



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NA PRÉ E PÓS-
DESMAMA PARA DIFERENTES GRUPOS
GENÉTICOS EM UMA POPULAÇÃO
MULTIRRACIAL ABERDEEN ANGUS-NELORE.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CARLOS JUNIOR KIPPERT

SANTA MARIA, RS, BRASIL

2006

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NA PRÉ E PÓS-DESMAMA
PARA DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS EM UMA
POPULAÇÃO MULTIRRACIAL ABERDEEN ANGUS-
NELORE.**

por

Carlos Junior Kippert

Dissertação apresentada ao Curso de Pós – Graduação em Zootecnia, Área de Concentração Melhoramento Genético Animal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Produção Animal**

Orientador: Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato

Santa Maria, RS, Brasil

2006

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Curso de Pós – Graduação em Zootecnia**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NA PRÉ E PÓS-DESMAMA
PARA DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS EM UMA
POPULAÇÃO MULTIRRACIAL ABERDEEN ANGUS-
NELORE.**

elaborada por
Carlos Junior Kippert

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Produção Animal

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Dr. Paulo R. Nogara Rorato
(Presidente/Orientador) - UFSM**

**Dr. Eduardo Brum Schwengber
PUC - Uruguaiana**

**Dr. José Braccini Neto
UFRGS**

Santa Maria, 23 de fevereiro de 2006

AGRADECIMENTOS

A minha noiva Denise em primeiro lugar, que ao meu lado, com todo seu carinho e atenção, me deu sustentação para alcançar mais este objetivo, sempre com uma palavra de conforto e entusiasmo.

A minha família, que me incentivou a buscar os objetivos desejados e que mesmo a distância me fez atingir mais este crescimento profissional.

Ao meu orientador Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato, sempre acessível e disposto a auxiliar na elaboração deste trabalho, com elevada consideração.

A esta segunda casa que é a UFSM, que me acolheu tão bem, durante todos estes anos e ajudou a moldar meu caráter e minha formação acadêmica.

Aos colegas do Laboratório de Melhoramento Animal, pelos bons momentos vividos, onde com certeza pude aprender muito com cada um.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES), pelo aporte financeiro, imprescindível para realização deste estudo.

Aos professores pelos ensinamentos durante o Curso de Pós-graduação em Zootecnia.

A Gensys Consultores Associados S/C Ltda e Natura Genética Sul – Americana, pelo fornecimento dos dados.

E finalmente, agradeço a Deus, que é o verdadeiro motivo de nossa existência.

“ - Quem sabe um dia, os Cavalos Crioulos daqui da fronteira, esbarrem no norte, erguendo poeira, com freios de ouro, e o sangue dos Pampas, dos Devons, de Angus corra pelas veias do Brasil central, parindo divisas, além de outros potros...”

Gujo Teixeira

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Curso de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO NA PRÉ E PÓS-DESMAMA PARA DIFERENTES GRUPOS GENÉTICOS EM UMA POPULAÇÃO MULTIRRACIAL ABERDEEN ANGUS-NELORE.

Autor: Carlos Junior Kippert

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato

Local e data da defesa: Santa Maria, RS, fevereiro de 2006.

O presente estudo teve por objetivo avaliar os efeitos genéticos aditivos raciais e heterozigóticos, diretos e maternos, sobre o desempenho ponderal de uma população multirracial Aberdeen Angus-Nelore. Foram estudadas as variáveis peso ajustado aos 205 dias de idade (P205), ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND), peso ajustado aos 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano.

O arquivo de dados foi fornecido pelas empresas Gensys Consultores Associados S/C Ltda. e Natura Genética Sul – Americana, e continha informações de desempenho de 121.241 animais filhos de 1.359 touros e 84.465 vacas, criados em 104 fazendas, em diferentes estados brasileiros, coletadas no período entre 1986 e 2002.

Os dados foram analisados através de dois modelos: Modelo de Grupo Genético (MGG) e Regressão Múltipla (MRM). No artigo 1, que abrangeu a fase pré-desmama, foram utilizadas observações de 96.502 animais, filhos de 962 touros e de 67.231 vacas, agrupados em 2.542 grupos de contemporâneos e 45 grupos genéticos diferentes. O modelo utilizado para a análise através do MGG continha os efeitos fixos de grupo de contemporâneos (fazenda, ano de nascimento, sexo, estação de nascimento e grupo de manejo até a desmama) e grupo genético (efeito

aditivo de raça individual, paterno e materno), além das covariáveis idade do bezerro a desmama e idade da vaca ao parto, incluídas como efeito linear e quadrático. Para o modelo de regressão múltipla, os dados foram inicialmente ajustados para o efeito GC, e das covariáveis idade do bezerro a desmama e idade da vaca ao parto, incluídas como efeito linear e quadrático, e então, foi conduzida a análise de regressão múltipla num modelo que considerou o efeito aditivo direto de raça, efeito aditivo materno de raça, heterozigose direta e heterozigose materna.

No artigo 2, foi estudada a fase de pós-desmama, avaliando o desempenho de 40.310 animais, filhos de 720 touros e 31.136 vacas, distribuídos em 650 grupos de contemporâneos e 33 diferentes grupos genéticos, onde o modelo utilizado para o MGG continha os seguintes efeitos fixos de grupo de contemporâneos (fazenda, ano e estação de nascimento, sexo e grupo de manejo ao sobreano) e grupo genético, além das covariáveis a idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático) e idade do bezerro ao sobreano (efeito linear). A análise de regressão múltipla foi conduzida de forma similar ao artigo 1.

Para a fase pré-desmama conclui-se que os efeitos aditivos diretos da raça Angus em relação à raça Nelore determinaram melhores desempenhos; os efeitos de heterozigose direta e materna foram altos e significativos, indicando um maior desempenho de vacas e bezerros cruzados. Para esta fase as estimativas geradas através de RM foram semelhantes às aquelas encontradas através do MGG.

Em relação a fase pós-desmama foi possível evidenciar que as diferenças observadas no desempenho dos animais, evidenciam a maior eficiência dos genes de efeito aditivo da raça Angus em contraste com os da raça Nelore e, através dos coeficientes de regressão para os efeitos diretos e maternos, é possível inferir que existe grande influência do efeito direto em relação ao materno, sugerindo que, nesta fase, o desempenho dos animais depende mais da sua própria composição genética racial do que da composição da mãe. Ainda que existam semelhanças entre os métodos de RM e MGG, para esta fase, não se aconselha a utilização da RM, visto da inconstância dos resultados obtidos através deste método.

Palavras-chave: regressão múltipla, bovinos de corte, heterozigose

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the breed additive genetic and heterozygotic effects, direct and maternal, on the weight and the average daily gain for a multibreed population Aberdeen Angus-Nellore. They were studied the characteristics adjusted weight to 205 days of age (P205) and to 550 days of age (P550) and average daily gain from birth to weaning (GMD_ND) and from weaning to 550 days of age (GMD_DS).

The data was furnished by Gensys Consultores Associados S/C Ltda. and Natura Genética Sul – Americana, and it contained records on 121,241 animals sired by 1,359 bulls and 84,465 cows, raised in 104 farms in different Brazilian states from 1986 to 2002.

The data was analyzed by two different methodologies: Genetic Group Model (MGG) and Multiple Regression Method (MRM). In paper number one, pre-weaning period, it were used records on 96,502 animals, sired by 962 bulls and 67,231 cows, grouped in 2,542 contemporaneous groups (GC) and 45 genetic groups (GG). The model used for the analysis by MGG, included as fixed, the effects of contemporaneous group-GC (including the animals born at the same farm, year and season and belonging to the same sex and management group), genetic group-GG (genetic additive effect of the animal individual breed, paternal and maternal), and the covariables age of the animal at weaning (IDD) and age of the cow at parturition (IVP), as linear and quadratic effects. For the MRM analysis, the data was firstly adjusted for the effects of GC, and for the covariables IDD and IVP, linear and quadratic. After that, it was performed a MRM considering the direct and maternal additive genetic effect of the breed and the direct and maternal heterozygosity.

In the paper number two, post-weaning period, it were evaluated performances of 40,310 animals, sired by 720 bulls and 31,136 cows, distributed in 650 contemporaneous groups and 33 genetic groups. The model adopted by MGG considered as fixed, the effects of contemporaneous group (including the animals born at the same farm, year and season and belonging to the same sex and management group at 550 days of age) and the covariables IVP, linear and quadratic effects and the age of the animal to the age standard of 550 days was done (ISA), as linear effect. The MRM analysis was performed at the same way that for paper one.

For the pre-weaning period, the results of this work allow us to conclude that the direct additive genetic effects from Aberdeen Angus breed in relation to Nellore breed give better performances; the direct and maternal heterozygosity effect were high and significant, suggesting that crossed calves and cows can perform better than the pure breeds. For the pre-weaning period the estimatives obtained by MRM were similar to those obtained by MGG.

In relation to the post-weaning period it were observed differences in the performances of the animals, showing a better efficiency of Aberdeen Angus breed additive genes in relation to the Nellore breed. By the regression coefficient for direct and maternal effects it is possible to conclude that exist a bigger influence of the direct in relation to the maternal effect, suggesting that, in this phase, the animal performance depends most of its breed composition than of the influence of its mother. In spite of exist similarities among the estimatives obtained by MGG and MRM, it is not recommended the use of MRM because of the inconsistencies observed in the results by this method.

Key words: multiple regression, beef cattle, heterozygosity

LISTA DE TABELAS

Artigo 1

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para peso ajustado para 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND)..... 23

Tabela 2 - Número de observações, médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A) e Nelore (N) e os produtos de seus cruzamentos para peso ajustado para 205 dias de idade (P205) e para ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND)..... 25

Tabela 3 - Estimativas de efeitos genéticos sobre o peso ajustado para 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND) para bovinos das raças Aberdeen Angus (A), Nelore (N) e seus cruzamentos..... 28

Tabela 4 - Valores obtidos através do Modelo de Grupo Genético (MGG) e Regressão Múltipla (RM), para peso ajustado aos 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND) para as raças Aberdeen Angus (A), Nelore (N) e seus cruzamentos..... 33

Artigo 2

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS).....	47
Tabela 2 – Número de observações, médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A), e seus cruzamentos com a raça Nelore (N), para peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e para ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS).....	49
Tabela 3 – Estimativas de efeitos genéticos sobre o peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS) para bovinos da raça Aberdeen Angus e seus cruzados com a raça Nelore.....	51
Tabela 4 – Valores obtidos através do Modelo de Grupo Genético (MGG) e Regressão Múltipla (RM), para peso ajustado aos 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS) para as raças Aberdeen Angus (A) e seus cruzamentos com a raça Nelore (N).....	54

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	13
ARTIGO 1.....	15
RESUMO	16
SUMMARY	17
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	20
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ARTIGO 2.....	39
RESUMO	40
SUMMARY	41
INTRODUÇÃO.....	42
MATERIAL E MÉTODOS.....	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
CONCLUSÕES	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

INTRODUÇÃO GERAL

A cadeia produtiva da carne no Brasil, nos últimos anos, vem sofrendo adaptações e adotando novas tecnologias que visam o aumento da produtividade dos rebanhos, tais como a promoção de melhorias relacionadas ao ambiente no qual os animais são criados (pastagens, manejo, sanidade, etc) e, também, a utilização de genética superior nos plantéis. Seja pelo crescimento horizontal ou vertical, o Brasil tornou-se um dos maiores produtores e exportadores de gêneros alimentícios do mundo. Relatos do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento dão conta de que o País exportou cerca de 925 mil toneladas de carne bovina no ano de 2004, obtendo uma receita próxima de US\$ 2 bilhões, montante nunca antes alcançado.

Sob o ponto de vista do melhoramento genético, juntamente com a seleção de genótipos superiores, o cruzamento é uma ferramenta eficaz para promover a elevação dos níveis produtivos de um rebanho. O estudo das origens de quase todas as raças revela que elas se formaram a partir de cruzamentos entre raças existentes em determinadas regiões. A raça Brahman, por exemplo, foi desenvolvida através do cruzamento de uma população zebu, composta pelas raças Nelore, Guzerá, Gir e Krishna Valley sobre uma base de animais *Bos taurus*. Atualmente, tem-se demonstrado a possibilidade de utilização de sistemas de criação de animais produto de cruzamento, não como nova raça, mas como uma alternativa para sistemas de cruzamentos rotacionais na produção de bovinos de corte (OLSON, 1998).

Segundo Teixeira *et al.* (2003), o uso de cruzamentos entre raças de gado de corte resulta em vantagens para a maioria das características de produção. É possível produzir animais eficientes em ambientes variados, por intermédio da combinação de cruzamentos e seleção, processos independentes, mas que devem ser sinérgicos.

No Brasil, a raça de bovinos de corte mais utilizada em cruzamentos é a Nelore e, de acordo com a Associação Brasileira de Inseminação Artificial – ASBIA, no ano de 2004 esta raça foi responsável por 65% do total de doses de sêmen vendidas no país, vindo logo após a raça Aberdeen Angus com cerca de 11%. Estes números refletem a importância destas duas raças para a pecuária de corte brasileira.

Considerando que a expressão individual de uma característica é conseqüência, basicamente, da ação gênica aditiva e das ações de dominância, sobredominância e epistasia, além do efeito do meio ambiente sobre o genótipo, os produtos de cruzamentos reúnem uma diversidade de interações entre genes. Para que seja procedida uma avaliação genética mais acurada, é necessário que estes efeitos sejam considerados.

