

## Interação genótipo-ambiente para características sob efeito maternal na raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará

*Genotype-environment interaction for maternal effect traits in Nelore cattle from Maranhão, Mato Grosso and Pará States*

NEPOMUCENO, Leandro Lopes<sup>1</sup>; LIRA, Thaymisson Santos de<sup>2</sup>; LOPES, Fernando Brito<sup>3</sup>; LÔBO, Raysildo Barbosa<sup>4</sup>; FERREIRA, Jorge Luís<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Tocantins, Araguaína, Tocantins, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical, Araguaína, Tocantins, Brasil.

<sup>3</sup>Embrapa Cerrados, Goiânia, Goiás, Brasil.

<sup>4</sup>Associação Nacional de Criadores e Pesquisadores, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil.

\*Endereço para correspondência: [jorgeuft@gmail.com](mailto:jorgeuft@gmail.com)

### RESUMO

Objetivou-se analisar a interação genótipo-ambiente sobre os pesos aos 120 e 210 dias de bovinos da raça Nelore, criados a pasto, nos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. O estudo foi realizado utilizando-se de dados de campo da raça Nelore cedidos pelo Programa de Melhoramento Genético da Raça Nelore (PMGRN-ANCP), totalizando 37.032 animais registrados desde 1993 a 2010. As estimativas médias e desvios padrão para pesos padronizados aos 120 dias (P120), e aos 210 dias (P210) de idade para os estados do MA, MT e PA foram de 123,43±17,06; 133,91±19,62; 130,07±16,03kg (P120), 181,83±34,15; 194,73±28,52; 189,76±23,45kg (P210), respectivamente. As correlações genéticas entre os desempenhos das progênes de um mesmo reprodutor nos diferentes estados variaram de 0,42 (Maranhão-Mato Grosso), 0,38 (Maranhão-Para) a 0,70 (Mato Grosso-Para) para P120; de 0,49 (Maranhão-Mato Grosso), 0,13 (Maranhão-Para) a 0,40 (Mato Grosso-Para) para P210. As menores correlações genéticas, em ambas as características estudadas, foram observadas entre Maranhão e Pará, estados com condições de ambiente mais contrastante. Estes resultados denotam a existência de interação genótipo-ambiente, tanto no peso aos 120 dias quanto no peso aos 210 dias de idade, o que influenciou diretamente a predição do valor genético dos reprodutores, resultando em classificação diferente de um mesmo touro em cada estado. Portanto, faz-se necessário mais bem

estudar inclusão desta interação nos modelos de avaliação genética dos animais, pois a seleção e reprodução do melhor touro apresentarão impactos econômicos distintos em cada estado e influenciará a tomada de decisão dos criadores.

**Palavras-chave:** avaliação genética, bovinos de corte, correlação genética, herdabilidade

### SUMMARY

This study was carried out to analyze genotype-environment interaction for maternal effect traits weights of Nelore cattle from Maranhão (MA), Mato Grosso (MT) and Pará (PA) States. It was used records of 37,032 animals provided by Genetic Improvement Program of Nelore (PMGRN-ANCP) collected between the years 1993 to 2010. The means and standard deviations for W120 to MA, MT and PA were 123.43 ± 17.06, 133.91 ± 19.62 and 130.07 ± 16.03kg and to W210 for the same States were 181.83 ± 34.15, 28.52 ± 194.73 and 189.76 ± 23.45kg, respectively. Genetic correlations estimative between the expected progeny difference for same sire were 0.42 (MA-MT), 0.38 (MA-PA) and 0.70 (MT-PA) for P120; 0.49 (MA-MT), 0.13 (MA-PA) and 0.40 (MT-PA) for P210. Lower genetic correlations in both traits were observed between Maranhão and Pará states, which presented great environmental distinctions. These results showed genotype-environment interaction and reaffirm the current preoccupation with these interaction which

can be effect the genetic evaluation of animals raised in this states.

