



Avaliação genética multirracial para ganho de peso pré-desmama em bovinos de uma população composta¹

Adriana Luize Bocchi², Henrique Nunes de Oliveira³, José Bento Sterman Ferraz⁴,
Joanir Pereira Eler⁴

¹ Projeto financiado pela FAPESP.

² Doutorado em Zootecnia - FMVZ/Unesp - Botucatu.

³ Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal - FMVZ/Unesp - Botucatu.

⁴ Departamento de Ciências Exatas - FZEA/USP - Pirassununga

RESUMO - Objetivou-se neste trabalho estudar modelos com efeitos não-aditivos diretos e maternos em uma população composta em clima tropical, tentando minimizar esses efeitos para obtenção dos valores genéticos dos animais avaliados. Foram utilizados dados de animais de uma população composta, por meio da comparação de três modelos que incluíram os efeitos fixos de grupo contemporâneo, ordem de parto e heterose direta e materna e os efeitos aleatórios de efeito genético aditivo direto e materno. As análises foram realizadas em duas etapas; na primeira foram estudadas as estimativas dos efeitos raciais e de heterose individual e materna e na segunda etapa, calculadas as variâncias, herdabilidades e os valores genéticos dos animais. O efeito materno, quando não foi considerado no modelo, pareceu superestimar o efeito aditivo racial. Os efeitos aditivos raciais, racial materno e de heterose individual e materna influenciaram significativamente o ganho médio diário no pré-desmame, obtendo-se diferentes estimativas entre os tipos biológicos. Considerando o arquivo de dados corrigidos para os efeitos não-aditivos diretos e maternos, as herdabilidades direta e materna foram de 0,22 e 0,20, respectivamente. Os efeitos racial materno e de heterose individual e materna foram importantes fontes de variação para o ganho médio diário no pré-desmame e devem ser considerados durante a avaliação genética de uma população multirracial.

Palavras-chave: efeito materno, herdabilidade, heterose, tipos biológicos

Multibreed genetic evaluation for pre-weaning daily gain in a composite cattle population

ABSTRACT - Three different models including or not the direct and maternal non-additive effects and the fixed effects of contemporary group, parity order, direct and maternal heterosis and the direct and maternal additive genetic random effects were compared for predicting breeding values for pre-weaning daily gain in a composite cattle population in tropical climate. The analyses were done in two stages: firstly, breed and individual and maternal heterosis effects were estimated and after variances and the heritability were obtained for prediction of breeding values of the animals. The breed additive effect seemed to be overestimated when the maternal effect was not included in the model. Estimates of additive and maternal breed effects and individual and maternal heterosis for pre-weaning daily gain were significantly different for the biological types. Direct and maternal heritability estimates from analyses using data adjusted for direct and maternal non-additive effects were respectively 0.22 and 0.20. The maternal breed effect and individual and maternal heterosis should be included in models used for genetic evaluation of pre-weaning daily gain in this composite cattle population.

Key Words: biological types, heritability, heterosis, maternal effect

Introdução

O cruzamento é uma ferramenta importante para aumentar a eficiência da produção de carne por meio da heterose e complementaridade entre raças (Gregory & Cundiff, 1999). Muitos criadores adotam o cruzamento e, há alguns anos, empresas e instituições de pesquisa têm utilizado animais cruzados para gerar raças compostas (Pereira, 2001).

O Brasil possui uma população de 164 milhões de bovinos, 79,3% de corte (Anualpec, 2006), dos quais 80% são compostos por animais da raça zebu ou de cruzamentos de zebu (Josahkian, 2000). Em consequência, existe grande número de sub-populações de vários tamanhos, com composição racial *Bos indicus* × *Bos indicus* e *Bos indicus* × *Bos taurus*, que se enquadram na descrição de população multirracial.

Os animais cruzados servem como ligações entre as populações parentais de raças puras, gerando, assim, uma população multirracial simples, composta de animais puros e cruzados. Dois aspectos complicam a análise genética de populações multirraciais. Os efeitos genéticos não-aditivos entre raças podem ser importantes para algumas características em algumas combinações de raças, e a heterogeneidade de variâncias e co-variâncias pode existir entre grupos raciais (puros e cruzados). Se os touros forem comparados entre raças ou entre grupos raciais, devem-se considerar ambas as variações genéticas aditivas e não-aditivas (Elzo & Famula, 1985).

Dessa maneira, os dados de populações multirraciais devem ser analisados usando-se procedimentos adequados, em que sejam considerados os efeitos genéticos aditivos e não-aditivos, bem como a heterogeneidade de variâncias e co-variâncias diante de grupos de raças puras e cruzadas. Em contraste, se são usados procedimentos intra-raciais para analisar dados multirraciais, estes não explicam os efeitos genéticos não-aditivos, assumindo que as características apresentam as mesmas variâncias e covariâncias em todos os grupos raciais (raças puras e cruzadas).

Assim, é relevante discutir a possibilidade de empreender esforços em tarefas de pesquisa e desenvolvimento sobre procedimentos de avaliação genética multirracial.

O objetivo neste trabalho foi estudar modelos com efeitos não-aditivos diretos e maternos na avaliação genética de uma população multirracial de gado de corte para a característica de ganho de peso pré-desmame em clima tropical, tentando minimizar esses efeitos para obtenção dos valores genéticos dos animais avaliados.

Material e Métodos

Neste trabalho foram utilizados dados de desempenho de animais de uma população composta. Foram disponibilizadas para a análise dados de pesagens de 198.422 animais cruzados criados em diferentes fazendas. Os dados foram fornecidos em três arquivos: pedigree; dados de medidas e informações de manejo; e informações de composição racial.

