

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

**EFEITO DA INCLUSÃO DA COVARIÂNCIA
GENÉTICA DIRETA-MATERNA, NA ANÁLISE PARA
ESTIMAR PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIZER
VALORES GENÉTICOS PARA GANHO DE PESO EM
BOVINOS DE CORTE.**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LUIZ FELIPE WAIHRICH GUTERRES

**SANTA MARIA, RS, BRASIL
2005**

**EFEITO DA INCLUSÃO DA COVARIÂNCIA GENÉTICA
DIRETA-MATERNA, NA ANÁLISE PARA ESTIMAR
PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIZER VALORES
GENÉTICOS PARA GANHO DE PESO EM BOVINOS DE
CORTE.**

por

Luiz Felipe Waihrich Guterres

Dissertação apresentada ao Curso de Pós – Graduação em Zootecnia, Área de
Concentração em 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. Paulo Roberto Nogara Rorato

**Santa Maria, RS, Brasil
2005**

**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

**EFEITO DA INCLUSÃO DA COVARIÂNCIA GENÉTICA
DIRETA-MATERNA, NA ANÁLISE PARA ESTIMAR
PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIZER VALORES
GENÉTICOS PARA GANHO DE PESO EM BOVINOS DE
CORTE.**

elaborada por
Luiz Felipe Waihrich Guterres

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

COMISSÃO EXAMINADORA:

**Paulo R. Nogara Rorato
(Presidente/Orientador)**

José Braccini Neto

Eduardo Brum Schwengber

Santa Maria, 31 de março de 2005

AGRADECIMENTOS

A meus pais, por ter-me proporcionado mais esta possibilidade de crescimento profissional.

A minha querida noiva, pelo carinho e compreensão que me dedica em todos os momentos.

Ao Prof. Dr. Paulo Roberto Nogara Rorato, pela disposição, dedicação e compreensão ao orientar este trabalho.

A todos os colegas do Laboratório de Melhoramento Animal (LMA), pela amizade e companheirismo e pela ajuda na realização deste trabalho.

A Zootecnista Dionéia Everling, pelas sugestões oferecidas para a realização das análises.

A Dona Olirta Giuliani, por todas as dicas e pela ajuda nos assuntos burocráticos de meu mestrado.

A todos os professores que de uma forma ou de outra contribuíram para a minha formação.

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

Muito obrigado.

RESUMO

Dissertação de Mestrado

Curso de Pós-Graduação em Zootecnia

Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil

EFEITO DA INCLUSÃO DA COVARIÂNCIA GENÉTICA DIRETA-MATERNA, NA ANÁLISE PARA ESTIMAR PARÂMETROS GENÉTICOS E PREDIZER VALORES GENÉTICOS PARA GANHO DE PESO EM BOVINOS DE CORTE.

Autor: Luiz Felipe Waihrich Guterres

Orientador: Paulo Roberto Nogara Rorato

Data e Local da Defesa: Santa Maria, Março de 2005.

O presente estudo teve como objetivo estudar o efeito da inclusão da covariância entre os efeitos genéticos diretos e maternos, no modelo de análise, sobre a estimação de parâmetros genéticos para ganho de peso do nascimento a desmama (GMDND) e da desmama ao sobreano (GMDDS), sobre a predição de valores genéticos e no ordenamento dos animais, em duas populações, uma da raça Angus e outra da raça Brangus.

O arquivo de dados foi fornecido pela Gensys Consultores Associados S/C Ltda. e Natura Genética Sul – Americana, e continha informações de desempenho de animais criados em diversas fazendas, localizadas em diferentes regiões do Brasil, coletadas no período entre 1986 e 2002.

Foram estimados parâmetros genéticos e preditos valores genéticos para Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS), para as duas populações.

No artigo 1, foram estudados 11.202 e 4.665 registros de desempenho de animais para da raça Angus para GMDND e GMDDS, respectivamente. As herdabilidades direta e materna e os valores genéticos, foram obtidos utilizando os componentes de (co)variância estimados pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada, com o programa computacional MTDFREML, descrito por Boldman et al. (2001). Foi adotado um modelo animal que considerou GMDND como função dos efeitos aleatórios genéticos aditivos diretos e maternos e residual e dos efeitos fixos de Grupo de Contemporâneos a Desmama (GC205), além das covariáveis, Idade a Desmama (ID) e Idade da Vaca ao Parto (IV), efeitos linear e quadrático; para GMDDS, o modelo foi o mesmo, apenas substituindo os efeitos fixos de GC205 por Grupo de Contemporâneos ao Sobreano (GC550) e ID por Idade ao Sobreano (IS). Cada modelo foi utilizado em duas análises, uma incluindo a covariância entre os efeitos genéticos diretos e maternos, previamente estimada e a outra, considerando esta covariância igual a zero. Nas duas análises, foi incluído no modelo o efeito aleatório de ambiente permanente da vaca. Após a predição dos valores genéticos, em separado para cada modelo, foi obtida a correlação de ordenamento entre estes valores, com o objetivo de avaliar a correspondência entre as classificações dos reprodutores com os diferentes modelos de análise. As herdabilidades diretas estimadas para GMDND foram $0,25 \pm 0,03$ e $0,55 \pm 0,08$ sem e com a inclusão da covariância respectivamente, e as maternas foram $0,07 \pm 0,02$ e $0,22 \pm 0,04$, respectivamente não incluindo e incluindo a covariância no modelo de análise. Para GMDDS, as herdabilidades diretas estimadas para foram de $0,21 \pm 0,07$ a $0,22 \pm 0,08$ sem e com a inclusão da covariância, respectivamente, e as herdabilidades maternas foram de $0,00 \pm 0,04$ a $0,00 \pm 0,06$, respectivamente não incluindo e incluindo a covariância no modelo de análise. As correlações entre os efeitos direto e materno foram negativas, tanto para GMDND quanto para GMDDS. Recomenda-se a inclusão da covariância nos modelos de análise para GMDND, visto que, houve alteração

do valor das estimativas com a inclusão desta. A correlação ente o ordenamento dos valores genéticos (0,88 – $P < 0,0001$) sugere haver leve alteração na ordem de classificação dos animais para GMDND.

No artigo 2, para a raça Brangus, foram estudados 28.949 e 11.884 registros de desempenho, respectivamente para GMDND e GMDDS. Os componentes de (co)variância utilizados para estimar as herdabilidades direta e materna e predizer os Valores Genéticos foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada, com o programa computacional MTDFREML descrito por Boldman et al. (1995). O modelo animal adotado para GMDND considerou como aleatórios, os efeitos genéticos aditivos diretos, maternos e residual, como fixos, os efeitos de Grupo de Contemporâneos ao Desmame (GC205) e Interação Fração Gênica Nelore Touro-Vaca (INTV), além das covariáveis Idade da Vaca ao Parto (IV) e Idade a Desmama (ID), para GMDDS o modelo foi o mesmo, apenas substituindo GC205 por Grupo de Contemporâneos ao Sobreano (GC550) e ID por Idade ao Sobreano (IS). Foi utilizada como efeito aleatório o Ambiente Permanente da Vaca nos dois modelos. Cada modelo foi utilizado para duas análises uma considerando a covariância entre os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos igual a zero e a outra considerando o valor da covariância previamente estimado, diferente de zero. Foi feito o ordenamento dos animais através de seus valores genéticos, para avaliar a correspondência entre as classificações dos reprodutores para os diferentes modelos de análise. As herdabilidades diretas foram $0,14 \pm 0,03$ e $0,21 \pm 0,03$ e as maternas foram $0,00 \pm 0,01$ e $0,15 \pm 0,02$, respectivamente, não incluindo e incluindo a covariância. As correlações entre os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos foram negativas tanto para GMDND ($-0,25 \pm 0,12$) quanto para GMDDS ($-0,73 \pm 0,19$). Recomenda-se a inclusão da covariância nos modelos de análise, visto que, a inclusão desta, altera os valores das estimativas. A correlação encontrada (0,89 – $P < 0,0001$) sugere ocorrer alteração

na ordem de classificação dos valores genéticos dos animais, conforme o modelo utilizado, para GMDND.

ABSTRACT

EFFECT OF THE INCLUSION OF THE DIRECT-MATERNAL COVARIANCE ON THE ESTIMATIVE OF GENETIC PARAMETERS AND ON THE PREDICTION OF THE GENETIC VALUES FOR WEIGHT GAIN FOR CATTLE

The present study has as objective to evaluate the effect of the inclusion in the model of analysis, the covariance between the additive genetic direct and maternal effects, on the estimation of genetic parameters for average daily gain from birth to weaning (GMDND) and from weaning to 550 days of age (GMDDS), and on the prediction of genetic values and rank of the animals, for Angus and Brangus breeds.

The data were furnished by Gensys Consultores Associados S/C Ltda. and Natura Genética Sul – Americana, and contained records from animals created in many farms, in different regions of Brazil and they were collected from 1968 and 2002.

They were estimated genetic parameters and predicted genetic values for average daily gain from birth to weaning (GMDND) and from weaning to 550 days of age (GMDDS), for the two populations.

In paper 1, they were studied 11,202 and 4,665 records of Angus breed animals, respectively for GMDND and for GMDDS. The genetic direct and maternal heritability coefficients and genetic values were obtained using the (co)variance components obtained by Restricted Maximum Likelihood Method by Boldman et al. (1995). It was adopted an animal model, considering GMDND as a function of the random effects additive genetic direct, maternal and residual and of the fixed effects of contemporaneous group at weaning (GC205), and the covariables, age at weaning (ID) and age of the cow at parturition (IV), linear and quadratic effects; for GMDDS, the model was the same, only substituting the fixed effects GC205 by contemporaneous group at

550 days of age (GC550) and ID by age at 550 days of age (IS). Each model was used for two analyzes, one do not including the genetic-maternal covariance, equal to zero and the other one, including the covariance previously estimated. I the two analysis, it was included in the model the permanent environment effect of the cow. The animals were ranked according to their genetic values in the two analysis (with and without the inclusion of the covariance between the additive genetic direct and maternal effects) with the objective of to evaluate the correspondence among the ranks getting from the different models. The genetic direct heritabilities were .21 and .55, and the maternal ones were .00 and .22, respectively, including and do not the covariance in the model. The correlations between genetic direct and maternal effects were negatives for GMDND and for GMDDS. It is recommended the inclusion of the covariance in the model, for GMDND because it can change the value of the estimative. The correlation between the ranks of the genetic values (.88 – $P < 0,0001$) suggest to occur an alteration in the ranks of the animals for GMDND.

