados no presente trabalho (Tabela 3) podem ser considerados coerentes, pois estão dentro da faixa de variação

apresentada na literatura (Santos et al., 2012; Toral et al., 2004).

O Estado do Mato Grosso apresentou estimativas de herdabilidade de menor magnitude para as características P365 (0,26), P450 (0,27) e P550 (0,24), sugerindo menor variabilidade genética e maior influência ambiental. Segundo Falconer & Mackay (1996), a herdabilidade é uma propriedade da população, do ambiente a que o animal é submetido, enquanto a variância ambiental é dependente das condições de cultura e manejo – maior variação ambiental reduz a herdabilidade; mais uniformidade provoca aumento da herdabilidade. No entanto, observou-se que os Estados do Maranhão e Pará, para as características avaliadas, apresentaram maiores estimativas deste parâmetro comprovando menor efeito do ambiente sobre o desempenho nas condições de criação adotadas.

Tabela 3. Estimativas das Correlações Genéticas (acima da diagonal) e herdabilidade (diagonal) para as características pós-desmama (P365, P450, P550), segundo as unidades federativas (UF).

P365			
UF	MA	MT	PA
MA	0,54	0,27	-0,16
MT		0,26	0,37
PA			0,41
P450			
UF	MA	MT	PA
MA	0,61	0,29	-0,10
MT		0,27	0,38
PA			0,60
P550			
UF	MA	MT	PA
MA	0,80	0,41	-0,20
MT		0,24	-0,05
PA			0,80

UF= Unidade Federativa; MA=Maranhão; MT= Mato Grosso; P365= Peso ajustado aos 365 dias de idade; P450= Peso ajustado aos 450 dias de idade; P550= Peso ajustado aos 550 dias de idade.

As diferenças entre as magnitudes das estimativas de herdabilidade de um estado para outro foram 52, 24 e 28% para P365; 56, 1,7 e 54% para P450, e para P550 as diferenças foram de 70, 0 e 70%, respectivamente para os arquivos MA-MT; MA-

PA; e PA-MT. A maior diferença observada sempre foi em relação ao estado do Mato Grosso, demonstrando que possivelmente os objetivos de seleção fossem diferentes dos demais estados. Essas altas estimativas indicam que grande parte da

variação fenotípica na população estudada está relacionada aos efeitos médios dos genes, o que possibilita obter ganho genético considerável por meio da seleção. Entretanto, a diferença na magnitude dessas estimativas sugere que não somente a resposta fenotípica das progênies de um mesmo reprodutor é diferente nos três estados, como possivelmente os objetivos de seleção.

As correlações genéticas (Tabela 3) entre os desempenhos das progênies de um mesmo reprodutor nos diferentes estados variaram de 0,27 (MA-MT), - 0,16 (MA-PA) e 0,37 (MT-PA) para P365; de 0,29 (MA-MT), - 0,10 (MA-PA) e 0,38 (MT-PA) para P450; e 0,41 (MA-MT), - 0,20 (MA-PA) e - 0,05 (MT-PA) para P550. Hammond (1947) já afirmava que os animais deveriam ser selecionados nos melhores ambientes em razão da maior expressão dos genes de interesse. Falconer & Mackay (1996) sugeriram que a base genética pode não ser a mesma nos vários ambientes, ou seja, que o conjunto de genes responsáveis pela expressão de determinada característica pode variar, dependendo do ambiente.

A interação genótipo-ambiente foi fortemente evidenciada nos estados, uma vez que a correlação genética entre as mesmas características em ambientes diferentes variaram de 0,41 à - 0,05. Pelos resultados encontrados, sugere-se que a maioria dos genes responsáveis pela expressão dos pesos pós-desmama está agindo de forma dessemelhante em dois ambientes e, ainda, a resposta à seleção para a característica em um dos

estados será diferente à resposta em outro estado. Essa situação demonstra a importância de se considerar interação genótipo-ambiente nas avaliações genéticas, pois a mesma reflete na correta predição do mérito genético dos animais e na sua respectiva acurácia, uma vez que possibilita comparar corretamente as diferenças entre animais com registros produtivos obtidos em ambientes distintos.