Os grupos contemporâneos (GCs) foram definidos pelas seguintes variáveis: fazenda de nascimento, fazenda de medida, sexo, ano e época de nascimento e lote de manejo na desmama. Deste arquivo foram retirados os animais: com pais ou mães desconhecidos; filhos de reprodutores múltiplos; pertencentes aos GCs com menos de cinco animais com mensurações válidas, GCs com progênie de apenas um touro, grupos formados por apenas uma composição

racial; e animais com composições que totalizavam valores diferentes de 100%.

Depois de realizada a consistência, foram formados um arquivo de produção, com dados de 84.621 animais distribuídos em 1.549 GCs, e um arquivo de pedigree, composto de 154.417 animais.

Realizou-se o agrupamento das raças em quatro tipos biológicos (TB): N (Zebu), A (Adaptado), B (Britânico) e C (Continental), denominado sistema NABC (Ferraz et al., 1999). A partir das informações constantes do arquivo de produção, foram criadas quatro variáveis com as porcentagens de cada tipo biológico apresentado pelo animal em sua formação.

Foram calculadas as proporções raciais do animal, da mãe e do pai a partir das composições raciais, formando as variáveis: PN, PA, PB, PC (composição racial do animal); MN, MA, MB e MC (composição racial da mãe); e TN, TA, TB e TC (composição racial do pai). A heterozigose foi estimada pelo produto da proporção genética relativa ao tipo biológico da mãe pela proporção genética relativa ao tipo biológico do pai, gerando as seguintes variáveis: HNA, HNB, HNC, HAB, HAC, HBC. Como exemplo: $HNA = MA \times TN + TA \times MN$.

A heterozigose materna foi estimada do mesmo modo, gerando as seguintes variáveis: HMNA, HMNB, HMNC, HMAB, HMAC, HBMC e HMNA. O cálculo foi feito da mesma forma que para a heterozigose do animal, mas com relação aos pais da mãe do animal.

A característica utilizada nas análises foi o ganho médio diário do nascimento ao desmame ajustado para 205 dias de idade do bezerro (GMD). Foram realizadas análises uni-característica e considerou-se um conjunto de efeitos fixos (GC, ordem de parto, heterose e heterose materna) e aleatórios (genético aditivo direto, aditivo materno e residual). As análises foram realizadas em duas etapas.

A primeira etapa tinha como objetivo principal obter as estimativas dos efeitos não-aditivos (heterose) diretos e maternos. As análises foram realizadas pelo método dos quadrados mínimos, com modelos lineares incluindo apenas os efeitos fixos. Foi utilizado o procedimento GLM do software SAS (1998), testando-se três modelos que incluíram os efeitos de GC e ordem de parto e ainda: Modelo 1 - efeitos aditivo racial e de heterose; Modelo 2 - efeitos aditivo racial, de heterose e efeito racial materno; Modelo 3 - efeitos aditivo racial, de heterose, racial materno e de heterose materna.

O efeito genético aditivo de cada TB foi estimado como o coeficiente de regressão parcial na proporção daquele TB presente na composição racial do animal, no caso do efeito

direto, ou na composição racial de sua mãe no caso de efeito materno. Estes valores foram sempre estimados em relação ao TBN. Os efeitos genéticos não-aditivos foram estimados por regressão parcial da proporção da fração de heterozigose esperada correspondente a cada combinação de TBs no indivíduo. No caso dos efeitos maternos, os efeitos genéticos não-aditivos foram estimados pela regressão da heterozigose esperada na mãe, independentemente da combinação de TBs. Para um estudo mais detalhado, considerando a importância do efeito materno, foram obtidas as estimativas das combinações entre os TBs para heterose materna (Bocchi, 2006; Mourão, 2005).

Obtidas as soluções de quadrados mínimos, os dados foram ajustados aos efeitos de heterose direta e materna, dependendo do modelo analisado. A estimação destes efeitos e o ajuste dos dados antes da análise definitiva visaram diminuir a variabilidade devida à heterose, sem interferir nos efeitos aditivos. Dessa forma, a predição dos valores genéticos aditivos individuais pode ser realizada sem a interferência dos efeitos não-aditivos resultantes da heterozigose esperada em função das diferenças genéticas entre TBs.

Na segunda etapa, os dados de GMD ajustado para os efeitos não-aditivos, conforme os resultados da primeira etapa, foram analisados com um modelo misto, utilizando-se o programa MTDFREML (Boldman et al., 1995). Nesta etapa foram obtidas as estimativas de componentes de variâncias e de parâmetros genéticos pelo procedimento de máxima verossimilhança restrita, utilizando-se o algoritmo livre de derivadas sempre sob modelo animal. Supôs-se que a covariância entre os efeitos genéticos aditivos, direto e materno, era zero, seguindo recomendação de Benyshek et al. (1988) e Schaeffer (1996), que consideram que, em dados provenientes de rebanhos comerciais, geralmente este tipo de informação não é muito adequado para estimação desta covariância. Para essa análise foram utilizados dois modelos: Modelo 1 - efeito genético aditivo direto; Modelo 2 - efeitos genéticos aditivos, direto e materno. Estes modelos foram propostos para avaliar a capacidade de separar os efeitos não-aditivos de heterose (direta e materna) dos efeitos aditivo direto e materno para cada TB.

Resultados e Discussão

Foram calculadas as médias observadas de GMD dos bezerros para as 10 composições genéticas mais frequentes no rebanho (Tabela 1), para machos e fêmeas (Tabela 2), para cada ano (Tabela 3) e mês de nascimento do bezerro (Tabela 4).

