



## ESTIMATIVAS DE EFEITOS GENOTÍPICOS SOBRE OS DESEMPENHOS PRÉ E PÓS-DESMAMA DE POPULAÇÕES HEREFORD X NELORE E PREDIÇÕES DE GERAÇÕES AVANÇADAS DA FORMAÇÃO DO BRAFORD $\frac{1}{2}$ <sup>1</sup>

VÂNIA CARDOSO<sup>2</sup>, SANDRA AIDAR DE QUEIROZ<sup>3</sup>, LUIZ ALBERTO FRIES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Parte da tese do primeiro autor, desenvolvida no DZ- FCAV - Unesp/Jaboticabal e financiada pela FAPESP;

<sup>2</sup> GenSys Consultores Associados S/C Ltda . E-mail: vcardoso@fcav.unesp.br;

<sup>3</sup> Prof. Adjunto - DZ - MGA - Unesp/Jaboticabal - SP. Bolsista CNPq. E-mail: saquei@fcav.unesp.br;

<sup>4</sup> GenSys Consultores Associados S/C Ltda; Lagoa da Serra Ltda. E-mail: fries@fcav.unesp.br;

**RESUMO** – Efeitos genotípicos foram estimados para as características ganho médio diário, conformação, precocidade e musculatura, à desmama e no pós-desmama, e para perímetro escrotal, de animais Hereford x Nelore, pela técnica de regressão de cumeeira. Predições dos desempenhos de gerações da formação do Braford  $\frac{1}{2}$  foram obtidos, em relação ao Hereford, partindo-se de vacas Nelore. Animais F1 beneficiaram-se pela heterose direta e pelo efeito aditivo materno. A manifestação completa da epistasia direta reduziu os desempenhos dos animais F2. Para as características de desmama, os animais F3 mostraram desempenhos ainda menores por causa do efeito epistático materno, máximo por suas mães serem F2. Os valores destas características estabilizaram-se, na geração F4, próximos aos do Nelore. Para as características de pós-desmama, os animais F3 foram superiores aos F2.

**PALAVRAS-CHAVE:** complementariedade, cruzamento, efeitos aditivos, epistasia, heterose, regressão de cumeeira

GENOTYPIC EFFECTS ON PRE- AND POSTWEANING PERFORMANCE ON AN HEREFORD X NELORE COMMERCIAL POPULATION AND BRAFORD  $\frac{1}{2}$  ADVANCED GENERATION PREDICTIONS

**ABSTRACT** – Estimates of genotypic effects on average daily gain, conformation, early finishing and musculosity scores at weaning and at yearling, and scrotal circumference, from Hereford x Nelore animals were obtained for ridge regression. Performances from consecutive generations of a Braford  $\frac{1}{2}$  were predicted based on these estimates, with respect to purebred Hereford and starting out of Nelore cows at latitude 23°S. F1 animals benefited from the total individual heterosis and the maternal additive effect. The full individual epistasis expressed on F2 animals reduced the performance of these animals. For pre-weaning traits, F3 animals showed even lower performance from full maternal epistatic effects expressed by F2 dams. Performances stabilized on F4 generation near the Nelore values. For post-weaning traits, F3 animals were better than F2.

**KEYWORDS:** additive effects, complementarity, crossbreeding, epistasis, heterosis, ridge regression

### INTRODUÇÃO

Evidências de efeitos epistáticos sobre características de produção, em cruzamentos entre *Bos indicus* e *Bos taurus*, foram encontradas por Arthur et al. (1999), Fries et al. (2000) e Demeke et al. (2003a,b). De acordo com os autores, efeitos epistáticos são importantes na constituição do genótipo animal e sua adição aos programas de avaliação genética poderia melhorar as estimativas dos valores genéticos de animais mestiços ou provenientes de cruzamentos.

Piccoli et al. (2002) observaram existência de efeitos aditivos, de complementariedade, de heterose e de epistasia, diretos e maternos, sobre o ganho pré-desmama de populações Hereford x Nelore. De acordo com estes autores e com resultados de Pimentel et al. (2003), a adição dos componentes epistáticos ao modelo tornou mais evidente a observação da heterose, e parte dos efeitos de heterose que estariam sendo estimados pelos modelos aditivo-dominante, poderiam ser originados da complementariedade, a qual seria resultado da interação de efeitos aditivos\*aditivos entre as raças.