O grande interesse na utilização de cruzamentos em rebanhos comerciais de bovinos de corte, na metade final do Século XX, levou a um aumento no número de experimentos caracterizando raças puras e cruzamentos com relação ao estudo dos efeitos de genes de ação aditiva e não-aditiva. Modelos analíticos teóricos para a estimação de componentes de variância e parâmetros genéticos foram desenvolvidos e aplicados para a estimação do mérito genético dos reprodutores a partir de dados de populações constituídas de animais puros e/ou mestiços.

Esta área de conhecimento tem recebido crescente interesse como tema de estudo, visando a determinação de quais combinações, nos cruzamentos, podem resultar nos melhores produtos. Porém, muitas vezes, nem todos os cruzamentos possíveis são efetuados, já que isto resultaria evidentemente em um complicado manejo do rebanho, tomado da imensa quantidade de genótipos produzidos a partir das raças originais. Assim, um procedimento possível para a predição destes cruzamentos é a regressão múltipla.

O procedimento de regressão múltipla difere de outras funções lineares, já que fornece uma clara separação dos componentes genéticos, além de predizer desempenhos de grupos genéticos não disponíveis e usar toda a informação dos cruzamentos existentes na estimação dos componentes genéticos, e diversos são os trabalhos que se utilizam desta metodologia para predizer o desempenho de cruzamentos (ROBINSON, et al., 1981; MORRIS et al., 1994; KAHN et al., 1995; TREMATORE et al., 1998).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho comparativo para características de crescimento (peso a desmama, peso ao sobreano, ganho médio diário de peso entre o nascer e a desmama e ganho médio diário da desmama ao sobreano) para os diferentes genótipos de uma população multirracial Aberdeen Angus-Nelore.

ARTIGO 1

**“Efeitos Genéticos Aditivos Diretos e Maternos e Heterozigóticos
em uma População Multirracial Aberdeen Angus-Nelore para
Características Pré-Desmama”**

Efeitos Genéticos Aditivos Diretos e Maternos e Heterozigóticos em uma população multirracial Aberdeen Angus-Nelore para Características Pré-Desmama

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi determinar os efeitos de grupos genéticos sobre o peso ajustado para 205 dias de idade e ganho médio diário do nascimento a desmama, e ajustar as características para os efeitos significativos, determinar a contribuição dos efeitos genéticos aditivos, maternos e não-aditivos e desenvolver equações para predizer o desempenho de diferentes genótipos de uma população Aberdeen Angus-Nelore. Após a editoração o arquivo de trabalho ficou constituído dos registros de desempenho de 96.502 animais, filhos de 962 touros e de 67.231 vacas, nascidos em 75 fazendas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins, entre os anos de 1986 e 2002. Os animais foram agrupados em 2.542 grupos de contemporâneos e 45 grupos genéticos diferentes. As variáveis estudadas foram peso ajustado para a idade de 205 dias (P205) e ganho médio diário de peso do nascimento a desmama (GMD_ND). Para a análise dos dados, foram utilizados dois modelos. O Modelo de Grupo Genético (MGG), adotando como fixos os efeitos de grupo de contemporâneos-GC (reunindo os animais nascidos na mesma fazenda, ano e estação e pertencentes ao mesmo sexo e grupo de manejo até a desmama), o grupo genético-GG (efeito aditivo de raça individual, paterno e materno), além das covariáveis idade do bezerro a desmama (IDD) e idade da vaca ao parto (IVP), efeitos linear e quadrático. A segunda metodologia utilizada foi a Regressão Múltipla (MRM), após os dados terem sido ajustados para o efeito de grupo de contemporâneos, e das covariáveis IDD e IVP, efeitos linear e quadrático. Foi possível detectar diferenças entre os cruzamentos, onde animais com elevada heterozigose materna apresentaram melhor desempenho (P205 e GMD_ND) do que aqueles com heterozigose materna baixa ou nula, tendência semelhante foi observada também para a heterozigose direta. O efeito aditivo de raça e os efeitos aditivos diretos da raça Aberdeen Angus, em relação à raça Nelore, determinaram desempenhos melhores. O MRM forneceu resultados similares aos do MGG, além de predizer o desempenho de cruzamentos com pequeno número de observações ou mesmo inexistentes.

Palavras-chave: cruzamento, dominância, efeito genotípico, heterose

Additive Genetic Direct and Maternal and Heterozygotic Effects for a Multibreed Aberdeen Angus-Nellore Population for Pre-weaning Characteristics

SUMMARY

The objective of this work was to determinate the effects of genetic groups on the weight adjusted to 205 days of age (P205) and the average daily gain from birth to weaning, and to adjust the characteristics for the significant effects, determining the contribution of the additive genetic, maternal and non-additive effects, and to develop equations to predict performances of different genotypes in a Aberdeen Angus-Nellore population. The data file was constituted by records on 96,502 animals, sired by 962 bulls and 67,231 cows, distributed in 75 farms in the states of Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo and Tocantins, from 1986 to 2002. The animals were grouped in 2,542 contemporaneous groups (GC) and 45 genetic groups (GG). The variables studied were adjusted weight to 205 days of age (P205) and average daily gain from birth to weaning (GMD_ND). For the analysis of the data it were used two methodologies. The Genetic Group Model (MGG), adopting a model considering as fixed the effects of contemporaneous group-GC (including the animals born at the same farm, year and season and belonging to the same sex and management group at weaning), the genetic groups-GG (breed additive individual, paternal and maternal effects), and the covariables age of the calf at weaning (IDD) and age of the cow at parturition linear and quadratic effects. The second methodology used was the Multiple Regression Method (MRM), after the data were being adjusted for GC, IDD and IVP effects. It was possible to observe differences among the crosses were the animals with more maternal heterosigosity performed better (for P205 and GMD_ND) than those with maternal heterozigosity low or null. Similar trend was observed too for the direct heterozygosity. The breed additive effect and the direct additive effects of the Aberdeen Angus breed, in relation to Nellore, determinate better performances. The MRM furnished similar results that those by MGG, but with the advantage of to predict performances of crosses with small number of observations and even not existent.

KEY-WORDS: crossbreeding, dominance, genotype effects, heterosis

INTRODUÇÃO

Considerando ser o Brasil um país de proporções continentais e, por isto, apresentar grande diversidade de solo, de clima, de cultura, dentre outras, sujeita as espécies animais aqui criadas a uma combinação muito variada destes fatores. Segundo Euclides Filho (1995), o conhecimento das potencialidades e limitações das diferentes raças é importante no sentido de possibilitar sua melhor utilização em contextos específicos de mercado, de ambiente, de gerência, mão de obra disponível e também fornecer orientação para programas de cruzamentos voltados para a utilização dos benefícios da heterose, combinação aditiva da raça e da complementaridade entre as raças, com o objetivo final de melhoria na eficiência e na qualidade do produto.

Sintetizando resultados de estudos de cruzamentos conduzidos no Brasil de 1934 a 1994, Barbosa & Alencar (1995), relataram o melhor desempenho dos animais mestiços, obtidos pelo cruzamento entre raças européias e zebuínas, em relação aos zebuínos puros, para características como velocidade de crescimento (15%), eficiência reprodutiva (43%) e mérito de carcaça (0,7%).

Segundo Alencar et al., (1995) uma vez que a superioridade dos animais produto de cruzamentos em relação aos puros, depende do ambiente e do tipo de manejo dado aos mesmos, da distância genética entre as raças e dos pais utilizados nos cruzamentos, é necessário que sejam identificados os cruzamentos que apresentam maior heterose e que combinam características econômicas desejáveis para os diferentes tipos de manejo e regiões do País.

Em trabalho comparando cruzamentos entre animais das raças Charolês e Nelore, Alencar et al., (1998), observaram pesos ao nascimento e a desmama maiores para os produtos do cruzamento, em relação aos animais da raça Nelore. Entretanto, as diferenças entre os produtos dos cruzamentos e os de raça definida e dos grupos de composições genéticas diferentes entre si, dependem da percentagem da raça Charolês e das percentagens de heterozigose materna e individual, na constituição dos animais.

A heterozigose é a proporção de locos onde os genes alelos têm origem nas diferentes raças paternos, e muitas vezes é tomada como uma medida indireta da heterose, uma vez que há uma relação linear entre heterozigose e heterose. Em um

rebanho de animais cruzados, há a influência da heterozigose individual (bezerro) e da materna (vaca), esta, influenciando o desempenho do filho, principalmente, até a desmama.

O conhecimento da contribuição materna para o desempenho da progênie é necessário para um planejamento eficaz dos programas de melhoramento genético. O bezerro na fase pré-desmama é altamente dependente de sua mãe e a habilidade materna é responsável por parte do desempenho por ele apresentado. O efeito materno inicia já nas condições apresentadas no citoplasma do óvulo, contudo a maior importância é o desenvolvimento intra-uterino do embrião, a produção de leite e os cuidados dispensados ao bezerro pela vaca após o parto.

A produção de leite das vacas é característica importante na pecuária de corte, uma vez que grande parte dos nutrientes ingeridos pelos bezerros nos primeiros meses de vida é proveniente do leite materno, sendo responsável por uma porção significativa da variação no peso a desmama e no ganho em peso do nascimento a desmama (ALENCAR, 1989; ALBUQUERQUE et al., 1993). Meyer et al. (1994), realizaram um estudo com vacas de corte Australianas (Hereford e um composto de quatro raças em Wokalup-Austrália) e concluíram que a produção de leite é o principal dos efeitos maternos que afetam o bezerro até a idade da desmama e que as diferenças raciais estão intimamente ligadas com a produção leiteira. Restle et al. (2003) em estudo sobre a produção e a composição do leite de vacas da raça Charolês e Nelore, no estado do Rio Grande do Sul, relataram que as vacas da raça Charolês apresentaram produções de leite médias diárias similares aquelas das vacas da raça Nelore, embora estas últimas, tenham produzido leite de melhor qualidade, devido à maior quantidade percentual dos componentes sólidos do leite. Vacas produtos de cruzamentos tendem a possuir maior produção de leite e, portanto, seus filhos poderão expressar melhor seu potencial de crescimento, quando comparados com os de vacas de raça definida (CUNDIFF et al., 1974 e SKRYPZECK, 2000).

No Rio Grande do Sul, Leal (2000), comparando o desempenho de novilhas produtos dos cruzamentos Nelore x Hereford, Tabapuã x Hereford, Gir x Hereford e Guzerá x Hereford à desmama do primeiro produto, relata que o maior peso do bezerro é proveniente das novilhas do genótipo Nelore x Hereford, porém, quando a análise é feita levando em consideração a variável relação de peso mãe x filho, o melhor desempenho é do genótipo Gir x Hereford. Assim, apesar da raça Nelore ter

sido desenvolvida para ganho de peso, a influência acentuada da produção leiteira da raça Gir, pode ter exercido grande influência no desempenho do bezerro até esta idade.

A superioridade dos animais produtos de cruzamentos em relação à média da contribuição paternal das raças puras decorre da heterose e da possibilidade de complementaridade entre as raças (ROSO & FRIES, 2000). Como regra geral, características, menos herdáveis, como as relacionadas à produção e ao complexo reprodutivo, respondem melhor ao cruzamento, evidenciando a ação não-aditiva dos genes.

As diversas interações gênicas que ocorrem quando se avaliam rebanhos cruzados dificultam a correta identificação dos melhores cruzamentos, assim os efeitos que implicam na expressão do fenótipo devem ser devidamente inseridos na metodologia de avaliação, para que não sejam propostos resultados errôneos.

Os objetivos do presente estudo foram determinar os efeitos de grupos genéticos sobre o peso ajustado para 205 dias de idade e ganho médio diário do nascimento a desmama, determinar a contribuição dos efeitos genéticos aditivos, maternos e não-aditivos e desenvolver equações para predizer o desempenho de diferentes genótipos de uma população Aberdeen Angus x Nelore.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado com dados fornecidos pelas empresas Gensys Consultores Associados S/C e Natura Genética Sul Americana. O arquivo original continha informações sobre o desempenho de 121.241 bezerros das raças Aberdeen Angus e Nelore e diversos grupos genéticos possíveis através do cruzamento entre estas duas raças. Os dados foram coletados de 121.241 animais filhos de 1.359 touros e 84.465 vacas, nascidos em 75 fazendas localizadas nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins, entre os anos de 1986 e 2002.

Na editoração dos dados foram criadas as seguintes variáveis: Grupos de Contemporâneos (GC), agrupando os animais nascidos na mesma fazenda (1-104), ano de nascimento (1986-2002), sexo (F-M), estação de nascimento (1-4) e grupo

de manejo até a desmama (1-388); Grupos Genéticos (GG), entendido como a proporção dos genes contribuintes da raça Nelore, para o bezerro, para o touro (pai) e para a vaca (mãe), obtido através da concatenação das proporções genéticas dos três e, desta forma, tornando possível diferenciar bezerros que possuam o mesmo efeito aditivo da raça, mas que sejam provenientes de diferentes grupos genéticos. Foi estabelecido que cada grupo de contemporâneos fosse constituído por, pelo menos, duas classes de grupos genéticos e que cada grupo genético, contivesse, pelo menos, dois grupos de contemporâneos, com o objetivo de evitar o confundimento dos dois efeitos, o que reduziria a acurácia das estimativas de heterose.

Foram motivos de exclusão de dados, grupos de contemporâneos com menos de cinco animais e touros com menos de 10 filhos, vacas que pariram com menos de três ou com mais de 20 anos de idade, bem como animais com paternidade desconhecida. Desta forma, o arquivo de trabalho, ficou constituído por registros de desempenho de 96.502 animais, filhos de 962 touros e de 67.231 vacas, agrupados em 2.542 grupos de contemporâneos e 45 grupos genéticos diferentes.