Tabela 1 - Frequência, desvio-padrão e média observada do ganho médio diário no período pré-desmama (GMD) das 10 composições genéticas numericamente mais expressivas no arquivo

Proporção do tipo biológico				Nº de animais	GMD médio (g)	Desvio-padrão (g)
PN	PA	PB	PC			
0,250	0,500	0,250	0	24.451	789,2	145,7
0,500	0	0,500	0	13.959	738,6	125,8
0,250	0,250	0,250	0,250	8.980	766,2	152,6
0,250	0,500	0	0,250	7.926	781,9	140,5
0,500	0	0	0,500	3.219	771,1	118,4
0,250	0,250	0,500	0	2.025	807,7	146,4
0,500	0	0,250	0,250	1.996	742,0	143,5
0,250	0,375	0,250	0,125	1.995	684,8	163,1
0,125	0,750	0,125	0	1.348	715,7	123,6
0,250	0,500	0,125	0,125	1.198	694,3	157,5

Tabela 2 - Análise descritiva do ganho médio diário na pré-desmama (GMD) em gramas por sexo do bezerro

Descrição	Fêmea	Macho
Número de animais	40.463	44.158
Média (g)	728,1	785,1
Desvio-padrão (g)	135,1	151,8
Máximo (g)	1327,8	1428,6
Mínimo (g)	179,3	195,0

Tabela 3 - Análise descritiva do ganho médio diário na pré-desmama (GMD), em gramas, por ano de nascimento do bezerro

Ano de nascimento	GMDND		
	Nº de animais	Média (g)	Desvio-padrão (g)
1995	244	769,2	109,8
1996	57	681,0	98,4
1997	115	812,3	124,0
1998	701	747,0	166,0
1999	15.191	777,3	144,6
2000	14.906	772,3	139,9
2001	22.183	734,3	143,7
2002	19.201	748,7	142,8
2003	11.969	774,0	161,8
2004	54	653,8	110,4

Os bezerros machos apresentaram ganhos mais elevados que as fêmeas. Diversos trabalhos (Ahunu & Makarechian, 1986; Silva et al., 1987; Eler et al., 1989; Mascioli et al., 1997) observaram efeito significativo do sexo do animal sobre os pesos em diferentes idades, sendo que os machos, em geral, foram mais pesados que as fêmeas. Por tratar-se de médias simples, sem ajuste para outros efeitos, estas diferenças podem decorrer também de efeitos de manejo diferenciado, para machos e fêmeas.

Tabela 4 - Análise descritiva do ganho médio diário (GMD), em gramas por mês de nascimento do bezerro

Mês de nascimento	GMD		
	Nº de animais	Média (g)	Desvio-padrão (g)
1	2.482	639,6	123,9
2	832	598,1	112,4
3	529	628,8	151,8
4	121	690,4	162,5
5	114	726,7	97,7
6	711	718,6	118,6
7	2.127	723,9	120,1
8	6.394	776,3	146,5
9	20.832	812,2	145,1
10	24.831	773,1	140,0
11	17.861	726,5	134,4
12	7.787	697,8	138,0

Houve variação (Tabela 3) na média de GMD ao longo dos anos. Até 1998 poucos animais utilizados na formação da raça tinham todas as informações necessárias para serem avaliados adequadamente. Como uma forma de ajustar para estes efeitos de meio, o ano de nascimento foi considerado na definição de grupo contemporâneo. Neste caso, considera-se não só o efeito principal de cada fator, como também a interação entre eles. Assim, apesar do pequeno número de observações nos anos iniciais, eles permaneceram nos estudos.

O GMD de acordo com o mês de nascimento (Tabela 4) apresentou flutuações durante os meses. Os maiores ganhos ocorreram entre os meses de agosto e outubro e a maior diferença (214,1 g) para o GMD, entre o mês de fevereiro e setembro. Outros autores encontraram resultados semelhantes, com ganhos ou pesos ao desmame mais elevados em animais nascidos entre os meses de agosto e outubro (Paz et al., 1999; Bocchi et al., 2005b).

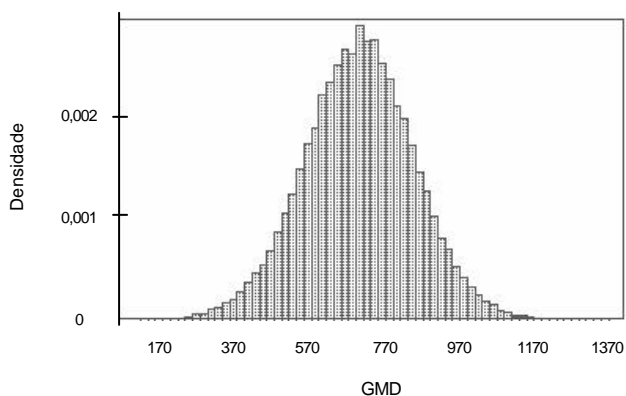


Figura 1 - Distribuição dos valores de ganho médio diário observado na pré-desmama (GMD).

Tabela 5 - Coeficiente de determinação (R^2) e de variação (CV) e, desvios padrão (DP) para a característica de ganho médio diário observado na pré-desmama (GMD), em função dos Modelos 1, 2 e 3

Modelo	R^2 (%)	CV%	Média (g)	DP
1	50,68	13,73	757,81	104,09
2	51,11	13,67	757,81	103,64
3	51,47	13,62	757,81	103,26

Modelo 1 - efeito aditivo racial e de heterose; Modelo 2 - efeito aditivo racial, de heterose e efeito racial materno; Modelo 3 - efeito aditivo racial, de heterose, racial materno e de heterose materna.

