

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE SOBRE
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA
RAÇA NELORE**

Fabio Borba Ferrari

Zootecnista

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

2012

**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE SOBRE
CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA
RAÇA NELORE**

Fabio Borba Ferrari

Orientadora: **Prof^ª. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque**

Co-Orientador: **Prof. Dr. Fernando Sebastián Baldi Rey**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento Animal.

Jaboticabal – São Paulo – Brasil

2012

Ferrari, Fábio Borba
F375i Interação genótipo ambiente sobre características reprodutivas de
fêmeas da raça Nelore/ Fábio Borba Ferrari. -- Jaboticabal, 2012
x, 62 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2012

Orientadora: Lucia Galvão de Albuquerque
Banca examinadora: Fernando Sebastián Baldi Rey, Danísio Prado
Munari ,Maria Eugênia Zerlotti Mercadante
Bibliografia

1. *Nelore- normas de reação*. 2. *Nelore- Interação genótipo
ambiente* 3. *Nelore- parâmetros genéticos*. I. Título. II. Jaboticabal-
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.2:636.082



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CAMPUS DE JABOTICABAL
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS DE JABOTICABAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

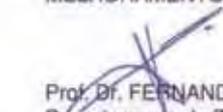
TÍTULO: INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE SOBRE CARACTERÍSTICAS REPRODUTIVAS DE FÊMEAS DA RAÇA NELORE

AUTOR: FÁBIO BORBA FERRARI

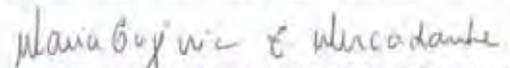
ORIENTADORA: Profa. Dra. LUCIA GALVAO DE ALBUQUERQUE

CO-ORIENTADOR: Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIÁN BALDI REY

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM GENÉTICA E MELHORAMENTO ANIMAL, pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. FERNANDO SEBASTIÁN BALDI REY
Departamento de Zootecnia / Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia - USP / Pirassununga/SP


Prof. Dr. DANÍSIO PRADO MUNARI
Departamento de Ciências Exatas / Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal


Profa. Dra. MARIA EUGENIA ZERLOTTI MERCADANTE
Instituto de Zootecnia / Sertãozinho/SP

Data da realização: 17 de fevereiro de 2012.

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

FABIO BORBA FERRARI- nasceu em 20 de janeiro de 1985, na cidade de Ribeirão Preto, filho de Luci Borba Ferrari e Jesus Aparecido Ferrari. Em Março de 2005 iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual de Londrina, em Londrina, e em Dezembro de 2009 obteve o título de Zootecnista. Em Março de 2010 ingressou no mestrado no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento Animal, sob orientação da Prof^a. Dra. Lucia Galvão de Albuquerque.

“Procure ser um homem de valor, em vez de ser um homem de sucesso.”
Albert Einstein

À Deus por sempre me dar forças para seguir em frente
Aos meus pais por sempre me incentivarem nas minhas escolhas
Aos meus irmãos sempre me dando força
A minha namorada Adelita pelo amor e carinho

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre iluminar meus caminhos.

Aos meus pais, por sempre me afagar quando triste, sempre me incentivando e dando forças.

Aos meus irmãos por sempre me motivarem e me alegrarem em momentos de angústia.

A minha namorada, pelo amor e carinho incondicional; paciência em momentos difíceis.

A minha orientadora Dr^a. Lucia Galvão de Albuquerque, pelos ensinamentos, ajuda e paciência.

Ao meu co-orientador Fernando Baldi, pelos ensinamentos, ajuda e paciência.

Aos meus colegas de salinha Diogo, Luis Gabriel, Gerardo, Rafael Medeiros, Rafael Costa, Rafael Spigolan, Rafael Tonussi, Inaê, Natalia Irano, Ana Paula, Ana Fabrícia, Arione, Denise e Rodrigo.

Aos meus amigos de departamento, Diogo, Luis Gabriel, Alexandre, Francisco, Daniel Gordo, Naudin, Raul, Gerardo, kike.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão da bolsa.

À Conexão Delta G por conceder o banco de dados para o estudo.

Um grande e forte abraço a todos!

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução.....	10
2. Objetivo Geral.....	12
3. Revisão de Literatura.....	12
3.1. Interação Genótipo-Ambiente (IGA).....	12
3.2. Aplicação das normas de reação no estudo de IGA.....	14
3.3. Idade ao primeiro parto.....	17
3.4. Dias para o primeiro parto.....	18
4. Referências Bibliográficas.....	20

CAPÍTULO 2 – INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE PARA IDADE AO PRIMEIRO PARTO

1. Introdução.....	26
2. Materiais e Métodos.....	28
3. Resultados e Discussão.....	33
4. Conclusões.....	39
5. Referências Bibliográficas.....	40

CAPÍTULO 3 – INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE PARA DIAS PARA O PRIMEIRO PARTO

1. Introdução.....	44
2. Materiais e Métodos.....	46
3. Resultados e Discussão.....	52
4. Conclusões.....	58
5. Referências Bibliográficas.....	59

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES.....	61
-------------------------------	----

Interação genótipo ambiente sobre características reprodutivas de fêmeas da raça Nelore utilizando normas de reação

RESUMO: As características reprodutivas são as principais determinantes da eficiência biológica e econômica dos sistemas de produção de carne bovina. Do ponto de vista econômico, na bovinocultura de corte, a eficiência reprodutiva é a característica mais importante, seguida das características de crescimento e, por último, das características de carcaça. Além desses aspectos, as características reprodutivas também influenciam o ganho genético ou resposta à seleção, pois estão relacionadas à intensidade de seleção. Os objetivos deste trabalho foram verificar a presença de interação genótipo – ambiente (IGA) para idade ao primeiro parto (IPP) e para dias para o primeiro parto (DPP) em rebanhos de bovinos da raça Nelore criados a pasto em diferentes condições ambientais utilizando modelos de normas de reação. Foram utilizados dados de idade ao primeiro parto e dias para o primeiro parto de 27.448 fêmeas da raça Nelore, filhas de 647 touros, e nascidas entre 1984 a 2005, pertencentes a 29 rebanhos que participam do Programa de Melhoramento Genético da Conexão Delta G. No modelo de normas de reação, os componentes de variâncias e valores genéticos são regredidos sobre alguma característica ou indicador de variabilidade ambiental (gradiente ambiental). Para a formação dos gradientes ambientais (GA), foram consideradas as variáveis de fazenda (nascimento e sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Posteriormente, os GA com médias de ganho de peso pós-desmama semelhantes foram agrupadas em oito classes. O modelo incluiu o efeito genético aditivo direto como efeito aleatório e, como fixo, o grupo de contemporâneos (GC). O software WOMBAT foi utilizado para realizar as análises para as características IPP e DPP, assumindo modelo animal, que incluiu como efeito fixo o grupo de contemporâneo e, como aleatório, animal e resíduo para IPP; já para DPP considerou como efeito fixo o grupo de contemporâneo, tipo de serviço, variável classificatória (precoce/tardia) e o sexo do bezerro(a) e, como aleatório, animal e resíduo. O GC foi formado por fazenda (ao nascimento e ao sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Nas análises de regressão aleatória (normas de reação), foram utilizados polinômios lineares de Legendre, regredidos sobre a média de ganho de peso pós-desmama ajustada de cada classe de GA (8 classes). Polinômios lineares de Legendre também foram utilizados para modelar o efeito fixo da tendência média da população. Além disso, como efeito fixo foi incluído o GC e, como aleatórios o efeito genético aditivo do animal e residual. As funções de (co)variância foram estimadas pelo método de máxima verossimilhança restrita. A escolha do modelo mais adequado foi realizada com base nos critérios de informação BIC. De acordo com o critério de informação BIC, o modelo que assumiu heterogeneidade de variâncias para o resíduo, com quatro classes (**rrmgs_het4**), foi o mais adequado para descrever a variabilidade genética para IPP ao longo do gradiente ambiental. As estimativas de herdabilidade para IPP e das correlações genéticas entre os ambientes obtidas pelo melhor modelo, variaram de 0,10 a 0,18 e 0,89 a 0,99, respectivamente. Para IPP, não houve mudança na classificação dos touros ao longo dos GA quando os valores genéticos foram preditos pelo modelo **rrmgs_het4** ou pela análise

unicaracterística. Estes resultados permitem afirmar que não existe a presença de interação genótipo ambiente para a característica IPP. Para DPP, o modelo mais apropriado foi o que assumiu cinco classes de variância residual (**rrmgs_het5**). As estimativas de herdabilidade e correlações genéticas entre os ambientes obtidas pelo melhor modelo variaram de 0,02 a 0,17 e 0,61 a 0,99, respectivamente. Houve mudança na classificação dos touros ao longo dos GAs quando os valores genéticos dos touros foram preditos pela regressão aleatória ou pela análise unicaracterística. De acordo com os resultados, ficou evidente a presença de interação genótipo ambiente para a característica DPP. Os resultados obtidos no presente estudo são de grande importância para a pecuária de corte, uma vez que, no Brasil são escassos os trabalhos de interação genótipo ambiente (IGA) para características associadas à precocidade sexual das fêmeas, utilizando a abordagem de normas de reação.

Palavras-chaves: bovino de corte, parâmetros genéticos, dias para o primeiro parto, regressão aleatória, idade ao primeiro parto, normas de reação.

Genotype-environment interaction for reproductive traits in Nelore females using reaction norms

ABSTRACT: The objective of this study were to verify the presence of genotype-environment interaction for age at first calving (AFC) and days to the first calving (DFC) in Nelore cattle raised on pasture under different environmental conditions. Data for age at first calving and days to the first calving from 27,448 Nelore females, daughters of 647 bulls and born between 1984 to 2005, belonging to 29 participating herds in the Program for Genetic Improvement Conexão Delta G. In the model of reaction norms, the variance components and breeding values are regressed on some characteristics or environmental variability indicator (environmental gradient). For the formation of the environmental gradients (EG), the variables farm (birth and weaning), birth season (summer, autumn, winter and spring) and management group (birth, weaning and yearling) were considered. Subsequently, the EG with similar mean post-weaning weight gain were grouped into eight classes. The model included the direct genetic effect as random effect and as fixed the contemporary group (CG). The WOMBAT software was used to perform the analysis for AFC and DFC, using an animal model, which includes as fixed effect the contemporary group and as random the animal and residual, while for DFC the model included as fixed effects the contemporary group, type of service, calf sex and variable qualifying the sexual precocity of females (early/late) and as random the animal and residual. The CG was formed by the farm (birth and weaning), birth season (summer, autumn, winter and spring) and management group (birth, weaning and yearling). In the random regression analysis (reaction norms), we used linear Legendre polynomials, regressed on the post-weaning weight gain adjusted for each class of EG (eight classes). Linear Legendre polynomials were also used to model the fixed effect of the population average trend. Moreover, as fixed effect was included the CG and as random the additive genetic effect of the animal and residual. The function of (co)variance components were estimated by restricted maximum likelihood using the WOMBAT program. The choice of model more appropriate was performed based on the BIC information criteria. According to the BIC information criteria, the model considering heterogeneity of residual variance, with four classes (rrmgs_het4), was the most appropriate to describe the genetic variability for AFC along the environment gradient. The heritability estimates for AFC and genetic correlations among environments obtained by the best model, ranged from 0.10 to 0.18 and 0.89 to 0.99, respectively. For AFC there was no change in the classification of bulls over the EG when the breeding values were predicted by the model rrmgs_het4 or by the single-trait analyses. The results indicate the absence of genotype environment interaction for AFC. The model considering five classes of residual variance (rrmgs_het5) was the most appropriate model to model the DFC along classes of EG. Estimates of heritability and genetic correlations for DFC among environments obtained by the best model ranged from 0.02 to 0.17 and 0.61 to 0.99, respectively. There was a change in the classification of bulls over the EGs when the breeding values of sires were predicted by the random regression or by single-trait analyses. According with the results it was evident the presence of genotype environment interaction for DFC. The results obtained in this study are important to the beef cattle industry, since in Brazil there are few studies of genotype environment interaction for traits associated with early sexual precocity in females, using the approach of reaction norms.

Keywords: beef cattle, genetic parameters, days to the first calving, random regression, age at first calving, reaction norms.

CAPÍTULO 1 – Considerações Gerais

1. Introdução

As características reprodutivas são as principais determinantes da eficiência biológica e econômica dos sistemas de produção de carne bovina. Do ponto de vista econômico, na bovinocultura de corte, a eficiência reprodutiva é a característica mais importante, seguida das características de crescimento e, por último, das características de carcaça (BARWICK et al., 1995). Além desses aspectos, as características reprodutivas também influenciam o ganho genético ou resposta à seleção, pois estão relacionadas à intensidade de seleção. Apesar da sua importância, as características reprodutivas e aquelas ligadas à precocidade sexual das fêmeas, como a idade ao primeiro parto e dias para o primeiro parto, vêm sendo pouco utilizadas na maioria dos programas de melhoramento genético de gado de corte no Brasil (ALENCAR, 2002), como consequência de sua baixa herdabilidade (KOOTTS et al., 1994) e da dificuldade de medição e interpretação.