As variáveis peso ajustado aos 205 dias de idade e ganho médio diário do nascimento à desmama foram obtidas conforme as seguintes equações:

$$P205 = \left(\frac{PD - PN}{ID} * 205 \right) + PN$$

$$GMD_ND = \frac{PD - PN}{ID}$$

Onde:

P205 = peso ajustado para 205 dias de idade

PD = peso do bezerro à desmama

PN = peso do bezerro ao nascer

ID = idade em dias na desmama

205 = idade padrão para a desmama

GMD_ND = ganho médio diário do nascimento à desmama

Para a obtenção dos efeitos de heterozigose direta (HD) foi utilizada a equação proposta por Wolf et al. (1995):

$$HD = \alpha^t \alpha^v + \alpha^j \alpha^i;$$

onde α^i e α^v denotam a proporção de genes da raça ' i ' no pai e na mãe do bezerro, respectivamente. Porém, para a definição de heterozigose materna, foram admitidos valores teóricos, já que, neste caso, não era conhecido o grupo genético (avós e avós) que dera origem às mães.

Os dados foram analisados através de duas metodologias diferentes a seguir descritas:

1. Método de Grupo Genético, utilizando o modelo estatístico:

$$Y_{ijklm} = \mu + GC_i + GG_j + \beta_1 ID + \beta_2 ID^2 + \beta_3 IV + \beta_4 IV^2 + \varepsilon_{ijklm},$$

onde

Y_{ijklm} = é a observação (peso ajustado para a idade de 205 dias – P205 e ganho médio diário de peso do nascimento a desmama – GMD_ND) do m-ésimo animal, μ é a média geral da característica, GC_i é o efeito do i-ésimo grupo de contemporâneos, GG_j é o efeito do j-ésimo grupo genético, β_1 e β_2 são os coeficientes de regressão linear e quadrático, respectivamente, para idade do bezerro à desmama, β_3 e β_4 são os coeficientes de regressão linear e quadrático, respectivamente, para idade da vaca ao parto e ε_{ijklm} é o erro aleatório associado a cada observação (NID, 0, σ^2). Os dados foram analisados através do procedimento PROC GLM (SAS, 2001).

2. Método de Regressão Múltipla

Após os dados terem sido ajustados para o efeito GC, e das covariáveis idade do bezerro a desmama e idade da vaca ao parto, incluídas como efeito linear e quadrático, foi conduzida uma análise de regressão múltipla através do procedimento PROC REG (SAS, 2001), utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{ijklm} = \beta_0 + \beta_1 EDR + \beta_2 EMR + \beta_3 HD + \beta_4 HM + \varepsilon_{ijklm},$$

Onde:

β_0 é a constante (intercepto); β_1 é o coeficiente de regressão linear para efeito aditivo direto de raça (*EDR*), β_2 é o coeficiente de regressão linear para efeito aditivo materno de raça (*EMR*), β_3 é o coeficiente de regressão linear para heterozigose direta (*HD*), β_4 é o coeficiente de regressão linear para heterozigose materna (*HM*) e ε_{ijklm} é o erro associado a cada observação.

O erro padrão da regressão múltipla foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$SE_{pred} = \hat{\sigma} \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(\hat{x} - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right),$$

onde:

SE_{pred} é o erro padrão do valor predito; $\hat{\sigma}$ é a raiz quadrada da variância do erro; n é o número de observações; \hat{x} é o valor predito; \bar{x} é a médias dos valores preditos e S_{xx} é a soma de quadrados dos valores preditos corrigida para a média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância para as características de peso ajustado aos 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário de peso do nascimento a desmama (GMD_ND) estão apresentadas na Tabela 1. Com exceção do efeito quadrático de idade a desmama sobre a característica de GMD_ND, todas as fontes de variação mostraram efeito significativo ($P < 0,01$) sobre as características estudadas.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para peso ajustado para 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		P205	GMD_ND
Grupo de Contemporâneos	2.541	11790,88 ^{***}	272569,60 ^{***}
Grupo Genético	44	13188,65 ^{***}	285714,00 ^{***}
Idade a Desmama			
Efeito Linear	1	19362,22 ^{***}	464819,30 ^{***}
Efeito Quadrático	1	2729,06 ^{**}	66621,40 [*]
Idade da Vaca ao Parto			
Efeito Linear	1	500619,14 ^{***}	11904255,00 ^{***}
Efeito Quadrático	1	375912,19 ^{***}	8936489,50 ^{**}
Erro	93.912	415,93	9897,00
R ²		0,53	0,52

*($P < 0,05$); **($P < 0,01$) e ***($P < 0,0001$)

Para os dados utilizados neste trabalho, apenas a inserção do efeito linear de idade a desmama não foi suficiente para retirar todo o efeito de idade que incide sobre o P205, justificando assim, a inclusão do efeito quadrático de idade a desmama no modelo. No entanto, para o GMD_ND, apenas o efeito linear de idade a desmama foi suficiente para remover tal efeito ($P < 0,01$). A Beef Improvement Federation (BIF, 1996) indica que para animais com idade entre 160 e 250 dias de idade, apenas o ajuste linear seria necessário. No entanto Teixeira & Albuquerque (2003), trabalhando com animais das raças Angus, Hereford, Nelore e mestiços Angus-Nelore e Hereford-Nelore no Brasil, relataram efeito linear de idade no modelo, porém os mesmos autores ressaltaram que apenas o ajuste linear para idade pode não ser suficiente para retirar todo o efeito de idade sobre o crescimento até a desmama.

Também o efeito linear e quadrático para idade da vaca ao parto neste trabalho foram significativos para P205 ($P < 0,0001$) e para GMD_ND ($P < 0,01$), concordando com Perotto et al. (2000), os quais, ao trabalharem com rebanhos de bovinos das raças Aberdeen Angus e Canchim e seus cruzamento recíprocos, relataram influência dos efeitos linear e quadrático da idade da vaca ao parto sobre o peso aos 210 dias de idade e ganho médio diário do nascimento à desmama e com Muniz & Queiroz (1998) os quais, também, relataram efeito linear e quadrático da idade da vaca sobre o desempenho até a desmama. No entanto, grande parte da literatura disponível trata esta variável como um efeito de classe, ou mesmo criando fatores de correção para ela (PEROTTO et al, 1998; TEIXEIRA & ALBUQUERQUE, 2003). Todavia, estes autores, ressaltam a necessidade de inclusão desta variável nos modelos, uma vez que vacas adultas desmamam bezerros mais pesados do que vacas jovens ou vacas velhas, por estarem em condições fisiológicas mais favoráveis.

O efeito de grupo de contemporâneos afetou significativamente ambas as características analisadas ($P < 0,0001$), justificando sua inclusão no modelo como forma de controle dos efeitos de ambiente, da mesma forma que o efeito de grupo genético, reconhecendo a importância da avaliação dos diferentes grupos genéticos, aqui analisados.

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A) e Nelore (N) e seus cruzamentos, para as características P205 e GMD_ND.

Tabela 2 – Número de observações, médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A) e Nelore (N) e os produtos de seus cruzamentos para peso ajustado aos 205 dias de idade (P205) e para ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND)

Bezerro	Touro	Vaca	Obs	P205 (kg)	GMD_ND (g)
0N:1A	0N:1A	0N:1A	10.860	163,65 ± 0,82	647,12 ± 3,99
3/16N:13/16A	0N:1A	3/8N:5/8A	417	171,60 ± 1,22	690,68 ± 5,95
3/16N:13/16A	3/8N:5/8A	0N:1A	517	162,20 ± 1,10	644,97 ± 5,37
9/32N:23/32A	0N:1A	9/16N:7/16A	100	171,64 ± 2,12	690,67 ± 10,35
9/32N:23/32A	3/8N:5/8A	3/16N:13/16A	101	172,33 ± 2,12	694,15 ± 10,36
5/16N:11/16A	0N:1A	5/8N:3/8A	2.483	176,36 ± 0,55	713,90 ± 2,68
5/16N:11/16A	3/8N:5/8A	1/4N:3/4A	61	175,04 ± 2,70	707,29 ± 3,16
5/16N:11/16A	5/8N:3/8A	0N:1A	1.155	163,27 ± 1,17	650,08 ± 5,70
11/32N:21/32A	0N:1A	11/16N:5/16A	2.010	176,96 ± 0,60	716,81 ± 2,92
11/32N:21/32A	3/8N:5/8A	5/16N:11/16A	263	170,19 ± 1,32	683,87 ± 6,45
11/32N:21/32A	11/16N:5/16A	0N:1A	315	164,97 ± 1,49	658,56 ± 7,29
3/8N:5/8A	0N:1A	3/4N:1/4A	4.713	178,90 ± 0,57	726,35 ± 2,80
3/8N:5/8A	1/4N:3/4A	1/2N:1/2A	446	180,53 ± 1,19	734,32 ± 5,79
3/8N:5/8A	3/8N:5/8A	3/8N:5/8A	20.180	168,38 ± 0,43	675,03 ± 2,11
3/8N:5/8A	3/4N:1/4A	0N:1A	6.983	163,56 ± 0,65	651,59 ± 3,17
13/32N:19/32A	0N:1A	13/16N:3/16A	126	179,53 ± 2,03	729,28 ± 9,88
13/32N:19/32A	3/8N:5/8A	7/16N:9/16A	328	166,10 ± 1,21	663,88 ± 5,92
7/16N:9/16A	3/8N:5/8A	1/2N:1/2A	6.603	179,08 ± 0,42	727,20 ± 2,04
7/16N:9/16A	1/2N:1/2A	3/8N:5/8A	66	162,37 ± 5,19	645,36 ± 25,31
1/2N:1/2A	0N:1A	1N:0A	17.883	177,71 ± 0,43	720,60 ± 2,11
1/2N:1/2A	3/8N:5/8A	5/8N:3/8A	904	173,08 ± 0,81	697,87 ± 3,93
1/2N:1/2A	1/2N:1/2A	1/2N:1/2A	648	179,13 ± 1,49	727,40 ± 7,26
1/2N:1/2A	5/8N:3/8A	3/8N:5/8A	106	163,70 ± 2,34	652,03 ± 11,41
9/16N:7/16A	3/8N:5/8A	3/4N:1/4A	141	173,91 ± 1,78	706,87 ± 8,69
9/16N:7/16A	1/2N:1/2A	5/8N:3/8A	22	173,72 ± 4,43	705,83 ± 21,63
9/16N:7/16A	5/8N:3/8A	1/2N:1/2A	685	180,54 ± 0,98	739,26 ± 4,76
9/16N:7/16A	3/4N:1/4A	3/8N:5/8A	86	165,80 ± 2,39	667,33 ± 11,67
19/32N:13/32A	3/8N:5/8A	13/16N:3/16A	61	174,85 ± 2,89	711,40 ± 14,07
19/32N:13/32A	1/2N:1/2A	11/16N:5/16A	23	170,41 ± 4,40	689,72 ± 21,47
19/32N:13/32A	11/16N:5/16A	1/2N:1/2A	43	176,91 ± 3,70	721,52 ± 18,03
5/8N:3/8A	1/2N:1/2A	3/4N:1/4A	971	166,93 ± 2,52	672,46 ± 12,30
5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	1.023	175,94 ± 0,86	716,73 ± 4,19
5/8N:3/8A	3/4N:1/4A	1/2N:1/2A	77	183,24 ± 2,56	752,56 ± 12,49
21/32N:11/32A	5/8N:3/8A	11/16N:5/16A	555	174,17 ± 0,99	708,21 ± 4,82
21/32N:11/32A	11/16N:5/16A	5/8N:3/8A	75	176,91 ± 2,49	721,61 ± 12,16
11/16N:5/16A	3/8N:5/8A	1N:0A	12.687	169,50 ± 0,41	685,40 ± 1,99
11/16N:5/16A	5/8N:3/8A	3/4N:1/4A	92	171,76 ± 2,21	696,43 ± 10,79
11/16N:5/16A	11/16N:5/16A	11/16N:5/16A	63	171,32 ± 2,89	694,33 ± 14,10
11/16N:5/16A	3/4N:1/4A	5/8N:3/8A	59	177,41 ± 3,06	724,10 ± 14,91
3/4N:1/4A	1/2N:1/2A	1N:0A	848	168,13 ± 1,03	678,76 ± 5,02
3/4N:1/4A	3/4N:1/4A	3/4N:1/4A	46	167,92 ± 3,55	677,59 ± 17,32

Tabela 2 – Número de observações, médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A) e Nelore (N) e os produtos de seus cruzamentos para peso ajustado aos 205 dias de idade (P205) e para ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND)

3/4N:1/4A	1N:0A	1/2N:1/2A	560	176,29 ± 1,46	718,42 ± 7,15
13/16N:3/16A	5/8N:3/8A	1N:0A	874	167,78 ± 1,15	677,03 ± 5,59
13/16N:3/16A	1N:0A	5/8N:3/8A	139	180,60 ± 2,07	739,44 ± 10,10
1N:0A	1N:0A	1N:0A	104	162,15 ± 2,29	654,67 ± 11,18

Pode-se observar que P205 variou de 162,15 ± 2,29 kg (para animais da raça Nelore) a 183,24 ± 2,56 kg (para bezerros 5/8N:3/8A, filhos de touros 3/4N:1/4A e vacas 1/2N:1/2A). GMD_ND variou de 644,97 ± 5,37 g (para bezerros 3/16N:13/16A, filhos de touros 3/8N:5/8A e vacas 0N:1A) a 752,56 ± 12,49 g (para bezerros 5/8N:3/8A, filhos de touros 3/4N:1/4A e vacas 1/2N:1/2A).