In paper 2, for Brangus breed, it were studied 28,949 and 11,884 records, respectively for GMDND and GMDDS. The components of (co)variance used to estimate additive direct and maternal heritabilities and to predict the genetic values were obtained by Restricted Maximum Likelihood Method and the computational program MTDFREML by Boldman et al. (1995). The animal model adopted for GMDND, considered as random, the additive genetic direct and maternal and residual effects, and as fixed, the effects of contemporaneous group at weaning (GC205) and the interaction of the percent of Nellore blood of the bull and cow (INTV), and the covariables age of the cow at parturition (ID) and age at weaning (ID). It was used as random, the permanent environmental effect of the cow. Each model was used for two analysis, one considering the genetic direct and maternal covariance effects, previously estimated and the other considering it equal to zero. The animals were ranked according to their

genetic values to evaluate the correspondence of the ranks generated by different models. The genetic direct heritabilities were $.14 \pm .03$ and $.21 \pm .01$ and the maternal ones were $.00 \pm .01$ and $.15 \pm .02$, respectively including and do not, the covariance. The correlations between additive genetic direct and maternal effects were negatives for GMDND ($-.25 \pm .12$) and for GMDDS ($-.77 \pm .19$). It is recommended the inclusion of the covariance in the model because that can change the values of the estimative. The correlation, for GMDND ($0,89 - P < 0,0001$), suggest that occur light changes in the ranks of the animals.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 01

TABELA 1 – Resumo da análise de variância para Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e para Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS)..... 26

TABELA 2 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) para Ganho Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Desmame (ID DESM) e Peso ao Desmame (P205) para o Arquivo de Desmama..... 29

TABELA 3 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) para Ganho Médio Diário de Peso da Desmama ao Sobreano (GMDDS), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Sobreano (ID SOB) e Peso ao Sobreano (P550) para o Arquivo de Sobreano..... 29

TABELA 4 – Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para Ganho Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND) e Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS)..... 30

ARTIGO 02

TABELA 1 – Distribuição das frequências das observações de interação entre a composição racial (Fração Gênica Nelore) dos touros e das vacas no arquivo Brangus, para GMDND e GMDDS..... 45

TABELA 2 – Resumo da análise de variância para Ganho Médio de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND) e Ganho Médio de Peso da Desmama ao Sobreano (GMDDS)..... 46

TABELA 3 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.), para Ganho Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Desmame (ID DESM) e Peso ao Desmame (P205) para o Arquivo de Desmama..... 49

TABELA 4 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) para Ganho Médio Diário de Peso da Desmama ao Sobreano (GMDDS), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Sobreano (ID SOB), Peso ao Sobreano (P550) para o Arquivo de Sobreano..... 49

TABELA 5 – Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos estimados, para Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e da Desmama ao Sobreano (GMDDS)..... 50

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
ARTIGO 1	17
RESUMO	18
ABSTRACT.....	19
INTRODUÇÃO	21
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35
ARTIGO 02	39
RESUMO	40
ABSTRACT.....	41
INTRODUÇÃO	42
MATERIAL E MÉTODOS	44
RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
CONCLUSÕES	54
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil possui o maior rebanho comercial de bovinos de corte do mundo, com cerca de 165 milhões de cabeças (Anualpec, 2004). A pecuária de corte brasileira é feita a pasto por mais de 90% dos criadores de gado do país, o que garante um custo de produção baixo, possivelmente o menor custo de produção do mundo, conferindo à carne bovina brasileira alta competitividade nos mercados mundiais, possibilitando a sustentabilidade do crescimento das exportações. No ano de 2004 o Brasil tornou-se o maior exportador mundial de carne bovina com 1.413 milhões de toneladas/ano.

Apesar de todas estas aparentes qualidades, o mercado de carne de gado bovino enfrenta uma série de dificuldades principalmente produtivas, seguidas de dificuldades mercadológicas.

As médias produtivas do rebanho brasileiro, em especial do Rio Grande do Sul, apresentam-se baixas, não acompanhando o desenvolvimento que se verifica na produção de outras espécies.

O rebanho brasileiro possui cerca de 65 milhões de matrizes, responsáveis pela produção de 42 milhões de bezerros ao ano, com intervalo entre partos de aproximadamente vinte meses e taxa de concepção média de 60% (ANUALPEC, 2004). São números que evidenciam a necessidade de melhorar os índices reprodutivos para aumentar a produtividade dos nossos rebanhos, tornando-os mais competitivos e eficientes.

Uma das maneiras para a pecuária de corte brasileira aumentar sua produtividade e competitividade é o cruzamento entre raças.

O melhoramento genético animal tem recentemente recebido grandes contribuições, como por exemplo, o avanço da informática, os modelos de análise mais adequados, entre outros, que contribuem para a expansão dos progressos genéticos observados nas mais diferentes espécies de animais domésticos explorados comercialmente, o que se faz sobremaneira necessário

dado a necessidade de melhoria genética e conseqüentemente produtiva, imposta pelo mercado.

A utilização de raças mais adaptadas ao ambiente em que são criadas, bem como a seleção dos melhores indivíduos do rebanho, são medidas necessárias e que trazem grande progresso produtivo.

Segundo Marcondes (2000) medidas de desempenho ponderal (pesos e ganhos de peso) são tradicionalmente utilizadas nos programas de melhoramento de gado de corte no Brasil. Junto a estas, características de conformação também vêm sendo utilizadas.

O desempenho de bovinos é influenciado não somente pela sua própria característica genética (efeito genético direto), mas também, pelos efeitos do genótipo da mãe, para caracteres maternos e pelos efeitos ambientais a que está sujeito (Cardoso et al., 2001). Estes mesmos autores relatam que a escolha do método de seleção mais adequado e o progresso genético que se alcançará em um programa de melhoramento genético dependerão do correto conhecimento dos parâmetros genéticos (herdabilidades e correlações genéticas) das populações.

Avaliar as diferenças que um ou outro modelo de análise pode acarretar em resultados de avaliação genética, é de fundamental importância para que se possam realizar seleções adequadas nas populações que se está estudando.

Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno, nos modelos de análise, em populações de duas raças de bovinos de corte, Angus e Brangus, para que se possa determinar de que forma esta covariância pode influir nas estimativas de parâmetros genéticos e nas predições dos valores genéticos dos animais, uma vez que a utilização de modelos adequados nas análises contribuirá para a obtenção de resultados de análises genéticas mais fidedignos e conseqüentemente, melhores respostas aos programas de seleção.

ARTIGO 1

“Efeito da Inclusão da Covariância Genética Direta-Materna no Modelo de Análise Para Estimar Parâmetros Genéticos e Predizer Valores Genéticos Para Ganho de Peso em Uma População Angus”

Efeito da Inclusão da Covariância Genética Direta-Materna no Modelo de Análise Para Estimar Parâmetros Genéticos e Predizer Valores Genéticos Para Ganho de Peso em uma População Angus

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi o de estimar os efeitos da inclusão da covariância genética direta-materna no modelo de análise sobre os resultados de parâmetros genéticos para as características de Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e da Desmama ao Sobreano (GMDDS). Utilizaram-se informações de 11.202 e 4.665 registros de desempenho de bovinos Angus para GMDND e GMDDS respectivamente, fornecidos pela Gensys Consultores Associados S/C Ltda. e Natura Genética Sul - Americana. Os componentes de (co)variância utilizados para estimar as herdabilidades direta e materna e prever os Valores Genéticos (VG) foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada, com o programa computacional Multi Traits Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) descrito por Boldman et al. (1995).. O modelo adotado para GMDND foi um modelo animal que considerou os efeitos aleatórios genéticos aditivos direto e materno e residual, os efeitos fixos de Grupo de Contemporâneos ao Desmame (GC205), além das covariáveis Idade da Vaca ao Parto em Dias (IV) e Idade do Animal ao Desmame (ID), para GMDDS foi um modelo animal que considerou os efeitos aleatórios genético aditivo direto e materno e residual, os efeitos fixos de Grupo de Contemporâneos ao Sobreano (GC550), além das covariáveis de IV e Idade do Animal ao Sobreano (IS). Em ambos os modelos foi utilizado como efeito aleatório o Ambiente Permanente da Vaca. Foram feitas duas análises por modelo, uma considerando a covariância entre os efeitos genéticos direto e materno igual a zero e a outra considerando o valor da covariância previamente estimado diferente de zero. Os animais foram ordenados pelos seus valores genético preditos nas duas análises e a correlação entre os ordenamentos (rank correlation) foi estimada pelo procedimento CORR, opção Spearman, do programa SAS, 2001, com o objetivo de avaliar a correspondência ou não entre as classificações dos reprodutores para os diferentes modelos de análise. Foram encontrados resultados de herdabilidade diretas de 0,21 a 0,55 em ambas as análises. As herdabilidades maternas foram de baixas a médias (0,00 a 0,22) em ambas as análises. Encontraram-se correlações entre os efeitos direto e materno negativas tanto para GMDND quanto para GMDDS. Recomenda-se a inclusão da covariância nos modelos de análise, visto que, a inclusão ou não desta, altera os resultados das análises. Os valores de correlação encontrados (0,88 – $P < 0,0001$), indicam que a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos direto e materno altera a ordem de classificação dos valores genéticos preditos do GMDND.

Palavras – chave – Herdabilidade, Correlação, Efeito Materno, Ganho Médio Diário do Nascimento à Desmama, Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano.