Atualmente, no Brasil, são publicados vários sumários de touros para a raça Nelore, com diversas características de importância econômica, todos incluindo grandes conjuntos de dados de animais distribuídos em diversas regiões do país. Nestas avaliações, a pressuposição comumente assumida é a ausência de interação genótipo-ambientes, ou seja, as variâncias residuais e genéticas são consideradas constantes para todos os rebanhos participantes. Entretanto, existe uma ampla variabilidade de sistemas de produção, em termos de manejo e alimentação, além disso, há também uma grande variabilidade climática nas diferentes regiões do país, baixas temperaturas no inverno e verão quente com um regime de chuvas bem distribuído durante o ano

todo, no sul; inverno seco com temperatura amena e verão quente e chuvoso, nas regiões centrais; clima tropical úmido, na região norte e semi-árido na região nordeste.

Considerando a diversidade das condições de produção é fundamental verificar a possibilidade de interação entre o genótipo e o ambiente. Ocorre interação entre genótipo e ambiente toda vez que a expressão de determinado genótipo é dependente do ambiente da avaliação. Essa interação pode se expressar de diferentes formas e com diferentes intensidades, sendo que a expressão mais extrema pode ser representada pela inversão de classificação dos diferentes genótipos dependendo do ambiente onde foram avaliados (PEGOLO, et al. 2009). ALENCAR et al. (2005) relataram que essa interação pode também provocar alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais e, conseqüentemente, resultar em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, implicando na possibilidade de mudanças nos critérios de seleção, dependendo do ambiente.

Tradicionalmente, a interação genótipo-ambiente é avaliada por meio da estimação da correlação genética obtida por modelos que consideram um determinado caráter em diferentes ambientes como características distintas. FALCONER e MACKAY, (1996) estabeleceram que quando o valor da correlação é próximo de 1,0 o caráter está sendo controlado pelos mesmos genes nos diferentes ambientes. Para valores inferiores a 1,0, o caráter deverá ser considerado como diferente para cada ambiente, uma vez que não são os mesmos genes, pelo menos parcialmente, que estão agindo nos dois ambientes, indicando, portanto, a presença de interação genótipo-ambiente.

Em gado de corte, ainda são poucos os trabalhos que utilizaram as normas de reação em estudos de interação genótipo-ambiente. CORRÊA et al. (2009) e PEGOLO et al. (2009) no Brasil utilizaram normas de reação para constatar a presença de interação genótipo-ambiente para características de crescimento em bovinos da raça Devon e Nelore, respectivamente. Entretanto, ainda são escassos os estudos de interação genótipo-ambiente para as características ligadas à precocidade sexual das fêmeas.

2. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi verificar a presença de interação genótipo-ambiente para idade ao primeiro parto e para dias para o primeiro parto em rebanhos de bovinos da raça Nelore criados a pasto em diferentes condições ambientais.

3. Revisão de Literatura

3.1. Interação Genótipo – Ambiente (IGA)

No Brasil, os programas de avaliação genética de bovinos de corte assumem ausência de IGA para as diferentes características avaliadas, ou seja, as variâncias residuais e genéticas são consideradas constantes para todos os rebanhos participantes. São desconsideradas assim, as diferenças no comportamento de um mesmo genótipo em diferentes níveis de produção e as variâncias particulares dos diferentes ambientes avaliados (DIAZ et al., 2011).

BOWMAN (1974) definiu a IGA como a mudança no desempenho relativo para um caráter, de dois ou mais genótipos, medidos em dois ou mais ambientes. A IGA é de grande importância no melhoramento, pois, no caso de sua existência, há possibilidades de que o melhor genótipo em um ambiente não venha a ser o melhor em outro ambiente. Este fato influencia o ganho genético e dificulta a recomendação dos genótipos com ampla adaptabilidade (FALCONER & MACKAY, 1996).

Em geral, os genótipos são linhagens de uma mesma raça selecionada em locais diferentes, e os ambientes na maioria dos estudos são os países em que os animais são criados. Porém, dentro dos próprios países as interações entre os genótipos e os diferentes ambientes estudados (em geral sistemas de alimentação) são significativas (NESER, 2002; KEARNEY et al., 2004; SIMONELLI, 2004; TORAL et al., 2004).

A presença de IGA dificulta a interpretação dos efeitos principais do genótipo e do ambiente assim como prever o desempenho dos genótipos na mudança dos ambientes.

Segundo ROBERTSON (1959), correlações genéticas para uma determinada característica avaliada em diferentes ambientes inferiores a 0,8 indicam que a IGA passa a assumir papel importante na expressão da característica. Por outro lado, correlações genéticas maiores que 0,8 indicam que a maioria dos genes responsáveis pela expressão de uma característica estão agindo de forma semelhante em dois ambientes diferentes. Correlações próximas ou iguais a 1,0 indicam a não existência de interação genótipo - ambiente, ou seja, os mesmos genes agem nos ambientes

diferentes. Assim, quando a IGA é considerada importante, alguns dos genes que controlam a característica em um ambiente são diferentes daqueles que controlam a mesma característica em outro ambiente, ou seja, alguns dos genes que afetam a característica se expressam em um ambiente e não no outro.

FRIDRICH (2003) sugeriu várias formas alternativas para avaliação de IGA, tais como: experimentos com gêmeos idênticos; diferença significativa na magnitude da estimativa da herdabilidade de um caráter em dois ambientes; análise de variância das características; comparação do desempenho de progênies de touros entre ambientes pelas técnicas de análise de variância; resposta correlacionada; normas de reação e análises de regressão.

3.2. Aplicação das normas de reação em estudos de IGA

Recentemente, modelos de normas de reação estão sendo utilizados para verificar o efeito da IGA sobre diferentes características de importância econômica (KOLMODIN et al., 2002; ALENCAR et al., 2005; CARDOSO et al., 2005; CORRÊA, 2009; PEGOLO et al., 2009; ARAUJO NETO, 2010). No modelo de norma de reação, a expressão de um genótipo em diferentes ambientes é descrita como uma função linear (norma de reação) de um valor ou gradiente ambiental. Um valor ambiental é normalmente definido como o desempenho médio de todos os genótipos naquele ambiente.

Os modelos de normas de reação, por meio de modelos de regressão aleatória, permitem que o efeito da IGA possa ser sistematicamente avaliado pela regressão dos valores genéticos dos touros sobre alguma medida dos ambientes onde sua progênie é

criada. Embora esse método inclua informação de uma variável dependente no modelo explanatório, tem a vantagem de discriminar objetivamente os ambientes como mais ou menos favoráveis (KOLMODIN et al., 2002). Cabe destacar que, esse método tem sido pouco utilizado com este propósito, principalmente, para raças zebuínas.

No Brasil, PEGOLO et al. (2009) utilizando informações de 366 rebanhos da raça Nelore, estudaram a presença de IGA para peso ajustado aos 450 dias de idade utilizando normas de reação. Os autores avaliaram vários modelos nos quais a definição do gradiente ambiente variou, de acordo com seis ambientes diferentes. Para todos os modelos avaliados, as estimativas de componentes de (co)variância e herdabilidade tiveram um comportamento semelhante. As estimativas de herdabilidade para peso ajustado aos 450 dias de idade foram superiores nos ambientes extremos (ambientes favoráveis ou desfavoráveis), variando de 0,35 a 0,40, e inferiores em ambientes intermediários, 0,20 a 0,25. As correlações genéticas entre pesos provenientes de grupos ambientes opostos foram baixas, inferiores a 0,80, indicando a presença de IGA para esta característica.

CORRÊA et al. (2009) estudaram a presença de interação genótipo-ambiente para o ganho de peso pós-desmama padronizado para 345 dias, em bovinos da raça Devon criados no Rio Grande do Sul. Os autores comparam vários modelos para a estimação de parâmetros genéticos para esta característica, via normas de reação obtidas por regressão aleatória. As estimativas do gradiente ambiental foram obtidas com base na solução dos desvios dos grupos de contemporâneos. Modelos hierárquicos, de normas de reação com variâncias residuais homogêneas e heterogêneas, e coeficientes de regressão lineares aleatórios correspondentes à norma

de reação do animal foram aplicados para a estimação dos componentes de (co)variância. Segundo os autores, o modelo que melhor se ajustou aos dados foi o de normas de reação com variância residual homogênea. As estimativas de herdabilidade para ganho de peso pós-desmama padronizado para 345 dias aumentaram na medida em que o ambiente foi mais favorável, variando de 0,30 a 0,70. As estimativas de correlação genética entre os ganhos obtidos em ambientes semelhantes foram positivas e altas, acima de 0,80. Entretanto, diminuíram rapidamente entre os gradientes ambientais opostos. Segundos os autores, os resultados evidenciam a existência de IGA para a característica estudada.

A IGA foi detectada em estudo realizado por ARAUJO NETO et al. (2010), que utilizaram 50.000 registros de peso aos 450 dias (P450) e para idade ao primeiro parto (IPP) de fêmeas da raça Nelore. Os autores obtiveram estimativas de herdabilidade para estas características que aumentaram quando o gradiente ambiental melhorava (ambientes menos restritivos). As estimativas de herdabilidade obtidas para P450 e IPP variaram de 0,29 a 0,39 e 0,14 a 0,26, respectivamente. As variâncias genéticas aditivas aumentaram com a melhoria do nível do gradiente ambiental. Em geral, os resultados mostraram que os animais em condições ambientais mais favoráveis têm a possibilidade de expressar o seu potencial genético. Os autores também observaram que, a correlação genética entre as características P450 e IPP ao longo do GA foi negativa e diminuía com o incremento dos gradientes ambientais. As correlações genéticas entre as características variaram ao longo do gradiente ambiental de -0,04 a -0,24, sugerindo que P450 maiores proporciona menores IPP.

DIAZ et al. (2009), também em estudo para detectar a IGA sobre características de crescimento, utilizaram peso ao sobreano (P450) de 99.366 animais da raça Nelore criados em cinco estados (GO, MT, SP, MS, MG). Os autores detectaram a presença de IGA para a característica (P450) entre os estados. As estimativas de herdabilidade para os estados (GO, MT, SP, MS, MG) foram de 0,51; 0,35; 0,44; 0,37; 0,41; respectivamente. De acordo com o estudo, é importante considerar a IGA nos modelos para a característica P450 em avaliações genéticas.

3.3. Idade ao primeiro parto (IPP)

A IPP tem grande importância para a produtividade do rebanho bovino, uma vez que uma redução na IPP implica uma redução das categorias improdutivas, e um aumento no número de progênes e no tamanho do rebanho, que por consequência aumenta a lucratividade do produtor. É interessante que haja redução da IPP, pois novilhas que iniciam a idade reprodutiva mais cedo (precoce), tendem a deixar mais descendentes no rebanho, do que uma novilha tardia. Além disso, a redução na IPP pode provocar aumento da vida reprodutiva e diminuição do tempo para retorno do capital investido (SHORT et al., 1994). Mas essa redução da IPP nem sempre pode ser realizada, pois essa característica reprodutiva tem ligação direta com o genótipo e o ambiente.

Em gado de corte, são inúmeros os estudos sobre estimativas de herdabilidade para a IPP, mas são variáveis em relação à magnitude das estimativas obtidas. MERCADANTE et al. (2000), VAN DER WESTHUIZEN et al. (2000) e BERTAZZO et al. (2004) obtiveram estimativas que variaram de 0,18 a 0,46, sendo consideradas de

médias a altas magnitude para uma característica reprodutiva. No entanto, GRESSLER (1998), GARNERO et al. (1998), PEREIRA et al. (2000), SILVA et al. (2000), PEREIRA et al. (2001), DIAS et al. (2004), TALHARI et al. (2003), COSTA et al. (2004), e SILVA et al. (2004) obtiveram estimativas menores, que variaram 0,01 a 0,16. KOOTS et al. (1994), em trabalho de revisão, apontaram que as características reprodutivas das fêmeas, em gado de corte, apresentam geralmente baixa herdabilidade, sendo o valor de herdabilidade para IPP de 0,14.

Segundo DIAS (2004b), a IPP é uma característica sujeita à influência do manejo reprodutivo e nutricional adotado na fazenda. A maioria dos produtores pré determina a idade ou o peso como condição para o início da vida reprodutiva. Dessa forma, a identificação das novilhas precoces fica comprometida e as estimativas de herdabilidade para essa característica são baixas devido à baixa variabilidade existente.

3.4. Dias para o primeiro parto (DPP)

A característica DPP, calculada como o intervalo, em dias, do primeiro dia da estação de monta à data do parto subsequente, tem sido indicada como alternativa para se avaliar a fertilidade das fêmeas, especialmente em sistemas extensivos (FORNI e ALBUQUERQUE, 2006). Segundo estes autores, esta característica possui uma estreita relação com a idade ao parto. O número de dias para o parto reflete a variabilidade das fêmeas em apresentar atividade de estro durante a estação de monta, o número de serviços requeridos para a prenhez, a duração da gestação e, conseqüentemente, a data do parto. Permite ainda a identificação dos animais com

maior fertilidade dentro do rebanho, das fêmeas que emprenham mais precocemente dentro da estação de monta e dos touros que produzem filhas que emprenham mais cedo dentro da estação de monta. Os estudos realizados indicam que a resposta à seleção para esta característica em bovinos da raça Nelore é baixa, semelhante à maioria das características reprodutivas, em razão das estimativas de herdabilidade reportadas, variando de 0,02 a 0,21 (PEREIRA et al., 2000; MERCADANTE et al, 2002; FORNI e ALBUQUERQUE, 2006).