Estes dados evidenciam, para esta população a superioridade dos bezerros 5/8N:3/8A, filhos de touros 3/4N:1/4A e vacas 1/2N:1/2A, os quais apresentaram maiores P205 e GMD_ND, indicando forte influência da heterozigose materna que, neste caso, é máxima, afetando o desempenho da progênie, pois na fase pré-desmama os bezerros são muito dependentes da mãe. Resultados similares, foram relatados por Perotto et al. (2000), para animais produto do cruzamento entre as raças Canchim (C) e Aberdeen Angus (A), no estado do Paraná, os quais concluíram que os animais 11/16C:5/16A apresentaram pesos maiores ao nascer (35,4 kg), quando comparados com animais puros C (33,6 kg) ou A (29,4 kg), porém o maior peso a desmama foi verificado em animais 1/2A:1/2C (172,6 kg) em comparação com C (158,2 kg) e A (148,0 kg).

A maior homogeneidade dentro de grupos, para P205 e GMD_ND, neste trabalho, foi observada para o grupo genético 9/32N:23/32A, com aproximadamente 0,5% de diferença entre o maior e o menor valor, não evidenciando grande efeito da heterozigose materna como promotor de crescimento, para este grupo. Apesar da heterozigose individual destes dois grupos ser semelhante, a heterozigose materna disponível para os animais filhos de touros Aberdeen Angus e vacas 9/16N:7/16A é superior àquela dos animais filhos de touros 3/8N:5/8A e vacas 3/16N:13/16A.

Apesar destes resultados comprovarem a diferença existente entre os grupos genéticos, Kahi et al, (1995) relataram pequenas diferenças entre os genótipos

produzidos através das raças Ayrshire, Sahiwal e Pardo Suíço no Quênia e nenhum efeito significativo para heterozigose ($P > 0,01$). Contudo, os mesmos autores, fazem a ressalva de que estes resultados podem estar mascarados pelas condições nas quais os animais foram criados (aleitamento artificial, boas condições de manejo, etc), assim, os efeitos genéticos que deveriam influenciar o desempenho do animal foram substituídos pelas condições artificiais criadas na criação pré-desmame destes animais.

Os efeitos genéticos estimados por intermédio de contrastes entre estas médias, encontram-se descritos na Tabela 3. A diferença racial direta estimada (N - A) foi negativa para ambas as características, indicando que bezerros da raça Aberdeen Angus pesaram mais a desmama e apresentaram maior ganho de peso na fase pré-desmama, porém sem efeito significativo ($P > 0,05$).

Provavelmente isto tenha ocorrido devido ao fato de que a raça Aberdeen Angus, em sua origem, tenha sido selecionada para precocidade de crescimento, assim, em ambientes apropriados, consegue expressar seu potencial genético e, conseqüentemente, apresentar maior ganho de peso, em comparação com a raça Nelore, a qual apresenta desenvolvimento mais lento, porém, em condições de estresse ambiental se desenvolve melhor do que as raças taurinas.

Semelhantemente a este trabalho, Perotto et al. (1998) estimaram diferença racial positiva entre as raças Caracu e Charolês, indicando que bezerros da raça Caracu pesam mais a desmama, demonstrando maior a adaptabilidade desta raça às condições do Paraná, onde tal experimento foi conduzido, os bezerros da geração F1 amamentados por vacas da raça Caracu se desenvolveram melhor e chegaram mais pesados à desmama que os seus recíprocos amamentados por vacas da raça Charolês.

Observaram-se, neste trabalho, diferenças entre o desempenho do grupo genético 3/8N:5/8A, oriundos do cruzamento entre touros 3/4N:1/4A x vacas Aberdeen Angus e seu recíproco, proveniente do acasalamento de touros Aberdeen Angus x vacas 3/4N:1/4A (Tabela 2), que obtiveram 163,56 e 178,90 kg para P205; 651,59 e 726,35 g/dia para GMD_ND, respectivamente, evidenciando assim a importância da heterozigose materna como fator de desempenho, visto que ambos os recíprocos possuem a mesma heterozigose direta.

Tabela 3 – Estimativas de efeitos genéticos sobre o peso ajustado para 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND) para bovinos das raças Aberdeen Angus (A), Nelore (N) e seus cruzamentos

Efeito	Características	
	P205	GMD_ND
Dif. Racial Direta	-1,49	-7,55
Dif. Recíproca 3/16	9,40 ^{***}	45,71 ^{***}
Dif. Recíproca 5/16	13,09 ^{***}	63,82 ^{***}
Dif. Recíproca 11/32	11,99 ^{***}	58,25 ^{***}
Dif. Recíproca 3/8	15,34 ^{***}	74,76 ^{***}
Dif. Recíproca 7/16	16,71 ^{**}	71,84 ^{**}
Dif. Recíproca 1/2	9,36 ^{**}	45,84 ^{**}
Dif. Recíproca 9/16 ¹	8,11 ^{**}	39,54 ^{**}
Dif. Recíproca 9/16 ²	-6,82	-33,43
Dif. Recíproca 19/32	-6,50	-31,80
Dif. Recíproca 21/32	-2,74	-13,40
Dif. Recíproca 5/8	-16,31 ^{***}	-80,10 ^{***}
Dif. Recíproca 11/16	-5,65	-27,67
Dif. Recíproca 3/4	-8,16 ^{***}	-39,66 ^{***}
Dif. Recíproca 13/16	-12,82 ^{***}	-62,41 ^{***}
Heterose 1/2	10,50 ^{***}	48,58 ^{***}
Heterose 3/4	7,88 ^{***}	40,70 ^{***}
Heterose 5/8	12,47 ^{***}	63,03 ^{***}
Heterose 3/16	4,00 ^{**}	45,71 ^{**}
Heterose 9/32	9,09 ^{***}	41,52 ^{***}
Heterose 5/16	8,65 ^{***}	39,53 ^{***}
Heterose 11/32	7,81 ^{***}	35,52 ^{***}
Heterose 3/8	9,94 ^{***}	45,93 ^{***}
Heterose 13/32	9,91 ^{***}	45,69 ^{***}
Heterose 7/16	7,83 ^{**}	35,44 [*]
Heterose 9/16	10,59 ^{***}	53,93 ^{***}
Heterose 19/32	11,16 ^{***}	56,66 ^{***}
Heterose 21/32	12,64 ^{***}	64,02 ^{***}
Heterose 11/16	9,59 ^{***}	39,53 ^{***}
Heterose 13/16	11,99 ^{***}	57,34 ^{***}
Intercepto	167,62104 ^{***}	664,398043 ^{***}
b ₁ Ne ^I	-31,102665 ^{***}	-139,899043 ^{***}
b ₂ Ne ^M	4,795844 ^{***}	22,861478 ^{***}
b ₃ Ne x An ^I	13,294361 ^{***}	66,295080 ^{***}
b ₄ Ne x An ^M	16,403218 ^{***}	85,017021 ^{***}
R ²	0,27	0,22

*P<0,05; **P<0,01 e ***P<0,0001

1- Contrastando (3/8N:5/8A x 3/4N:1/4A) vs (3/4N:1/4A x 3/8N:5/8A)

2- Contrastando (1/2N:1/2A x 5/8N:3/8A) vs (5/8N:3/8A x 1/2N:1/2A)

b₁ Ne^I = efeito direto da raça Nelore estimado como desvio em relação ao efeito direto da raça Angus;

b₂ Ne^M = efeito materno da raça Nelore estimado como desvio em relação ao efeito materno da raça

Angus; b₃ Ne x An^I = efeito da heterozigose Ne x A no genótipo do indivíduo; b₄ Ne x An^M = efeito da

heterozigose Ne x A no genótipo da mãe do indivíduo.

Foram obtidos valores de heterose (diferença entre a média da geração F1 e a média paterna), considerados altamente significativos (Tabela 3), indicando que o desempenho da geração F1 excedeu o desempenho médio das raças paternas em 10,50 kg e 48,58 g para P205 e GMD_ND, respectivamente, o que, expresso em percentagem equivale a uma superioridade de 9,09% (P205) e 10,71% (GMD_ND).

Estimativas de heterose inferiores a estas foram relatadas por Perotto et al. (1998), os quais obtiveram valores para a heterose de 7 kg para P205 (4,62%) e 39 g para GMD_ND (6,74%), para cruzamentos realizados entre as raças Charolês e Caracu, no estado do Paraná; por Muniz & Queiroz (1998), para peso aos 240 dias (8%), para produtos de cruzamento entre as raças Nelore e Gelbvieh, no estado do Mato Grosso do Sul e por Roso & Fries (2000) os quais verificaram heterose de 9,10% para GMD_ND, para produtos de cruzamento entre as raças Nelore e Aberdeen Angus em diversos estados brasileiros, demonstrando assim o benefício do cruzamento no desempenho até o desmame.

Observando o coeficiente de regressão parcial de heterozigose materna (β_4 Ne x An^M), na Tabela 3, verifica-se a importância deste com relação às características em estudo, sugerindo que quanto maior for a heterozigose da vaca (mãe), maior será o desenvolvimento do terneiro no período pré desmama. Resultados apontando nesta direção foram relatados por Cundiff (1974), estudando cruzamentos entre as raças Hereford, Angus e Shorthorn, os quais mostraram que os efeitos de heterozigose materna foram significativos; vacas cruzadas apresentaram maior produção de leite, além de maior curva de lactação, o que pode influenciar no desempenho do bezerro até o momento do desmame.

Todas as gerações de mestiços, neste trabalho, apresentaram heterose significativa e positiva para as características em análise (Tabela 3), embora estes valores tenham sido variados para os diferentes cruzamentos. Como causa desta variação podem ser considerados os diversos graus de heterozigose individual e materna e os efeitos aditivos de raça individual e materno. Este resultado encontra suporte no relato de Cartwright & Carpenter (1961), os quais afirmaram que animais produtos de cruzamento mamam mais vezes ao dia e por período maior do que os de raça definida, fato este associado à determinação genética para o temperamento e conduta do bezerro.

Similarmente, Cundiff et al. (1974), avaliando a performance materna e a produção de leite em vacas de raças Angus, Shorthorn e Hereford e seus

cruzamentos no estado de Nebraska, EUA, relataram que o efeito da heterose foi significativo sobre a produção de leite mensurada durante 12 horas, desta forma, as vacas cruzadas foram superiores em 7,5% em relação às de raça definida ($P < 0,05$) às seis semanas após o parto e 38% ($P < 0,01$) ao desmame. Da mesma forma, McCarter et al. (1991), afirmaram que vacas da raça Brahman cruzadas com touros das raças Hereford ou Angus, podem efetivamente ser usadas em sistemas e cruzamentos comerciais para aumentar a taxa reprodutiva e também o desempenho do bezerro na pré-desmama, comparadas com vacas produto do cruzamento entre as raças Angus e Hereford ou Hereford e Angus. Similarmente, Roso & Fries (2000), afirmaram que a utilização de vacas cruzadas potencializa o aproveitamento da heterose possível de ser obtida em cruzamentos; entretanto, destacam a necessidade de utilizar medidas mais completas para comparar a eficiência produtiva entre vacas puras e cruzadas, isso porque os efeitos heteróticos são mais pronunciados em características relacionadas com o complexo reprodutivo e de sobrevivência dos produtos. Olson et al. (1993) destacaram que o sistema de cruzamento rotacionado envolvendo três raças, (Brahman, Angus e Charolês) é efetivamente superior aquele de duas raças ou mesmo comparado com raças definidas, com resultados significativos para taxa de prenhez, peso ao nascer, taxa de sobrevivência e peso a desmama, entre outros.

Através do coeficiente de regressão parcial de efeito aditivo de raça individual ($\beta_1 Ne^1$), o qual está apresentado na Tabela 3, é possível inferir que o aumento do percentual da raça Nelore no cruzamento promoverá menor desenvolvimento ponderal para os bezerros até esta idade.

O β_2 (coeficiente de regressão parcial para efeito aditivo de raça materno) indica que quanto maior o percentual de genes da raça Nelore na vaca (mãe), maior foi o desempenho do bezerro até a fase da desmama. Este resultado concorda com o relatado por Trematore et al. (1998), os quais comparando cruzamentos recíprocos de bovinos da raça Nelore (*Bos indicus*) versus a Charolês (*Bos taurus*), no estado de São Paulo, evidenciaram uma melhor performance para vacas da raça Nelore do que para vacas da raça Charolês, no ambiente em que estão sendo criadas, já que São Paulo possui clima do tipo tropical, favorecendo uma interação benéfica para a raça Nelore.

Analisando o método de regressão múltipla no estudo de informações de diferentes cruzamentos (Tabela 3), nota-se haver concordância entre $\beta_3 NexAn^1$ e a

heterose da F1. Segundo Perotto et al. (1998), isso permite afirmar que o contraste $[(1/2N + 1/2 A + 1/2A + 1/2N)/2 - (N + A)/2]$ e o coeficiente de regressão parcial dos fenótipos sobre a fração esperada e loci heterozigóticos nos genótipos dos bezerros estão estimando o mesmo componente genético.

Estimativas geradas pela regressão múltipla têm como vantagem prever desempenhos de grupos genéticos não analisados por não apresentarem informações suficientes ou não possuírem progênes nos rebanhos analisados.