Effect of the Inclusion of Genetic Direct - Maternal Effects Covariance on the Estimative of Genetic Parameters and Prediction of Genetic Values for Weight Gain in Angus Cattle

ABSTRACT

The objective of this work was to estimate the effect of the inclusion of genetic direct and maternal effects covariance on genetic parameters estimative and on the rank of the animals, for Average Daily Gain from Born to Weaning (GMDND) and from weaning to 550 days of age (GMDDS). They were used records on 11,202 and 4,665 Angus breed animals, respectively for GMDND and GMDDS, furnished by Gensys Consultores Associados S/C Ltda. and Natura Genética Sul - Americana. The (co)variance components used to estimate the heritability coefficients and to predict the genetic values were obtained by Restricted Maximum Likelihood Method and the computational program MTDFREML by Boldman et al. (1995) and an animal model, for GMDND, adopting as random, the effects additive genetic direct and maternal and residual, and the fixed ones, Contemporaneous Group at weaning (CG205) and the covariables age of the cow at parturition (IV) and age at weaning (ID), in days; for GMDDS, the model was the same, only substituting the fixed effects CG25 to Contemporaneous group at 550 days of age (CG550) and ID by age at 550 days. In both the models it was used the cow permanent environmental effect, as random. They were performed two analysis with each model, one considering the covariance between additive genetic direct and maternal effects as zero and other one, considering this correlation with an value previously calculated, different of zero. The animals were ranked by their Genetic Values (rank correlation) by PROC CORR, option Spearman (SAS,2001) with the objective of to evaluate the correspondence between the classifications of the animals by the two different analyzes. They direct heritability coefficients were .21 and .55, and the maternal ones were .00 and .22, considering and do not considering the covariance, and for GMDND and GMDDS. The correlations between the additive direct and genetic effects were negatives for GMDND and GMDDS. It is recommended to include the covariance in the model, principally to GMDND because the estimated correlation (.88 – $P < .0001$), suggest a lightly effect on the estimative of the genetic values, and, because of that, modifying the rank classification of the animals.

Key words – Average dayli gain from birth to weaning and from weaning to 550 days of age, Genetic value rank, Heritability coefficients, Spearman correlation

INTRODUÇÃO

O caracteres utilizados como critérios de seleção são determinados não somente pelo genótipo do animal (efeito direto), como também pelo efeito da mãe (efeito materno), particularmente no período pré-desmama. Conhecer a influência materna sobre os pesos pré e pós-desmama e a correlação entre os efeitos genéticos aditivo direto e materno são fundamentais para a obtenção de estimativas de herdabilidade precisas e não viesadas (Cabrera et al., 2001). Para Meyer et al. (1994), o principal determinante dos efeitos maternos no crescimento do terneiro de corte é a produção de leite.

O efeito da mãe sobre o terneiro, é, para esta, um efeito de seus genes. Já para o terneiro, este efeito nada mais é do que um efeito ambiental, porém pode-se mensurá-lo apenas como parte de todo o efeito ambiental a que o terneiro está sujeito (Peroto, 2003).

Sarmiento et al. (2003) afirma que o ambiente materno pode influenciar o terneiro tanto na fase pré-natal como na pós-natal, sendo que nesta última, o manejo empregado aos animais poderá alterar esta influência. Influências do efeito materno no período pós-desmama foram evidenciados por Biffani et al. (1999). Willham (1980) relata que o efeito materno é um dos efeitos que contribuem para o valor fenotípico de um indivíduo por parte de sua mãe e deve ser considerado na avaliação genética dos animais, principalmente na fase pré-desmama e que, este, torna-se mais intenso com o avanço da idade da fêmea.

Para Willham (1972), a habilidade materna, em bovinos de corte, estaria relacionada diretamente com a produção de leite da vaca, o que traria reflexos no desempenho do terneiro principalmente no desempenho à desmama, embora tenha registrado contribuição do efeito materno também para o peso ao nascer, indicando que outros fatores também são importantes na determinação do efeito materno.

Meyer et al. (1994) e Lee and Pollak (1997), encontraram antagonismos entre os efeitos aditivos direto e materno. Segundo Eler et al. (1989), esta correlação negativa comprometeria a resposta positiva para potencial de crescimento sujeita à influência materna. Se a seleção fosse feita com base no valor fenotípico dos animais uma resposta positiva para potencial crescimento estaria associada a uma redução na habilidade materna. Já Mercadante e Lôbo (1998), trabalhando com animais Nelore, não evidenciaram este antagonismo.

Cardoso et al. (2004) diz que o progresso genético esperado com base somente na seleção fenotípica individual para critérios de ganho de peso é pequeno.

Estas diferenças de resultados trazem a tona, a importância do estudo da inclusão, ou não, da covariância entre os efeitos direto e materno, nos modelos de análise, para que se possa determinar de que forma esta pode influir nas estimativas de parâmetros genéticos e nas previsões dos valores genéticos dos animais, uma vez que populações numerosas, uma pequena diferença nos resultados pode alterar a posição de um grande número de animais no ordenamento pelo valor genético.

MATERIAL E MÉTODOS

Na execução deste trabalho foram utilizadas informações de 11.202 e 4.665 registros de desempenho de bovinos da raça Angus, para analisar, respectivamente, o Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e o Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS).

Estes dados originaram-se de diversas fazendas localizadas em diferentes regiões do Brasil, coletados no período entre 1987 e 2001 e foram cedidos pela Gensys Consultores Associados S/C Ltda. e Natura Genética Sul - Americana. As análises dos dados foram realizadas no Laboratório de Melhoramento Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, no período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005.

Para maior consistência dos resultados, na montagem dos arquivos de trabalho, foram excluídos todos os animais provenientes de monta natural, bem como os grupos de contemporâneos com menos de dez animais, touros com menos de dois filhos, registros incompletos, animais que possuíam GMDND inferior a 333,30g ou superior a 1014,00g e GMDDS inferior a 102,70g ou superior a 848,30g. Os limites para exclusão dos dados de GMDND e GMDDS foram obtidos por meio de $\pm 2,5$ desvios padrões.

Foram geradas, usando o Pacote Estatístico SAS (2001), as seguintes variáveis:

- Grupo de Contemporâneos ao Nascimento (GCN): composto por animais nascidos na mesma fazenda, ano e estação e pertencentes ao mesmo sexo;
- Grupo de Contemporâneos ao Desmame (GC205): composto por animais nascidos na mesma fazenda, ano e estação de nascimento, e estação de desmama e pertencentes ao mesmo sexo e mesmo grupo de manejo de desmama;

- Grupo de Contemporâneos ao Sobreano (GC550), composto por animais nascidos na mesma fazenda, ano e estação de nascimento e pertencentes ao mesmo sexo, estação e grupo de manejo de desmama; mesmo grupo de manejo e estação de sobreano;
- Ganho Médio Diário do Nascimento ao Desmame (GMDND): **$GMDND = (PD - PN) / (ID)$** ; onde PN = peso ao nascimento (kg), PD = peso a desmama (kg) e ID = idade à desmama (dias);
- Ganho Médio Diário do Desmame ao Sobreano (GMDDS): **$GMDDS = (PS - PD) / (IS - ID)$** ; onde PS = peso ao sobreano (kg), PD = peso a desmama (kg), IS = idade ao sobreano (dias) e ID = idade à desmama (dias);
- Estação de nascimento: (1) Animais nascidos nos meses de Janeiro à Março, (2) de Abril à Junho, (3) de Julho à Setembro e (4) de Outubro à Dezembro;
- Estação de desmama: (1) Animais desmamados nos meses de Janeiro à Março, (2) de Abril à Junho, (3) de Julho à Setembro e (4) de Outubro à Dezembro;
- Estação de sobreano: (1) Animais com 550 dias nos meses de Janeiro à Março, (2) de Abril à Junho, (3) de Julho à Setembro e (4) de Outubro à Dezembro;
- Peso ajustado aos 205 dias (P205): **$P205 = [(PD - PN) / ID] * 205 + PN$** ; onde PD = peso a desmama (kg), PN = peso ao nascer (kg) e ID = idade à desmama (dias).
- Peso ajustado aos 550 dias (P550): **$P550 = [(PS - PD) / IS] * 345 + PD$** ; onde PD = peso a desmama (kg), PS = peso ao sobreano (kg) e IS = idade ao sobreano (dias).

As duas variáveis de peso ajustado, P205 e P550, foram criadas com a finalidade de descrever os arquivos estudados, não sendo utilizadas nos modelos de análise. As variáveis Grupo de Manejo de Desmame e Grupo de Manejo de Sobreano, utilizadas na formação das variáveis Grupo de Contemporâneos, já pertenciam ao arquivo original de dados.

Em relação ao ajuste para pesos à idade da desmama e ao sobreano, a Beef Improvement Federation (BIF, 1996) recomenda apenas ajuste linear para animais entre 160 e 250 dias de idade, porém, esta mesma instituição ressalva que apenas ajuste linear para idade pode não ser suficiente para retirar todo o efeito da idade. Neste estudo tal ajuste linear foi realizado.

Para definir as variáveis a serem incluídas nos modelos, foi realizada uma análise de variância utilizando o procedimento PROC GLM (SAS, 2001) e adotando um modelo que considerou GMDND como função dos efeitos aleatórios genéticos aditivos direto e materno, residual e do efeito fixo Grupo de Contemporâneos a Desmama (GC205), além das covariáveis, Idade a Desmama (ID), efeitos linear e quadrático e Idade da Vaca ao Parto (IV), efeitos linear e quadrático; para GMDDS, o modelo foi o mesmo, apenas substituindo o efeito de GC205 por Grupo de Contemporâneos ao Sobreano (GC550) e ID por Idade ao Sobreano (IS). Para GMDND, foram significativos os efeitos de GCD ($P < 0,001$), IV, efeitos linear e quadrático ($P < 0,001$), porém não foi influenciado, a níveis de significância de 1% e 5% pela Idade a Desmama (ID) linear ($P = 0,8419$) e quadrática ($P = 0,4421$), mesmo assim este efeito foi incluído no modelo, por ainda exercer influência biológica sobre os animais. Para GMDDS, todos os efeitos incluídos no modelo foram significativos ao nível de 1%.

Os resultados da análise de variância estão descritos na Tabela 1.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância para Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e para Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS).