**Keywords:** beef cattle, genetic correlation, genetic evaluation, heritability

## INTRODUÇÃO

No Brasil os sistemas de produção de bovinos são bastante heterogêneos, principalmente devido à grande diversidade de biomas existentes. Dessa forma, torna-se um desafio a definição eficaz de critérios de seleção que auxiliem na escolha de reprodutores adequados a cada sistema de produção, principalmente quando a avaliação genética do rebanho é exercida nacionalmente.

Assim, o mérito genético de um animal pode ser influenciado de forma significativa por mudanças no ambiente de criação, e as progênes de um mesmo reprodutor podem não repetir o desempenho dos pais, caso sejam criadas em microrregiões ou fazendas diferentes, evidenciando a necessidade de cuidados na compra de reprodutores e, ou, sêmen, em razão da existência de interação genótipo-ambiente (NOBRE et al. 1987).

A interação genótipo-ambiente existe quando o mérito relativo de dois ou mais genótipos é dependente do ambiente no qual são comparados (MASCIOLO 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 com alterações nas estimativas de parâmetros genéticos e variâncias, resultando em escolhas equivocadas.

A avaliação genética é uma importante ferramenta para a identificação e seleção de animais nos rebanhos. Contudo, no Brasil, esta é realizada em

âmbito nacional, e pode conduzir equívocos no processo de seleção, em virtude de não se considerar a interação genótipo-ambiente, influenciando assim as estimativas dos parâmetros genéticos das características de interesse econômico, com conseqüente erro na ordem de mérito dos animais.

No entanto, a inclusão da interação genótipo-ambiente nas análises genéticas é, em geral, bastante discutível, uma vez que, no Brasil os nichos econômicos e de seleção da pecuária têm sido desempenhados em ambientes diversos. Conhecê-la e inseri-la nos modelos de análises pode implicar em avaliações genéticas para cada situação ambiental, sendo uma tarefa difícil de implementar na prática, contudo a interação genótipo-ambiente tem sido demonstrada em várias regiões do Brasil para a raça Nelore (TORAL et al. 2004; ALENCAR et al. 2005; TEIXEIRA et al. 2006; FRIDRICH et al. 2008; LOPES et al. 2008; CARVALHO et al. 2013).

Dessa forma, objetivou-se analisar a interação genótipo-ambiente de caracteres sob efeito maternal 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 37.032 registros de animais, de ambos os sexos, criados a pasto.

As características analisadas foram: peso aos 120 dias de idade (P120) e

peso aos 210 dias de idade (P210). As médias dos pesos, desvios-padrão, coeficiente de variação, número de registros e rebanhos e o total de grupos de contemporâneos para pesos padronizados aos 120 e 210 dias de idade são apresentados na Tabela 1. O número total de touros com progênes nos três estados foi igual a 60, em

ambas as características, sendo que no Estado do Maranhão o número de touros com progênes que possuíam registros foi de 53, no Mato Grosso de 60 e no Pará de 58, para P120. Para P210 o número de touros com progênes que possuíam registros foi de 55, 60 e 59 para os estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará.

Tabela 1. Estatística descritiva das características analisadas em bovinos da raça Nelore nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará

Característica	UF	Média	DP	CV	N	REB	GC
P120	MA	123,43	17,06	13,82	739	04	38
	MT	133,91	19,62	14,63	10.707	12	111
	PA	130,08	16,03	12,32	8.626	05	94
P210	MA	181,83	24,47	13,46	742	04	41
	MT	194,73	28,52	14,64	10.908	12	160
	PA	189,76	23,45	12,36	8.481	05	135

MA= Maranhão; MT= Mato Grosso; PA= Pará; P120= peso aos 120 dias de idade; P210= peso aos 210 dias de idade; UF= unidade federativa; DP= desvio padrão; CV= coeficiente de variação; N= Nº de animais; REB= número de rebanhos; GC= número de grupos de contemporâneo.