A distribuição dos valores observados de GMD dos 84.621 animais pertencentes ao arquivo (Figura 1) apresenta simetria assemelhando-se a curva normal.

Depois de realizada a consistência, os dados observados foram analisados pelos três modelos (Modelos 1, 2 e 3 descritos nos Materiais e Métodos) da 1ª etapa, formando três arquivos com dados ajustados de acordo com o modelo proposto. Os valores de coeficientes de determinação e variação e desvios-padrão obtidos no ajustamentos dos três modelos (Tabela 5) foram similares aos encontrados em outros estudos (Paz et al., 1999; Teixeira et al., 2003; Teixeira, 2004; Bocchi, 2005a).

O coeficiente de determinação apresentou leve aumento conforme se foi adicionando efeitos nos modelos (Modelos 1 a 3). Entretanto, a variação foi pequena, provavelmente porque o efeito de GC, que tem grande influência sobre a característica, sendo responsável pela maior proporção da soma de quadrado total, está presente em todos os modelos.

As estimativas para o efeito aditivo racial foram expressas como desvios do PN (Figura 2).

Todos os valores são apresentados como desvios de PN, que, portanto, têm valor zero. No Modelo 1, que não inclui os efeitos maternos, o PN apresenta valores intermediários, enquanto PA apresenta valores mais baixos. Nos Modelos 2 e 3, que incluem os efeitos aditivos maternos, as posições de PN e PA se invertem. Isto parece indicar que parte do efeito negativo atribuído ao efeito direto de PA no Modelo 1 seja, na verdade, decorrente da pouca habilidade materna destes animais.

Teixeira et al. (2003) observaram a mesma situação em que bezerros da raça Angus apresentaram desempenho superior aos animais Nelore, porém os bezerros da raça Hereford apresentaram desempenho inferior ao dos animais puro Nelore.

O comportamento observado nesta pesquisa foi o mesmo de Mourão (2005), trabalhando com os mesmos dados deste estudo, entretanto com a característica de peso

ao desmame. De acordo com esse autor, as menores estimativas obtidas no modelo que não inclui o efeito materno podem estar contaminadas por este efeito.

Entretanto, as estimativas para PB e PC foram mais similares entre si que as encontradas por Mourão (2005). Durante a formação desta população composta, provavelmente os animais britânicos tenham sido escolhidos em função da DEP para crescimento, favorecendo animais de maior porte em relação à média destas raças, e também da maior semelhança ao tipo continental, como pode ser observado na Figura 2.

Com exceção do Modelo 1, os resultados apresentaram efeito aditivo racial superior para PA, PB e PC em relação à PN. Tendência semelhante foi encontrada por Euclides Filho et al. (1998), que, avaliando peso ao desmame em animais mestiços Europeu-Zebu, observaram efeito aditivo racial superior para as raças Simental, Charolês e Chianina em relação à raça Nelore. Os autores apontaram este resultado como esperado, em razão do maior porte das raças européias, que estaria relacionado a maior potencial de crescimento.

As estimativas para o efeito racial materno são expressas como desvios do MN, para os dados de GMD presentes no arquivo (Figura 3).

Com relação aos efeitos aditivos maternos, os zebuínos apresentaram os maiores valores. Este resultado não seria

esperado, uma vez que a habilidade materna dos Zebuínos não é geralmente considerada mais alta que aquela dos animais de raças britânicas. Mourão (2005) observou o mesmo comportamento como efeitos aditivos negativos para MA, MB e MC como desvio de MN. De acordo com o mesmo autor, estes resultados expressam a importância do efeito materno pós-natal sobre o peso ao desmame.

Da mesma forma que para os efeitos aditivos raciais estimados pelo Modelo 1, o maior valor negativo para MA representa uma contribuição desfavorável dos genes deste grupo para habilidade materna, levando a menores ganhos no pré-desmame.

Franke et al. (1994) observaram que filhos de vacas Hereford, quando comparados com Charolês, Angus e Brahman, foram os que apresentaram menor ganho. Teixeira et al. (2003) observou GMD de 198 g/dia negativo para bezerros das vacas Hereford em relação aos bezerros das vacas Nelore. Pollak & Quaas (1998) comentaram a dificuldade em incluir os efeitos direto e materno na análise de dados não experimentais, recomendando a incorporação de dados com boa estrutura para a estimação dos componentes genéticos.

Mourão (2005) observou que o MC não diferiu do MN, à semelhança de Franke et al. (2001), com relação às raças Charolês e Brahman. Entretanto, neste trabalho o efeito para MN foi maior que para MC.