Fontes de variação	GMDND			GMDDS		
	GL	QM	P>F	GL	QM	P>F
Grupo de Contemp. Desmama	114	490795,10	<0,0001	-	-	-
Grupo de Contemp. Sobreano	-	-	-	133	469209,58	<0,0001
Idade ao Desmame						
Linear	1	523,21	0,8419	-	-	-
Quadrática	1	7773,64	0,4421	-	-	-
Idade Sobreano						
Linear	-	-	-	1	81742,44	0,0002
Quadrática	-	-	-	1	83778,80	0,0001
Idade da Vaca ao Parto						
Linear	1	2829613,94	<0,0001	1	65146,52	0,0008
Quadrática	1	2309086,09	<0,0001	1	63203,03	0,0009
Erro		13158,00			5750,00	
R²		0,10			0,57	

GL = Graus de Liberdade; QM = Quadrado Médio; P>F = Nível de Significância

Os componentes de (co)variância utilizados para estimar as herdabilidades direta e materna e prever os valores genéticos (VG) foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada, com o programa computacional Multi Traits Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) descrito por Boldman *et al.* (1995).

A matriz de parentesco estava constituída de 15.960 animais para o arquivo de GMDND e 7.645 animais para o arquivo de GMDDS.

Cada modelo foi utilizado em duas análises, uma considerando a covariância entre os efeitos genéticos direto e materno igual a zero e a outra considerando o valor da covariância previamente estimado, diferente de zero.

Em ambas as análises, foram incluídos no modelo o efeito aleatório de ambiente permanente da vaca.

O modelo de análise utilizado é descrito, sob forma matricial, como:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_1\mathbf{a} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{Z}_3\mathbf{p} + \mathbf{e}$$

Onde:

\mathbf{Y} = vetor das observações de cada característica – GMDND e GMDND;

\mathbf{X} = matriz de incidência associada aos efeitos fixos;

$\boldsymbol{\beta}$ = vetor de solução para os efeitos fixos;

\mathbf{Z}_1 = matriz de incidência associada ao efeito genético aditivo direto de cada animal;

\mathbf{a} = vetor de soluções para os efeitos genéticos aditivos diretos aleatórios;

\mathbf{Z}_2 = matriz de incidência associada ao efeito genético aditivo materno de cada animal;

\mathbf{m} = vetor de soluções para os efeitos genéticos aditivos maternos aleatórios;

\mathbf{Z}_3 = matriz de incidência associada ao efeito de ambiente permanente da vaca;

\mathbf{p} = vetor de soluções para os efeitos aleatórios de ambiente permanente da vaca;

\mathbf{e} = vetor dos resíduos.

O critério de convergência considerado para as análises com o MTDFREML foi de 10^{-6} , sendo que a cada convergência o programa era reiniciado, utilizando-se como valores iniciais as estimativas da análise anterior, até o momento em que o resultado do -2 Log não se alterava mais nas últimas três análises, quanto então o procedimento de análise era finalizado.

Os animais foram ordenados pelos seus valores genéticos preditos nas duas análises (com e sem a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos direto e materno) e a correlação entre os ordenamentos (*rank correlation*) foi

estimada pelo procedimento CORR, opção Spearman, do programa SAS, 2001, com o objetivo de avaliar a correspondência ou não entre as classificações dos reprodutores para os diferentes modelos de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 2 e 3 encontram-se descritos o número de observações, as médias, coeficientes de variação, mínimo e máximo para as características dos arquivos de desmama e sobreano, em estudo.

Tabela 2 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) para Ganho Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Desmame (ID DESM) e Peso ao Desmame (P205) para o Arquivo de Desmama.

Característica	N	Média	CV	Min.	Máx.
GMDND (g)	11.202	662,63	20,94	333,30	1014,00
ID VACA (dias)	11.202	1.973,03	37,91	743,00	5.230,00
ID DESM (dias)	11.202	201,53	16,85	101,00	331,00
P205 (Kg)	11.202	166,85	17,12	100,00	240,00

Tabela 3 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) para Ganho Médio Diário de Peso da Desmama ao Sobreano (GMDDS), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Sobreano (ID SOB) e Peso ao Sobreano (P550) para o Arquivo de Sobreano.

Característica	N	Média	CV (%)	Min.	Máx.
GMDDS (g)	4.665	378,97	40,30	102,70	848,30
ID VACA (dias)	4.665	1.971,74	37,18	767,00	5.188,00
ID SOB (dias)	4.665	527,99	11,05	360,00	682,60
P550 (Kg)	4.665	300,52	20,18	165,30	514,60

As médias observadas para GMDND e GMDDS foram similares aquelas relatadas por Cabrera et al. (2001) e Cardoso et al. (2001), estudando animais das raças Nelore e Angus, respectivamente. As estimações dos componentes de covariância dos coeficientes de herdabilidades e correlação obtidos para GMDND e GMDDS, em análises sem e com a inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno, estão descritos da Tabela 4.

Tabela 4 – Componentes de (co) variância e parâmetros genéticos para Ganho Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND) e Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS).

CARACTERÍSTICA	GMDND ¹	GMDND ²	GMDDS ¹	GMDDS ²
σ_a^2	3.275,81	7.756,50	1.271,61	1.313,00
σ_m^2	918,17	3.150,26	0,00095	0,93
σ_{am}^2	0,00	0,00	0,00	-27,13
σ_{ep}^2	426,14	892,61	0,45	2,52
σ_e^2	8.648,31	6.381,14	4.706,66	4.701,89
σ_p^2	13.263,31	18.180,51	5.979,68	5.991,71
h_a^2	0,25 ± 0,03	0,55 ± 0,08	0,21 ± 0,07	0,22 ± 0,08
h_m^2	0,07 ± 0,02	0,22 ± 0,04	0,00 ± 0,04	0,00 ± 0,06
r_{am}^2	0,00	-0,83 ± 0,05	0,00	-0,77 ± 0,00
c^2	0,03 ± 0,02	0,06 ± 0,04	0,08 ± 0,04	0,00 ± 0,04
e^2	0,65 ± 0,02	0,45 ± 0,06	0,79 ± 0,05	0,78 ± 0,06

σ_a^2 = variância genética aditiva direta; σ_{am}^2 = variância genética aditiva materna; σ_{am}^2 = covariância entre os efeitos direto e materno; σ_{ep}^2 = variância de ambiente permanente; σ_e^2 = variância residual; σ_p^2 = variância fenotípica; h_a^2 = herdabilidade direta; h_m^2 = herdabilidade materna; r_{am}^2 = correlação entre os efeitos direto e materno; c^2 = contribuição do ambiente permanente; e^2 = proporção da variância total devido à variância residual; ¹ = modelo sem a inclusão da covariância; ² = modelo com a inclusão da covariância;

Os valores de variância encontrados no presente estudo, foram maiores que os encontrados por Malhado et al. (2003), porém concordaram em variação, ou seja, quando foi incluído o efeito da covariância, houve aumento do valor da variância materna. A covariância negativa entre os efeitos diretos e maternos concorda tanto com Cardoso et al. (2001) quanto com Malhado et al. (2003).

Para GMDND, os componentes de variância aumentaram com a inclusão da covariância no modelo de análise, exceto a variância residual, a qual representou 65% e 45% da variância total, respectivamente, sem e com a inclusão da covariância no modelo de análise.

As estimativas de herdabilidade direta, obtidas neste estudo (tabela 04), para GMDND, sem a inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno, foi $0,25 \pm 0,03$; e quando a referida covariância foi incluída no modelo de análise foi $0,55 \pm 0,08$, sugerindo que a inclusão ou não da mesma altera de forma significativa o valor da estimativa. Albuquerque et al. (1998) encontrou o mesmo comportamento nas estimativas de herdabilidade para GMDND que no presente trabalho estudando bovinos da raça Caracu, ou seja, houve aumento dos valores da herdabilidade direta quando foi incluída a covariância nos modelos de análise. Os resultados relatados por Everling et al. (2001), estudando uma população Nelore-Angus e por Cardoso et al. (2001), estudando a raça Angus, para desempenho a desmama, foram idênticos aos obtidos neste trabalho. Sarmiento et al. (2003), entretanto, relataram valores menores aos deste trabalho para a herdabilidade direta ($0,12 \pm 0,04$) para ganho de peso do nascimento a desmama, para a raça Nelore, no estado da Paraíba. Valores próximos aos de Sarmiento foram encontrados por Cardellino e Cardellino (1984), estudando bovinos Hereford no estado do Rio Grande do Sul. Os valores da estimativa de herdabilidade direta, considerando a covariância entre os efeitos direto e materno, obtidos por Everling et al. (2001), para uma população Nelore-Angus, foi cerca de 45% menor do que o encontrado neste trabalho. Também relataram valores inferiores aos deste trabalho, Muniz (2001 *apud* MALHADO et al., 2003), estudando animais da raça Gir e Malhado et al. (2003) estudando bovinos Nelore, os quais encontraram valores de herdabilidade entre 0,11 e 0,12.

Para GMDND, os valores estimados para a herdabilidade materna (Tabela 04), no presente trabalho, foram $0,07 \pm 0,02$ e $0,22 \pm 0,04$ sem e com a inclusão da covariância, respectivamente, o que sugere a importância da inclusão do

efeito materno no modelo de análise. O valor estimado pela análise realizada com a inclusão da covariância no modelo neste trabalho, foi similar ao encontrado por Sarmiento et al. (2003), os quais relataram resultado igual a $0,29 \pm 0,09$, para a raça Nelore, todavia, foi cerca de 24% maior quando comparado ao valor relatado por Malhado et al. (2003), que encontraram valores iguais a $0,06 \pm 0,02$ e $0,05 \pm 0,01$, respectivamente, quando a covariância foi incluída no modelo de análise e quando ela não foi incluída. Os valores aqui obtidos aproximam-se dos encontrados por Marcondes et al. (2000), 0,18, para a raça Nelore e, também, dos de Cardoso et al. (2001), 0,16, estudando a raça Angus, para a mesma característica. Chama a atenção o fato de Sarmiento et al. (2003) terem encontrado valores de herdabilidade materna maiores que para a herdabilidade direta, uma vez que o esperado é que os genes do terneiro tenham maior influência sobre seu desenvolvimento que aqueles da mãe.