Abdel-Aziz et al. (2003) em um projeto para identificação do desempenho de diferentes cruzamentos entre as raças Africâner, Charolês, Hereford, Aberdeen Angus e Simental, na África do Sul, utilizaram-se das metodologias de grupo genético e regressão múltipla para prever desempenho de cruzamentos. Segundo estes autores, os valores observados e preditos são muito próximos, porém, em alguns grupos genéticos, esta diferença é maior, podendo estas duas metodologias não estimarem o mesmo componente genético no cruzamento. A maior diferença relatada informa valores de 9,8% para peso à desmama e 10,3% para GMD_ND, quando um mesmo grupo genético é avaliado através do método do modelo de grupo genético ou da regressão múltipla, em favor desta última. Para este trabalho, estes mesmos valores ficaram em 8,7% e 26,3%, para P205 e GMD_ND.

Na Tabela 4 estão descritos os valores obtidos através da metodologia de grupo genético e preditos através da regressão múltipla (MRM) para P205 e GMD_ND, além de valores preditos para cruzamentos que não possuem observações. Os valores preditos através de MRM para GMD_ND foram sempre maiores daqueles observados através do modelo de grupo genético. Avaliando-se o grupo genético 3/8N:5/8A e seu recíproco (Tabela 4), é possível notar que o valor observado é bastante próximo ao predito para P205 porém, quando o mesmo procedimento é realizado para GMD_ND observa-se uma maior diferença entre os valores. Nota-se também, que os erros-padrão dos valores preditos são maiores do que aqueles dos valores observados, o que pode ser atribuído ao fato que a variância da predição é a variância da estimação mais a variância dos valores preditos, o que também foi citado por Abdel-Aziz et al. (2003).

Trematore et al. (1998) ao compararem metodologias que empregavam como efeito de grupo genético os efeitos aditivos diretos e maternos, heteróticos individuais e maternos, epistáticos de ligação gênica e não-lineares contra outro (ALENCAR et al., 1998) que não incluía este dois últimos, em um mesmo grupo de

dados, evidenciaram que os efeitos aditivos diretos e maternos e os heteróticos individuais e maternos, do ponto de vista genético, foram as principais causas de variação entre os grupos genéticos. De modo semelhante, segundo Dillard et al., (1980) as médias estimadas pelo procedimento de regressão linear que incluem os componentes aditivos e heteróticos, são apropriadas para avaliar a heterose ou vigor híbrido dos animais cruzados.

Assim, o modelo de regressão múltipla fornece estimativas semelhantes ao modelo de grupo genético nas análises de informações de cruzamentos para P205, porém, utilizar-se de informações provenientes de dados não experimentais para a predição do desempenho, é uma metodologia que deve ser vista com cautela, até que mais estudos sejam realizados para diferentes constituições genéticas e em diferentes rebanhos, objetivando resultados mais consistentes e acurados.

Tabela 4 – Valores obtidos através do Modelo de Grupo Genético (MGG) e Regressão Múltipla (RM), para peso ajustado aos 205 dias de idade (P205) e ganho médio diário do nascimento a desmama (GMD_ND) para as raças Aberdeen Angus (A), Nelore (N) e seus cruzamentos

Bezerro	Genótipo		P205 (kg)		GMD_ND (g)	
	Touro	Vaca	MGG	RM	MGG	RM
0N:1A	0N:1A	0N:1A	163,65	167,62 ± 19,52	647,12	664,40 ± 93,96
1N:0A	1N:0A	1N:0A	162,15	141,32 ± 19,52	654,67	827,16 ± 93,96
1/2N:1/2A	0N:1A	1N:0A	177,71	170,16 ± 19,52	720,60	823,50 ± 93,96
11/16N:5/16A	3/8N:5/8A	1N:0A	169,50	159,26 ± 19,52	685,40	824,87 ± 93,96
5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	175,94	169,71 ± 19,52	716,73	860,96 ± 93,96
7/16N:9/16A	3/8N:5/8A	1/2N:1/2A	179,08	179,46 ± 19,52	727,20	855,20 ± 93,96
3/8N:5/8A	3/4N:1/4A	0N:1A	163,56	165,93 ± 19,52	651,59	756,30 ± 93,96
3/8N:5/8A	0N:1A	3/4N:1/4A	178,90	177,73 ± 19,52	726,35	826,24 ± 93,96
3/8N:5/8A	1/2N:1/2A	1/4N:3/4A	-	172,01 ± 19,52	-	798,23 ± 93,96
1/2N:1/2A	1N:0A	0N:1A	-	165,36 ± 19,52	-	800,64 ± 93,96
11/16N:5/16A	1N:0A	3/8N:5/8A	-	168,65 ± 19,52	-	874,35 ± 93,96
7/16N:9/16A	1/2N:1/2A	3/8N:5/8A	-	174,76 ± 19,52	-	831,09 ± 93,96

CONCLUSÃO

Os resultados observados neste trabalho e para o rebanho analisado, permitem inferir que:

- os efeitos aditivos diretos da raça Angus em relação à raça Nelore determinam desempenhos melhores;

- os efeitos de heterozigose direta e materna foram altos e significativos, indicando um maior desempenho de bezerros e vacas cruzadas;

- o comportamento divergente em muitos dos diferentes grupos genéticos, para as características estudadas, sugere que as diferenças devidas às proporções distintas de genes da raça Nelore e da percentagem de locos em heterozigose, no bezerro e na vaca, levam a desempenhos diferenciados e que, portanto, devem ser consideradas nos programas de avaliação genética;

- na busca de animais precoces para o abate, através da formação de compostos deve-se preconizar, além da utilização da melhor genética aditiva disponível dentro das raças, a busca pela manutenção de altos valores de heterozigose direta e principalmente materna.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDEL-AZIZ, M.; SCHOEMAN, S.J.; JORDAAN, G.F. Estimation of additive, maternal and non additive genetics effects of preweaning growth traits in a multibreed beef cattle project. **Animal Science Journal**, v.74, p.169-179, 2003.
- ALBUQUERQUE, L.G., ELER, J.P., COSTA, J.R.P. et al. Produção de leite e desempenho do bezerro na fase de aleitamento em três raças bovinas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.5, p.745-754, 1993.
- ALENCAR, M.M., Relação entre produção de leite da vaca e desempenho do bezerro nas raças Canchim e Nelore. **Rev. Soc. Bras. Zootec.**, 18(2):146-156. 1989.
- ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.F.; TULLIO, R.R. et al. Peso a desmama de bezerros da raça Nelore e cruzados Canchim x Nelore e Marchigiana x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.917-925, 1995.
- ALENCAR, M.M.; TREMATORE, R.L.; OLIVEIRA, J.A.L. et al. Características de crescimento até a desmama de bovinos da raça Nelore e cruzados Charolês x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.40-46, 1998.
- ASBIA - Associação Brasileira de Inseminação Artificial. Disponível em: <<http://www.asbia.org.br>>. Acesso em: 18 dezembro 2005.
- BARBOSA, P.F.; ALENCAR, M.M. Sistema de cruzamentos em bovinos de corte: estado da arte e necessidades de pesquisa. In.: XXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.681-683, 1995.
- BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform beef improvement programs**. Raleigh: U.S. Department of Agriculture, North Carolina State University, p.155,1996.
- CARTWRIGHT, T.C.; CARPENTER, J.A. Effect of nursing habits on calf weights. **Journal of Animal Science**, v.2, p.904, 1961.
- CUNDIFF, L.C.; GREGORY, K.E.; SCHWULST F.J. et al. Effects of heterosis on maternal performance and milk production in Hereford, Angus and Shorthorn Cattle. **Journal of Animal Science**, v.38, n.4 p. 729-745, 1974.

- DILLARD, E.U.; RODRIGUES, O.; ROBINSON, O.W. Estimation of additive and nonadditive direct and maternal genetic effects from crossbreeding beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.50, n.4 p. 653-663, 1980.
- EUCLIDES FILHO, K. Melhoramento animal, conquistas e perspectivas. **Anais da XXXII Reunião Anual da SBZ** (palestra), Brasília-DF. 1995.
- KAHI, A.K.; MACKINNON, M.J. THORPE W. et al. Estimation of individual and maternal additive genetic and heterotic effects for preweaning traits of crosses of Ayrshire, Brown Swiss and Sahiwal cattle in the lowland tropics of Kenya. **Livestock Production Science**, v.44, p. 139-146, 1995.
- LEAL, J.J.B. Comportamento de Novilhas Braford F1 (Nelore x Hereford – Tabapuã x Hereford – Gir x Hereford – Guzerá x Hereford) à desmama do primeiro produto. EMBRAPA, Comunicado Técnico Nº 31, Bagé-RS, 2000.
- McCARTER, M.N.; BUCHANAN G.D. S; FRAHM R.R. Comparison of crossbred cows containing various proportions of Brahman in spring or fall calving systems: III. Productivity as three-, four-, and five-year olds. **Journal of Animal Science**, v.69, p. 2754-2761, 1991.
- MEYER, K.; CARRICK, M.J.; DONNELLY, B.J.P. Genetic parameters for milk production of Australian beef cows and weaning weight of their calves. **Journal of Animal Science**, v.72, p. 1155-1165, 1994.
- MORRIS, C.A.; BAKER, R.L.; CULLEN, N.G. et al. Rotation crosses and *inter se* matings with Angus and Hereford cattle for five generations. **Livestock Production Science**, v.39, n.2, p. 157-172, 1994.
- MUNIZ, C.A.S.; QUEIROZ S.A. Avaliação do peso a desmama e do ganho médio de peso de bezerros cruzados, no estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.504-512, 1998.
- OLSON, T.A. The production and use of composite breeds in the tropics. In.: **Congresso Brasileiro das Raças Zebuínas: A integração da cadeia produtiva pecuária**, Uberaba, MG. Anais... Uberaba, MG, p. 156-165, 1998.

- OLSON, T.A.; PEACOCK, F.M.; KOGER.M. Reproductive and Maternal Performance of Rotational, Three-Breed, and *Inter Se* Crossbred Cows in Florida. **Journal of Animal Science**, v.71, p. 2322-2329, 1993.
- PEROTTO, D.; CUBAS, A.C.; MOLETTA, J.L. et al. Peso ao nascimento e a desmama e ganho de peso do nascimento a desmama de bovinos Charolês, Caracu e cruzamentos recíprocos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.27, n.4, p.730-737, 1998.
- PEROTTO, D.; CUBAS, A.C.; MOLETTA, J.L. et al. Heterose sobre os pesos de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2511-2520, 2000.
- RESTLE, J.; PACHECO, P.S.; MOLETTA, J.L.; et al. Grupo genético e nível nutricional pós-parto na produção e composição do leite de vacas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32 n.3, p.585-597, 2003.
- ROBINSON, O.W.; McDANIEL, B.T.; RINCÓN, E.J. Estimation of direct and maternal additive and heterotic effects from crossbreeding experiments in animals. **Journal of Animal Science**, v.52, n.1, p. 44-50, 1981.
- ROSO, V.M.; FRIES, L.A. Avaliação das heteroses materna e individual sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 n.3, p.732-737, 2000.
- SAS, SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2001. User's guide: Statistics. SAS Institute, 2001.
- SKRYPZECK, H.; SCHOEMAN, S.J.; JORDAAN, G.F.; et al. Estimates of crossbreeding parameters in a multibreed beef cattle crossbreeding project. **South African Journal of Animal Science**. v.30 n.3, p.193-203, 2000
- TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Efeitos ambientais que afetam o ganho de peso pré-desmama em animais Angus, Hereford, Nelore e mestiços Angus-Nelore e Hereford-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.887-890, 2003.
- TREMATORE, R.L.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.B.; et al. Estimativas de efeitos aditivos e heteróticos para características de crescimento pré-desmama em bovinos Charolês-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.87-94, 1998.

WOLF, J.; DISTL. O.; HYAMER, J. et al. Crossbreeding in farm animals. V Analysis of crossbreeding plans with secondary crossbreed generations. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.112, p.81-94, 1995.

ARTIGO 2

**“Efeitos Genéticos Aditivos Diretos e Maternos e Heterozigóticos
para Uma População Multirracial Aberdeen Angus-Nelore para
Características Pós-Desmama”**

Efeitos Genéticos Aditivos Diretos e Maternos e Heterozigóticos para Uma População Multirracial Aberdeen Angus-Nelore para Características Pós-Desmama

RESUMO

Com o objetivo de avaliar os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos e heterozigóticos sobre desempenho na fase pós-desmama em animais de um rebanho multirracial Angus-Nelore, foram utilizadas observações de 40.310 animais, filhos de 720 touros e 31.136 vacas, nascidos entre os anos de 1986 e 2001 em 75 fazendas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins. As variáveis estudadas foram o ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS) e o peso ajustado para 550 dias de idade (P550). As análises foram efetuadas utilizando o pacote estatístico SAS (2001) com e duas diferentes metodologias estatísticas. A primeira, pelo Modelo de Grupo Genético (MGG) onde o modelo utilizado continha os efeitos fixos de grupo de contemporâneos e grupo genético, além das covariáveis a idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático) e idade do bezerro ao sobreano (efeito linear). A segunda, pelo método de regressão múltipla (MRM), após o prévio ajuste dos dados para os efeitos de grupo de contemporâneos, e das covariáveis idade da vaca ao parto (efeito linear e quadrático) e idade do bezerro ao sobreano (efeito linear), o modelo contemplou as variáveis de efeito aditivo direto de raça, efeito aditivo materno de raça, heterozigose direta e heterozigose materna. Todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos para as características P550 e GMD_DS. As diferenças observadas no desempenho dos animais na idade de sobreano, em função do efeito de grupo genético, evidenciam a maior eficiência dos genes de efeito aditivo da raça Angus em contraste com os da raça Nelore. Assim, foi possível observar que existe grande influência do efeito direto em relação ao materno, sugerindo que, nesta fase, o desempenho dos animais depende mais da sua própria composição genética racial do que da influência da mãe.