No Brasil, são escassos os trabalhos que abordam a característica DPP em gado de corte. Estimativas de herdabilidade para DPP obtidas por MERCADANTE et al. (2002), utilizando vacas pertencentes a rebanhos experimentais, separados em Nelore Controle, Seleção e Nelore Tradicional, variaram de 0,08 a 0,28 do 1^o ao 6^o desempenho do DPP. Os autores destacaram que a fração da variância ambiental foi decrescendo com o aumento da idade das vacas. FORNI & ALBUQUERQUE (2006), utilizando 100.282 registros de bovinos da raça Nelore obtiveram estimativas semelhantes às descritas por MERCADANTE (2002), com valores variando de 0,05 a 0,13

4. Referências Bibliográficas

ALENCAR, M.M.; MASCIO LI, A.S.; FREITAS, A.R. Evidências de interação genótipo - ambiente sobre características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.2, p. 489-495, 2005.

ALENCAR, M.M.; Critérios de seleção e amoderna pecuária bovina de corte brasileira. São Carlos - Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. **Anais...** do IV Simpósio Nacional de Melhoramento Animal, 11p, 2002.

ALBUQUERQUE, L.G.; Regressão aleatória: Nova tecnologia pode melhorar a qualidade das avaliações genéticas. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5, 2004. Pirassununga, SP. Anais... Pirassununga: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004. (CD-ROM).

ARAÚJO NETO, F.R. ; DIAZ, I. P. S.; PESSOA, M. C.; PEGOLO, N. T.; LOBO, R.B. ; OLIVEIRA, H.N. . Interação genótipo-ambiente em peso ao sobreano e idade ao primeiro parto em bovinos da raça Nelore. In: 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. 47ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia - Empreendedorismo e Progresso Científicos na Zootecnia Brasileira de Vanguarda, 2010.

BERTAZZO, R.P.; FREITAS, R.T.F.; GONCALVES, T.M.; PEREIRA, I.G.; ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; OLIVEIRA, A.I.G.; ANDRADE, I.F. Parâmetros genéticos de Longevidade e Produtividade de Fêmeas da Raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.5, p.1118-1127, 2004.

CARDOSO, F. F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L. T. . Caracterização de interação genótipo-ambiente no ganho pós-desmama de bovinos Angus via normas de reação. In: 42ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005, Goiânia, 2005.

COBUCI, J.A.; COSTA, C.N.; TEIXEIRA, N.M.; FREITAS, A.F.de.; BARRA, R.B. Estimativas de herdabilidade para produção de leite no dia de controle de vacas da raça Holandesa utilizando regressão aleatória. In: SIMPÓSIO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE MELHORAMENTO ANIMAL, 2004, Pirassununga. **Anais....** Pirassununga: Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004.

COSTA, B.R.; LAUREANO, M.M.M.; FORNI, S.; ALBURQUERQUE, L.G. Estimativas de parâmetros genéticos para as características perímetro escrotal, peso ao sobre ano e idade ao primeiro parto em um rebanho da raça Nelore. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5, 2004. Pirassununga, SP. Anais... Pirassununga: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004. (CD-ROM).

CORRÊA, M. B. B.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Caracterização da interação genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-demama de

bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8, p.1468-1477, 2009.

DIAS, L.T.; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto de novilhas da raça Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.33, n.1, p.97-102, 2004a.

DIAS, L.T.; EL Faro, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeito da idade de exposição de novilhas à reprodução sobre estimativas de herdabilidade da idade ao primeiro parto em bovinos Nelore. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.3, p.370-373, 2004b.

DIAZ, I. P. S.; OLIVEIRA, H. N. de. ; BEZERRA, L. A. F.; LÔBO, R. B. Genotype by environment interaction in Nelore cattle from five Brazilian states. *Genetics and Molecular Biology (Impresso)*, v. 3, p. 23-27, 2011.

FALCONER, D.S., MACKAY, T.F.C. *Introduction to quantitative genetics*. 4 ed. Longman: Malasya, 464p, 1996.

FORNI S. & ALBUQUERQUE, L. G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. *Journal of Animal Science* 2005. 83:1511-1515.

FRIDRICH, B.A. Interações genótipo x ambientes e estimativas de parâmetros genéticos de características ponderais de bovinos da raça Tabapuã. 2003. 35p. Dissertação (mestrado em zootecnia) - Escola de Veterinária – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

GARNERO, A.V.; LÔBO, R.B.; BORJAS, A.R. Estimativas de parâmetros genéticos para características incluídas em critérios de seleção em gado de corte. In REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. Anais... Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.434-436.

GRESSLER, S. L. Estudo de fatores de ambiente e parâmetros genéticos de algumas características reprodutivas em animais da raça Nelore. 1998. 149p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária , Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1998.

JOHNSTON, D. J.; BUNTER, K. L. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. **Livestock Production Science**, v.45, p.13- 22, 1996.

JOHNSTON, D. J.; BUNTER, K. L. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. **Livestock Production Science**, v.45, p.13- 22, 1996.

KEARNEY, J.F.; SCHUTS, M.M.; BOETCHER, B.J.; WEIGEL, K.A. Genotype x Environment Interaction for Grazing vs. Confinement. I. Production Traits. *Journal of Dairy Science*, v. 87, p. 501-509, 2004.

KOLMODIN, R.; STRAMBERG, E.; MADSEN, P. et al. Genotype by environment interaction in Nordic dairy cattle studied using reaction norms. *Acta Agriculture Scandinavia, Sect. A, Animal Science*, Oslo, Norway, v.52, p.11-24, 2002.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; SMITH, C.; WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits. 1. Heritability. *Animal Breeding Abstract*, v.62, p.309-338, 1994.

LASTER, D.B.; SMITH, G.M.; CUNDIFF, L.V.; GREGORY, K.E. Characterization of biological types of growth and puberty of heifers. *J. Anim. Sci.*, v.43, p.63, 1979.

LÔBO, R.N.B. Genetic parameters for reproductive traits of zebu cows in the semi-arid region of Brazil. *Livestock Production Science*. v.55 n.3 p.245-248. 1998.

MERCADANTE, M. E. Z.; PACKER, I. U.; RAZOOK, A. G.; MELO, C. M. R. de.; CYRILLO, J. N. dos S. G.; FIGUEIREDO, L. A. de. Dias ao Parto de Fêmeas Nelore de um Experimento de Seleção para Crescimento. II - Modelo de Regressão Aleatória. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.4, p.1726-1733, 2002.

MERCADANTE, M.E.Z.; LOBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Estimativas de (co)variâncias entre características de reprodução e de crescimento em fêmeas de um rebanho Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.4, p.997-1004, 2000.

MEYER, K. (2006) "WOMBAT" – Digging deep for quantitative genetic analyses by restricted maximum likelihood. In: **Proceeding...8 th World Congress Genetic Applied to Livestock Production**, Belo Horizonte (Brasil), 13 to 18 of August 2006. CD-ROM.

NESER, F.W.C. A preliminary investigation into the use of cluster analyses in genotype x environment interaction studies in beef cattle. In: *Proceeding... 7th World Congress on Genetics Applied To Livestock Production*, 7, 2002, Montpellier, Congress papers... Montpellier, 2002.

PÉGOLO, N. T.; OLIVEIRA, H. N.; ALBUQUERQUE, L. G.; BEZERRA, L. A. F. ; LÔBO, R. B. Genotype by environment interaction for 450-day weight of Nelore cattle analyzed by reaction norm models. *Genetics and Molecular Biology*, v.32, n.2, p.281-287, 2009.

PEREIRA, E.; ELER, J. P.; COSTA, F. A. A. et al. Análise genética da idade ao primeiro parto e do perímetro escrotal em bovinos da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 53, n. 1, p. 116- 121 2001.

PEREIRA, J.C.C.; AYALA, J.M.N.; OLIVEIRA, H.N. Efeitos genéticos e não-genéticos sobre a idade ao primeiro parto e o intervalo entre partos de duas populações da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.42, p.93-102, 1991.

REIS, J.C., & LÔBO, R.B. Interação genótipo - ambiente nos animais domésticos. Ribeirão Preto. Editora F.C.A. (FEI), 1991, 182p.

SILVA, J.A.V.; ALBURQUERQUE, L.G. Estudo da prenhez aos 16 meses e idade ao primeiro parto em novilhas Nelore. In: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 5, 2004. Pirassununga, SP. Anais... Pirassununga: Simpósio da Sociedade Brasileira de Melhoramento Animal, 2004. (CD-ROM).

SIMONELLI, S.M.; SILVA, M.A.; SILVA, L.O.C.; PEREIRA, J.C.C.; SOUZA, J.E.R.; VENTURA, R.V.; VALENTE, B.D. Critérios de seleção para características de crescimento em bovinos da raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.56, n.3, p.374-384, 2004.

SHORT, R.Y.; STAIMILLER, R.B.; BELLOWS, R.L.; GREER, R. C. Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Eds.) *Factors affecting calf crop*. London: CRC Press, 1994. p.55-68.

TALHARI, F.M.; ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S. Correlações genéticas entre características produtivas das fêmeas em um rebanho da Raça Canchim. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.4, p.880-886, 2003.

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

VAN DER WESTHUIZEN, R.R.; SCHOEMAN, S.J.; JORDAAN, G.F.; VAN WYCK, J.B. Heritabilities of reproductive traits in a beef cattle herd using a multitraits analysis. *South African Journal Animal Science*, v.30 (Suppl. 1), p.140-141, 2000.

YAMADA Y. Genotype by environment interaction and genetic correlation of the same trait under different environments. *Japanese Journal of Genetics*, v.37, p.498-509, 1962.

CAPÍTULO 2 – INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE PARA IDADE AO PRIMEIRO PARTO

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi verificar a presença de interação genótipo – ambiente para idade ao primeiro parto em rebanhos de bovinos da raça Nelore criados a pasto em diferentes condições ambientais. Dados de 27.448 fêmeas para idade ao primeiro parto (IPP), filhas de 647 touros da raça Nelore, e nascidas entre 1984 e 2005, de 29 rebanhos que participam do Programa de Melhoramento Genético da Conexão Delta G, foram analisados. No modelo de normas de reação, os componentes de variâncias e valores genéticos são regredidos sobre alguma característica ou indicador de variabilidade ambiental. A característica utilizada no presente estudo como indicadora de variabilidade ambiental foi o ganho de peso pós-desmama. Para a formação dos gradientes ambientais (GA), foram consideradas as variáveis de fazenda (nascimento e sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Posteriormente, os GA com médias de ganho de peso pós-desmama semelhantes foram agrupadas em oito classes. Após as consistências os valores da média, desvio padrão, mínimo e máximo para idade ao primeiro parto foram 1.037,2; 102,63; 733; 1281 dias, respectivamente. Nas análises de regressão aleatória (normas de reação), foram utilizados polinômios lineares de Legendre, regredidos sobre a média de ganho de peso pós-desmama ajustado de cada classe de GA (8 classes). Polinômios lineares de Legendre também foram utilizados para modelar o efeito fixo da tendência média da população. Além disso, como efeito fixo foi incluído o GC e, como aleatórios o efeito genético aditivo do animal e residual. O grupo contemporâneo (GC) foi constituído de fazenda (ao nascimento, a desmama e ao sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera), grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Observações de idade ao primeiro parto fora do intervalo dado pela média dos grupos de contemporâneos ± 3.5 desvios-padrão foram excluídos. Os GC com menos de dez observações não foram considerados na análise. As funções de (co)variância foram estimadas pelo método de máxima verossimilhança restrita, utilizando o programa Wombat (MEYER, 2006). Os modelos de regressão aleatória que foram testados assumiram oito (rrmgs_het8), quatro (rrmgs_het4) e uma (rrmgs_homo) classes de variância residual. De acordo com o critério de informação BIC o modelo que assumiu heterogeneidade de variâncias para o resíduo, com quatro classes, foi o mais adequado. O modelo **rrmgs_het4** com 4 classes assumiu valor para o critério BIC menor que os outros modelos testados, indicando que este modelo seria o mais indicado para modelar a variabilidade do IPP ao longo dos GAs. As estimativas da variância genética aditiva para IPP aumentaram levemente ao longo dos GAs. As estimativas de variância fenotípica mostraram o mesmo comportamento da variância

genética aditiva, entretanto o incremento nas estimativas de VF foi mais acentuado na medida que melhorou o ambiente. As estimativas de herdabilidade para IPP foram levemente superiores nos extremos da curva, 0,14 (no GA menos favorável) e 0,18 (no GA mais favorável), e nos GA intermediários foi próxima de 0,10. As estimativas de correlações genéticas para IPP entre diferentes GAs obtidas pelo modelo rrmgs_het4 , estiveram acima de 0,80 e variaram de 0,89 a 0,99. Com base no critérios utilizados para definir o gradiente ambiental, os resultados do presente estudo permitem afirmar a ausência de interação genotipo-ambiente para idade ao primeiro parto. Portanto, pode-se afirmar que não é necessário considerar ou levar em conta a sensibilidade ambiental dos genótipos no momento da escolha dos reprodutores para pais da próxima geração para idade ao primeiro parto.

Palavras-chaves: correlação genética, bovino de corte, modelos de regressão aleatória, parâmetros genéticos

CAPÍTULO 2 – INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE PARA IDADE AO PRIMEIRO PARTO

1. Introdução

A redução da idade ao primeiro parto está diretamente ligada à eficiência e à lucratividade da produção de carne bovina. Vários trabalhos na literatura têm citado as vantagens em iniciar a vida reprodutiva das novilhas mais cedo (BERETTA et al., 2001). Segundo MARTIN et al. (1992), o desempenho reprodutivo das novilhas depende da idade em que essas fêmeas parem pela primeira vez. As fêmeas que parem mais cedo têm maior tempo de vida produtiva que as fêmeas mais tardias; assim, novilhas que parem pela primeira vez aos 2 anos de idade deverão produzir mais bezerros do que as que parem aos 3 anos de idade. Entre as principais vantagens em emprenhar as novilhas mais jovens estão: menor tempo para obter retorno do investimento, aumento da vida reprodutiva da vaca e aumento do número de bezerros (SHORT et al., 1994). Além desses aspectos, rebanhos com maior precocidade sexual possuem maior disponibilidade de animais, tanto para venda como para seleção, permitindo maior intensidade seletiva e, conseqüentemente, progressos genéticos mais elevados e maior lucratividade.