Os resultados deste trabalho, para GMDND, parecem sugerir a necessidade da inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno nos modelos de análise com o objetivo de obter estimativas mais acuradas.

Para GMDDS, as estimativas de herdabilidade direta (Tabela 04) foram de $0,21 \pm 0,07$ sem a inclusão da covariância e $0,22 \pm 0,08$ com a inclusão da covariância no modelo de análise. Estes valores são superiores aos encontrados por Malhado et al. (2003), estudando a raça Nelore, que relataram valores iguais a $0,14 \pm 0,02$ e ficaram próximos aos relatados por Cardoso et al. 2004, (0,20), para a raça Angus, e aos de Marcondes et al. (2000) que encontraram valores entre 0,08 e 0,11, para ganho de peso pós-desmame, ajustado para 345 dias, em animais Nelore. Wilson et al. (1986), reportaram valores menores de herdabilidades, que foram de 0,15 e 0,16 para animais Angus e Hereford, respectivamente, criados nos Estados Unidos (EUA), para a mesma característica.

As correlações genéticas entre os efeitos direto e materno (r_{am}) foram altas e negativas, sendo de $-0.83 \pm 0,05$ para o GMDND e $-0,77 \pm 0,00$ para o

GMDDS. Estes resultados estão próximos aos relatados por Sarmiento et al. (2003) e concordam com autores como Marcondes et al. (2000), Everling et al. (2001), Cardoso (2001) em relação ao antagonismo, todavia, a magnitude dos valores verificados neste trabalho ficou acima dos encontrados por estes autores.

Estes valores de correlações, altas e negativas, apontam um antagonismo entre os efeitos dos genes para o potencial de crescimento do terneiro e a habilidade materna da mãe, um pouco maior para o GMDND, sendo neste período a maior influência do efeito materno sobre o desenvolvimento do terneiro. Embora resultados de correlações genéticas direta e materna negativas sejam comumente encontrados na bibliografia, também em modelos que analisam outras características de crescimento, como peso ao nascer, peso a desmama e ao sobreano (Eler et al., 1995; Robinson, 1996; Meyer, 1997; Ribeiro et al., 2001; Cardoso et al., 2001; Cabrera et al., 2001;), Magnabosco et al. (1996) diz que estes são devidos mais a inadequação dos arquivos de análise do que propriamente a causas biológicas.

Com relação à comparação entre o ordenamento dos reprodutores realizado sem e com a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos direto e materno no modelo de análise, foram estimados coeficientes de correlação (Spearman) iguais a 0,88, para GMDND e 0,99, para GMDDS, sugerindo que a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos direto e materno, não altera de forma significativa a classificação dos reprodutores e que, portanto, usar ou não a referida correlação no modelo de análise, para GMDDS, não aumentará a acurácia das estimativas, entretanto, para GMDND, a inclusão da referida covariância promoverá algum aumento na acurácia das estimativas, visto que 12% de alteração na ordem de classificação em uma população numerosa afetará um grande número de animais.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste estudo, pode-se concluir que:

- ao se estimar parâmetros genéticos para a característica Ganho de Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama, a covariância entre os efeitos genéticos direto e materno deve ser incluída no modelo de análise com o objetivo de aumentar a acurácia das estimativas, entretanto, para o Ganho de Peso da Desmama ao Sobreano, isto não é necessário.

- a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos direto e materno no modelo de análise altera a ordem de classificação dos animais para a característica Ganho de Peso do Nascimento a Desmama e, portanto, é importante a sua inclusão no modelo de análise para esta característica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, L.G. de; QUEIROZ, S.A. de; FRIES, L.F. Correlação genética entre produção de leite e crescimento pré-desmame em bovinos da raça Caracu. *Anais...* Botucatu-SP: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM, 1998.

ANUALPEC 2004: Anuário da pecuária Brasileira. FNP Consultoria e Agroinformativos. São Paulo, 2004.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform beef improvement programs.** Raleigh: U.S. Department of Agriculture, North Carolina State University, 155p, 1996.

BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; MARTINI, A. et al. Fatores ambientais e genéticos sobre o crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos Nelore, criados no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 28, n. 4, p. 468-473, 1999.

BOLDMAN, K. H.; KREISE, L. A.; VAN VLECK, L. D. *et al.* A manual of MTDFREML. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances (DRAFT), Lincoln, *Department of Agricultural Research Service*, 114p, 1995.

CABRERA, M.E.; GARNERO, A. del V., LÔBO, R.B. *et al.* Efecto de la incorporación de la covarianza genética directa-materna en el análisis de características de crecimiento em la raza Nelore. *Livestock Research for Rural Development*, vol.13(3):1-6, 2001.

CARDELINO, R.A. e CARDELLINO, M.G.V. de. Herdabilidades dos caracteres de produção à desmama em bovinos Hereford no Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 13, p. 557-563, 1984.

CARVALHO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (co) variância e parâmetros genéticos parra caracteres produtivos à desmama de bezerros Angus criados no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 30, n. 1, p. 41-48, 2001.

ELER, J.P.; LÔBO, R.B.; DUARTE, F.A. Avaliação dos efeitos genéticos direto e materno em pesos de bovinos da raça Nelore criados no estado de São Paulo. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 18, n. 2, p. 112-123, 1989.

ELER, J.P.; VAN VLECK, L.D.; FERRAZ, J.B.S. *et al.* Estimation of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. *Jornal of Animal Science*, vol.73, p. 3253-3258, 1995.

LEE, C. and POLLAK, E.J. Relationship between sire x year interactions and direct-maternal genetic correlation for weaning weight of Simental cattle. *Jornal of Animal Science*, vol.75, p. 68-75, 1997.

EVERLING, D.M.; FERREIRA, G.B.B.; RORATO, P.R.N.; et al. Estimativas de herdabilidade e correlação genética para características de crescimento na fase de pré-desmama e medidas de perímetro escrotal ao sobreano em bovinos Angus-Nelore. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 30, n. 6S, p. 2002-2008, 2001.

MAGNABOSCO, C.U.; FAMULA, T.R.; LOBO, R.B. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e de ambiente de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 142-144, 1996.

MALHADO, C.H.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B., *et al.* Efeito da inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno sobre os efeitos genéticos direto e materno sobre os parâmetros genéticos de ganho de peso pré-desmama e pós-desmama. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. *Anais...* Santa Maria-RS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM, 2003.

MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; ELER, J.P. *et al.* Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n. 1, p. 83-89, 2000.

MASCIOLI, A.S.; FARO, L. E.; ALENCAR, M.M. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos e análise de componentes principais para características de crescimento na raça Canchim. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 29, n. 6, p. 1654-1660, 2000.

MERCADANTE, M.E.Z e LÔBO, R.B. Estimativas de (co)variância e parâmetros genéticos e de ambiente de característica de crescimento de fêmeas de um rebanho Nelore. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 26, n. 6, p. 1124-1133, 1997.

MEYER, K. Estimates of direct and maternal correlations among growth traits in Australian Beef Cattle. *Livestock Production Science*, vol.38, p. 91-105, 1994.

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal environmental covariances. *Livestock Production Science*, vol.52, p. 187-1999, 1997.

PEROTTO, D. O efeito materno no melhoramento de gado de corte. In: Curso de Melhoramento Genético de gado de Corte. *Anais...* Campo Grande: Embrapa-Genepplus, p. 53-80, 2003.

RIBEIRO, M.N.; PIMENTA FILHO, E.C.; MARTINS, G.A. *et al.* Herdabilidade para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 30, n. 4, p. 1224-122, 2001.

ROBINSON, D.L. Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights os australian Angus cattle. *Livestock Production Science*, vol.45, p. 1-11, 1996.

SAS. Statistical Analysis Systems user`s guide: Stat, Version 8 ed. Cary: **SAS Institute**, USA, 2001.

WILLHAM, R.L. The role of maternal effect in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. ***Jornal of Animal Science***, vol.35, p. 1288-1302, 1972.

WILLHAM, R.L. Problems in estimating maternal effects. ***Livestock Production Science***, vol.7 (5), p. 405-418, 1980.

WILSON, D.E.; BERGER, P.J.; WILLHAN, R.L. Estimates of beef growth trait variances and heritabilities determined from field records. ***Jornal of Animal Science***, vol.63, p. 386-394, 1986.

ARTIGO 02

“Efeito da Inclusão da Covariância Genética Direta-Materna no Modelo de Análise Para Estimar Parâmetros Genéticos e Predizer Valores Genéticos Para Ganho de Peso em Uma População Brangus”

Efeito da Inclusão da Covariância Genética Direta-Materna no Modelo de Análise Para Estimar Parâmetros Genéticos e Predizer Valores Genéticos Para Ganho de Peso em Uma População Brangus

RESUMO

Estudou-se os efeitos da inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno sobre parâmetros genéticos de Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e o Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS), em uma população Brangus (5/8 Angus X 3/8 Nelore), contendo informações de 28.949 e 11.884 registros de desempenho, para GMDND E GMDDS, respectivamente, coletados no período entre 1986 e 2002. Os dados foram fornecidos pela Gensys Consultores Associados S/C Ltda. e Natura Genética Sul – Americana. Os componentes de (co)variância utilizados para estimar as herdabilidades direta e materna e prever os Valores Genéticos (VG) foram obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de Derivada, com o programa computacional Multi Traits Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) descrito por Boldman et al. (1995). O modelo adotado para GMDND foi um modelo animal que considerou como aleatórios, os efeitos genéticos aditivos direto e materno e residual, como fixos, os efeitos de Grupo de Contemporâneos ao Desmame (GC205) e Interação Fração Gênica Nelore Touro-Vaca (INTV), além das covariáveis Idade da Vaca ao Parto e Idade a Desmama. Para GMDDS o modelo foi o mesmo, apenas substituindo GC205 por Grupo de Contemporâneos ao Sobreano (GC550) e ID por Idade ao Sobreano (IS). Em ambos os modelos foi utilizada como efeito aleatório o Ambiente Permanente da Vaca. Foram feitas duas análises por modelo, uma considerando a covariância entre os efeitos genéticos direto e materno igual a zero e a outra considerando o valor da covariância previamente estimado diferente de zero. Os animais foram ordenados pelos seus valores genético preditos nas duas análises e a correlação entre os ordenamentos (rank correlation) foi estimada pelo procedimento CORR, opção Spearman, do programa SAS, 2001, com o objetivo de avaliar a correspondência ou não entre as classificações dos reprodutores para os diferentes modelos de análise. Encontraram-se nas análises, valores de herdabilidade (h^2) direta de $0,14 \pm 0,03$ a $0,21 \pm 0,03$. A herdabilidade materna variou de $0,00 \pm 0,01$ a $0,15 \pm 0,02$. As correlações foram negativas tanto para GMDND ($-0,25 \pm 0,12$) quanto para GMDDS ($-0,77 \pm 0,19$). Recomenda-se a inclusão da covariância nos modelos de análise, visto que, a inclusão ou não desta, altera os resultados das análises. Os valores de correlação encontrados ($0,93 - P < 0,0001$), indicam que há alteração na ordem de classificação dos animais na avaliação do valor genético dos mesmos para a característica GMDND.