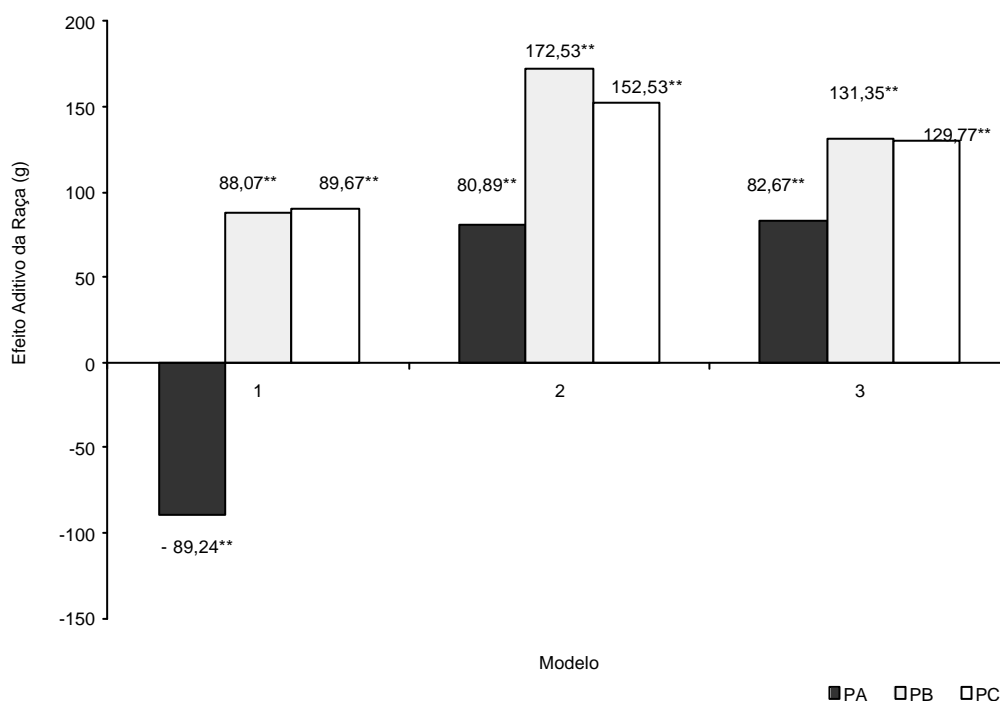


Figura 2 - Efeitos aditivos raciais estimados de acordo com a proporção racial relativa aos tipos biológicos Zebu (PN), Adaptado (PA), Britânico (PB) e Continental (PC) e calculados em relação à PN, pelos Modelos 1, 2 e 3 da 1ª etapa, para o ganho médio diário pré-desmame de bovinos compostos.

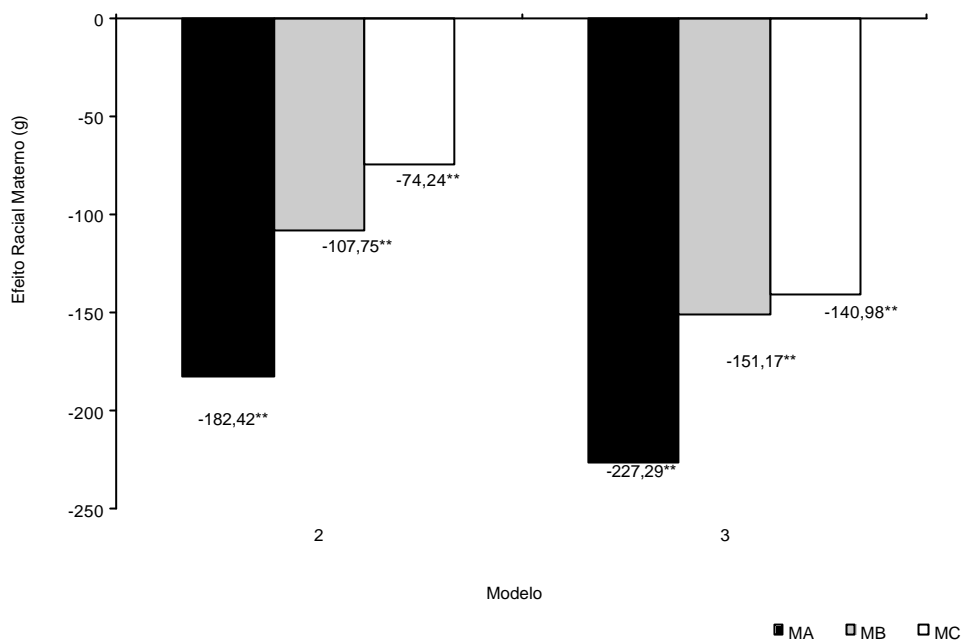


Figura 3 - Efeitos raciais maternos estimados de acordo com a proporção racial relativa aos tipos biológicos Zebu (MN), Adaptado (MA), Britânico (MB) e Continental (MC) e calculados em relação à MN, pelos Modelos 2 e 3 da 1ª etapa, para o ganho médio diário pré-desmame de bovinos compostos.

Observa-se que os efeitos aditivos maternos foram menores quando os efeitos não-aditivos foram adicionados no modelo (Modelo 3), indicando que estes valores estavam contaminados com os efeitos de heterose materna no Modelo 2.

A maioria das estimativas dos efeitos não-aditivos direto (heterose individual: HNA, HNB, HNC, HAB, HAC, HBC) e materno (heterose materna: HM) foi altamente significativa (Figura 4). Roso et al. (1998) também observaram que as heteroses materna e individual influenciaram significativamente o ganho de peso do nascimento ao desmame, sendo linear a relação com as heterozigoses.

Considerando-se o Modelo 3, foram obtidos valores de 24,80% para a heterose individual total e de 8,66% para a heterose materna. Valores semelhantes foram obtidos por Roso et al. (1998), que observaram maiores valores para a heterose materna (15,46%) e menores para heterose individual (9,10%).

Analisando-se as heteroses, observa-se que, enquanto não é incorporado o efeito materno, as maiores estimativas são para o HNA, seguidas da HAC e HAB. Quando o efeito materno é colocado no modelo, as estimativas diminuem e os valores de HNA e HAB praticamente se igualam e, quando a heterose materna está presente (Modelo 3), os maiores valores são de HAC e HAB, mas com pouca diferença para HNA, em razão dos maiores animais resultantes de cruzamentos entre os HBA e HBC.

É interessante notar que, para as estimativas de HNB e HNC, apesar de apresentar valores relativamente altos para o Modelo 1, quando o efeito materno é incorporado no modelo há grande diminuição nestes valores, observando-se leve acréscimo quando a heterose materna está presente. Estes resultados não estão de acordo com o que seria esperado em função da possível distância genética entre as raças. A maior distância entre o Zebu e os demais tipos biológicos deveria produzir maior heterose para as combinações que incluíssem o Zebu.