Lopes et al. (2008) encontraram interação genótipo-ambiente para características pós-desmama (P550) em bovinos da raça Nelore nos estados do Rio Grande do Sul (RS), Paraná (PR) e Santa Catarina (SC), apresentando resultados semelhantes aos deste trabalho, em que as correlações genética para os estados da região Sul variaram de $0,53 \pm 0,02$ (RS-SC); $0,08 \pm 0,15$ (RS-PR); $0,76 \pm 0,09$ (SC-PR). Da mesma forma, Simonelli et al. (2004) verificaram a ocorrência interação genótipo-ambiente em cinco regiões do Estado do Mato Grosso do Sul com correlações genéticas muito baixas, variando de 0,02 a 0,12 para P365 e e 0,05 a 0,12 para P550.

As correlações de Spearman entre a ordem de mérito dos reprodutores com base nas DEP preditas nos diferentes Estados (Tabela 4), considerando o número total de trinta e dois reprodutores, variaram de 0,29 (MA-MT), - 0,02 (MA-PA) a 0,45 (MT-PA) para P365; 0,57 (MA-MT), - 0,08 (MA-PA) a 0,58 (MT-PA) para P450; e de 0,74 (MA-MT), - 0,28 (MA-PA) a - 0,15 (MT-PA) para P550 (Tabela 4).

Tabela 4: Estimativas de correlações de Spearman entre a classificação dos touros com base no valor genético predito para as características peso aos 365, 450 e 550 dias de idade para cada estado em análises bi-características.

P365		
UF	MT	PA
MA	0,29 ^{ns}	- 0,02 ^{ns}
MT		0,45 *
P450		
UF	MT	PA
MA	0,57 ***	- 0,08 ^{ns}
MT		0,58 ***
P550		
UF	MT	PA
MA	0,74 ***	- 0,28 ^{ns}
MT		- 0,15 ^{ns}

UF = Unidade Federativa; MA = Maranhão; MT = Mato Grosso; PA = Pará; P365 = peso padronizado aos 365 dias; P450 = peso padronizado aos 450 dias; P550 = peso padronizado aos 550 dias; * = Significativo ($p < 0,05$); *** = altamente significativo ($p < 0,0005$), ns= não significativo.

Assim, para os pesos ao ano (P365) e sobreanos (P450 e P550), os valores da correlação de Spearman evidenciaram mudança na classificação dos reprodutores, quando ordenados com base no valor genético predito em cada ambiente,

caracterizando manifestação da interação genótipo-ambiente. Mudanças na ordem de valores indicam que as diferenças de ambiente nos diferentes estados promoveram mudanças na ordem relativa de classificação dos touros avaliados

geneticamente, principalmente relacionando-se as características P450 e P550.

Ferreira et al. (2001) constataram evidências da interação genótipo ambiente sobre o peso pós-desmama de bovinos Nelore em Minas Gerais, com mudança significativa entre as ordens de classificação dos animais. Resultados semelhantes foram encontrados por Toral et al. (2004), no Mato Grosso do Sul e Fridrich et al. (2008) nas combinações envolvendo as regiões Sul/Centro-Oeste e Sul/Norte do país.

CONCLUSÃO

Existe interação genótipo ambiente para pesos padronizados aos 365, 450, e 550 dias de idade em bovinos da raça Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. Portanto, devido à classificação diferenciada de cada touro, dentro de cada Estado, é possível selecionar um animal com elevado mérito genético para uma característica em uma região, e o mesmo ser inferior em outra região.