Palavras – chave – Herdabilidade, Correlação, Ambiente Permanente, Efeito Materno, Ganho Médio Diário do Nascimento à Desmama, Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano.

Effect of the Inclusion of Genetic Direct-Maternal Covariance in Analizys to Estimate Genetic Parameters and to Predict Genetic Values for Weight Gain in a Brangus Population

ABSTRACT

With the objective of to study the effect of the inclusion of the covariance between the additive genetic direct and maternal effects on the estimative of genetic parameters and prediction of genetic values, for average daily gain from birth to weaning (GMDND) and from weaning to 550 days of age (GMDDS), in a Brangus population (5/8 Angus x 3/8 Nellore), they were analyzed 28,949 and 11,884 records, for GMDND and GMDDS, respectively, collected from 1986 and 2002. The data were furnished by Gensys Consultores Associados S/C Ltda. and Natura Genética Sul – Americana. The components of (co)variance used to estimate the genetic direct and maternal heritability and to predict the genetic values, were obtained by Restricted Maximum Likelihood and a computational program MTDFREML by Boldman et al. (1995). The model adopted for GMDND, considered as random, the additive genetic direct and maternal and residual effects, as fixed, the effects of contemporaneous group at weaning (GC205) and interaction of blood percentage of Nellore for Bull and cow (INTV), and, the covariables, age of the cow at parturition (IV) and age at weaning (ID) . For GMDDS, the model was the same, only substituting GC205 by contemporaneous group at 550 days of age (CG550) and ID by age at 550 days of age (IS). In both the models, it was used the permanent environmental effect of the cow. It were performed two analysis with each model, one considering the covariance between genetic direct and maternal effect equal zero, and the other one, considering the value of the covariance, previously estimated, different of zero. The animals were ranked by their predicted genetic values by the two models, and the correlation between the rank of the genetic values (rank correlation) was estimated by procedure CORR, Spearman option (SAS, 2001) with the objective of to evaluate the correspondence between the ranks obtained by the two models. The genetic direct heritability coefficients were $.14 \pm .03$ and $.21 \pm .03$ and the maternal ones were $.00 \pm .01$ and $.15 \pm .02$. The correlations between genetic direct and maternal effects were negatives for GMDND ($-.25 \pm .12$) and for GMDDS ($-.77 \pm .19$). It is recommended the inclusion of the covariance in the model because that can change the values of the estimative. The correlation between the ranks of the genetic value by the two models, for GMDND ($.93 - P < 0,0001$), suggest that there are a light alteration in the rank of the animals.

Key words – Average dayli gain from birth to weaning and from weaning to 550 days of age, Correlation, Heritability coeddicients, Permanent environment

INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento de bovinos de corte visam selecionar animais capazes de otimizar os sistemas de produção e atender as exigências de mercado.

As características utilizadas como critérios de seleção são afetadas não somente pelo genótipo do animal (efeito direto), como também pelo efeito da mãe (efeito materno), particularmente no período pré-desmama. Conhecer a influência materna sobre os pesos pré e pós-desmama e a correlação entre os efeitos genéticos direto e materno são fundamentais para a obtenção de estimativas de herdabilidade precisas e não viciadas (Cabrera, et al., 2001).

O efeito da mãe sobre o terneiro é, em relação a esta, um efeito de seus genes associado a fatores de ambiente. Já para o terneiro, este efeito nada mais é do que um efeito ambiental, porém pode-se mensurá-lo apenas como parte de todo o efeito ambiental a que o terneiro está sujeito (Peroto, 2002). Willham (1980), relata que o efeito materno é um dos efeitos que contribuem para o valor fenotípico de um indivíduo e deve ser considerado na avaliação genética dos animais, principalmente na fase pré-desmama, e que, este, torna-se mais intenso com o avanço da idade da fêmea.

Para Willham (1972), é importante considerar-se a relação de parentesco entre os membros da família, como, por exemplo, a influência da mãe e, provavelmente também, os efeitos da avó materna do bezerro, quando se discute os aspectos do efeito materno sobre o desempenho de animais domésticos.

Sarmento et al. (2003) dizem que o ambiente materno pode influenciar o terneiro tanto na fase pré-natal como na pós-natal, sendo que nesta última, o manejo atribuído aos animais poderá alterar esta influência. Influências do efeito materno no período pós-desmama foram evidenciadas por Biffani et al. (1999). Sousa et al (1999) afirmaram que para aumentar o ganho genético em programas de seleção de características influenciadas pelo efeito materno, é necessário obter

maiores informações sobre este efeito. Para Snyman et al. *apud* Sarmiento et al. (2003), se os efeitos genéticos maternos são importantes e não forem considerados nos modelos de análise, as estimativas de herdabilidade podem estar viciadas e a eficiência da seleção pode ser comprometida.

Meyer et al. (1994) e Lee and Pollak (1997), encontraram antagonismo entre os efeitos direto e materno. Segundo Eler et al. (1989), esta correlação negativa poderia comprometer a resposta positiva para potencial de crescimento sujeita à influência materna. Se a seleção fosse feita com base no valor fenotípico dos animais, uma resposta positiva para potencial de crescimento estaria associada a uma redução na habilidade materna. Já Mercadante e Lôbo (1998), para a raça Nelore, não evidenciaram este antagonismo.

Segundo Cardoso et al. (2004) a inclusão de efeitos maternos no modelo de análise, tende a afetar a estimativa da variância genética aditiva, dependendo da correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos na população estudada.

É relativamente farta a literatura abordando os efeitos da inclusão ou não da covariância sobre a estimativa de parâmetros genéticos para peso ao nascer, ao desmame e ao sobreano, bem como sobre parâmetros de conformação, porém, estimações realizadas para estudar estes efeitos sobre o Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama e desta ao Sobreano, ainda são em pequeno número.

Marcondes et al. (2000), relataram que ao selecionar animais para altos ganhos de peso na pré-desmama, se estaria favorecendo a seleção de animais que ficariam prontos, com o peso exigido pelo mercado, mais rapidamente.

Os objetivos do presente trabalho foram os de estimar as possíveis influências da inclusão ou não da covariância entre os efeitos direto e materno nos modelos de análise, sobre os valores das estimativas dos parâmetros genéticos, para Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama e da Desmama ao Sobreano e sobre o ordenamento dos Valores Genéticos dos reprodutores.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisadas informações de 28.949 e 11.884 registros de desempenho de bovinos da raça Brangus, exclusivamente na fração gênica 5/8 Angus X 3/8 Nelore, para avaliar, respectivamente, o Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e o Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS). Estes registros de desempenho originaram-se de diversas fazendas localizadas em diferentes regiões do Brasil, coletados no período entre 1986 e 2002 e foram cedidos pela Gensys Consultores Associados S/C Ltda. e Natura Genética Sul - Americana. As análises dos dados foram realizadas no Laboratório de Melhoramento Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Santa Maria, no período de janeiro de 2004 a janeiro de 2005.

Com o objetivo de aumentar a acurácia das estimativas, foram excluídos todos os animais provenientes de monta natural, bem como os grupos de contemporâneos com menos de dez animais, touros com menos de dois filhos, registros incompletos, animais que possuíam Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) inferior a 440,70g (gramas) ou superior a 955,70g (gramas) e de Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMDDS) inferior a 141,60g (gramas) ou superior a 620,50g (gramas). Os limites para exclusão dos dados de GMDND e GMDDS foram obtidos através de 2,5 desvios padrões, para mais ou para menos, em relação à média. A metodologia para a criação de novas variáveis, bem como as variáveis criadas, foram os mesmos descritos para o Trabalho 1, com exceção da variável Interação da Fração Gênica Nelore-Angus, que foi criada visando eliminar os possíveis efeitos das diferentes combinações raciais dos pais, sobre o desempenho genético do terneiro. Esta variável foi criada, transformando-se em classes os diferentes graus de sangue dos touros e das vacas, tomando-se o cuidado de agrupar apenas graus de sangue que tivessem valores aproximados.

Após, foram conjugados os valores de classes dos pais e das mães dos animais, obtendo-se diferentes interações quanto à fração gênica Nelore dos pais.

As diferentes interações utilizadas nos arquivos de dados do presente estudo estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 – Distribuição das frequências das observações de interação entre a composição racial (Fração Gênica Nelore) dos touros e das vacas no arquivo Brangus, para GMDND e GMDDS.

Interação Fração Gênica Nelore Touro-Vaca	Frequência		%	
	GMDND	GMDDS	GMDND	GMDDS
0,0000 – 0,7960	4.754	1343	16,42	11,30
0,3750 – 0,3750	17.746	7434	61,30	62,55
0,3750 – 0,5000	287	28	0,99	0,24
0,5000 – 0,3750	3	-	0,01	-
1,0000 – 0,0000	6.159	3079	21,28	25,91

Foi realizado neste estudo, o ajuste linear para a idade a desmama, conforme recomendação da Beef Improvement Federation (BIF, 1996).