Teixeira et al. (2003), trabalhando com animais cruzados Nelore × Britânicos, verificaram valores de heterose de 40,68 g/dia e de heterose materna de 73,88 g/dia para indivíduos F1. Considerando-se o Modelo 3 para HNB e HM, os valores obtidos foram menores que os do autor, mas foram obtidos para indivíduos de diversas composições raciais.

Pode-se observar também que os efeitos de heterose entre os Modelos 2 e 3 em magnitude foram em sua maioria semelhantes, entretanto foram bem mais elevados para o Modelo 1. Isto pode ser indicativo de que o efeito materno esteja inflacionando as estimativas para as heteroses individuais, pois não foi considerado no Modelo 1. Este comportamento também foi averiguado por Mourão (2005) com peso à desmama, quando não incluiu o efeito materno no modelo.

No Modelo 3 o efeito de heterose materna foi superior a todos os efeitos de heterose individual, indicando sua

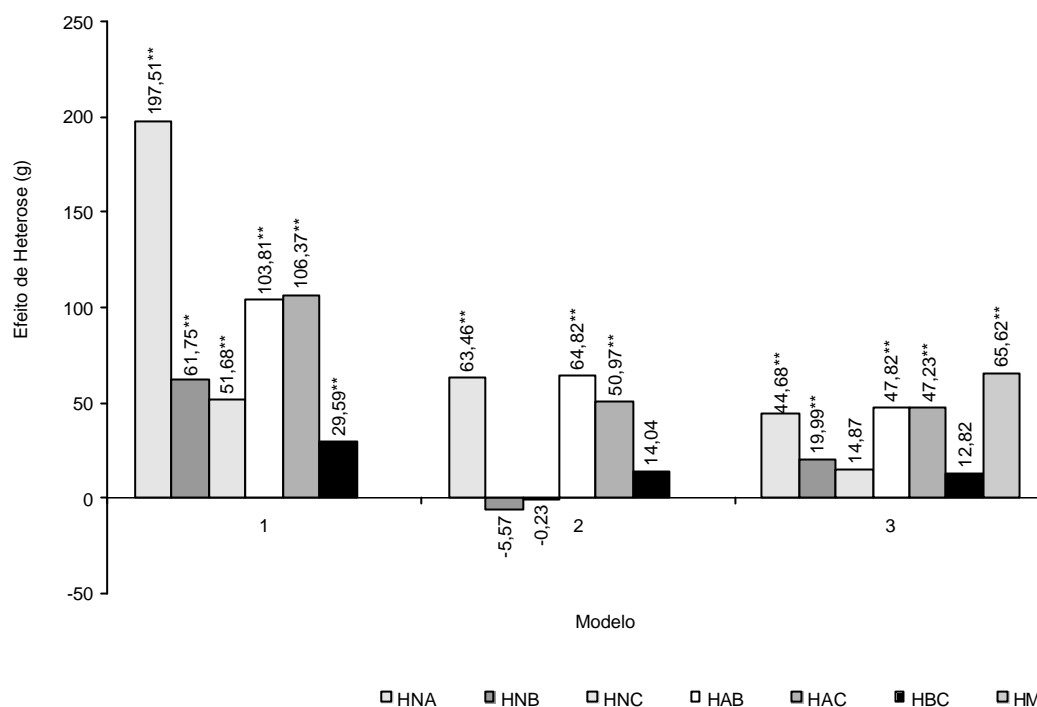


Figura 4 - Efeitos das heteroses individuais - HNA, HNB, HNC, HAB, HAC, HBC – e heterose materna total - HM, estimados pelos modelos pelos Modelos de análise 1, 2 e 3 na 1ª etapa, para ganho médio diário no pré-desmama de bovinos compostos.

influência no desenvolvimento de bezerros compostos durante a fase de aleitamento. Elzo et al. (1998) também verificaram estimativas de efeito genético maternos consistentemente maiores que as estimativas para o efeito não-aditivo direto para pesos ao nascimento e à desmama.

Devido à influência deste efeito, a heterose materna foi subdividida nas combinações de TB. As estimativas obtidas de acordo com este modelo para os valores aditivos raciais (PN, PA, PB e PC) mantiveram a mesma ordem (Figura 5), entretanto foram obtidos valores bem menores que os visualizados com o mesmo modelo (Modelo 3), sem particionar a heterose materna.

Para os efeitos raciais maternos ocorreram maiores mudanças. Na análise anterior, a menor estimativa foi para MA, com MB e MC praticamente equivalentes. Além da alteração na ordem das características, os valores foram bem menores que os anteriores, com maior diferença para MA.

O comportamento para as heteroses HNA, HAB e HAC manteve-se igual à análise anterior. Entretanto, para HNB e HNC, apesar de a diferença manter-se constante com relação à anterior (em torno de 5 g), os valores foram mais elevados que as demais estimativas, enquanto antes eram maiores apenas que a HBC.

Do mesmo modo, as estimativas para as heteroses maternas HMNB e HMNC foram mais elevadas que as demais, com HMNB contendo maior valor. Os valores para

HMAB, HMAB, HMBC foram negativos, sendo interessante observar que, para as heteroses maternas que continham proporção de Zebu, foram positivos. O mesmo comportamento foi observado em relação ao efeito racial materno, em que as estimativas para MN foram superiores, enquanto MA, MB e MC foram negativas.