Devido a sua importância, as características ligadas à precocidade sexual das fêmeas, como a idade ao primeiro parto, vêm sendo incluídas nos programas de melhoramento genético de gado de corte no Brasil, mesmo que suas estimativas herdabilidade são de baixa magnitude (KOOTTS et al., 1994). Com relação às fêmeas, existe dificuldade de se identificar características facilmente mensuráveis que sejam

geneticamente relacionadas com a fertilidade (JOHNSTON e BUNTER, 1996). As estimativas de herdabilidade das características reprodutivas indicam que as diferenças ambientais são as principais causas de variação e isso pode ser um dos motivos para que as características reprodutivas de fêmeas não tenham sido incluídas nos programas de melhoramento genético. Além disto, muitas dessas características são de difícil mensuração, não havendo disponibilidade de registros confiáveis.

Atualmente, no Brasil são publicados vários sumários de touros para a raça Nelore, com diversas características de importância econômica, todos incluindo grandes conjuntos de dados de animais distribuídos em diversas regiões do país. Nestas avaliações, a pressuposição comumente assumida é a ausência de interação genótipo-ambientes, ou seja, as variâncias residuais e genéticas são consideradas constantes para todos os rebanhos participantes. Entretanto, existe uma ampla variabilidade de sistemas de produção, em termos de manejo e alimentação, além disso, há também uma grande variabilidade climática nas diferentes regiões do país, baixas temperaturas no inverno e verão quente com um regime de chuvas bem distribuído durante o ano todo, no sul; inverno seco com temperatura amena e verão quente e chuvoso, nas regiões centrais; clima tropical úmido, na região norte e semi-árido na região nordeste.

Considerando a diversidade das condições de produção é fundamental verificar a possibilidade de interação entre o genótipo e o ambiente. Ocorre interação entre genótipo e ambiente toda vez que a expressão de determinado genótipo é dependente do ambiente da avaliação. Essa interação pode se expressar de diferentes formas e com diferentes intensidades, sendo que a expressão mais extrema pode ser representada pela inversão de classificação dos diferentes genótipos dependendo do

ambiente onde foram avaliados (PEGOLO et al, 2009). ALENCAR et al. (2005) relataram que a interação genótipo-ambiente pode provocar alterações nas variâncias genéticas, fenotípicas e ambientais e, conseqüentemente, resultar em mudanças nas estimativas dos parâmetros genéticos e fenotípicos, implicando na possibilidade de mudanças nos critérios de seleção, dependendo do ambiente. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar a ocorrência de interação genótipo-ambiente sobre a característica idade ao primeiro parto, em fêmeas da raça Nelore utilizando normas de reação.

2. Materiais e Métodos

Dados de idade ao primeiro parto de 27.448 fêmeas da raça Nelore, filhas de 647 touros, e nascidas entre 1984 a 2005, pertencentes a 29 rebanhos que participam do Programa de Melhoramento Genético da Conexão Delta G foram utilizadas. Os objetivos principais destas fazendas são a venda de reprodutores jovens e animais para abate. Os touros e vacas são mantidos em pastos de alta qualidade com sal mineral à vontade. Normalmente, a estação de monta para vacas tem início em torno do mês de novembro com duração de, aproximadamente, 70 a 90 dias. Em algumas fazendas realiza-se uma estação de monta antecipada para as novilhas de 14 a 16 meses de idade, entre os meses de janeiro e março, com duração de, aproximadamente, 60 dias. Todas as novilhas são expostas à reprodução independente do peso e da condição corporal.

Os sistemas de acasalamentos utilizados são inseminação artificial, monta controlada e reprodutor múltiplo, com relação touro:vaca de 1:50. As épocas de

nascimento dos bezerros se concentram de agosto a outubro e novembro a janeiro, e os mesmos são mantidos com suas mães até os sete meses de idade a pasto. As novilhas são avaliadas quanto à prenhez por palpação retal, aproximadamente, 60 dias após o término da estação de monta antecipada. Novilhas que não concebem na estação de monta antecipada são expostas novamente aos dois anos de idade. Os critérios de descarte de fêmeas no rebanho são: falha reprodutiva até os dois anos de idade, falha da vaca em um ano, baixa avaliação de desempenho de progênie e uma pequena percentagem, por sanidade.

No modelo de normas de reação, os componentes de variâncias e valores genéticos são regredidos sobre alguma característica ou indicador de variabilidade ambiental (gradiente ambiental). Para a formação dos gradientes ambientais (GA), foram consideradas as variáveis de fazenda (nascimento e sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Posteriormente, os GA com médias de ganho de peso pós-desmama semelhantes foram agrupadas em oito classes. O agrupamento dos GA foi realizado visando obter um número de observações semelhante para cada classe de GA e por sua vez uma discrepância na média de ganho de peso pós-desmama das classes de GA (Tabela 1).

Para diminuir o viés causado pelo uso não aleatório dos touros e/ou rebanhos ou grupos com baixo número de observações, a média de ganho de peso pós-desmama das classes de GA foi ajustada utilizando um processo iterativo conforme proposto por Calus et al. (2004). Para a obtenção das soluções das classes de GA, o ganho de peso pós-desmama foi submetido a uma análise uni característica, incluindo no modelo o GA

e a idade do animal ao sobreano (covariável linear e quadrática) como efeito fixo e o efeito genético aditivo do animal. O processo iterativo foi interrompido quando a correlação de *rank* entre as posições dos GA entre duas análises ou iterações consecutivas foi superior a 0,999. No presente estudo, esta convergência foi alcançada após duas iterações. As médias (gramas/dia) e intervalos de ganho (mínimo - máximo) de peso pós-desmama ajustado para as oito classes de GA foram: GA₁₉₂: média= 192 (100 - 217); GA₂₃₂: média 232 (217 - 246); GA₂₅₆: média=256 (246 - 265); GA₂₇₄: média=274 (265 - 282); GA₂₉₁: média=291 (282 - 299); GA₃₀₉: média=309 (299 - 320); GA₃₃₄:média=334 (320 - 350) e GA₃₈₄: média=384 (350-781).

Após as consistências, os valores da média, desvio padrão, mínimo e máximo para idade ao primeiro parto foram em dias 1.037,2; 102,63; 733; 1.281 respectivamente. Dados de fêmeas com idade ao primeiro parto superior a 1.281 dias foram eliminados do arquivo de dados. Inicialmente, foram realizadas análises utilizando um modelo animal uni-característica para idade ao primeiro parto, o qual não considera a possibilidade de interação genótipo-ambiente. A análise uni-característica foi realizada apenas para verificar a variação das estimativas, suas magnitudes e obter as soluções dos animais para posteriormente cálculo dos valores genéticos dos touros. O modelo incluiu o efeito genético aditivo direto como efeito aleatório e, como fixo, o grupo de contemporâneos (GC). O GC foi formado por fazenda (ao nascimento e ao sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Observações de idade ao primeiro parto fora do intervalo dado pela média dos grupos de contemporâneos $\pm 3,5$

desvios-padrão foram excluídos. Os GC com menos de dez observações não foram considerados na análise.

Nas análises de regressão aleatória (normas de reação), foram utilizados polinômios lineares de Legendre, regredidos sobre a média de ganho de peso pós-desmama ajustada de cada classe de GA (8 classes). Polinômios lineares de Legendre também foram utilizados para modelar o efeito fixo da tendência média da população. Além disso, como efeito fixo foi incluído o GC e, como aleatórios o efeito genético aditivo do animal e residuo. As funções de (co)variância foram estimadas pelo método de máxima verossimilhança restrita, utilizando o programa Wombat (MEYER, 2006). A escolha do modelo mais adequado foi realizada com base nos critérios de informação BIC (WOLFINGER, 1993). A variância residual foi modelada em classes, homogênea e heterogênea com oito e quatro classes (1-2, 3-4, 5-6-7, 8). O modelo para todas as observações pode ser escrito na forma matricial do seguinte modo:

$$y = X\beta + Za + e$$

em que y , β , a e e se refere aos vetores de observações, efeitos fixos, efeitos genéticos aditivos e residuo, respectivamente; X e Z são nesta ordem matrizes de incidência que associam os vetores de efeitos fixos e genéticos aditivos ao de observações.

De acordo com o modelo foram adotadas as seguintes pressuposições:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad V \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_a \otimes A & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}$$

em que K_a é a matriz de (co)variância entre os coeficientes de regressão aleatórios para os efeitos genético aditivo direto, A é a matriz de parentesco entre os indivíduos, \otimes é o produto de Kroeneker entre matrizes, e R representa uma matriz bloco diagonal, contendo as variâncias residuais. A matriz de parentesco foi composta por 50.292 animais no pedigree total, sendo que 27.448 animais no arquivo de dados, com 645 touros e com 14.287 vacas com bezerro(a)s com registro.

Para a predição dos valores genéticos, foram considerados apenas touros com no mínimo 20 filhas com informações fenotípicas de IPP. Posteriormente, os touros foram classificados pelo valor genético para IPP predito na análise uni-característica, e 20 touros foram escolhidos, os 10 primeiros com maior DEP e os 10 últimos com menor DEP para cada característica. Finalmente, os valores genéticos destes 20 touros para cada característica foram preditos para cada GA utilizando o modelo de regressão aleatória mais adequado. Para a obtenção dos valores genéticos para cada GA pelo modelo de regressão aleatória foi utilizada a seguinte formula:

$$DEP_{i|GA} = \sum_{m=0}^{k_{a-1}} \alpha_{im} \phi_m(GA)$$

em que $\phi_m(GA)$ e α_{im} são o m-ésimo polinômio de Legendre em função do grupo ambiental (GA) e o coeficiente de regressão aleatória para o efeito genético direto, respectivamente. A correlação de Spearman foi calculada para comparar a classificação dos touros (152 touros), com no mínimo 20 filhas com dados de IPP, com base no valor genético obtidos pela análise unicaracteristica e pelas normas de reação em cada classe de GA.

3. Resultados e Discussão

A média para idade ao primeiro parto (IPP) diminui conforme as condições ambientais foram mais favoráveis (Tabela 1).

Tabela 1- Número de observações (N°) e estatística descritiva para idade ao primeiro parto segundo grupo ambiental (GA).

GA ¹	N°	Média (dias)	Desvio-Padrão	CV(%) ²	Mínimo	Máximo
GA ₁₉₂	3.087	1.083	79,13	7,30	774	1.257
GA ₂₃₂	3.389	1.073	81,77	7,61	784	1.275
GA ₂₅₇	3.241	1.054	90,30	8,56	758	1.276
GA ₂₇₄	3.549	1.050	93,95	8,94	748	1.268
GA ₂₉₁	3.207	1.026	108,65	10,59	750	1.273
GA ₃₁₀	3.193	1.018	103,67	10,18	742	1.260
GA ₃₃₄	3.898	1.014	106,94	10,54	755	1.280
GA ₃₈₄	3.884	994	112,83	11,35	733	1.281

¹GA₁₉₂, GA₂₃₂, GA₂₅₇, GA₂₇₄, GA₂₉₁, GA₃₁₀, GA₃₃₄, GA₃₈₄ – são os GAs com suas respectivas médias para ganho pós-desmama ajustada em subscrito. ²Coeficiente de variação (%)

De acordo com o critério de informação BIC (Tabela 2), o modelo que assumiu heterogeneidade de variâncias para o resíduo, com 4 classes (**rrmgs_het4**), foi o mais adequado para descrever a variabilidade genética para IPP ao longo do gradiente ambiental. O BIC foi utilizado para escolha do melhor modelo, pois ele é um critério mais robusto (restritivo) que penaliza os modelos mais parametrizados, sendo assim mais adequado para o comparativo entre os modelos.

Tabela 2- Modelos de regressão aleatória comparados de acordo com os critérios logaritmo da função de verossimilhança (log) e critério Bayesiano de Schwarz (BIC).

Modelos	k	log L	BIC
rrmgs_het8	11	-130.304,301	260.720,588
rrmgs_het4	7	-130.310,092	260.691,448
rrm_homo	4	-130.562,856	261.166,434

-Número de parâmetros(k), valor da função de máxima verossimilhança (log L), critérios de Informação Bayesiano de Schwarz (BIC). e rrmgs_het8, rrmgs_het4, rrmgs_homo- modelos assumiram 8,4 e 1 classes de variâncias residuais, respectivamente.

As estimativas da variância genética aditiva (VA) para IPP aumentaram levemente ao longo dos GAs (Figura 1). Provavelmente, em ambientes menos favoráveis, os animais precoces e tardios tiveram desempenho semelhante, em função do maior nível de restrição ambiental, e conseqüentemente a variabilidade genética foi inferior. Já nos ambientes mais favoráveis, o desempenho dos animais foi mais discrepante, assim os animais precoces tiveram maior oportunidade ou chance de expressar o potencial genético numa melhor condição ambiental, e conseqüentemente a variabilidade genética foi levemente superior.