Palavras-chave: cruzamento, efeito genotípico, heterose, dominância

Additive Genetic Direct and Maternal and Heterozygotic Effects for a Multibreed Aberdeen Angus-Nellore Population for Post-weaning Characteristics

SUMMARY

To evaluate the direct additive and maternal and heterozygotic effects on the performance in post-weaning phase for a multi-breed Angus-Nellore herd they were used records on 40,310 animals, sired by 720 bulls and 31,136 cows, born from 1986 and 2001 in 75 farms in the states of Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo and Tocantins. The characteristics studied were average daily gain from weaning to 550 days of age (GMD_DS) and adjusted weight to 550 days of age (P550). The analysis were performed by SAS (2001) adopting two different methodologies. The first one, by Genetic Group Methodology (MGG), with a model including as fixed, the effects of contemporaneous group (GC), genetic group (GG) and the covariables age of the cow at the parturition (IVP), linear and quadratic effects and age of the calf at 550 days of life (IDS), linear effect. The second one, by Multiple Regression Analysis Method (MRM), for this the data was previously adjusted for the fixed effects of GC, IVP and IDS, and the model considered the direct and maternal additive genetic of the breed, and direct and maternal heterozygosity. All the effects were significant for P550 and GMD_DS. The observed differences in performance of the animals at 550 days of age, in function of GG, shows the bigger efficiency of the additive genes from Angus in relation to Nellore breed. It is possible to observe that do exist a big influence of the direct effect in relation to the maternal one, suggesting that, at this phase of the life of the animal, the performance depends more from its own genetic composition than of the maternal influence.

Key-words: crossbreeding, genotype effects, heterosis, dominance

INTRODUÇÃO

O Brasil, devido a sua grande extensão territorial, possui diversas zonas agroclimáticas diferentes, resultando em um grande número de possibilidades de sistemas de produção pecuária. As raças bovinas existentes representam múltiplos biótipos e, assim, há a possibilidade de adequação dos animais para o ambiente em que serão criados, ainda mais quando utilizados os cruzamentos entre raças.

A boa adaptação e rusticidade obtida pelos animais zebuínos as condições ambientais brasileiras e o alto potencial produtivo dos animais taurinos, influenciou a prática do cruzamento para a obtenção de animais que agregassem características desejáveis em ambos os biótipos bovinos. Apesar da introdução de genes taurinos em rebanhos zebuínos, por meio de cruzamentos entre *Bos taurus* e *Bos indicus*, para promover elevação no ganho de peso dos animais em períodos de pastejo mais curto e melhorar a qualidade do produto, conduz a baixa resistência desses animais a parasitos, em especial ao carrapato, *Boophilus microplus*, induz a maiores investimentos em tratamento (CARDOSO, 2004).

Os programas de melhoramento genético atualmente adotados por parte dos pecuaristas e associações de criadores são delineados para raças puras ou, muitas vezes, para cruzamentos entre raças. Porém, existem situações em que são comparados animais cruzados e de raça definida. Desta forma, a utilização de modelos genéticos apropriados é o ponto fundamental para a acurada predição do valor dos genótipos. Para a comparação entre raças puras, cruzamentos iniciais (F1) e avançados é preciso o conhecimento das ações de genes de efeito aditivo e não-aditivo.

A incorporação de genes de diferentes raças em um mesmo indivíduo promoverá ganhos por dominância, por outro lado, também provocará perdas por epistasia. No animal cruzado, portanto, todas as formas de ação gênica se manifestam e o balanço líquido entre efeitos de dominância e de epistasia é o que é normalmente estimado e interpretado como heterose (FRIES et al., 2000 *apud* PIMENTEL et al., 2003).

Cunningham (1981) afirmou que em ambiente desfavorável, a produção de bovinos de corte cruzados é fortemente influenciada pelo efeito da heterozigose,

enquanto que em ambiente propício, a produtividade dos animais será afetada, principalmente, por efeitos aditivos de raça e pouco pelos efeitos heteróticos, demonstrando existir então uma interação genótipo-ambiente.

Segundo Fries *et al.* (2002) *apud* Cardoso (2004), a probabilidade de quaisquer dois alelos, de uma mesma série alélica ou não, dentro do genoma, serem originados de raças diferentes é dada pelo cálculo da heterozigose racial.

Roso & Fries (2000) sugeriram que os arranjos gênicos benéficos nos cromossomos paternos, intactos na geração F1, se desfazem nas gerações futuras, causando perda de desempenho. Esta perda é atribuída a consangüinidade e a recombinação dos genes. Ainda que uma apreciável fração dos efeitos que agem sobre características de produção seja do tipo aditivo, as perdas por recombinação acumulam-se durante as primeiras gerações dos cruzamentos e, para neutralizá-las seria necessário forte pressão de seleção e uma população relativamente grande para evitar o efeito da consangüinidade.

Poucos são os trabalhos que avaliaram animais em idade de sobreano (REYNOLDS *et al.*, 1991; PASCHAL *et al.*, 1994; MUNIZ & QUEIROZ, 1999), talvez porque grande parte deles não pertença mais ao rebanho de origem ou não possuam as informações necessárias para o procedimento de análise e dar continuidade ao melhoramento genético do plantel nesta fase.

Os objetivos do presente estudo foram determinar os efeitos de grupos genéticos sobre o peso ajustado para 550 dias de idade e ganho médio diário da desmama ao sobreano, determinar a contribuição dos efeitos genéticos aditivos, maternos e não-aditivos desenvolver equações para predizer o desempenho de diferentes genótipos de uma população Aberdeen Angus x Nelore participantes de um programa de melhoramento genético.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados no presente estudo foram fornecidos pelas empresas Gensys Consultores Associados S/C e Natura Genética Sul Americana e referem-se a 40.310 registros de peso de animais das raças Aberdeen Angus e Nelore e de produtos de cruzamentos entre elas. Estes animais são filhos de 720 touros e 31.136 vacas e nasceram em 75 fazendas nos estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, Paraná, Rio Grande do Sul, São Paulo e Tocantins, entre os anos de 1986 e 2002.

Na editoração dos dados foram criadas as seguintes variáveis: Grupos de Contemporâneos (GC), constituídos por animais nascidos na mesma fazenda (1-75), no mesmo ano (1986-2001) e mesma estação (1-2), pertencentes ao mesmo sexo (M-F) e ao mesmo grupo de manejo de sobreano (1-129); Grupos Genéticos (GG), entendido como a proporção dos genes contribuintes da raça Nelore, para o bezerro, para o touro (pai) e para a vaca (mãe), obtidos através da concatenação das proporções genéticas dos três e, desta forma, tornando possível diferenciar bezerros que possuíam o mesmo efeito aditivo da raça, mas que eram provenientes de diferentes cruzamentos. Foi estabelecido que cada grupo de contemporâneos seria constituído por, pelo menos, duas classes de grupos genéticos e que cada grupo genético, contivesse, pelo menos, dois grupos de contemporâneos, com o objetivo de evitar o confundimento dos dois efeitos, o que reduziria a acurácia das estimativas de heterose. Restaram 650 grupos de contemporâneos e 33 diferentes grupos genéticos.

Foram consideradas somente as informações de animais nascidos de vacas com idade ao parto maiores de três e até vinte anos de idade, em monta controlada e em inseminação artificial. Também foram excluídos do arquivo de trabalho os registros de touros com menos de 5 filhos. As variáveis estudadas foram o peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e o ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS), obtidas através das seguintes equações, respectivamente:

$$P550 = \left(\frac{PS - PD}{NDEP} * 345 \right) + P205$$

$$GMD_DS = \left(\frac{PS - PD}{NDEP} \right),$$

Onde: PD = peso do bezerro à desmama, PS = peso do bezerro ao sobreano, NDEP = número de dias entre as pesagens, 345 = número de dias padrão entre as pesagens e P205 = peso ajustado para 205 dias de idade

Os dados foram analisados por duas metodologias diferentes:

1. Método de Grupo Genético, após terem sido testadas outras variáveis e interações o modelo adotado foi o seguinte:

$$y_{ijklmn} = \mu + GC_i + GG_j + \beta_1 IV + \beta_2 IV^2 + \beta_3 IBS + \varepsilon_{ijklmn}$$

Onde: y_{ijklmn} é a observação da característica em estudo P550 ou GMD_DS; μ é a média geral; GC_i é o efeito do i -ésimo grupo de contemporâneos; GG_j é o efeito do j -ésimo grupo genético; β_1 e β_2 são os coeficientes de regressão, linear e quadrático, respectivamente, para a idade da vaca ao parto (IV); β_3 é o coeficiente de regressão linear para a idade do bezerro ao sobreano (IBS) e ε_{ijklmn} é o erro aleatório associado a cada observação, suposto normalmente distribuído com média zero e variância σ^2 .

2. Método de Regressão Múltipla

Após ajustar os dados utilizando um modelo idêntico ao anteriormente descrito, excluindo-se apenas o efeito de grupo genético, foi efetuada uma análise de regressão múltipla através procedimento PROC REG (SAS, 2001), adotando o modelo abaixo:

$$y_{ijkm} = \beta_0 + \beta_1 ERD + \beta_2 ERM + \beta_3 HD + \beta_4 HM + \varepsilon_{ijkm}$$

Onde: y_{ijkm} é a observação da característica em estudo (P550 ou GMD_DS); β_0 é a constante (intercepto); β_1 é o coeficiente de regressão linear para efeito aditivo direto de raça; β_2 é o coeficiente de regressão linear para efeito aditivo materno de raça; β_3 é o coeficiente de regressão linear para heterozigose direta; β_4 é o coeficiente de regressão linear para heterozigose materna e ε_{ijkm} é o erro associado a cada observação.

O efeito aditivo de raça corresponde ao percentual de genes da raça Nelore presente no animal, variando de 0 (0%) à 1 (100%). Para o cálculo do erro padrão de cada observação foi utilizada a seguinte equação:

$$SE_{pred} = \hat{\sigma} \left(1 + \frac{1}{n} + \frac{(\hat{x} - \bar{x})^2}{S_{xx}} \right),$$

onde: SE_{pred} é o erro padrão do valor predito; $\hat{\sigma}$ é o raiz quadrada da variância do erro; n é o número de observações; \hat{x} é o valor predito; \bar{x} é a médias dos valores preditos e S_{xx} é a soma de quadrados corrigida para a média.

A heterozigose foi calculada seguindo a equação descrita por Wolf et al. (1995):

$$h = \alpha^i \alpha^j + \alpha^j \alpha^i,$$

onde: α^i e α^j denotam a proporção do gene da raça ' i ' no pai e mãe do bezerro, respectivamente.

Os efeitos aditivos de raça e de heterozigose podem apresentar correlação linear, já que no cálculo da heterozigose é necessário a utilização do efeito aditivo de raça. Segundo Roso et al. (2005) o problema de uma forte correlação entre as variáveis é definido como multicolinearidade, onde os coeficientes de regressão obtidos através do método dos quadrados mínimos apresentam elevados erros-padrão, podendo apresentar ainda sinais opostos aos esperado e são muito sensíveis às mudanças no banco de dados, ou alterações das variáveis incluídas no modelo.

Para verificar a possível correlação de uma variável com as outras, o que causaria uma inflação na variância de β , foi efetuada uma análise, examinando a interdependência entre elas. Assim, foi calculado o Fator de Inflação da Variância (FIV), seguindo a equação $[1/(1-R^2)]$ descrita por Freund & Wilson (1998), em que R^2 é o coeficiente de determinação.

O fator de inflação de variância (FIV) ocorre devido ao aumento da variância dos β 's, determinado pela correlação entre as variáveis independentes. Quando FIV é maior do que 10, indica a ocorrência de multicolineariedade (FREUND & WILSON, 1998). Segundo Dias et al. (2003), esse procedimento é realizado porque, quando ocorre multicolineariedade, os testes estatísticos podem falhar em detectar diferenças significativas entre os fatores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo das análises de variância encontra-se na Tabela 1. Todos os efeitos incluídos nos modelos foram significativos para as características P550 e GMD_DS.

O efeito da idade ao sobreano foi significativo, para ambas as características, o que sugere a necessidade de fatores de correção específicos para P550 e GMD_DS, porém, neste estudo, a inclusão do efeito linear da idade ao sobreano no modelo estatístico foi suficiente para eliminar o efeito desta variável sobre as características estudadas. Resultado semelhante foi relatado por Muniz & Queiroz (1999) ao estudarem um rebanho F1 proveniente do cruzamento de vacas da raça Nelore com touros das raças Aberdeen Angus, Brangus, Canchim, Nelore, Gelbvieh e Simental no estado do Mato Grosso do Sul, os quais encontraram efeito linear de idade ao sobreano sobre a variável GMD_DS, porém o mesmo efeito não foi verificado para P550.