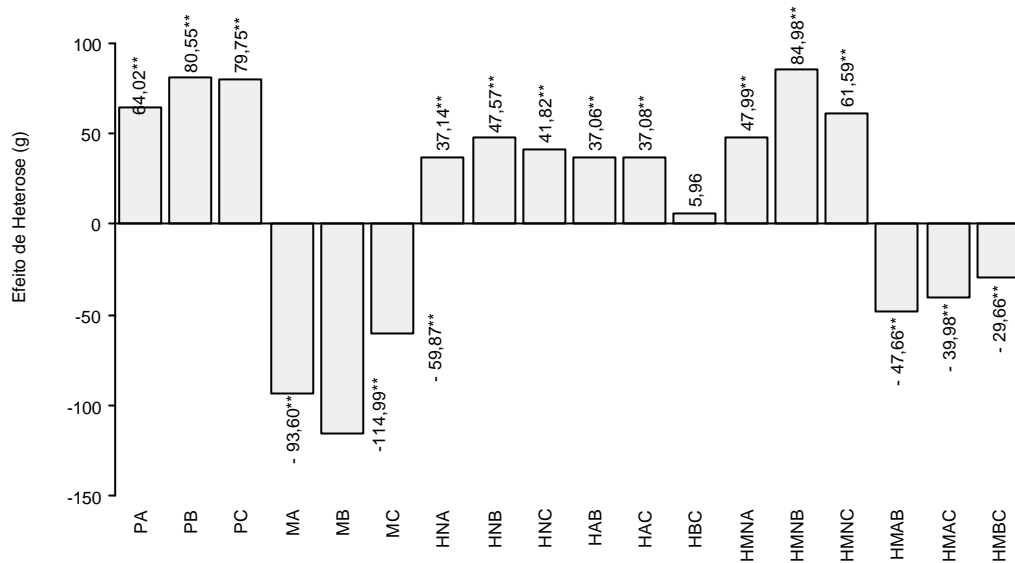
Estes resultados estão bem mais de acordo com o que seria esperado em função das distâncias genéticas entre raças, embora a heterose materna negativa não fosse esperada.

Analisando a Tabela 6, verifica-se que, quando o efeito aditivo materno foi incorporado no modelo, houve grande redução da herdabilidade (h^2) e variâncias aditivas dos efeitos diretos. As herdabilidades dos efeitos maternos (h^2_m) foram de valor moderado. Estes resultados indicam a importância do efeito materno no desenvolvimento do animal no período pré-desmama.

Quando o efeito materno foi incluído no modelo da 1ª etapa (Modelo 1 para o 2), a h^2 diminuiu 23%, enquanto a h^2_m aumentou em 25% no Modelo 2 da 2ª etapa.

Entretanto, quando os dados foram ajustados para o efeito de heterose materna, (modelo 2 para o modelo 3 da 1ª etapa), não houve praticamente nenhuma diferença entre as estimativas de variâncias e herdabilidades.

Em revisão feita sobre as características de crescimento, Mercadante et al. (1995) verificaram valores de h^2 e h^2_m de 0,14 a 0,52 e 0,04 a 0,28, respectivamente.



Modelo 3

Figura 5 - Efeitos aditivo racial, racial materno, heterose e heterose materna, estimados pelo modelo de análise 3 na 1ª. Etapa com partição das variâncias, para ganho médio diário de bovinos compostos durante o período pré-desmame.

Tabela 6 - Variâncias aditivas (σ^2_a), maternas (σ^2_m) e ambientais (σ^2_e) e herdabilidades para ganho médio diário pré-desmame (GMD)

Modelo	1ª etapa					2ª etapa				
	Modelo 1 (Sem efeito materno)					Modelo 2 (Com efeito materno)				
	σ^2_a	σ^2_m	σ^2_e	h^2	h^2_m	σ^2_a	σ^2_m	σ^2_e	h^2	h^2_m
1	7363,5	-	5073,9	0,59	-	3525,2	1853,0	6227,3	0,30	0,16
2	7434,6	-	5053,0	0,60	-	2606,3	2227,9	6546,3	0,23	0,20
3	7494,6	-	4993,4	0,60	-	2439,1	2294,2	6582,4	0,22	0,20

Os valores de h^2 foram semelhantes aos encontrados por Teixeira et al. (2003), que, trabalhando com a estimação de efeitos de heterose materna e individual sobre o ganho médio diário na pré-desmama de animais cruzados Angus× Nelore e Hereford × Nelore, verificaram valores de 0,19. Entretanto, os valores para h^2_m foram menores que os obtidos neste trabalho (0,05). Paz et al. (1999) também observaram herdabilidade de 0,06 para ganho do nascimento à desmama. Entretanto, Mourão (2005) observaram valores de h^2 de 0,26 e h^2_m de 0,20 para a característica de peso à desmama.

Os valores de herdabilidade obtidos nesta estão de acordo com a literatura, todavia, as estimativas ficam inflacionadas quando não se considera o efeito materno, indicando a importância da inclusão deste efeito no modelo de análise.

Conclusões

Apesar de o modelo com efeitos aditivo racial, de heterose, racial materno e de heterose materna ter estimado adequadamente os efeitos aditivos, minimizando os efeitos não-aditivos diretos e maternos, recomenda-se desenvolver mais estudos sobre modelos de análise para avaliação genética multirracial.

O efeito racial materno e as heteroses individual e materna são importantes fatores de variação e devem ser considerados na análise da característica de ganho médio diário no pré-desmame em rebanhos multirraciais.

O efeito materno influi no ganho médio diário pré-desmame e deve ser utilizado para estimação dos valores genéticos de animais de rebanhos compostos.