As estimativas de variância fenotípica (VF) e variância residual (VR) mostraram o mesmo comportamento da VA, entretanto o incremento nas estimativas de VF foi mais acentuado à medida que melhorou o ambiente. As estimativas de VF tiveram um comportamento crescente até o GA₃₃₄. Conforme a condição ambiental foi mais favorável (ambiente menos limitante), a contribuição da VA sobre a variabilidade total

foi aumentando, mostrando assim a grande influencia ambiental (manejo) na performance dos animais.

Com o aumento do GA, houve um pequeno incremento nas estimativas das variâncias genéticas aditiva, sugerindo que há aumento da expressão do potencial genético dos animais (CALUS et al,2004). Esses resultados concordam com CORREIA et al. (2009), que trabalhando com bovinos da raça Devon no Rio Grande do Sul, obtiveram estimativas de herdabilidade para ganho em peso pós-desmama (padronizado para 345 dias) que aumentaram à medida que o ambiente foi mais favorável, variando de 0,30 a 0,70.

As estimativas de herdabilidade e a variância genética aditiva para IPP obtidas pelo modelo **rrmgs_het4** tiveram a mesma variação ao longo dos GA (Figura 1). As estimativas de herdabilidade para IPP foram levemente superiores nos extremos da curva, 0,14 (no GA menos favorável) e 0,18 (no GA mais favorável), e nos GA intermediários foi próxima de 0,10. Esta tendência de maiores estimativas de herdabilidade para idade ao primeiro parto nos extremos da trajetória está de acordo com os resultados obtidos por ARAUJO NETO et al., (2010). Os mesmos autores utilizaram fêmeas da raça Nelore para a característica idade ao primeiro parto, sendo que as estimativas de herdabilidade para IPP obtidas utilizando uma abordagem Bayesiana variaram de 0,14 a 0,26 e foram superiores no ambientes extremos.

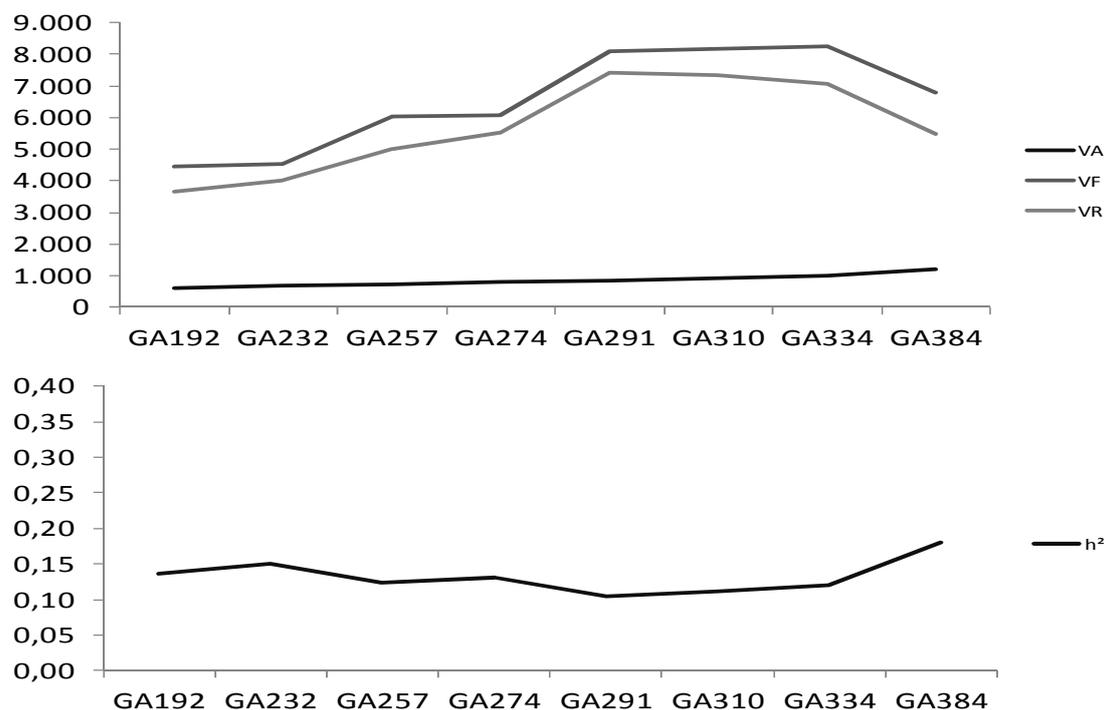


Figura 1-Estimativas de variâncias genética aditivas (VA), fenotípicas (VF) e herdabilidade (h^2) para IPP ao longo do GA.

A estimativa de herdabilidade para IPP, utilizando a mesma base de dados, mas obtidas pela análise unicaracterística foi 0,13. De acordo com CALUS et al. (2002), a presença de interação genótipo-ambiente é consequência da heterogeneidade de variâncias em diferentes ambientes. Portanto, os resultados do presente trabalho sugerem a presença de interação genótipo-ambiente para idade ao primeiro parto. Apesar das estimativas das variâncias genéticas e fenotípicas variaram ao longo dos GA, as estimativas de herdabilidade tiveram menor variação ao longo dos GA, indicando que a contribuição do componente genético para a variabilidade total, foi relativamente constante ou mostrou pouca variação ao longo dos GA.

As estimativas de correlações genéticas para IPP (Tabela 3) entre os diferentes GAs foram superiores na medida em que os GA estiveram mais próximos ou foram mais semelhantes. As estimativas de correlações genéticas para IPP entre diferentes GAs obtidas pelo modelo rrmgs_het4 estiveram acima de 0,80, e variaram de 0,89 a 0,99. Segundo ROBERTSON (1959), correlações genéticas para a mesma característica avaliada em diferentes ambientes abaixo de 0,80 sugerem a presença de interação genótipo ambiente. Com base nestes resultados, o modelo rrmgs_het4 indica a ausência de interação genótipo-ambiente para a característica IPP.

Tabela 3 – Correlações genéticas obtidas pelo modelo de regressão aleatória rrmgs_het4 ao longo dos GAs.

	GA₁₉₂	GA₂₃₂	GA₂₅₇	GA₂₇₄	GA₂₉₁	GA₃₁₀	GA₃₃₄	GA₃₈₄
GA₁₉₂	1	0,992	0,980	0,970	0,958	0,944	0,926	0,886
GA₂₃₂	0,992	1	0,997	0,993	0,987	0,979	0,967	0,938
GA₂₅₇	0,980	0,997	1	0,999	0,996	0,991	0,983	0,961
GA₂₇₄	0,970	0,993	0,999	1	0,999	0,996	0,990	0,972
GA₂₉₁	0,958	0,987	0,996	0,999	1	0,999	0,995	0,981
GA₃₁₀	0,944	0,979	0,991	0,996	0,999	1	0,999	0,989
GA₃₃₄	0,926	0,967	0,983	0,990	0,995	0,999	1	0,995
GA₃₈₄	0,886	0,938	0,961	0,972	0,981	0,989	0,995	1

GA₁₉₂, GA₂₃₂, GA₂₅₇, GA₂₇₄, GA₂₉₁, GA₃₁₀, GA₃₃₄, GA₃₈₄ – são os GAs com suas respectivas médias para ganho pós-desmama ajustada em subscrito.

Os valores genéticos dos 20 touros com maior e menor DEP para IPP variaram ao longo dos GA (Figura 2). Além disto, para os dois grupos de touros com baixa e alta DEP, houve uma leve mudança na classificação dos touros ao longo do GA, sobretudo nos ambientes extremos. Os valores genéticos dos touros com DEP mais favorável para IPP (DEP negativa), seguiram a mesma tendência das estimativas de variância

genética aditiva e herdabilidade. Os dez touros com menor potencial genético para IPP (DEP positiva para IPP) seguiram uma tendência diferente, uma vez que o mérito genético destes animais piorou à medida que o ambiente foi mais favorável. Os touros classificados como os dez melhores para IPP foram mais sensíveis à mudança ambiental, uma vez que os valores genéticos mudaram em maior magnitude, maior resposta, à medida que as condições ambientais melhoraram. Esses resultados concordam com aqueles obtidos por PEGOLO et al., (2009), em que genótipos com maior potencial genético para peso aos 450 dias de idade apresentaram maior sensibilidade ou resposta à mudança de ambiente.

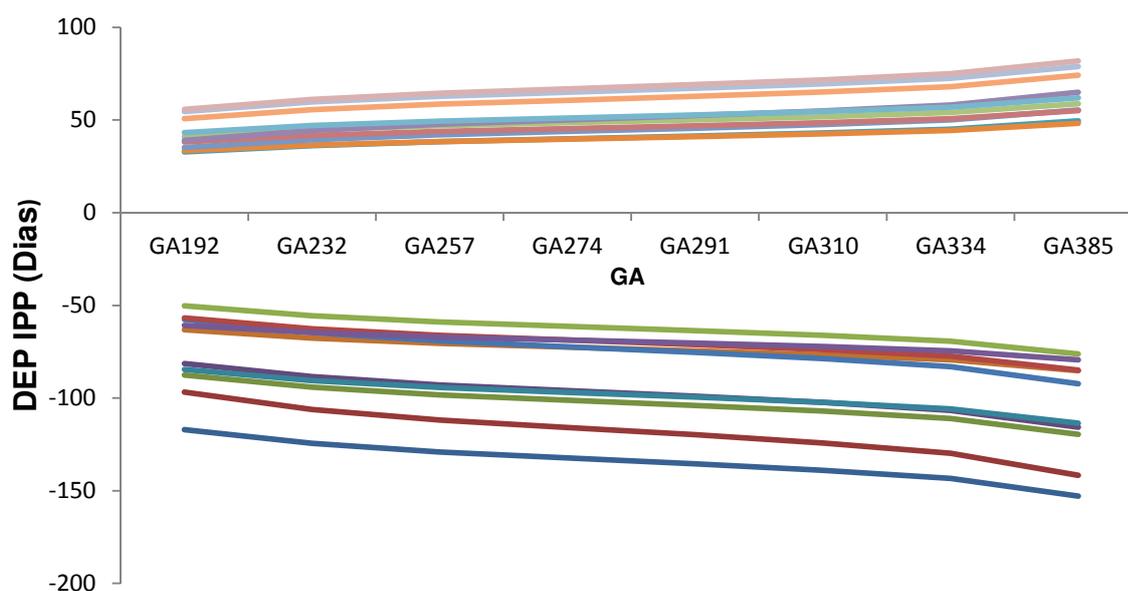


Figura 2- Estimativas dos valores genéticos dos dez melhores (parte inferior da figura) e dos dez piores touros (parte superior da figura) para a característica IPP, utilizando o melhor modelo de regressão aleatória **rrmgs_het4**.

As correlações de *rank* entre os valores genéticos estiveram acima de 0,99, indicando que não houve alteração no posto (*rank*) dos 152 touros nas diferentes classes de GA quando o valor genético foi predito pela análise unicaracterística ou pelo modelo de normas de reação (*rrmgs_het4*). As estimativas dos componentes de variância e parâmetros genéticos para IPP obtidos em diferentes ambientes sugerem a ausência de interação genótipo-ambiente para esta característica.

4. Conclusões

Com base nos critérios utilizados para definir o gradiente ambiental, os resultados do presente estudo permitem afirmar a ausência de interação genótipo-ambiente para idade ao primeiro parto. Portanto, pode-se afirmar que não é necessário considerar ou levar em conta a sensibilidade ambiental dos genótipos no momento da escolha dos reprodutores para pais da próxima geração para IPP.

5. Referências Bibliográficas

ALENCAR, M.M.; MASCIOLI, A.S.; FREITAS, A.R. Evidências de interação genótipo - ambiente sobre características de crescimento em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n.2, p. 489-495, 2005.

ARAÚJO NETO, F.R.; DIAZ, I. P. S.; PESSOA, M. C.; PEGOLO, N. T.; LOBO, R.B.; OLIVEIRA, H.N. Interação genótipo-ambiente em peso ao sobreano e idade ao primeiro parto em bovinos da raça Nelore. In: 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia - Empreendedorismo e Progresso Científicos na Zootecnia Brasileira de Vanguarda, 2010.

BALDI, F.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M.. Random regression models on Legendre polynomials to estimate genetic parameters for weights from birth to adult age in Canchim cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 127, p. 289-299, 2010.

BERETTA, V.; LOBATO, J. F. P.; MIELITZ NETTO, C. G. A. Produtividade e Eficiência Biológica de Sistemas Pecuários de Cria Diferindo na Idade das Novilhas ao Primeiro Parto e na Taxa de Natalidade do Rebanho no Rio Grande de Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30(4) ,p.1278-1286, 2001.

BOLIGON, A.A.; BALDI, F.; Mercadante, M.E.Z.; Lôbo, R.B.; Pereira, R.J.; ALBUQUERQUE, L.G. Breeding value accuracy estimates for growth traits using random regression and multi-trait models in Nelore cattle. **Genetics and Molecular Research**. 10, 1227–1236, 2011.

CALUS, M.P.L.; BIJMA, P.; VEERKAMP, R.F. Effects of data structure on the estimation of covariance functions to describe genotype by environment interactions in a reaction norm model. **Genetics Selection and Evolution**, v.36, p. 489-507. 2004.

CALUS, M. P. L.; GROEN, A. F.; JONG;G. de. Genotype × Environment Interaction for Protein Yield in Dutch Dairy Cattle as Quantified by Different Models. **Journal of Dairy Science**. V.85, p.3115–3123 , 2002.

CORRÊA, M. B. B.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Caracterização da interação genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-demama de bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8, p.1468-1477, 2009.