Foram realizadas análises de variância utilizando-se o procedimento GLM (SAS Institute, 2002) para verificar a importância de fontes de variação não genéticas sobre as características em estudo. Consideraram-se os efeitos fixos de sexo e grupos de contemporâneos (GC), formados por meio da concatenação de fatores não genéticos que afetaram significativamente ( $p < 0,001$ ) as características em estudo como, rebanho, ano e estação de nascimento do animal (janeiro a abril = 1; maio a agosto = 2; e setembro a dezembro = 3). Para as características de pesos (P120 e P210) utilizou-se como covariável a idade da vaca ao parto.

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

Grosso, Maranhão – Pará, e Mato Grosso - Pará.

Para obtenção das estimativas de (co)variâncias, parâmetros genéticos e correlações genéticas empregou-se a metodologia da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada (DFREML), por meio de modelo animal bicaráter, usando o aplicativo *MultipleTrait Derivative Free Restricted Maximum Likelihood* (MTDFREML), desenvolvido por Boldman et al. (1995).

As análises bicaráter dos pesos sob efeito maternal (P120, P210), foram realizadas segundo o modelo descrito abaixo.

$$y = X\beta + Z_1a + Z_2m + Z_3p + e (I)$$

em que:  $y$ = vetor de observações (P120 e P210);  $\beta$ = vetor dos efeitos fixos (grupo de contemporâneos);  $a$ = vetor do efeito genético aditivo direto;  $m$ = vetor do efeito genético aditivo maternal;  $p$ =

vetor do efeito de ambiente permanente maternal;  $X$  = matriz de incidência que associa  $\beta$  com  $y$ ;  $Z_1$ ,  $Z_2$  e  $Z_3$  = matrizes de incidência dos efeitos genéticos direto e maternal, e de ambiente permanente maternal, respectivamente;  $e$ ,  $e$  = vetor dos efeitos residuais.

As diferenças entre de magnitudes das estimativas 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 relacionada proporcionalmente a essa. A partir desses resultados obteve-se a diferença entre as proporcionalidade das herdabilidades.

O efeito da interação genótipo-ambiente foi avaliado considerando a mesma característica expressa em ambientes diferentes como características distintas, 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, quando comparados entres os estados. 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 Institute, 2002) considerando o total de reprodutores com progênes.

O número médio de progênes por touros para P120 foi de 14, 185 e 144, para os estados do MA, MT e PA, respectivamente. Para P210 o número médio de progênes foi de 13, 185 e 141 para MA, MT e PA, respectivamente.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias e seus respectivos desvios padrão para pesos padronizados aos 120 dias (P120), aos 210 dias (210) de idade para os estados do MA, MT e PA foram superiores aos resultados reportados por Lira et al. (2013) na raça Nelore da região do Trópico Úmido do Brasil. Da mesma forma, quando confrontados aos resultados dos mesmos autores para os estados em estudo, observou-se que os resultados também foram superiores, possivelmente devido ao menor número de dados, e às restrições aplicadas ao conjunto de dados.

As diferenças dos pesos médios (Tabela 2) entre os estados estudados (MA, MT e PA) podem ser atribuídas a fatores ambientais, principalmente aos ecossistemas diferenciados entre os Estados, bem como às diferenças de objetivos, critérios e pressão de seleção atribuída aos rebanhos. Uma vez que o estado do Maranhão se caracteriza por diferentes ecótonos o que poderia influenciar a disponibilidade de forragens para as vacas durante o período de amamentação dos bezerros, contribuindo negativamente para a produção de leite, e conseqüentemente menor desempenho dos bezerros.

Entre os Estados do MT e PA não foi verificado diferenças significativas ( $p > 0.05$ ) nas médias para uma mesma idade padrão, sugerindo pequena variabilidade de pesos, o que pode ser explicado pela menor diferença de biomas entre os estados, bem como pela possível semelhança entre os objetivos, critérios e pressão de seleção atribuída aos rebanhos, devido a contribuição destas unidades federativas no cenário nacional da pecuária de corte.