Literatura Citada

- AHUNU, B.; MAKARECHIAN, M. Influence of birth date, sex, of calf, breed group and age of dam on preweaning performance of range beef calves. **Canadian Journal of Animal Science**, v.66, p.381-388, 1986.
- ANUALPEC 2006 - FNP. **Anuário estatístico da produção animal**. São Paulo: 2006. 362p.
- ARNOLD, J.W.; BERTRAND, J.K.; BENYSHEK, L.L. Animal model for genetic evaluation of multibreed data. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3322-3332, 1992.
- ARTHUR, P.F.; HEARNshaw, H.; STEPHENSON, P.D. Direct and maternal additive and heterosis effects from crossing *Bos indicus* and *Bos taurus* cattle: cow and calf performance in two environments. **Livestock Production Science**, v.57, p.231-241, 1999.
- BENYSHEK, L.L.; JOHNSON, M.H.; LITTLE, D.E. et al. Application of an animal model in the United States beef cattle industry. **Journal of Animal Science**, v.71, p.35-53, 1988.
- BOCCHI, A.L. Efeito da idade da vaca e da data juliana de nascimento sobre o ganho médio diário de bezerras de corte no período pré-desmame. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, n.4, p.524-532, 2005a.
- BOCCHI, A.L.; TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G. Idade da vaca e mês de nascimento sobre o peso ao desmame de bezerras nelore nas diferentes regiões brasileiras. **Acta Scientiarum**, v.26, n.4, p.475-482, 2005b.
- BOLDMAN, K.G.; KRIESE, L.A.; Van VLECK, L.D. et al. **A manual for use of MTDFREML-a set of programs to obtain estimates of variances and covariances (DRAFT)**. Lincoln: USDA-ARS, 1995. 120p.
- ELER, J.P.; LÔBO, R.B.; ROSA, A.N. Influência de fatores genéticos e de meio em pesos de bovinos da raça Nelore criados no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.18, n.2, p.103-111, 1989.
- ELZO, M.A.; FAMULA, T.R. Multibreed sire evaluation procedures within a country. **Journal of Animal Science**, v.60, n.4, p.942-952, 1985.
- ELZO, M.A.; WAKEMAN, D.L. Covariance components and prediction for additive and non-additive preweaning growth genetic effects in a Angus-Brahman multibreed herd. **Journal of Animal Science**, v.76, p.1290-1302, 1998.
- EUCALDES FILHO, K.; FIGUEIREDO G.R., SILVA, L.O.C. et al. Beef cattle preweaning growth and rate of weight gain as affected by genetic group. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale: 1998. p.197-200.
- FRANKE, D.E.; SMITH, C.; GAVORA, J.S. et al. Effects for beef cattle preweaning traits. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 5., 1994, Guelph. **Proceedings...** Guelph: 1994. p.296-299.
- FRANK, D.E.; HABET, O.; TAWAH, L.C. et al. Direct and maternal genetic effect on birth and weaning traits in multibreed cattle data and predicted performance of breed crosses. **Journal of Animal Science**, v.79, p.1713-1722, 2001.
- GREGORY, K.E.; CUNDIFF, L.V. Crossbreeding to use heterosis and breed complementarity. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.23, n.2, p.65-70, 1999.
- JOSAHKIAN, L.A. [2000]. **Genetic improvement program for Zebu breeds**. Disponível em: <<http://www.sbmaonline.org.br/anais/iii/iiip09.pdf>> Acesso em: 20/1/2006.
- MASCIOLI, A.S.; PAZ, C.C.P.; EL FARO, L. et al. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para características de crescimento até a desmama em bovinos da raça Canchim. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.709-13, 1997.
- MERCADANTE, M.E.Z.; LÔBO, R.B.; BORJAS, B.R. et al. Parâmetros genéticos para características de crescimento em cebuínos de carne: uma revisão. **Archivos Latinoamericanos Producción Animal**, v.3, n.1, p.45-89, 1995.
- MOURÃO, G.B. **Estimação de efeitos genéticos aditivos diretos e maternos não aditivos e, predição do desempenho de pesos, perímetro escrotal e musculosidade em uma população de bovinos de corte compostos (Bos taurus x Bos indicus)**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2005. 109p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, 2005.
- PAZ, C.C.P.; ALBUQUERQUE, L.G.; FRIES, L.A. Efeitos ambientais sobre ganho de peso no período do nascimento ao desmame em bovinos da raça Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.55-64, 1999.
- PEREIRA, J.C.C. **Melhoramento genético aplicado à produção animal**. 3.ed. Belo Horizonte: FEPMVZ Editora, 2001. 555p.
- POLLAK, J.; QUAAS, R.L. Multibreed evaluation of beef cattle. In: 6th WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 23., 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale: 1998. p.81-88.
- ROSO, V.M.; FRIES, L.A. Maternal and individual heterozygosity and heterosis on preweaning gain of Angus x Nelore calves. In: WORLD CONGRESS ON GENETICS APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 6., 1998, Armidale. **Proceedings...** Armidale: 1998. p.105-108.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **SAS/STAT: user's guide**. version 6.12, 4.ed. Cary: SAS Institute, 1998. 842p.
- SCHAEFFER, L.R. **Tópicos avançados em melhoramento genético animal**. Notas do mini-curso. Jaboticabal: DMGA/Unesp, 1996.
- SILVA, L.O.C.; ROSA, A.N.; NOBRE, P.R.C. et al. Análise de pesos de bovinos Nelore criados a pasto no Estado de São Paulo, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.22, n.11/12, p.1245-1256, 1987.
- TEIXEIRA, R.; 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.
- TEIXEIRA, R.A.; ALBUQUERQUE, L.G.; ALENCAR, M.M. Efeitos aditivos e não-aditivos que influenciam características de crescimento em bovinos de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).