REFERÊNCIAS

- Boldman, K.G., Kriese, L.A., Van Vleck, L.D., Van Tassell, C. and Kachman, S.D. 1995. A manual for use of MTDFREML. A set of programs to obtain estimates of variances and covariances [DRAFT]. U.S. Department of Agriculture. Agricultural Research Service.
- Cobuci, J. A.; Euclides, R. F.; Teodoro, R. L.; Verneque, R. S.; Lopes, P. S.; Silva, M. A. 2001. Aspectos genéticos e ambientais da curva de lactação de vacas da raça Guzerá. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.4, p. 1204-1211.
- Corrêa, M.B.B.; Dionello, N.J.L.; Cardoso, F.F. 2009. Caracterização da interação genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-desmama de bovinos Devon via normas de reação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, p.1468-1477.
- Falconer, D.S.; Mackay, T.F.C. 1996. *Introduction quantitative genetics*. Edinburgh, v.4, p. 464.
- Ferreira, V. C. P.; Penna, V. M.; Bergmann, J. A. G.; Torres, R. 2001. A. Interação genótipo-ambiente em algumas características produtivas de gado de corte no Brasil. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 53, n. 3, p. 385-392.
- Fridrich, A. B.; Silva, M. A.; Valente, B. D.; Sousa, J. E. R.; Corrêa, G. S. S.; Ferreira, I. C.; Ventura, R. V.; Silva, L. O. C. 2008. Interação genótipo x ambiente e estimativas de parâmetros genéticos dos pesos aos 205 e 365 dias de idade de bovinos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.60, n. 4, p. 917-925.
- Hammond, J. 1947. Animal breeding in relation to nutrition and environmental conditions. *Biology Revision*, v. 22, n. 2, p. 195-213.
- Lira, T.S.; Pereira, L.S.; Lopes, F. B; Lôbo, R. B.; Santos, G. C. J; Ferreira, J. L. 2013. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do Trópico Úmido do Brasil. *Ciência Animal Brasileira*, v.14, n.1, p. 23-31.
- Lopes, J. S.; Rorato, P. R. N.; Weber, T.; Boligon, A. A.; Comin, J. G.; Dornelles, M. A. 2008. Efeito da interação genótipo 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, n.1, p.54-60.
- Mascioli, A. S.; Alencar, M. M.; Freitas, A. R.; Martins, E. N. 2006. Estudo da interação genótipo x ambiente sobre características de crescimento de bovinos de corte utilizando Inferência Bayesiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.35, n.6, p.2275-2284.
- Moura, E.G. 2004. Agroambientes de transição: entre o trópico úmido e o semi-árido. Moura, E.G. Organizador. São Luís: UEMA, p. 300.
- Nepomuceno, L. L.; Andrade, R. J.; Lopes, F. B.; Lira, T. S.; Vieira, L. F.; Santos, G. C. J.; Pereira, L. S.; Ferreira, J. L. 2012 a. Associações genéticas entre o perímetro escrotal e as características produtivas e reprodutivas em rebanho Nelore criado na região norte do Tocantins *Revista Acadêmica Ciências. Agrária. Ambiental*, Curitiba, v. 10, n. 3, p. 253-261.
- Nepomuceno, L. L.; Andrade, R. J.; Lopes, F. B.; Lira, T. S.; Vieira, L. F.; Santos, G. C. J.; Pereira, L. S.; Ferreira, J. L. 2012 b. Efeitos genéticos e ambientais sobre as características produtivas em rebanho Nelore criado na região norte do estado do Tocantins. *Revista Acadêmica Ciências. Agrária. Ambiental*, Curitiba, v. 10, n. 4, p. 373-382.
- Nepomuceno, L. L.; Lira, T. S.; Lopes, F. B.; Lôbo, R. B.; Ferreira, J. L. 2013. Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. *Revista Brasileira Saúde Produção. Animal*, Salvador, v.14, n.2, p.269-276.
- Robertson, A. 1959. The sampling variance of genetic correlation coefficient. *Biomethic*, v.15, p.469-485.
- Santos, G. C. J; Lopes, F. B.; Marques, E. G; Silva, M. C; Cavalcante, T.V; Ferreira, J. L. 2012. Tendência genética para pesos padronizados aos 205, 365 e 550 dias de idade de bovinos nelore da região Norte do Brasil. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, v. 34, p. 97-101.
- SAS Institute. 2002. *Statistical Analysis System: user guide*. Version 9.0. Cary.
- Simonelli, S. M.; Silva, M.A.; Silva, L.O.C.; Pereira, J.C.C.; Souza, J.E.R.; Ventura, R.V.; Valente, B.D. 2004. Critérios de seleção para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 56, n. 03, p. 374-384.
- Toral, F.L.B.; Silva, L.O.C.; Martins, E.N.; Gondo A.; Simonelli S. M. 2004. Interação genótipo x ambiente em características de crescimento de bovinos da raça Nelore no Mato Grosso do Sul. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.6, p.1445-1455