HOSSNER, K.L. Cellular, molecular and physiological aspects of leptin: Potential application in animal production. *Canadian Journal of Animal Science*, Quebec, v. 78,n.4, p. 463-472, 1998.

JOHNSTON, D. J.; BUNTER, K. L. Days to calving in Angus cattle: genetic and environmental effects, and covariances with other traits. ***Livestock Production Science***, v.45, p.13- 22, 1996.

KOOTS, K.R.; GIBSON, J.P.; WILTON, J.W. Analyses of published genetic parameter estimates for beef production traits: 2. Phenotypic and genetic correlations. ***Animal Breeding Abstract***, v.62, p.825-853, 1994.

MARTIN, L.C.; BRINKS, J.S.; BOURDON, R.M. et al. Genetic effects on beef heifer puberty and subsequent reproduction. ***Journal of Animal Science***, v.70, p.4006-4017, 1992.

Příbyl, J.; Krejčová, H.; Příbylová, J.; Misztal, I.; Bohmanová, J.; Štípková, M.; Trajectory of body weight of performance tested dual-purpose 793 bulls. ***Czech Journal of Animal Science***. 52, 315–324, 2007.

SHORT, R.Y.; STAMILLER, R.B.; BELLOWS, R.L.; [GREER, R. C.](#) Breeding heifers at one year of age: biological and economic considerations. In: FIELDS, M.J.; SAND, R.S. (Eds.) ***Factors affecting calf crop***. London: CRC Press, p.55-68, 1994.

SHORT, R.E.; ADAMS, D.C. Nutritional and hormonal interrelationship in beef cattle reproduction. ***Canadian Journal of Animal Science***, v.68, p.29-39, 1988.

STRABEL, T.; MISZTAL, I.; BERTRAND, J.K.; 2001. Approximation of reliabilities for multiple-trait model with maternal effects. ***Journal of Animal Science***. 79, 833–839.

TIER, B.; MEYER, K.. Approximating prediction error covariances among additive genetic effects within animals in multiple trait and random regression models. ***Journal of Animal Breeding and Genetics***. 121, 77–89, 2004.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. ***Communications in Statistics***, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

CAPÍTULO 3- INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE PARA A CARACTERÍSTICA DIAS PARA O PARTO

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi verificar a ocorrência de interação genótipo-ambiente sobre a característica dias para o primeiro parto, em fêmeas da raça Nelore utilizando normas de reação. Dados de dias para o parto de 27.448 fêmeas da raça Nelore, filhas de 647 touros, e nascidas entre 1984 e 2005, de 29 rebanhos que participam do Programa de Melhoramento Genético da Conexão Delta G, foram analisados. Como no banco de dados não foi fornecido o início e a duração da estação de monta de cada fazenda, o DPP foi calculado como desvio do animal com menor idade ao primeiro parto dentro da mesma fazenda e ano de nascimento, e classificação do parto (fêmea precoce ou tardia). Desta forma as fêmeas que nasceram na mesma fazenda, no mesmo ano e que foram expostas na mesma estação de monta foram comparadas, como desvio, em relação à fêmea que apresentou a menor idade ao primeiro parto dentro desse grupo. No modelo de normas de reação, os componentes de variâncias e valores genéticos são regredidos sobre alguma característica ou indicador de variabilidade ambiental (gradiente ambiental). Para a formação dos gradientes ambientais (GA), foram consideradas as variáveis de fazenda (nascimento e sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Posteriormente, os GA com médias de ganho de peso pós-desmama semelhantes foram agrupadas em oito classes. Nas análises de regressão aleatória (normas de reação), foram utilizados polinômios lineares de Legendre regredidos sobre a média de ganho de peso pós-desmama ajustada de cada classe de GA (8 classes). Polinômios lineares de Legendre também foram utilizados para modelar o efeito fixo da tendência média da população. Além disso, como efeito fixo foi incluído o GC, sexo do bezerro, tipo de serviço e a variável classificatória ocorrência de prenhez precoce e, como aleatórios o efeito genético aditivo do animal e residual. O grupo contemporâneo (GC) foi formado por fazenda (ao nascimento e ao sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, à desmama e ao sobreano). Observações de dias para o primeiro parto fora do intervalo dado pela média dos grupos de contemporâneos com ± 3.5 desvios-padrão foram excluídas. Os GC com menos de dez observações não foram considerados na análise. Após as consistências, a média, desvio padrão, o mínimo e o máximo para dias para o primeiro parto foram 409,6; 60,23; 281 e 646 respectivamente. As funções de (co)variância foram estimadas pelo método de máxima verossimilhança restrita. Os modelos de regressão aleatória que foram testados assumiram oito (rrmgs_het8), cinco (rrmgs_het5) e uma (rrmgs_homo) classes de variância residual. De acordo com o critério de informação BIC o modelo que assumiu heterogeneidade com cinco classes de variâncias para o resíduo, foi o mais adequado. Com o aumento do GA, houve diminuição nas estimativas das variâncias genéticas aditiva para DPP obtidas pelo modelo rrmgs_het5. As estimativas de herdabilidade para DPP obtidas pelo modelo rrmgs_het5 seguiram a mesma tendência encontrada para a variância genética aditiva, e variaram de 0,16 a 0,02. As estimativas de correlações genéticas para DPP entre os GA obtidas pelo modelo rrmgs_het5 foram de moderadas a altas, e variaram de 0,61 a 0,99. As estimativas de correlações genéticas para DPP entre os GA foram superiores entre

GAs mais próximos ou semelhantes. Foi verificado a presença de interação genotipo-ambiente para DPP. Dessa forma, é importante considerar a sensibilidade ambiental, quando for realizar avaliações genéticas para DPP em rebanhos da raça Nelore ou a seleção para ambientes de situações de produção específica.

Palavras-chaves: correlação genética, bovino de corte, modelos de regressão aleatória, parâmetros genéticos

CAPÍTULO 3- INTERAÇÃO GENÓTIPO AMBIENTE PARA A CARACTERÍSTICA DIAS PARA O PRIMEIRO PARTO

1. Introdução

Recentemente, características novas têm sido propostas na seleção para precocidade sexual e fertilidade de fêmeas bovinas. Entre elas, podemos salientar dias para o parto (DPP) (JOHNSTON *et al.*, 1996), a capacidade de manter-se no rebanho ou *stayability* e a produtividade acumulada (SCHWENGBER, 2001) ou a produtividade média anual (ELER *et al.*, 2008).

A característica DPP compreende o número de dias entre o início da estação de monta e o dia de parição. Inicialmente a característica tem por importância mensurar se a concepção foi mais cedo ou mais tarde dentro da estação de monta e também a duração da gestação. Para que possamos identificar as fêmeas que emprenham mais cedo dentro da estação de monta, é necessário um controle rigoroso para que as vacas entrem em reprodução, e registros da data do início da estação de monta ou o dia em que a vaca foi exposta. JOHNSTON *et al.* (1996) avaliaram esta característica em fêmeas *Bos taurus* e obtiveram estimativa de herdabilidade moderada a baixa (0,13). Levando em consideração a estimativa encontrada pode-se afirmar que a característica tem moderada resposta à seleção, especialmente se a seleção for realizada em touros com grande número de progênie, obtendo assim alta acurácia. Um dos fatores que não favoreceu a sua implementação nos programas de seleção é a falta de controle adequado dos lotes de reprodução.

Os dias para o parto é uma característica que facilita mensurar a fertilidade das fêmeas. FORNI & ALBUQUERQUE (2006), observaram que a característica mostra a

variabilidade genética das fêmeas em apresentar atividade de estro durante a estação de monta, o número de serviços requeridos para a prenhez, a duração da gestação e a data do parto. Facilita a observação dos animais com alta fecundidade dentro do rebanho, e identifica as fêmeas dentro da estação de monta que emprenham mais precocemente e os touros que produzem filhas que emprenham mais cedo dentro da estação de monta.

A precocidade sexual e regularidade reprodutiva são características cada vez mais desejáveis em um rebanho de corte. Entre os vários objetivos dos programas de seleção, a característica que vem se destacando é a precocidade sexual por permitir que os animais mais jovens iniciem a reprodução mais cedo, assim encurtando o intervalo de gerações. As características reprodutivas são muito importantes para promover o progresso genético em outras características, pois a intensidade de seleção praticada é dependente, entre outros fatores, do desempenho produtivo do rebanho. Contudo, de acordo com NOTTER & JOHNSON (1988), as características reprodutivas são de difícil mensuração, registro e interpretação e os procedimentos disponíveis para predizer os valores genéticos dos animais, que na maior parte dos casos, são indiretos.

Apesar de que essas características são utilizadas para divulgar a condição reprodutiva dos rebanhos, a idade ao primeiro parto não pode ser a mais apropriada para seleção e descarte das fêmeas (GRESSLER *et al.*, 2000). De acordo com BERGMANN *et al.* (1993), características como data do parto e dias para o parto, que são indicadoras da habilidade individual das vacas para conceberem cedo na estação de monta e parirem cedo na estação de nascimento, têm sido recomendadas para

avaliar o desempenho reprodutivo de fêmeas bovinas de corte. O número DPP é dependente da variabilidade das fêmeas em relação à atividade de estro dentro da estação de monta, do número de serviços requeridos e da duração de gestação (NEWMAN *et al.*, 1992). Desta forma, sua avaliação permite identificar fêmeas com maior fertilidade, ou seja, aquelas que emprenham mais cedo dentro da estação de monta e touros cujas filhas apresentem menor número de dias para o parto.

No Brasil, existem vários trabalhos referentes ao estudo de interação genótipo ambiente (IGA) em bovinos para características de crescimento, como ganho de peso e peso aos 450 dias de idade (CORRÊA *et al.*, 2009; PEGOLO *et al.*, 2009; DIAZ, *et al.* 2009) e algumas relacionadas com precocidade sexual (idade ao primeiro parto) (ARAUJO NETO *et al.*, 2010). Porém, até hoje não foram encontrados trabalhos de IGA para a característica dias para o primeiro parto em zebuínos. Em função da importância da precocidade sexual do rebanho bovino, é importante o desenvolvimento de trabalhos que verifiquem a ocorrência ou não de interação genótipo ambiente sobre a precocidade sexual das fêmeas bovinas. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi verificar a ocorrência de interação genótipo-ambiente sobre a característica dias para o primeiro parto, em fêmeas da raça Nelore utilizando normas de reação.

2. Materiais e Métodos

Dados de dias para o primeiro parto de 27.448 fêmeas da raça Nelore, filhas de 647 touros, nascidas entre 1984 e 2005, de 29 rebanhos que participam do Programa de Melhoramento Genético da Conexão Delta G, foram analisados. Os objetivos principais destas fazendas são a venda de reprodutores jovens e animais para abate.

Os touros e vacas são mantidos em pastos de alta qualidade com sal mineral à vontade. Normalmente, a estação de monta para vacas tem início em torno do mês de novembro com duração de, aproximadamente, 70 a 90 dias. Em algumas fazendas realiza-se uma estação de monta antecipada para as novilhas de 14 a 16 meses de idade, entre os meses de janeiro e março, com duração de, aproximadamente, 60 dias. Todas as novilhas são expostas à reprodução independente do peso e da condição corporal.

Os sistemas de acasalamentos utilizados são inseminação artificial, monta controlada e reprodutor múltiplo, com relação touro:vaca de 1:50. As épocas de nascimento dos bezerros se concentram de agosto a outubro e novembro a janeiro, e os mesmos são mantidos com suas mães até os sete meses de idade à pasto. As novilhas são avaliadas quanto à prenhez por palpação retal, aproximadamente, 60 dias após o término da estação de monta antecipada. Novilhas que não concebem na estação de monta antecipada são expostas novamente aos dois anos de idade. Os critérios de descarte de fêmeas no rebanho são: falha reprodutiva até os dois anos de idade, falha da vaca em um ano, baixa avaliação de desempenho de progênie e uma pequena percentagem, por sanidade.

Como no banco de dados não foi fornecido o início e a duração da estação de monta de cada fazenda, o DPP foi calculado como desvio do animal com menor idade ao primeiro parto dentro da mesma fazenda e ano de nascimento, e classificação do parto (fêmea precoce ou tardia) e somado 280 dias de período de gestação médio em zebuínos. Desta forma as fêmeas que nasceram na mesma fazenda, no mesmo ano e que foram expostas na mesma estação de monta foram comparadas, como desvio, em

relação à fêmea que apresentou a menor idade ao primeiro parto dentro desse grupo. Após as consistências, a média, desvio padrão, o mínimo e o máximo para dias para o primeiro parto foram 409,6; 60,23; 281 e 646 respectivamente. As fêmeas com dias superior a 646 dias foram eliminadas do arquivo.

No modelo de normas de reação, os componentes de variâncias e valores genéticos são regredidos sobre alguma característica ou indicador de variabilidade ambiental (gradiente ambiental). Para a formação dos gradientes ambientais (GA), foram consideradas as variáveis de fazenda (nascimento e sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Posteriormente, os GA com médias de ganho de peso pós-desmama semelhantes foram agrupadas em oito classes. O agrupamento dos GA foi realizado visando obter um número de observações semelhante para cada classe de GA e a sua vez uma discrepância na média de ganho de peso pós-desmama das classes de GA (Tabela 1).