Tabela 1 - Resumo das análises de variância para peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS)

Fontes de Variação	GL	Quadrados Médios	
		P550	GMD_DS
Grupo de Contemporâneos	649	127259,55***	752482,30***
Grupo Genético	32	44127,06***	284649,41***
Idade ao Sobreano			
Linear	1	15540,62***	96004,99***
Idade da Vaca ao Parto			
Linear	1	60102,07***	655083,76***
Quadrático	1	48794,36***	427754,07***
Erro	39.625	956,10	5885,33
R ²		0,74	0,73

*(P<0,05); **(P<0,01) e ***(P<0,0001)

A idade da vaca ao parto apresentou efeito significativo (P<0,0001) sobre as características estudadas, concordando com Muniz & Queiroz (1999), os quais relataram a significância deste efeito sobre o ganho médio diário até 550 dias de idade (P<0,01), embora não tenham observado efeito significativo (P>0,05) da idade da vaca ao parto sobre os pesos aos 365 e 550 dias de idade e ganho médio diário

até 365 dias. Por outro lado, Campos & Fries (1989) relataram efeito significativo (linear e quadrático) da idade da vaca ao parto sobre os pesos aos 365, 410 e 550 dias de idade, em animais das raças Angus, Devon e Hereford, respectivamente. Possivelmente, bezerros filhos de novilhas ou vacas mais velhas, que apresentaram produção de leite deficiente durante o período de amamentação, tenham apresentado um ganho compensatório durante o período de sobreano.

Na Tabela 2 estão apresentadas as médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A) e Nelore (N) e seus cruzamentos, para as características P550 e GMD_DS.

Os maiores valores para P550 e GMD_DS foram observados para os animais do grupo genético 1/2A:1/2N, filhos de touros Aberdeen Angus com vacas Nelore e foram superiores, em cerca de 22,52 % e 38,51%, respectivamente, aos menores valores, observados nos animais do grupo genético 1/2A:1/2N, filhos de touros 5/8N:3/8A com vacas 3/8N:5/8A, para P550 e GMD_DS.

Pode-se notar que os valores extremos foram identificados em um mesmo grupo genético de animais, justificando a importância e a necessidade da utilização dos efeitos genéticos aditivos de raça e de heterozigose, tanto direta quanto materna, na predição do desempenho de cruzamentos, já que, teoricamente, estes animais possuem o mesmo efeito aditivo de raça, no entanto apresentam um desempenho divergente.

O desempenho dos cruzamentos 3/8N:5/8A (filhos de touro 3/4N:1/4A e vaca 0N:1A) e 13/32N:19/32A (filhos de touro 0N:1A e vaca 13/16N:3/16A) foram os que mais se aproximaram daquele considerado como padrão (animais 1/2A:1/2N, filhos de touros Aberdeen Angus com vacas Nelore), correspondendo 93,58 e 97,00% dos valores apresentados pelo grupo padrão para P550, já para GMD_DS, esta performance correspondeu a 97,55 e 95,74%, respectivamente do verificado no cruzamento padrão. Similarmente, Paschal et al. (1994), avaliando o desempenho em pastagem cultivada, no período pós-desmama (um ano de idade), de animais produtos de cruzamentos entre vacas da raça Hereford e touros das raças Nelore, Indu-Brasil, Gray Brahman, Red Brahman, Gir e Angus, relataram que os maiores pesos foram obtidos por bezerros produtos do cruzamento entre touros Gray Brahman e vacas Hereford ou Red Brahman-Hereford, enquanto que os menores foram oriundos do cruzamento entre touros Angus e vacas Hereford. Estas diferenças foram ainda maiores nos anos com baixa disponibilidade e qualidade da

ferragem, demonstrando uma maior adaptação dos animais produtos de cruzamento entre taurinos e zebuínos em relação a taurinos x taurinos. Isto demonstra a influência da distância entre raças na obtenção da heterose, como já citado anteriormente por Gregory & Cundiff, (1980) e, também, por Trematore et al. (1998).

Tabela 2 – Número de observações, médias ajustadas por quadrados mínimos e erros-padrão para as raças Aberdeen Angus (A), e seus cruzamentos com a raça Nelore (N), para peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e para ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS)

Bezerro	Touro	Vaca	Obs	P550 (kg)	GMD_DS (g)
0N:1A	0N:1A	0N:1A	5043	305,27±1,74	400,94±4,32
3/16N:13/16A	0N:1A	3/8N:5/8A	205	299,48±2,49	369,39±6,19
3/16N:13/16A	3/8N:5/8A	0N:1A	280	305,39±2,15	398,82±5,33
5/16N:11/16A	0N:1A	5/8N:3/8A	1020	316,44±1,34	394,16±3,33
5/16N:11/16A	3/8N:5/8A	1/4N:3/4A	40	305,23±5,02	378,23±12,46
5/16N:11/16A	5/8N:3/8A	0N:1A	612	304,68±2,06	422,83±5,11
11/32N:21/32A	0N:1A	11/16N:5/16A	1285	322,35±1,32	415,43±3,27
11/32N:21/32A	3/8N:5/8A	5/16N:11/16A	111	300,66±3,03	385,91±7,52
11/32N:21/32A	11/16N:5/16A	0N:1A	58	301,96±4,58	392,60±11,36
3/8N:5/8A	0N:1A	3/4N:1/4A	1635	321,56±1,26	413,36±3,14
3/8N:5/8A	1/4N:3/4A	1/2N:1/2A	87	313,25±4,50	383,19±11,16
3/8N:5/8A	3/8N:5/8A	3/8N:5/8A	9315	307,75±0,91	393,08±2,25
3/8N:5/8A	3/4N:1/4A	0N:1A	3453	312,74±1,24	429,68±3,09
13/32N:19/32A	0N:1A	13/16N:3/16A	79	324,18±3,86	421,71±9,59
13/32N:19/32A	3/8N:5/8A	7/16N:9/16A	125	309,12±2,94	396,69±7,30
1/2N:1/2A	0N:1A	1N:0A	7476	334,20±1,05	440,47±2,60
1/2N:1/2A	3/8N:5/8A	5/8N:3/8A	464	310,60±1,78	386,57±4,42
1/2N:1/2A	1/2N:1/2A	1/2N:1/2A	352	311,57±2,33	342,46±5,77
1/2N:1/2A	5/8N:3/8A	3/8N:5/8A	50	258,93±5,00	270,86±12,41
9/16N:7/16A	3/8N:5/8A	3/4N:1/4A	59	310,97±4,15	387,23±10,30
9/16N:7/16A	5/8N:3/8A	1/2N:1/2A	237	306,57±2,34	365,69±5,81
19/32N:13/32A	3/8N:5/8A	13/16N:3/16A	40	312,74±5,66	392,66±14,04
19/32N:13/32A	1/2N:1/2A	11/16N:5/16A	19	307,03±7,23	362,39±17,94
5/8N:3/8A	1/2N:1/2A	3/4N:1/4A	125	308,02±7,18	347,59±17,82
5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	355	305,12±2,02	364,84±5,01
5/8N:3/8A	3/4N:1/4A	1/2N:1/2A	53	316,05±4,84	364,58±12,02
11/16N:5/16A	3/8N:5/8A	1N:0A	6610	313,55±1,02	404,02±2,53
11/16N:5/16A	5/8N:3/8A	3/4N:1/4A	43	314,41±4,85	396,51±12,03
11/16N:5/16A	3/4N:1/4A	5/8N:3/8A	40	296,68±5,36	319,27±13,30
3/4N:1/4A	1/2N:1/2A	1N:0A	386	307,62±2,11	380,72±5,25
3/4N:1/4A	1N:0A	1/2N:1/2A	130	302,68±3,74	365,75±9,28
13/16N:3/16A	5/8N:3/8A	1N:0A	455	305,63±2,07	386,06±5,13
13/16N:3/16A	1N:0A	5/8N:3/8A	68	302,94±4,39	344,37±10,88

Diferentemente do que ocorre na fase pré-desmama, observou-se que as vacas não exerceram um papel tão acentuado sobre o desempenho dos bezerros. Este fato estaria associado a uma maior influência da heterozigose individual em seu potencial de crescimento do que aquele efeito exercido pela mãe e da heterose materna. Nitter (1978), evidenciou em ovinos que o acréscimo da heterose individual no período pós-desmama, não mais coincidia com a influência materna, o que era notado na fase pré-desmama.

Observa-se na Tabela 2, para o grupo genético 1/2N:1/2A (heterozigose individual máxima - 100%), que os animais nascidos do cruzamento de pais 0N:1A e mães 1N:0A (heterozigose materna igual a 0%) foram 6,77% mais pesados e ganharam diariamente 22,20% mais peso na ocasião do sobreano do que aqueles animais oriundos do cruzamento de touros 1/2N:1/2A com vacas 1/2N:1/2A, onde a heterozigose materna é máxima (100%), porém a individual é menor (50%). De certo modo, animais de uma mesma fração racial, que possuem uma heterozigose individual máxima tiveram um melhor desempenho do que aqueles onde a heterozigose individual foi menor, porém a materna foi máxima (100%).

Acompanhando a expressão do coeficiente de regressão parcial (Tabela 3) dos efeitos de heterozigose direta (b_3) e materna (b_4), é possível observar que b_3 é superior que b_4 para as características P550 e GMD_DS, indicando que a influência maior sobre o desenvolvimento ponderal do bezerro advém da heterozigose direta, mostrando que o coeficiente b_3 assemelha-se a ao resultado encontrado na análise de contrastes realizada para o grupo genético 1/2N:1/2A, estando estas duas metodologias (MGG e MRM) estimando efeitos genéticos semelhantes.

Isto sugere que o bezerro ao ficar independente da mãe, por ocasião da desmama, está sujeito ao seu próprio potencial genético e depende assim de si próprio para manifestá-lo.

Com base na Tabela 3, pode-se observar o efeito residual da influência materna. Comparando o desempenho de bezerros nascidos de cruzamentos recíprocos, e neste caso, possuindo a mesma heterozigose individual, porém com heterozigosas maternas distintas, foi observado que os filhos de mães mestiças tiveram maior peso ou ganho de peso do que aqueles nascidos de vacas de raça definida ou mesmo mestiças, porém com heterozigose menor. Estas diferenças variaram de 1,93% no grupo de bezerros 3/16N:13/16A a 6,32% no grupo 11/32N:21/32A para P550 e 3,80% para os animais 3/8N:5/8A a 19,48% no

cruzamento 11/16N:5/16A para GMD_DS. Os contrastes dos cruzamentos 3/4N:1/4A e 13/16N:3/16A não apresentaram o mesmo comportamento, demonstrando valores maiores para aqueles animais filhos de vacas de raças definidas. Tal efeito também foi relatado por Koger (1980), quando vacas cruzadas apresentaram boas performances maternas em uma ampla gama de condições de criação, em relação aquelas de raças definidas, sendo este efeito advindo da heterozigose materna disponível ao bezerro.

Tabela 3 – Estimativas de efeitos genéticos sobre o peso ajustado para 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS) para bovinos da raça Aberdeen Angus e seus cruzados com a raça Nelore

Efeito	Características	
	P550	GMD_DS
Dif. Recíproca 3/16	-5,91 ^{NS}	-29,43 ^{***}
Dif. Recíproca 5/16	11,76*	28,67 ^{NS}
Dif. Recíproca 11/32	20,39 ^{***}	22,83 ^{NS}
Dif. Recíproca 3/8	8,82 ^{***}	20,28 ^{**}
Dif. Recíproca 1/2	51,67 ^{***}	115,71 ^{***}
Dif. Recíproca 5/8	-8,03 ^{NS}	-16,99 ^{NS}
Dif. Recíproca 11/16	17,73*	77,24 ^{***}
Dif. Recíproca 3/4	4,94 ^{NS}	14,97 ^{NS}
Dif. Recíproca 13/16	2,69 ^{NS}	41,69 ^{**}
Intercepto	306,04 ^{***}	392,08 ^{***}
b ₁ Ne ^I	-129,67 ^{***}	-287,02 ^{***}
b ₂ Ne ^M	40,43 ^{***}	111,73 ^{***}
b ₃ Ne x An ^I	37,91 ^{***}	64,52 ^{***}
b ₄ Ne x An ^M	17,71 ^{***}	20,72 ^{***}

NS = não significativo, *P<0,05; **P<0,01 e ***P<0,0001, b₁ Ne^I = efeito direto da raça Nelore estimado como desvio em relação ao efeito direto da raça Angus; b₂ Ne^M = efeito materno da raça Nelore estimado como desvio em relação ao efeito materno da raça Angus; b₃ Ne x An^I = efeito da heterozigose Ne x A no genótipo do indivíduo; b₄ Ne x An^M = efeito da heterozigose Ne x A no genótipo da mãe do indivíduo.

No caso do contraste do cruzamento 1/2N:1/2A, os dois grupos estudados possuem a mesma heterozigose individual e materna, diferenciando somente a composição genética do grupo paterno versus grupo materno, mesmo assim, apresentaram comportamento divergente, tanto para P550 quanto para GMD_DS. Assim, vacas 5/8N:3/8A demonstraram resultados superiores que vacas 3/8N:5/8A, estando de acordo com o coeficiente de regressão parcial b₂, exposto na Tabela 3,

que representa a fração gênica materna da raça Nelore estimado como desvio da fração gênica materna da raça Angus.