Tabela 2. Pesos médios e desvio padrão das características P120 e P210 dias de idade, segundo a distribuição pelos Estados

Estado	P120	P210
MA	123,43 <sup>b</sup> ±17,06	181,83 <sup>b</sup> ±34,15
MT	133,91 <sup>a</sup> ±19,62	194,73 <sup>a</sup> ±28,52
PA	130,07 <sup>a</sup> ±16,03	189,76 <sup>a</sup> ±23,45

MA=Maranhão; MT= Mato Grosso; PA= Pará; P120= Peso ajustado aos 120 dias de idade; P210= Peso ajustado aos 210 dias de idade; letras diferentes na mesma coluna são significativamente diferentes (p<0,05) pelo teste de Tukey.

A variação e os valores encontrados no presente trabalho, para a herdabilidade dos pesos estudados (Tabela 3), podem ser considerados coerentes, pois estão dentro da faixa de variação apresentada na literatura. No entanto, observou-se que no Estado do Maranhão, para as características avaliadas, as estimativas de herdabilidade foram altas (0,60 (P120) e 0,54 (P210)), comprovando efeito menor do ambiente sobre o desempenho dos animais, nas condições de criação adotadas. Entretanto, nesta unidade federativa o número de observações foi menor, e como menor número de rebanhos e menor média de progênies por touro, o que pode ter contribuído para as estimativas de herdabilidade e menor efeito ambiental. Os Estados do Mato Grosso e Pará apresentaram estimativas de magnitude moderadas a baixa para herdabilidade das características P120 (0,34 e 0,18) e P210 (0,23 e 0,16), sugerindo maior influência ambiental, bem como diferenças nos critérios de seleção adotados entre os estados. As estimativas de herdabilidade maternal que variaram de 0,12 e 0,19 (P120), e 0,13 e 0,16 (P210), respectivamente para MT e PA. Analisando esses resultados, pode-se estabelecer a existência de uma variação muito

grande entre as herdabilidades obtidas nos estados, sugerindo assim fortes indícios de uma influência ambiental marcante no genótipo dos animais.

Tabela 3. Estimativas das Correlações Genéticas (acima da diagonal) e herdabilidade (diagonal) para P120 e P210 na raça Nelore nos Estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará

P120			
UF	MA	MT	PA
MA	0,60	0,42	0,38
MT	-	0,34	0,70
PA	-	-	0,18
P210			
UF	MA	MT	PA
MA	0,54	0,49	0,13
MT	-	0,23	0,40
PA	-	-	0,16

UF= Unidade Federativa; MA=Maranhão; MT= Mato Grosso; PA= Pará; P120 = peso padronizado aos 120 dias; P210 = peso padronizado aos 210 dias.

As diferenças entre as magnitudes das estimativas de herdabilidade de um estado para outro foram 43, 70 e 47% para P120; e 56, 70 e 30% para P210, respectivamente, para os arquivos Maranhão – Mato Grosso, Maranhão – Pará, e Mato Grosso – Pará. A maior diferença foi observada sempre para o arquivo Maranhão – Pará, onde os ambientes são mais contrastantes. Essas altas estimativas indicam que grande parte da variação fenotípica na população estudada está relacionada aos efeitos aditivos dos genes, o que possibilita obter ganho genético considerável por meio da seleção. Entretanto, a diferença na magnitude dessas estimativas sugere que a resposta fenotípica das progênies de um mesmo reprodutor é diferente nos três estados.

As estimativas de herdabilidades maternas para cada unidade da federação foram de 0,19 (MA), 0,15 (MT) e 0,19 (PA) para P120. Para P210 as estimativas de herdabilidade materna foram de 0,29 (MA), 0,13 (MT) e 0,16 (PA). Esses resultados foram superiores às obtidas por Silveira et al. (2004), que variaram de 0,06 a 0,15.

A diferença entre a maior e a menor estimativa para P210 entre os estados foi de cinquenta e cinco pontos percentuais, o que significa que a diferença de ambiente entre os estados exerceu maior influência no período pós-natal, o que pode ser corroborado pela diferença do efeito materno total (P120) em que a diferença foi mínima. Esses valores sugerem que a habilidade materna é afetada pelo ambiente e que as filhas de um mesmo reprodutor tendem a apresentar desempenhos diferentes, em maior magnitude para P210, nos diferentes estados.