Para definir as variáveis a serem incluídas nos modelos para GMDND e GMDDS, foi realizada uma análise de variância utilizando o procedimento PROC GLM (SAS, 2001), adotando um modelo que considerou GMDND em função dos efeitos fixos Grupo de Contemporâneos a Desmama (GC205) e Interação Fração Gênica Nelore Touro-Vaca, além das covariáveis, Idade a Desmama (ID), efeitos linear e quadrático e Idade da Vaca ao Parto (IV), efeitos linear e quadrático; para GMDDS, o modelo foi o mesmo, apenas substituindo ID por Idade ao Sobreano (IS).

Para GMDND, foram significativos os efeitos de Grupo de Contemporâneos a Desmama - GC205 ($P < 0,001$), a Interação Fração Gênica Nelore Touro-Vaca, e a Idade da Vaca ao Parto, efeitos linear e quadrático

($P < 0,001$). Todavia o efeito da Idade a Desmama (ID) não foi significativo aos níveis de 1% e 5% (efeito linear, $P = 0,2791$ e quadrático $P = 0,0916$), mesmo assim, esta variável foi incluída no modelo. Para a característica GMDDS, todas as variáveis foram significativas ao nível de 1%, com exceção da Idade ao Sobreano.

Os resultados da análise de variância estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Resumo da análise de variância para Ganho Médio de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND) e Ganho Médio de Peso da Desmama ao Sobreano (GMDDS).

Fontes de variação	GMDND			GMDDS		
	GL	QM	P>F	GL	QM	P>F
Grupo de Contemp. Desmama	710	170961,8	<0,0001	-	-	-
Grupo de Contemp. Sobreano	-	-	-	410	235785,25	<0,0001
Interação Fração Gênica Nelore Touro-Vaca	1	1073547,6	<0,0001	1	265144,90	<0,0001
Idade ao Desmame						
Linear	1	9898,1	0,2791	-	-	-
Quadrática	1	24044,4	0,0916	-	-	-
Idade Sobreano						
Linear	-	-	-	1	267,37	0,7868
Quadrática	-	-	-	1	1813,55	0,4811
Idade da Vaca ao Parto						
Linear	1	3001885,2	<0,0001	1	53605,37	0,0001
Quadrática	1	1750352,7	<0,0001	1	33473,44	0,0025
Erro		8449,20			3653,50	
R²		0,13			0,54	

GL = Graus de Liberdade; QM = Quadrado Médio; P>F = Nível de Significância

Os componentes de (co)variância, utilizados para estimar as herdabilidades direta e materna e predizer os valores genéticos (VG) foram

obtidos pelo método da Máxima Verossimilhança Restrita Livre de derivada, com o programa computacional Multi Traits Derivative Free Restricted Maximum Likelihood (MTDFREML) de Boldman et al. (1995).

A matriz de parentesco estava constituída de 47.489 animais para o arquivo de GMDND e 20.571 animais para o arquivo de GMDDS.

Cada modelo foi utilizado para duas análises, uma considerando a covariância entre os efeitos genéticos aditivos direto e materno igual a zero e a outra considerando o valor da covariância previamente estimado, diferente de zero. Nas duas análises, foram incluídos no modelo os efeitos aleatórios de ambiente permanente da vaca.

O modelo de análise utilizado é descrito de forma matricial, como:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{Z}_1\mathbf{a} + \mathbf{Z}_2\mathbf{m} + \mathbf{Z}_3\mathbf{p} + \mathbf{e}$$

Onde:

\mathbf{Y} = vetor das observações de cada característica – GMDND e GMDND;

\mathbf{X} = matriz de incidência associada aos efeitos fixos;

$\boldsymbol{\beta}$ = vetor de solução para os efeitos fixos;

\mathbf{Z}_1 = matriz de incidência associada ao efeito genético aditivo direto de cada animal;

\mathbf{a} = vetor de soluções para os efeitos genéticos aditivos diretos aleatórios;

\mathbf{Z}_2 = matriz de incidência associada ao efeito genético aditivo materno de cada animal;

\mathbf{m} = vetor de soluções para os efeitos genéticos aditivos maternos aleatórios;

\mathbf{Z}_3 = matriz de incidência associada ao efeito de ambiente permanente da vaca;

\mathbf{p} = vetor de soluções para os efeitos aleatórios de ambiente permanente da vaca;

e = vetor dos resíduos.

O critério de convergência considerado para as análises com o MTDFREML foi o mesmo utilizado no trabalho 1.

Os animais foram ordenados pelos seus valores genético preditos nas duas análises (com e sem a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos direto e materno) e a correlação entre os ordenamentos (*rank correlation*) foi estimada pelo procedimento CORR, opção Spearman, do programa SAS, 2001, com o objetivo de avaliar a correspondência ou não entre as classificações dos reprodutores para os diferentes modelos de análise.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas Tabelas 3 e 4 encontram-se descritos o número de observações, as médias, os coeficientes de variação, o mínimo e o máximo para as características estudadas em ambos os arquivos de análise.

Tabela 3 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.), para Ganho Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama (GMDND), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Desmame (ID DESM) e Peso ao Desmame (P205) para o Arquivo de Desmama.

Característica	N	Média	CV	Min.	Máx.
GMDND (g)	28.949	699,29	16,37	440,70	955,70
ID VACA (dias)	28.949	2.022,49	39,93	382,00	6.995,00
ID DESM (dias)	28.949	208,41	16,34	90,00	328,00
P205 (Kg)	28.949	173,35	13,63	119,00	227,00

Tabela 4 – Número de observações (N), médias, coeficientes de variação (CV%), mínimo (Min.) e máximo (Máx.) para Ganho Médio Diário de Peso da Desmama ao Sobreano (GMDDS), Idade da Vaca ao Parto (ID VACA), Idade ao Sobreano (ID SOB), Peso ao Sobreano (P550) para o Arquivo de Sobreano.

Característica	N	Média	CV (%)	Min.	Máx.
GMDDS (g)	11.884	346,39	33,37	141,60	620,50
ID VACA (dias)	11.884	2.050,82	40,13	382,00	6.654,00
ID SOB (dias)	11.884	206,66	13,40	309,60	801,80
P550 (Kg)	11.884	292,95	16,91	164,40	451,30

Os arquivos apresentaram coeficientes de variação semelhantes. As médias de GMDND e GMDDS dos animais compreendidos nos arquivos comportaram-se dentro do encontrado na literatura.

As estimativas obtidas para os componentes de (co)variância e os coeficientes de herdabilidade, nas análises sem e com a inclusão da covariância estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Componentes de (co) variância e parâmetros genéticos estimados, para Ganho Médio Diário do Nascimento a Desmama (GMDND) e da Desmama ao Sobreano (GMDDS).

CARACTERÍSTICA	GMDND ¹	GMDND ²	GMDDS ¹	GMDDS ²
σ_a^2	1.610,13	1.829,84	509,40	619,52
σ_m^2	1.316,51	1.111,38	17,23	191,65
σ_{am}^2	0,00	-361,00	0,00	-252,44
σ_{ep}^2	0,33	562,24	0,94	0,792
σ_e^2	5.714,63	5.527,53	3.163,13	3.160,24
σ_p^2	8.641,60	8.669,99	3.689,90	3.718,98
h_a^2	0,19 ± 0,02	0,21 ± 0,03	0,14 ± 0,03	0,17 ± 0,03
h_m^2	0,15 ± 0,02	0,13 ± 0,03	0,00 ± 0,01	0,05 ± 0,04
r_{am}^2	0,00	-0,25 ± 0,12	0,00	-0,73 ± 0,19
c^2	0,38 ± 0,02	0,65 ± 0,02	0,26 ± 0,02	0,21 ± 0,03
e^2	0,66 ± 0,02	0,64 ± 0,02	0,86 ± 0,03	0,85 ± 0,03

σ_a^2 = variância genética aditiva direta; σ_{am}^2 = variância genética aditiva materna; σ_{am}^2 = covariância entre os efeitos direto e materno; σ_{ep}^2 = variância de ambiente permanente; σ_e^2 = variância residual; σ_p^2 = variância fenotípica; h_a^2 = herdabilidade direta; h_m^2 = herdabilidade materna; r_{am}^2 = correlação entre os efeitos direto e materno; c^2 = contribuição do ambiente permanente; e^2 = proporção da variância total devido à variância residual;

¹ = modelo sem a inclusão da covariância; ² = modelo com a inclusão da covariância;

Os valores de variância encontrados no presente estudo, para GMDND, foram maiores que os encontrados por Malhado et al. (2003), e a variação ocorrida quando foi incluída a covariância foi diferente para a variância materna, que ao invés de aumentar com a inclusão da covariância, diminuiu. Já a variância direta, comportou-se conforme o trabalho dos referidos autores, ou seja, houve aumento nos valores com a inclusão da covariância.

Tanto para GMDND quanto para GMDDS, os componentes de variância residual tiveram redução com a inclusão da covariância nos modelos de análise, e apresentaram um aumento da variância fenotípica.

As estimativas de herdabilidade direta encontradas para GMDND sem e com a inclusão da covariância, foram $0,19 \pm 0,02$ e $0,21 \pm 0,03$, ficando abaixo das encontradas por Everling et al. (2001) para animais Angus-Nelore (0,25), e acima dos valores encontrados por Muniz (2001) *apud* Malhado et al. (2003), para a raça Gir (0,11), por Malhado et al. (2003), para a raça Nelore (0,12) e por Sarmiento et al. (2003), para a raça Nelore ($0,12 \pm 0,04$), para ganho de peso do nascimento a desmama.