Animais provenientes do cruzamento de touros $3/8N:5/8A$ com vacas $5/8N:3/8A$ ao sobreano, foram 16,64 % mais pesados e apresentaram GMD_DS 29,93 % maior do que aqueles bezerros filhos de touros $5/8N:3/8A$ e vacas $3/8N:5/8A$. As vacas do primeiro caso ($5/8N:3/8A$) expressam um maior percentual genes da raça Nelore, evidenciado talvez melhor habilidade materna, baseada numa maior produção de leite e cuidados maternos neste grupo do que no segundo caso (vacas $3/8N:5/8A$). De forma semelhante, Perotto et al., (2000) em estudo comparando cruzamentos recíprocos entre animais da raça Canchim (C) e Aberdeen Angus (A) no estado do Paraná, determinaram que bezerros $1/2A:1/2C$, filhos de vacas Canchim, foram mais pesados aos 365 dias de vida do que bezerros $1/2C:1/2A$, filhos de vacas Aberdeen Angus, porém sem efeito significativo ($P>0,05$). Ainda, Muniz & Queiroz (1999) sugeriram que a utilização de touros das raças Brangus e Canchim, em cruzamentos com vacas da raça Nelore, foi uma opção viável para produzir animais mais pesados e com ganhos diários maiores ao ano e ao sobreano do que quando foram utilizados touros da raça Nelore. Os animais cruzados foram 26 e 35 kg mais pesados ao ano e sobreano, respectivamente e ganharam, diariamente, 67 e 21 g ao ano e sobreano, respectivamente do que animais da raça Nelore, demonstrando forte influência da heterozigose direta, já que nesta situação as mães são de raça definida e portanto com heterozigose nula.

O b_1 (Tabela 3) demonstrou significância e serve como base de comparação na expressão direta entre as raças Aberdeen Angus e Nelore, demonstrando que com o incremento de genes provenientes da raça Nelore, existe um decréscimo no desenvolvimento ponderal, porém o inverso é visto quando observamos a coeficiente de efeito racial materno (b_2), justificando que vacas de origem zebuína possuem maior habilidade materna e/ou são mais adaptadas ao meio ambiente ao qual estão inseridas.

Na tabela 4, estão descritos os valores obtidos através do MGG e MRM. Quando analisados através dos dois métodos, os valores listados apresentam diferenças, no entanto, alguns grupos genéticos possuem grande semelhança na comparação das duas metodologias.

Talvez a grande dificuldade de predizer os valores através da regressão múltipla nesta idade, seja pelo grande número de variáveis ambientais que podem

estar influenciando a expressão da característica, mas que não puderam ser associadas ao modelo estatístico. Porém, sua grande vantagem, é a predição de cruzamentos não existentes. Assim, podemos determinar por exemplo que o grupo genético 7/16N:9/16A filhos de touros 3/8N:5/8A e vacas 1/2N:1/2A possui maior peso ao sobreano e maior ganho médio diário da desmama ao sobreano do que seu recíproco 7/16N:9/16A filhos de touros 1/2N:1/2A e vacas 3/8N:5/8A, corroborando com o citado anteriormente e, mesmo que estes animais possuam a mesma heterozigose individual, o primeiro grupo possui maior heterozigose materna, determinando desempenho superior.

Na comparação do grupo genético 1/2A:1/2N (F1), pode-se notar que os bezerros filhos de touros Aberdeen Angus e de vacas Nelore, nesta predição, possuem maior P550 e GMD_DS do que seus recíprocos, filhos de vacas Aberdeen Angus com touros Nelore, confirmando a maior capacidade materna desta última raça e/ou melhor adaptação da raça as condições de ambiente.

Mesmo que os coeficientes de regressão do Modelo de Regressão Múltipla expliquem parte dos resultados estimados através do Modelo de Grupo Genético, os valores obtidos nos dois métodos divergem entre si, indicando uma desigualdade nos resultados obtidos através das duas metodologias.

Os fatores de inflação da variância (FIV) aqui encontrados, foram 2,968 para efeito aditivo de raça individual; 3,217 para efeito aditivo de raça materno; 1,900 para efeito de heterozigose individual e 1,061 para efeito de heterozigose materna. Estes FIV demonstraram não haver um provável efeito de multicolineariedade entre estas variáveis, teoricamente sem prejuízos para a utilização da análise de regressão multivariada, apesar dos altos erros-padrão encontrados, indício de colineariedade entre as variáveis, mesmo assim, é preciso cautela ao trabalhar com estes resultados, podendo ainda, indicar neste caso, outros métodos de análise que visem a diminuição dos erros-padrão.

Tabela 4 – Valores obtidos através do Modelo de Grupo Genético (MGG) e Regressão Múltipla (RM), para peso ajustado aos 550 dias de idade (P550) e ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMD_DS) para as raças Aberdeen Angus (A) e seus cruzamentos com a raça Nelore (N).

Bezerro	Genótipo		P550		GMD_DS	
	Touro	Vaca	MGG	RM	MGG	RM
0N:1A	0N:1A	0N:1A	305,27	306,04 ± 23,15	400,94	392,08 ± 27,80
1/2A:1/2N	0N:1A	1N:0A	334,20	319,55 ± 23,15	440,47	424,82 ± 27,80
11/16N:5/16A	3/8N:5/8A	1N:0A	313,55	281,02 ± 23,15	404,02	346,81 ± 27,80
5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	5/8N:3/8A	305,12	281,32 ± 23,15	364,84	328,31 ± 27,80
7/16N:9/16A	3/8N:5/8A	1/2N:1/2A	-	306,19 ± 23,15	-	375,35 ± 27,80
3/8N:5/8A	3/4N:1/4A	0N:1A	312,74	285,85 ± 23,15	429,68	332,84 ± 27,80
3/8N:5/8A	0N:1A	3/4N:1/4A	321,56	325,02 ± 23,15	413,36	427,00 ± 27,80
3/8N:5/8A	1/2N:1/2A	1/4N:3/4A	-	295,33 ± 23,15	-	355,00 ± 27,80
1/2N:1/2A	1N:0A	0N:1A	-	279,12 ± 23,15	-	313,09 ± 27,80
11/16N:5/16A	1N:0A	3/8N:5/8A	-	269,03 ± 23,15	-	292,52 ± 27,80
7/16N:9/16A	1/2N:1/2A	3/8N:5/8A	-	296,71 ± 23,15	-	356,21 ± 27,80

CONCLUSÕES

As diferenças observadas no desempenho dos animais na idade de sobreano, em função do efeito de grupo genético, evidenciam a maior eficiência dos genes de efeito aditivo da raça Angus em contraste com os da raça Nelore.

A magnitude dos coeficientes de regressão para os efeitos diretos e maternos, demonstra grande influência do efeito direto em relação ao materno, sugerindo que, nesta fase, o desempenho dos animais depende mais da sua própria composição genética racial do que da influência da mãe.

A manutenção de elevados níveis de heterozigose direta tem grande importância, propiciando nesta fase animais com pesos e ganhos médios diários maiores.

Novos estudos devem ser propostos para quantificar as influências de efeitos raciais e heterozigóticos no desempenho de animais de raças definidas ou cruzados, assim como o emprego de metodologias diferenciadas nestas avaliações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, L.T. & FRIES, L.A. Efeitos ambientais sobre o ganho pós-desmama em bovinos de corte. I) Idade da mãe. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 26, 1989, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1989. p.367

CARDOSO, V. **Direcionando acasalamentos para maximizar a média do valor genotípico de uma futura safra.** 2004. 116f. Tese (doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – UNESP, Jaboticabal – SP, 2004

CUNNINGHAM, E.P. Selection and crossbreeding strategies in adverse environments. In: **Animal Genetic Resources Conservation and Management.** FAO Anim. Prod. and Health Paper No. 24: 279-288.1981

DIAS, L.T; EL FARO, L.; ALBUQUERQUE, L.G. Estimativas de herdabilidade para perímetro escrotal de animais da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1878-1882, 2003 (suplemento 2).

- FREUND, R.J.; WILSON, W.J. **Regression Analysis: Statistical Modeling of a Response Variable**. San Diego: Academic Press, 1998. 444p.
- GREGORY, K.E. & CUNDIFF, L.V. Crossbreeding in beef cattle:evaluation of systems. **Journal of Animal Science**. 51:1225-1241. 1980.
- KOGER, M. Effective crosbreeding systems utilizing zebu cattle. **Journal of Animal Science**. 50:1215-1220. 1980.
- MUNIZ, C.A.S.; QUEIROZ S.A. Avaliação de características de crescimento Pós-Desmama de Animais Nelore Puros e Cruzados no Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.4, p.713-720, 1999.
- NITTER, G., Breed utilization for meat production in sheep. **Animal Breeding Abstracts**, 46(5): 131-143. 1978.
- PASCHAL, J.C.; SANDERS, J.O.; KERR, J.L. et al. Postweaning and feedlot growth and carcass characteristics of Angus-, Gray Brahman-, Gir-, Indu-Brazil, Nellore-, and Red Brahman sired F1 calves. **Journal of Animal Science**. 73:373-380. 1994.
- PEROTTO, D.; CUBAS, A.C.; MOLETTA, J.L. et al. Heterose sobre os pesos de bovinos Canchim e Aberdeen Angus e de seus cruzamentos recíprocos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.12, p.2511-2520, 2000.
- REYNOLDS, W.L; URICK, J.J.; KNAPP, B.W. et al. Maternal breed of sire effects on postweaning performance of first-cross heifers and production characteristics of 2-year-old heifers **Journal of Animal Science**. 69:4368-4376, 1991
- ROSO, V.M.; SCHENKEL, F.S.; MILLER, S.P. Estimação de efeitos genéticos na presença de multicolinearidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, CD-Rom, 2005.
- PIMENTEL, E.C.G.; QUEIROZ, S.A.; CARVALHEIRO, R. et al. Efeitos da inclusão de espistasia e complementariedade em modelos de avaliação genética em bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia, GO: SBZ, CD-Rom, 2005.

ROSO, V.M.; FRIES, L.A. Avaliação das heteroses materna e individual sobre o ganho de peso do nascimento ao desmame em bovinos Angus x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29 n.3, p.732-737, 2000.

SAS, SAS STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM, 2001. **User's guide: Statistics**. SAS Institute, 2001.

TREMATORE, R.L.; ALENCAR, M.M.; BARBOSA, P.B.; et al. Estimativas de efeitos aditivos e heteróticos para características de crescimento pré-desmama em bovinos Charolês-Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.87-94, 1998.

WOLF, J.; DISTL, O.; HYAMER, J. et al. Crossbreeding in farm animals. V Analysis of crossbreeding plans with secondary crossbreed generations. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v.112, p.81-94, 1995.

ANEXO

Anexo 1. Informações disponíveis no arquivo de dados



GenSys Consultores Associados S/C Ltda.

Rua Guilherme Alves, 170/304
Porto Alegre/RS, CEP 90.680-000
Fone 51-3330.6804, Fax 51-3330.0070
e-mail: gensys@gensys.com.br
www.gensys.com.br

Sumário Natura 2002: www.gensys.com.br/natura

Sumário Conexão DeltaG 2002: www.gensys.com.br

Sumário Aliança Nelore 2002: www.gensys.com.br/aliancanelore

LAY-OUT NATURA.PES

```
// NATURA.PES
// =====
({ "PRODUTO", "C", 10, 0 }) -> identificação do produto
({ "TOURO", "C", 10, 0 }) -> identificação do touro
({ "VACA", "C", 10, 0 }) -> identificação da vaca
({ "ANV", "C", 2, 0 }) -> ano de nascimento da vaca
({ "TS", "C", 1, 0 }) -> tipo de serviço
({ "FAZENDA", "C", 3, 0 }) -> fazenda de nascimento do animal
({ "FRACAOP", "C", 6, 0 }) -> Fração Zebuina do produto
({ "FRACAOT", "C", 6, 0 }) -> Fração Zebuina do touro
({ "FRACAOV", "C", 6, 0 }) -> Fração Zebuina da vaca
({ "DATAN", "C", 6, 0 }) -> Data de nascimento
({ "PESON", "C", 2, 0 }) -> peso ao nascer
({ "PESONC", "C", 2, 0 }) -> peso ao nascer calculado
({ "SEXON", "C", 1, 0 }) -> sexo ao nascer
({ "FAZD", "C", 3, 0 }) -> fazenda da avaliação da desmama
({ "DATAD", "C", 6, 0 }) -> data da desmama
({ "SEXOD", "C", 1, 0 }) -> sexo da desmama
({ "GMD", "C", 3, 0 }) -> grupo de manejo da desmama
({ "PESOD", "C", 3, 0 }) -> peso na desmama
({ "CONFD", "C", 1, 0 }) -> conformação na desmama
({ "PRECD", "C", 1, 0 }) -> precocidade na desmama
({ "MUSCD", "C", 1, 0 }) -> musculatura na desmama
({ "UMBD", "C", 1, 0 }) -> umbigo na desmama
({ "CCD", "C", 1, 0 }) -> condição corporal do produto na desmama
({ "ABMD", "C", 1, 0 }) -> aspado, batoque ou mocho na desmama
({ "PELD", "C", 1, 0 }) -> pelagem na desmama
({ "FAZS", "C", 3, 0 }) -> fazenda de avaliação no pós-desmama
({ "DATAS", "C", 6, 0 }) -> data de pós-desmama
({ "SEXOS", "C", 1, 0 }) -> sexo no pós-desmama
({ "GMS", "C", 3, 0 }) -> grupo de manejo no pós-desmama
({ "PESOS", "C", 3, 0 }) -> peso no pós-desmama
({ "CONFS", "C", 1, 0 }) -> conformação no pós-desmama
({ "PRECS", "C", 1, 0 }) -> precocidade no pós-desmama
({ "MUSCS", "C", 1, 0 }) -> musculatura no pós-desmama
({ "PE", "C", 2, 0 }) -> perímetro escrotal no pós-desmama
({ "UMBS", "C", 1, 0 }) -> umbigo no pós-desmama
({ "CCS", "C", 1, 0 }) -> condição corporal do produto no pós-desmama
({ "ABMS", "C", 1, 0 }) -> aspado, batoque ou mocho no pós-desmama
({ "PELS", "C", 1, 0 }) -> pelagem no pós-desmama
```