As correlações genéticas (Tabela 3) entre os desempenhos das progênes de um mesmo reprodutor nos diferentes estados variaram de 0,42 (MA-MT), 0,38 (MA-PA) a 0,70 (MT-PA) para P120; de 0,49 (MA-MT), 0,13 (MA-PA) a 0,40 (MT-PA) para P210. As menores estimativas de correlações genéticas, em ambas as características estudadas, foram observadas entre Maranhão e Pará, estados com condições de ambiente mais contrastantes, especialmente devido o estado do Maranhão ser caracterizados por regiões de diversos ecótonos. Essas estimativas diferem, em magnitude, daquelas relatadas por Lopes et al. (2008) nos estados da região Sul do Brasil, Toral et al. (2004), em diferentes microrregiões do estado de Mato Grosso do Sul e por Fridrich et al. (2005) para a raça Tabapuã entre as regiões Sul e Nordeste.

De acordo com o proposto por Robertson (1959), evidencia-se a ocorrência de IGA para as características estudadas entre os estados, pois segundo o mesmo, quando o valor da correlação genética fosse menor que 0,80 a interação genótipo-ambiente passaria a assumir papel importante na expressão da característica.

Neste contexto, correlações genéticas maiores que 0,8 indicam que a maioria dos genes responsáveis pela expressão de uma característica está agindo de forma semelhante em dois ambientes diferentes, indicando assim, não existência de interação genótipo-ambiente.

Correlações menores que 0,8 indicam uma forte e importante interação genótipo-ambiente, em que a classificação dos animais pode variar entre os ambientes. Assim quando a interação é considerada importante, alguns dos genes que controlam a característica em um ambiente são diferentes daqueles que controlam a mesma característica em outro ambiente. Da mesma forma, correlação genética baixa significa que os genes relacionados ao crescimento em um estado não são os mesmos genes responsáveis pela expressão desta característica no outro estado.

A interação genótipo-ambiente foi fortemente evidenciada entre os estados do Maranhão e Mato Grosso, Maranhão e Pará, e Mato Grosso e Pará. Pelos resultados encontrados, sugere-se que a maioria dos genes responsáveis pela expressão dos pesos P120 e P210 está agindo de forma dessemelhante em dois ambientes diferentes e, a resposta à seleção, para a característica em um dos estados será diferente à resposta em outro estado.

As correlações de Spearman entre a ordem de mérito dos reprodutores com base nas DEP preditas nos diferentes

estados (Tabela 4), tomando-se o número de reprodutores com progênies em cada estado da federação, variaram de 0,58 (MA-MT), 0,71 (MA-PA) a 0,72 (MT-PA) para P120; e de 0,26 (MA-PA), 0,47 (MT-PA) a 0,70 (MA-MT) para P210 (Tabela 4). Esses valores indicam que as diferenças de ambiente nos estados promoveram mudanças na ordem relativa de classificação dos touros avaliados geneticamente, principalmente relacionando-se à característica P210.

Tabela 4. Estimativas de correlações de Spearman entre a classificação dos touros com base no valor genético predito para cada estado para as características peso aos 120 e 210 dias de idade em análises bicaracter

		P120	
UF		MA	MT
MA	-	0,58 *	0,71 *
MT	-	-	0,72 *

  

		P210	
UF		MA	MT
MA	-	0,70 *	0,26 *
MT	-	-	0,47 *

UF= Unidade Federativa; MA=Maranhão; MT= Mato Grosso; PA= Pará; P120 = peso padronizado aos 120 dias; P210 = peso padronizado aos 210 dias; \*Significativo ( $p < 0,05$ ).

Resultados similares, foram reportados por Toral et al. (2004), Alencar et al. (2005) e Lopes et al. (2008), nos estados do Mato Grosso do Sul, São Paulo e estados da região Sul do Brasil, respectivamente. Assim, é evidente que um reprodutor mais adequado para um estado não o é, necessariamente, para o outro.

Os resultados deste estudo reforçam a necessidade de estudos que consideram a presença da interação genótipo-ambiente e a melhor forma de lidar com ela, pois a situação econômica de cada

região influencia de maneira significativa na tomada de decisão dos criadores.