Obter estimativas confiáveis dos parâmetros envolvidos no cruzamento e, a partir delas, prever o desempenho dos genótipos cruzados, é um passo importante no delineamento de um programa de cruzamento. Este estudo teve como objetivo estimar efeitos genéticos aditivos e não

aditivos sobre características pré e pós-desmama de populações Hereford x Nelore, e utilizar estas estimativas para prever os desempenhos de cinco gerações da formação do Braford ½.

### **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram utilizados dados de desmama e de pós-desmama de 109.303 animais de diferentes composições genéticas entre o Hereford (H) e o Nelore (N), pertencentes a 29 rebanhos, de produtores associados da Conexão Delta G e localizados entre as latitudes 14°S e 31,5°S, nos estados brasileiros de Mato Grosso, Goiás, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. As características avaliadas foram: ganho médio diário do nascimento à desmama (GMD), conformação (CD), precocidade (PD) e musculatura (MD) na desmama, ganho médio diário da desmama ao sobreano (GMS), conformação (CS), precocidade (PS), musculatura (MS) e perímetro escrotal (PE) ao sobreano. Grupos de contemporâneos de desmama foram obtidos pela concatenação de: fazenda do nascimento e da desmama, retiro, lote, ano e estação de nascimento, sexo e grupo de manejo na desmama. Informações adicionais referentes ao período de pós-desmama foram utilizadas para a composição dos grupos de contemporâneos de pós-desmama. Animais de diferentes composições genéticas compunham os grupos de contemporâneos.

Os dados de cada característica foram ajustados de acordo com os efeitos ambientais observados significativos sobre as mesmas e, após absorção do efeito de grupos de contemporâneos, estas foram avaliadas por modelos que continham como covariáveis os efeitos genéticos aditivos e não aditivos. Para analisar a influência dos efeitos genéticos aditivos direto (aa) e materno (am), foram consideradas as frações de genes de Nelore nas composições genéticas dos animais e de suas mães, respectivamente. Valores de heterozigose direta (Ha) e materna (Hm), calculados de acordo com Bertoli (1991) e de epistazigose direta (Ea) e materna (Em), de acordo com Fries et al. (2000), foram utilizados para avaliar os efeitos de heterose e epistasia. Efeitos de complementariedade direta (Aaz) e materna (Amz) foram avaliados de acordo com os valores obtidos pelas equações:  $Aaz = aa*(1,0-aa)$  e  $Amz = am*(1,0-am)$ , descritas por Piccoli et al. (2002).

Análises de regressão linear múltipla foram realizadas pelo procedimento "Reg" do SAS (SAS,1998), com e sem a aplicação da técnica de regressão de cumeeira. A aplicação da regressão de cumeeira consistiu na adição de uma constante  $k=0,06$  (Piccoli et al., 2000) aos elementos da diagonal da matriz de correlações das variáveis independentes. Nas análises realizadas para as características de pós-desmama GMS, PE ajustado para idade (PEi) e para idade e peso (PEip) foram excluídos os componentes maternos, sem efeitos significativos sobre o fenótipo dos animais.

Predições do desempenho de cinco gerações consecutivas (Nelore, F1, F2, F3 e F4) na formação do Braford ½, em relação à utilização de animais Hereford puros (quando todos os coeficientes regressores/covariáveis têm valor zero) foram realizadas considerando-se uma população inicial de fêmeas Nelore e touros Hereford. As mudanças ocorridas em cada característica e em cada geração foram calculadas de acordo com as estimativas dos efeitos genotípicos obtidas. As predições foram representadas graficamente como desvios percentuais da média fenotípica da população estudada e como se situadas numa latitude média (23°S).