Para diminuir o viés causados pelo uso não aleatório dos touros e/ou rebanhos ou grupos com baixo número de observações, a média de ganho de peso pós-desmama das classes de GA foi ajustada utilizando um processo iterativo conforme proposto por Calus et al. (2004). Para a obtenção das soluções das classes de GA, o ganho de peso pós-desmama foi submetido a uma análise uni característica, incluindo no modelo o GA e a idade do animal ao sobreano (covariável linear e quadrática) como efeito fixo e o efeito genético aditivo do animal como efeito aleatório. O processo iterativo foi interrompido quando a correlação de *rank* entre as posições dos GA entre duas análises ou iterações consecutivas foi superior a 0,999. No presente estudo, esta

convergência foi alcançada após duas iterações. As médias (gramas/dia) e intervalos de ganho (mínimo - máximo) de peso pós-desmama ajustado para as oito classes de GA foram: GA₁₉₂: média= 192 (100 - 217); GA₂₃₂: média 232 (217 - 246); GA₂₅₆: média=256 (246 - 265); GA₂₇₄: média=274 (265 - 282); GA₂₉₁: média=291 (282 - 299); GA₃₀₉: média=309 (299 - 320); GA₃₃₄:média=334 (320 - 350) e GA₃₈₄: média=384 (350-781).

Inicialmente, foram realizadas análises utilizando um modelo animal uni-característica para dias para o primeiro parto, o qual não foi considerado a IGA. A análise uni-característica foi realizada apenas para verificar o comportamento das estimativas de variâncias e parâmetros genéticos para DPP, e obter as predições dos valores genéticos dos touros. O modelo incluiu o efeito genético aditivo direto como efeito aleatório e, como fixos, o GC, sexo do bezerro, tipo de serviço (M=monta natural; C=monta controlada; I=inseminação artificial) e a variável classificatória ocorrência de prenhez precoce (1= primeiro parto > 30 meses; 2= primeiro parto com ≤ 30 meses). O grupo contemporâneo (GC) foi formado por fazenda (ao nascimento e ao sobreano), estação de nascimento (verão; outono; inverno; primavera) e grupo de manejo (ao nascimento, a desmama e ao sobreano). Observações de idade ao primeiro parto fora do intervalo dado pela média dos grupos de contemporâneos ± 3,5 desvios-padrão foram excluídas. Os GC com menos de dez observações não foram considerados na análise.

Nas análises de regressão aleatória (normas de reação), foram utilizados polinômios lineares de Legendre regredidos sobre a média de ganho de peso pós-desmama ajustada de cada classe de GA (8 classes). Polinômios lineares de Legendre

também foram utilizados para modelar o efeito fixo da tendência média da população. Além disso, como efeito fixo foi incluído o GC, sexo do bezerro, tipo de serviço e a variável classificatória ocorrência de prenhez precoce e, como aleatórios o efeito genético aditivo do animal e residual. As funções de (co)variância foram estimadas pelo método de máxima verossimilhança restrita, utilizando o programa Wombat (MEYER, 2006). Os modelos de regressão aleatória que foram testados assumiram oito (rrmgs_het8), cinco (1,2-3-4,5-6,7,8; rrmgs_het5) e uma (rrmgs_homo) classe de variância residual. A escolha do modelo mais adequado foi realizada com base no critério de informação BIC (WOLFINGER, 1993). O modelo para todas as observações pode ser escrito na forma matricial do seguinte modo:

$$y = X\beta + Za + e$$

em que y , β , a , e se refere aos vetores de observações, efeitos fixos, efeitos genéticos aditivos e resíduo, respectivamente; X e Z são nesta ordem matrizes de incidência que associam os vetores de efeitos fixos e genéticos aditivos ao de observações.

De acordo com o modelo foram adotadas as seguintes pressuposições:

$$E \begin{bmatrix} y \\ a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} Xb \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}; \quad V \begin{bmatrix} a \\ e \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K_a \otimes A & 0 \\ 0 & R \end{bmatrix}$$

em que K_a é a matriz de (co)variância entre os coeficientes de regressão aleatórios para os efeitos genético aditivo direto, A é a matriz de parentesco entre os indivíduos,

⊗ é o produto de Kroeneker entre matrizes, e R representa uma matriz bloco diagonal, contendo as variâncias residuais.

Para a predição dos valores genéticos, foram considerados apenas touros com no mínimo 20 filhas com informações fenotípicas de DPP. Posteriormente, os touros foram classificados pelo valor genético para DPP obtido pela análise uni-característica, e 20 touros foram escolhidos, os 10 primeiros com maior DEP e os 10 últimos com menor DEP para cada característica. Finalmente, os valores genéticos destes 20 touros para cada característica foram preditos para cada GA utilizando o melhor modelo de regressão aleatória. Para a obtenção dos valores genéticos para cada GA pelo modelo de regressão aleatória foi utilizada a seguinte formula:

$$DEP_{i|GA} = \sum_{m=0}^{k_a-1} \alpha_{im} \phi_m(GA)$$

em que $\phi_m(GA)$ e α_{im} são o m-ésimo polinômio de Legendre em função do grupo ambiental (GA) e o coeficiente de regressão aleatória para o efeito genético direto, respectivamente.

A correlação de Spearman foi calculada para comparar a classificação dos touros (152 touros) com base no valor genético obtidos pela análise unicaracterística e pelas normas de reação em cada classe de GA.

3. Resultados e Discussão

Os dias para o primeiro parto (DPP) diminuíram à medida que o gradiente ambiental aumentou (Tabela 1).

Tabela 1- Número de observações (N^o) e estatística descritiva para dias para o primeiro parto (DPP) segundo grupo ambiental (GA).

	N^o	Média (dias)	DP	C.V (%)	Mínimo	Máximo
GA₁₈₆	3.087	430	54,48	12,68	281	584
GA₂₃₀	3.389	433	58,11	13,42	281	634
GA₂₅₂	3.241	414	56,06	13,52	281	601
GA₂₆₈	3.549	420	54,38	12,92	281	599
GA₂₈₅	3.207	411	58,42	14,19	281	618
GA₃₀₂	3.193	403	56,86	14,1	281	612
GA₃₃₀	3.898	390	60,77	15,59	281	634
GA₃₈₂	3.884	383	61,39	16,02	281	646

GA₁₈₆, GA₂₃₀, GA₂₅₂, GA₂₆₈, GA₂₈₅, GA₃₀₂, GA₃₃₀, GA₃₈₂ -são os GAs com suas respectivas médias em subscrito. ²Coeficiente de variação (%)

De acordo com o critério de informação BIC (Tabela2), o modelo de regressão aleatória que assumiu heterogeneidade de variâncias para o resíduo, com 5 classes, foi o mais adequado. Portanto, este modelo (rrmgs_het5) seria o mais indicado para modelar a variabilidade do DPP ao longo dos gradientes ambientais.

Tabela 2- Comparativo entre os modelos de regressão aleatória de acordo com os critérios logaritmo da função de verossimilhança (log) e critério de informação de Bayesiano de Schwarz (BIC).

Modelos	k	log L	BIC
rrmgs_het8	11	-107.701,425	215.514,83
rrmgs_het5	8	-107.708,949	215.499,34
rrmgs_homo	4	-107.944,414	215.929,55

-número de parâmetros(k), valor da função de máxima verossimilhança (log L), critérios de Informação Bayesiano de Schwarz (BIC). e rrmgs_het8,rrmgs_het4, rrmgs_homo- modelos que assumem 8,4 e 1 classes de variâncias residuais, respectivamente.

Com o aumento do GA, houve diminuição nas estimativas das variâncias genéticas aditiva obtidas pelo modelo `rrmgs_het5` (Figura 1), sugerindo que há decréscimo na expressão do potencial genético dos animais (CALUS et al,2004). Estes resultados sugerem que os animais nos ambientes mais favoráveis têm um potencial genético ou valores genéticos mais semelhantes, pois a variabilidade genética é menor, diferentemente nos ambientes menos favoráveis, onde provavelmente os animais têm valores genéticos mais discrepantes por conta da maior restrição alimentar. As estimativas de variância fenotípica (VF) e variância residual (VR) aumentam na medida em que o ambiente se tornava mais favorável (Figura 1).

As estimativas de herdabilidade para DPP obtidas pelo modelo `rrmgs_het5` seguiram a mesma tendência encontrada para a variância genética aditiva (Figura 1). As estimativas de herdabilidade para DPP foram de baixas a moderadas, e diminuíram de forma linear ao longo do GA, assim que o ambiente se tornava menos restritivo. Estes resultados discordam dos relatados por ARAUJO NETO et al (2010) para a idade ao primeiro parto. Estes autores utilizaram fêmeas da raça Nelore para estudar a presença de interação genótipo ambiente para a característica idade ao primeiro parto, utilizando de normas de reação, e relataram que as estimativas de herdabilidade foram superiores nos extremos da curva e inferiores nos ambientes intermediários. Provavelmente, estas diferenças sejam consequência da maneira como é calculada a característica IPP e DPP, uma vez que IPP é um valor absoluto e DPP é calculado como o desvio em relação ao melhor desempenho dentro de um grupo (diferença relativa).

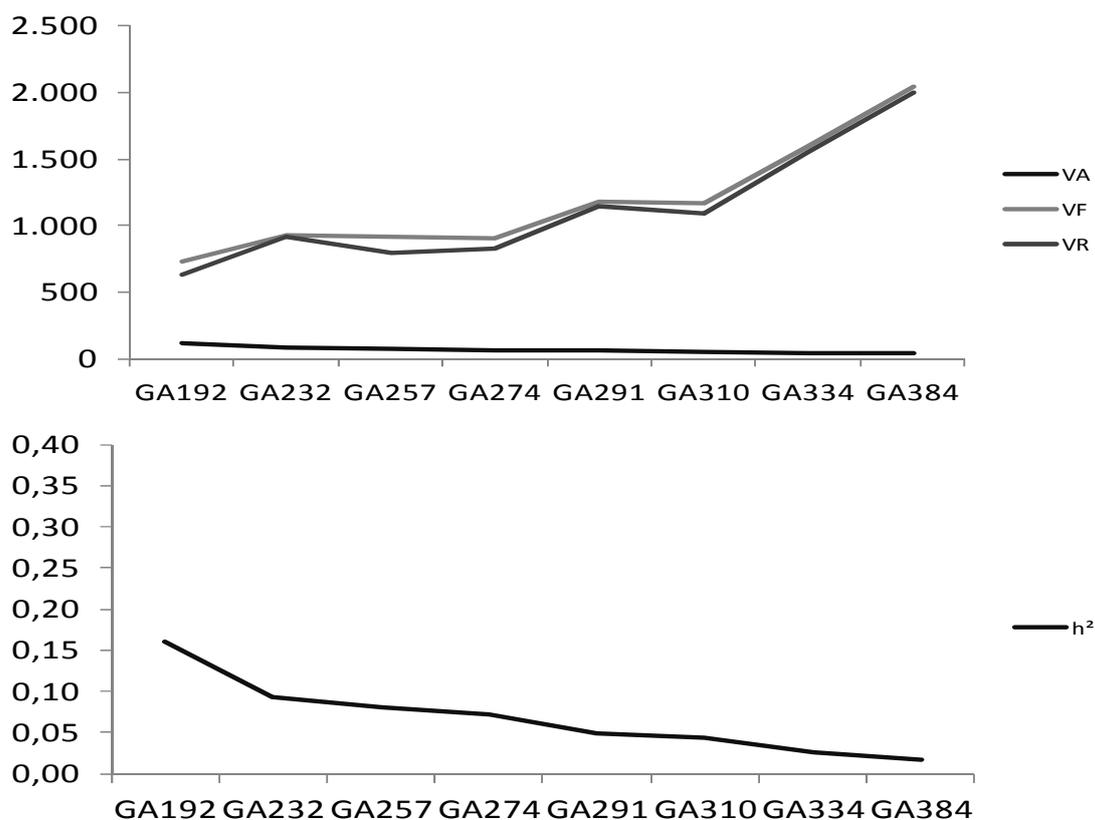


Figura 1- Estimativas de variâncias genética aditivas (VA) e fenotípicas (VF) e herdabilidade para DPP ao longo do gradiente ambiental (GA).

A estimativa de herdabilidade para DPP, utilizando a mesma base de dados, mas obtidas pela análise unicaracterística foi de baixa magnitude (0,05). Os resultados obtidos no presente estudo mostram que a variabilidade genética para DPP foi superior nos ambientes com maior grau de restrição ambiental, e na medida que essa restrição ambiental foi menor, a variabilidade genética para DPP também foi inferior. De acordo com CALUS et al. (2002), a presença de interação genótipo-ambiente é consequência da heterogeneidade de variâncias em diferentes ambientes. Com base nos resultados do presente trabalho pode-se concluir que existe a interação genótipo-ambiente para dias para o primeiro parto.

As estimativas de correlações genéticas para DPP (Tabela 3) entre os GA obtidas pelo modelo *rrmgs_het5* foram de moderadas a altas, e variaram de 0,61 a 0,99. As estimativas de correlações genéticas para DPP entre os GA foram superiores entre GAs mais próximos ou semelhantes. Segundo ROBERTSON (1959), correlações genéticas para uma determinada característica avaliada em diferentes ambientes abaixo de 0,80 sugerem a presença de interação genótipo ambiente. Com base nestes resultados, pode-se afirmar que existe interação genótipo-ambiente para a característica DPP.

Tabela 3 – Correlações genéticas obtidas pelo modelo de regressão aleatória *rrmgs_het5* ao longo dos GAs.