O efeito da interação genótipo-ambiente (IGA) influenciou os pesos padronizados aos 120 e 210 dias de idade em bovinos da raça Nelore criados nos estados do Maranhão, Mato Grosso e Pará. Houve classificação distinta do mesmo touro em estados diferentes, ou seja, as progênies dos touros apresentaram desempenhos distintos quanto criadas em ambientes diferenciados.

Logo, faz-se necessário considerar o efeito da interação genótipo-ambiente ao selecionar um touro para reprodução, pois dependendo do local de criação de suas progênies, estas poderão apresentar desempenho diferenciado, acarretando influência negativa na lucratividade do sistema.

## REFERÊNCIAS

- ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S.; FREITAS, A.R. Evidências de interação genótipo x ambiente sobre características de crescimento de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.489-495, 2005.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; Van VLECK, L.D.; Van TASSELL, C.P.; KACHMAN, S.D. **A manual for use for MTDFREML**. A set of programs to obtain estimates of variance and covariance [DRAFT]. Lincoln: Department of Agriculture / Agricultural Research Service, 1995. 120p.
- CARVALHO, C.V.D.; BITTENCOURT, T.C.C.; LÔBO, R.B.; PINTO, L.F.B.; NASCIMENTO, M.C. Interação genótipo-ambiente sobre os pesos aos 205 e 365 dias de idade em bovinos da raça Nelore em diferentes regiões do Brasil. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.14, n.1, p.10-20, 2013.

FALCONER, D.S.; MACKAY, T.F.C.

**Introduction quantitative genetics.**

Edinburgh: Addison Wesley Longman, 1996. 464p.

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.

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, 2008.

FRIDRICH, A.B.; SILVA, M.A.;  
FRIDRICH, D.; CORRÊA, G.S.S.;  
SILVA, L.O.C.; SAKAGUTI, E.S.;  
FERREIRA, I.C.; VALENTE, B.D.

Interação genótipo × ambiente e estimativas de parâmetros genéticos de características ponderais de bovinos Tabapuã. **Arquivo Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.5, p.663-672, 2005.

LIRA, T.S.; PEREIRA, L.S.; LOPES, F.B.; FERREIRA, J.L.; LÔBO, R.B.; SANTOS, G.C.J. Tendências genéticas para características de crescimento em rebanhos Nelore criados na região do trópico úmido do Brasil. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v.14, n.1, p.23-31, 2013.

LOPES, J.S.; RORATO, P.R.N.; WEBER, T.; BOLIGON, A.A.; COMIN, J.G.; DORNELLES, M.A. 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, 2008.

MASCIOLI, A.S.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R.; NUNES, M.E. Estudo da interação genótipo × ambiente sobre

características de crescimento de bovinos de corte utilizando Inferência Bayesiana.

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2275-2284, 2006.

NOBRE, P.R.C.; ROSA, A.N.; EUCLIDES FILHO, K. Interação genótipo x ambiente em gado nelore.

**Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.16, n.4, p.352-363, 1987.

ROBERTSON, A. The sampling variance of genetic correlation coefficient.

**Biomethic**, v.15, p.469-485, 1959.

SAS Institute. **Statistical Analysis System: user guide**. Version 9.0. Cary, 2002.

SILVEIRA, J.C.; McMANUS, C.; MASCIOLI, A.S.; SILVA, L.O.C. da; SILVEIRA, A.C. da; GARCIA, J.A.C.; Louvandini, H. Fatores ambientais e parâmetros genéticos para características produtivas e reprodutivas em um rebanho no estado do Mato Grosso do Sul.

**Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1432-1444, 2004.

TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.; DIAS, L.T. Interação genótipo x ambiente em cruzamentos de bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1677-1683, 2006.

TORAL, F.L.B.; SILVA, L.O.C.; MARTINS, E.N.; GONDO, A.; SIMONELLI, S.S. 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, 2004.

Data de recebimento: 03/02/2013

Data de aprovação: 03/06/2013