Para as estimativas de herdabilidade materna, os resultados encontrados no presente trabalho foram de $0,15 \pm 0,02$ e $0,13 \pm 0,03$ para GMDND sem e com a inclusão da covariância, respectivamente. A pequena diferença entre as estimativas, sugere que a inclusão da covariância não promove grande modificação nos resultados. Os valores para as análises incluindo a covariância, são próximos ao relatado por Marcondes et al., 2000, (0,18) e ficaram abaixo do relatado por Sarmiento et al., 2003, ($0,29 \pm 0,09$), ambos para a raça Nelore; e foram mais altos que os relatados por Malhado et al., 2003, ($0,06 \pm 0,02$ e $0,05 \pm 0,01$), para análises com e sem covariância, respectivamente. Sarmiento et al. (2003) encontram valores de herdabilidades maternas maiores que as herdabilidades diretas, para GMDND, o que chama a atenção, uma vez que se espera que os genes do terneiro tenham maior influência sobre seu desenvolvimento que aqueles de sua mãe.

Em relação ao GMDDS, as estimativas de herdabilidade direta foram de $0,17 \pm 0,03$ no modelo com a inclusão da covariância e $0,14 \pm 0,03$ no modelo sem a inclusão da covariância. Estes valores foram semelhantes aos encontrados por Malhado (2003), o qual encontrou valor de $0,14 \pm 0,02$ e ficaram abaixo dos relatados por Cardoso et al. (2004), para a raça Angus (0,20) e aos de Marcondes

et al. (2000), para a raça Nelore (0,08 e 0,11) para ganho de peso pós-desmame ajustado para 345 dias.

As correlações genéticas entre os efeitos direto e materno (r_{am}) foram negativas e de média magnitude ($-0,25 \pm 0,12$) para GMDND e altas e negativas para GMDDS ($-0,73 \pm 0,19$). Estes resultados concordam com os relatados por Cardoso et al. (2001) e Everling et al. (2001); quanto ao valor negativo, a magnitude dos valores foi diferente das encontradas por estes autores (próximos de $-0,50$). Sarmiento et al. (2003) encontrou valores de $-0,77$ para GMDND, bem acima dos valores encontrados neste estudo para a mesma característica.

Estes valores de correlações, negativas e de médias a altas, apontam um antagonismo entre os efeitos dos genes para o potencial de crescimento do terneiro e a habilidade materna da mãe, sendo esta, neste período, a maior fonte de influência sobre o desenvolvimento do terneiro. Embora resultados de correlações genéticas direta e materna negativas sejam comumente encontrados na bibliografia, também em modelos que analisam outras características de crescimento, como peso ao nascer, peso a desmama e ao sobreano, autores como Eler, et al., 1995; Magnabosco et al., 1996; Robinson, 1996; Meyer, 1997; Cabrera, et al., 2001; Cardoso et al., 2001 e Ribeiro et al., 2001 afirmam que estes são devidos mais a inadequação dos dados analisados do que, propriamente, a causas biológicas. Segundo Eler et al. (2000), uma outra provável explicação para a ocorrência de correlações negativas, seria o fato da não inclusão do efeito da interação touro x rebanho nos modelos de análise. Esta evidência surgiu após resultados de trabalhos com correlações próximas a zero e positivas, em estudos onde a interação touro rebanho foi incluída.

A análise de correlação entre a classificação dos animais em relação a seu valor genético mostrou que, quando comparadas, as análises com e sem a inclusão da covariância, tem-se como resultado para GMDND o valor de 0,89, e para GMDDS, o valor de 0,98, sugerindo que, no caso de GMDDS, a inclusão

da covariância, não acarretará de forma significativa a posição dos animais nos ordenamentos de classificação.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados deste estudo, para a raça Brangus pode-se concluir que:

- ao se estimar parâmetros genéticos para a característica Ganho de Médio Diário de Peso do Nascimento a Desmama, a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos, aumentou, levemente, o valor da estimativa da herdabilidade, para o efeito direto e reduziu, levemente, o valor desta estimativa para o efeito materno;

- para Ganho de Peso da Desmama ao Sobreano, a inclusão da covariância promoveu um leve aumento no valor das estimativas, tanto para o efeito direto quanto para o materno, sugerindo que a inclusão da covariância no modelo de análise não promoverá grande alteração no valor da estimativa;

- a inclusão da covariância entre os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos no modelo de análise altera a ordem de classificação dos animais para a característica Ganho de Peso Médio Diário do Nascimento à Desmama e, portanto, é importante a sua inclusão no modelo de análise.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANUALPEC 2004: Anuário da pecuária Brasileira. FNP Consultoria e Agroinformativos. São Paulo, 2004.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for uniform beef improvement programs**. Raleigh: U.S. Department of Agriculture, North Carolina State University, 155p, 1996.

BIFFANI, S.; MARTINS FILHO, R.; MARTINI, A. et al. Fatores ambientais e genéticos sobre o crescimento ao ano e ao sobreano de bovinos Nelore, criados no Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 28, n. 4, p. 468-473, 1999.

BOLDMAN, K. H.; KREISE, L. A.; VAN VLECK, L. D. *et al.* A manual of MTDFREML. A Set of Programs to Obtain Estimates of Variances and Covariances (DRAFT), Lincoln, *Department of Agricultural Research Service*, 114p, 1995.

CABRERA, M.E.; GARNERO, A. del V., LÔBO, R.B. *et al.* Efecto de la incorporación de la covarianza genética directa-materna en el análisis de características de crecimiento em la raza Nelore. *Livestock Research for Rural Development*, vol.13(3):1-6, 2001.

CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para caracteres produtivos à desmama de bezerros Angus criados no estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 30, n. 1, p. 41-48, 2001.

CARDOSO, F.F.; CARDELLINO, R.A.; CAMPOS, L.T. Componentes de (co)variância e parâmetros genéticos para caracteres pós-desmama e bovinos da raça Angus. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 33, n. 2, p. 313-319, 2004.

ELER, J.P.; LÔBO, R.B.; DUARTE, F.A. Avaliação dos efeitos genéticos direto e materno em pesos de bovinos da raça Nelore criados no estado de São Paulo. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 18, n. 2, p. 112-123, 1989.

ELER, J.P.; FERRAZ, J.B.S.; GOLDEN B.L. Influência da interação touro-rebanho na estimação da correlação entre efeitos genéticos direto e materno em bovinos da raça Nelore. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 29, n. 6, p. 1642-1648, 2000.

ELER, J.P.; VAN VLECK, L.D.; FERRAZ, J.B.S. *et al.* Estimation of variances due to direct and maternal effects for growth traits of Nelore cattle. *Journal of Animal Science*, vol.73, p. 3253-3258, 1995.

EVERLING, D.M.; FERREIRA, G.B.B.; RORATO, P.R.N.; *et al.* Estimativas de herdabilidade e correlação genética para características de crescimento na fase de pré-desmama e medidas de perímetro escrotal ao sobreano em bovinos Angus-Nelore. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 30, n. 6S, p. 2002-2008, 2001.

LEE, C. and POLLAK, E.J. Relationship between sire x year interactions and direct-maternal genetic correlation for weaning weight of Simmental cattle. *Journal of Animal Science*, vol.75, p. 68-75, 1997.

MAGNABOSCO, C.U.; FAMULA, T.R.; LOBO, R.B. *et al.* Estimativas de parâmetros genéticos e de ambiente de características de crescimento em bovinos da raça Nelore. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p. 142-144, 1996.

MALHADO, C.H.; MARTINS FILHO, R.; LÔBO, R.B., *et al.* Efeito da inclusão da covariância entre os efeitos direto e materno sobre os efeitos genéticos direto e materno sobre os parâmetros genéticos de ganho de peso pré-desmama e pós-desmama. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. *Anais...* Santa Maria-RS: Sociedade Brasileira de Zootecnia, CD-ROM, 2003.

MARCONDES, C.R.; BERGMANN, J.A.G.; ELER, J.P. *et al.* Análise de alguns critérios de seleção para características de crescimento na raça Nelore. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.52, n. 1, p. 83-89, 2000.

MERCADANTE, M.E.Z e LÔBO, R.B. Estimativas de (co)variância e parâmetros genéticos e de ambiente de característica de crescimento de fêmeas de um rebanho Nelore. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 26, n. 6, p. 1124-1133, 1997.

MEYER, K. Estimates of direct and maternal correlations among growth traits in Australian Beef Cattle. *Livestock Production Science*, vol.38, p. 91-105, 1994.

MEYER, K. Estimates of genetic parameters for weaning weight of beef cattle accounting for direct-maternal enviromental covariances. *Livestock Production Science*, vol.52, p. 187-199, 1997.

PEROTTO, D. O efeito materno no melhoramento de gado de corte. In: Curso de Melhoramento Genético de gado de Corte. *Anais...* Campo Grande: Embrapa-Geneplus, p.53-80. 2003.

RIBEIRO, M.N.; PIMENTA FILHO, E.C.; MARTINS, G.A. et al. Herdabilidade para efeitos direto e materno de características de crescimento de bovinos Nelore no estado da Paraíba. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 30, n. 4, p. 1224-122, 2001.

ROBINSON, D.L. Estimation and interpretation of direct and maternal genetic parameters for weights os australian Angus cattle. *Livestock Production Science*, vol.45, p. 1-11, 1996.

SARMENTO, J.L.R.; PIMENTA FILHO, E.C.; RIBEIRO, M.N.; et al. Efeitos ambientais e genéticos sobre o ganho de peso diário de bovinos Nelore no estado da Paraíba. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 32, n. 2, p. 325-330, 2003.

SAS. Statistical Analysis Systems user`s guide: Stat, Version 8 ed. Cary: *SAS Institute*, USA, 2001.

SOUSA, W.H.; PEREIRA, C.S.; BERGMAN, J.A.G. et al. Estimativas de (Co) variâncias e herdabilidades direta e materna de pesos corporais em ovinos da raça Santa Inês. *Revista Brasileira Zootecnia*, v. 28, n. 6, p. 1252-1262, 1999.

WILLHAM, R.L. The role of maternal effect in animal breeding: III. Biometrical aspects of maternal effects in animals. *Jornal of Animal Science*, vol.35, p. 1288-1302, 1972.

WILLHAM, R.L. Problems in estimating maternal effects. *Livestock Production Science*, vol.7 (5), p. 405-418, 1980.