	GA₁₉₂	GA₂₃₂	GA₂₅₇	GA₂₇₄	GA₂₉₁	GA₃₁₀	GA₃₃₄	GA₃₈₄
GA₁₉₂	1	0,994	0,983	0,970	0,950	0,921	0,850	0,612
GA₂₃₂	0,994	1	0,997	0,991	0,979	0,959	0,904	0,698
GA₂₅₇	0,983	0,997	1	0,998	0,991	0,977	0,932	0,747
GA₂₇₄	0,970	0,991	0,998	1	0,997	0,988	0,952	0,786
GA₂₉₁	0,950	0,979	0,991	0,997	1	0,997	0,972	0,829
GA₃₁₀	0,921	0,959	0,977	0,988	0,997	1	0,988	0,871
GA₃₃₄	0,850	0,904	0,932	0,952	0,972	0,988	1	0,937
GA₃₈₄	0,612	0,698	0,747	0,786	0,829	0,871	0,937	1

GA₁₉₂, GA₂₃₂, GA₂₅₇, GA₂₇₄, GA₂₉₁, GA₃₁₀, GA₃₃₄, GA₃₈₄ -são os GAs com suas respectivas médias em subscrito.

Os valores genéticos preditos para DPP dos touros mudaram ao longo dos GA (Figura 2). Para ambos grupos de touros, com alta e baixa DEP para DPP, houve

mudança na classificação dos touros ao longo do GA. Este resultado é mais evidente nos ambientes mais extremos (Gráfico 2). Na medida que o gradiente ambiente melhorou, nos dois grupos de touros, houve uma tendência para redução dos valores genéticos e aumento da homogeneidade. Isto concorda com os resultados obtidos para as variâncias genéticas aditiva e as estimativas de herdabilidade que diminuíram conforme o gradiente ambiental aumentava.

Para os touros com DEP favorável (negativa) para DPP (parte inferior do Gráfico 2), os valores genéticos aumentaram ao longo do GA. Portanto, a precocidade sexual de suas filhas vai diminuir conforme as condições ambientais foram mais favoráveis. No caso dos touros com menor potencial genético para DPP, espera-se que a precocidade sexual de suas filhas aumente conforme o gradiente ambiental seja maior. Os touros classificados com maior precocidade sexual (DEP para DPP mais negativa) foram mais sensíveis à mudança ambiental, uma vez que a diminuição dos valores genéticos foi maior conforme aumentou o GA. Levando em consideração a amplitude dos valores genéticos dos dois grupos de touros, podemos observar que a sensibilidade ambiental foi maior para os touros com maior precocidade sexual.

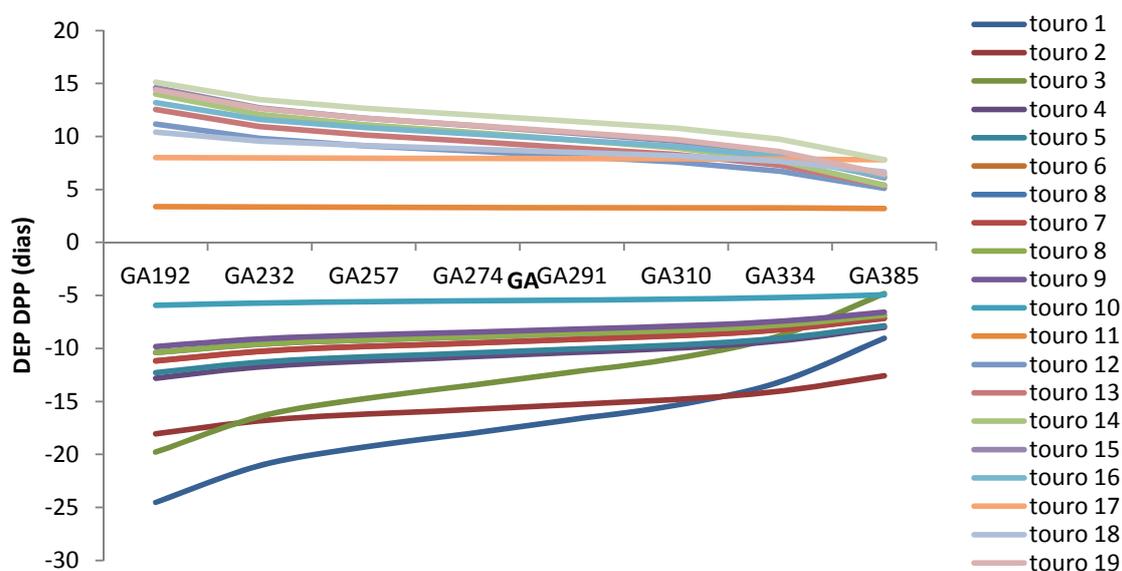


Figura 2- Estimativas dos valores genéticos dos dez melhores (parte inferior da figura) e dos dez piores touros (parte superior da figura) para a característica DPP, obtidas pelo modelo **rrmgs_het5**.

A correlação de Spearman foi calculada para comparar a classificação dos touros com no mínimo 20 filhas com dados fenotípicos para DPP, com base no valor genético obtidos pela análise unicaracterística e pelas normas de reação em cada classe de GA. As correlações de *rank* entre os valores genéticos variaram de 0,92 a 0,99. Estes resultados indicam uma possível alteração no posto (rank) dos touros nas diferentes classes de GA quando o valor genético foi predito pela análise unicaracterística ou pelo modelo de normas de reação (rrmgs_het4).

As estimativas dos componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para DPP obtidos em diferentes ambientes sugerem a presença de interação genótipo-ambiente para esta característica. Com base nos resultados obtidos no presente

trabalho, é importante levar em consideração a interação genótipo ambiente quando formos escolher reprodutores para melhorar a precocidade sexual do rebanho.

4. Conclusões

Existe interação genótipo-ambiente para a característica dias para o primeiro parto em fêmeas da raça Nelore. Dessa forma, é importante levar em conta a sensibilidade ambiental dos genótipos, quando for realizar avaliações genéticas para DPP em rebanhos da raça Nelore ou a seleção para ambientes ou situações de produção específica.

5. Referências Bibliográficas

BALDI, F.; Albuquerque, L.G. ; Alencar, M.M. Random regression models on Legendre polynomials to estimate genetic parameters for weights from birth to adult age in Canchim cattle. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 127, p. 289-299, 2010.

BERGMANN, J. A. G. Melhoramento genético da eficiência reprodutiva em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**. 1:70,1993.

BOLIGON, A. A.; ALBUQUERQUE, L. G de.; RORATO, P. R. N. Associações genéticas entre pesos e características reprodutivas em rebanhos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.37, n.4, p.596-601, 2008.

CALUS, M.P.L.; BIJMA, P.; VEERKAMP, R.F. Effects of data structure on the estimation of covariance functions to describe genotype by environment interactions in a reaction norm model. **Genetics Selection and Evolution**, v.36, p. 489-507. 2004.

CALUS, M. P. L.; GROEN, A. F.; JONG,G. de. Genotype × Environment Interaction for Protein Yield in Dutch Dairy Cattle as Quantified by Different Models. **Journal Dairy Science**. V.85, p.3115–3123 , 2002.

CORRÊA, M. B. B.; DIONELLO, N. J. L.; CARDOSO, F. F. Caracterização da interação genótipo-ambiente e comparação entre modelos para ajuste do ganho pós-demama de bovinos Devon via normas de reação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.38, n.8, p.1468-1477, 2009.

DIAZ, I. P. S.; ARAÚJO NETO, F.R.; OLIVEIRA, H.N. ; BARROZO, D. ; LOBO, R.B. ; BEZERRA, L.A.F. . Interação genótipo-ambiente para peso ao sobreano em cinco estados brasileiros utilizando Inferência Bayesiana. In: 46^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá. 46^o Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; BALIEIRO, J.C.C.; MATTOS, E.C. Genetic Analysis of Average Annual Productivity of Nelore Breeding Cows (COWPROD). *Genetics and Molecular Research*, 2008 (in press).

FORNI S.; ALBUQUERQUE, L. G. Estimates of genetic correlations between days to calving and reproductive and weight traits in Nelore cattle. **Journal of Animal Science**. v.83 ,p.1511-1515, 2006.

GRESSLER, M.G.M.; PEREIRA, J.C.C.; BERGMANN, J.A.G. et al. Aspectos genéticos do peso a desmama e de algumas características reprodutivas de fêmeas Nelore. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.533-538, 2005.

GRESSLER, S. L., J. A. G. Bergmann, V. M. Penna, C. S. Pereira e J. C. C. Pereira. Estudo das associações genéticas entre perímetro escrotal e características reprodutivas de fêmeas Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29:427,2000.

HOSSNER, K.L. Cellular, molecular and physiological aspects of leptin: Potential application in animal production. *Canadian Journal of Animal Science*, Quebec, v. 78,n.4, p. 463-472, 1998.

JOHNSTON, D.J., BUNTER, K.L. Days to calving in Angus cattle.genetic and environmental effects, and covariances with other traits. *Livest. Prod. Sci.*, 45: 13-22, 1996.

MARIANTE, A.S.; ZANCANER. A. **Crescimento e reprodução em gado Nelore: visão do criador e do pesquisador**. São Paulo: Criadores, 1985. 152p.

MERCADANTE, M. E. Z.; LÔBO, R. B.; OLIVEIRA, H. N. de . Estimativas de (Co)Variâncias entre Características de Reprodução e de Crescimento em Fêmeas de um Rebanho Nelore. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29(4),p.997-1004, 2000.

NEWMAN, S., C. A. Morris, R. L. BAKER and G. B. NICOLL. 1992. Genetic improvement of beef cattle in New Zealand: breeding objectives. *Livestock Production Science* 32:111

NOTTER, D. R. and M. H. JOHNSON. 1988. Simulation of genetic control of reproduction in beef cows. IV. Within-herd breeding values estimation with pasture mating. ***Journal of Animal Science***. 66:280.

PÉGOLO, T.N., OLIVEIRA, H.N., ALBUQUERQUE, L.G., BEZERRA, L.A.F., LÔBO, R.B. Genotype by environment interaction for 450-day weight of Nelore cattle analyzed by reaction norm models. ***Genetics and Molecular Biology***, v.32,n.2, p.281-287, 2009.

SCHWENGBER, E.B.; BEZERRA, L. A. F.; LOBO, R. B. Produtividade acumulada como critério de seleção em fêmeas da raça Nelore. ***Ciência Rural***, 31 (3): 483-486, 2001.

SHORT, R.E.; ADAMS, D.C. Nutritional and hormonal interrelationship in beef cattle reproduction. ***Canadian Journal of Animal Science***, v.68, p.29-39, 1988.

SILVA, A.M.; ALENCAR, M.M.; FREITAS, A.R. BARBOSA,R.T.; BARBOSA, P.F.; OLIVEIRA, M.C.S.; CORRÊA, L.A.; NOVAES, A.P.; TULLIO, R.R. Herdabilidades e correlações genéticas para peso e perímetro escrotal de machos e características reprodutivas e de crescimento de fêmeas, na raça Canchim. ***Revista Brasileira de Zootecnia*** , v.29, p.2223- 2230, 2000.

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. ***Communications in Statistics***, v.22, n.4, p.1079-1106, 1993.

CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES

Os resultados obtidos no presente estudo são de grande importância para a pecuária de corte, uma vez que, no Brasil são escassos os trabalhos de interação genótipo ambiente (IGA) para características associadas à precocidade sexual das fêmeas, utilizando a abordagem de normas de reação. As características analisadas neste estudo têm grande importância econômica no sistema de produção de carne bovina nacional. Nos últimos anos, e como consequência da expansão agrícola no país, a atividade de pecuária de corte tem sido deslocada para regiões agroclimáticas com menores recursos. Portanto, estudos que avaliem o desempenho dos genótipos nas diferentes regiões agroecológicas do país e verificar a possibilidade de interação genótipo-ambiente são fundamentais.

Até hoje, a maioria dos trabalhos publicados de interação genótipo ambiente (IGA) utilizando a metodologia de normas de reação têm trabalhado com características ponderais, como peso e ganho de peso em determinados períodos. Os resultados deste estudo mostram a influência do ambiente sobre a expressão de algumas características associadas à precocidade sexual das fêmeas, como os dias para o primeiro parto. Contudo, para a característica idade ao primeiro parto, os resultados mostraram que a influência do ambiente sobre a expressão do genótipo é menor.

Estudos de interação genótipo-ambiente sobre características de crescimento, utilizando a abordagem de normas de reação, têm relatado que o ambiente tem uma influência importante na expressão do genótipo. Os resultados obtidos no presente

estudo verificaram interação genético-ambiente sobre a característica dias para o primeiro parto, porém, a magnitude deste efeito foi menor em comparação com a influencia deste efeito sobre as características ponderais. Provavelmente, o fato das características analisadas no presente estudo apresentem baixa herdabilidade, ou seja, a contribuição do genótipo para o fenótipo é baixa, esteja explicando a pouca influencia do ambiente sobre a expressão da característica. Contudo, os critérios utilizados para definir o ambiente ou os gradientes ambientais, provavelmente, tiveram um efeito importante sobre os resultados obtidos.

Como o momento de inicio da atividade sexual das fêmeas está relacionado com o crescimento pré e pós-desmama dos animais, e para este tipo de característica esta comprovado a influencia do ambiente sobre a expressão do genótipo, provavelmente, a precocidade sexual dos animais esteja afetada de forma indireta pelo crescimento e pela influencia da interação genótipo ambiente sobre as características de crescimento. Finalmente, os resultados obtidos no presente trabalho deverão auxiliar técnicos e produtores no momento da escolha ou seleção de reprodutores para diferentes regiões ou ambientes do país que apresentam condições ambientais e de manejo muito variadas.