### **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O emprego da técnica de regressão de cumeeira ( $k=0,06$ ) fez com que os coeficientes de regressão dos efeitos genotípicos sobre cada característica fossem alterados, em comparação às análises que não consideraram esta técnica. Em alguns casos houve mudanças de sinais e os valores dos coeficientes foram quase sempre reduzidos, porém valores biologicamente mais coerentes e maior número de efeitos significativos foram observados. O componente aditivo materno passou a apresentar efeito significativo sobre MS, a complementariedade materna sobre CS e MS, a heterose direta sobre CS, PS e MS, a heterose materna sobre GMD, CD, MD, CS e PS, a epistasia direta sobre GMS e CS e a epistasia materna sobre PS e MS (Tabela 1). Fatores de inflação da variância (FIV) altos foram observados nas análises que não consideraram regressão de cumeeira, sendo que a presença de efeitos maternos em alguns modelos tornou estes FIV ainda mais acentuados. Estimativas com e sem o emprego desta técnica geraram valores preditos semelhantes (Figura 1).

Animais N revelaram superioridade em GMD (Figura 1-A2) de 12,88% da média, em relação ao H puro, o que deveu-se, principalmente, ao efeito genético aditivo materno. Para a geração F1, a superioridade predita de 20,15% da média beneficiou-se da heterose direta e, principalmente, do efeito aditivo materno. Animais F2 apresentaram superioridade de 14,76% da média em função da manifestação completa dos efeitos de heterose e de complementariedade maternas, apesar do efeito

epistático direto. Com expressão, também, da epistasia materna completa, além da redução da expressão da heterose materna, o GMD da geração F3 foi de 9,45% da média. A estabilização ocorreu nos animais F4, acima do H mas, inferior ao N.

As características CD, PD e MD apresentaram comportamentos muito semelhantes aos obtidos para o GMD, ao longo das gerações, exceto por animais F2 apresentarem desempenhos em PD e MD, próximos ou superiores aos dos F1, respectivamente, o que ocorreu em função dos altos efeitos de heterose direta e materna observados sobre estas características. Efeitos aditivo e de complementariedade diretos negativos sobre PD revelam a tendência para a terminação mais tardia do N e para a atribuição de maiores escores de PD a animais que mais se aproximem do biótipo taurino.

Em função do efeito direto negativo, animais N apresentaram GMS de -4,8% da média (Figura 1-E2). A heterose direta na geração F1, fez com que seu valor predito alcançasse superioridade de 10,37% da média. Para a geração F2, o valor predito de GMS (-4,67% da média) aproximou-se ao do N, pela expressão completa da epistasia direta. A partir da geração F3, com a redução na expressão da epistasia, GMS estabilizou-se em -2,09% da média. CS, PS e MS revelaram comportamentos, ao longo das gerações, muito próximos aos do GMS, exceto pela influência de alguns efeitos maternos propagados. O forte efeito aditivo direto negativo sobre PS voltou a reforçar o carácter tardio os animais N (Figura 1-G2). Animais F3 apresentaram valores preditos de PS e MS levemente superiores aos observados para os animais F2 devido à redução na expressão do efeito epistático direto, alto sobre estas características.

Embora não significativo, observou-se efeito negativo da heterose direta sobre a característica PEip, possivelmente, pelo desenvolvimento ponderal do animal receber maiores efeitos de dominância do que o testicular, já que para PEi este efeito foi positivo. Resultados semelhantes foram observados por Gregory et al. (1991) e Teixeira et al. (2002).

As curvas dos valores preditos de PEip e de PEi foram muito semelhantes (Figura 1-I2 e J2, respectivamente) e apresentaram-se negativos em relação ao H. Para os animais N, em função do efeito aditivo direto negativo (mais acentuado sobre PEi), os valores preditos de PEip e de PEi foram -6,0% (associado à reprodução mais tardia dos zebuínos) e -8,64% da média, respectivamente. Para os animais F1 estes valores foram superiores aos do N, em função dos efeitos de complementariedade e de heterose diretas, para PEip e PEi, respectivamente. Animais F2 apresentaram seus desempenhos bastante reduzidos em PEip e PEi, em função dos altos efeitos de epistasia direta. Efeitos epistáticos negativos poderiam, também, estar relacionados ao alto percentual de animais sintéticos rejeitados em exames andrológicos. A estabilização de PEip e PEi ocorreu com valores próximos ao do N, a partir da geração F3.

### CONCLUSÕES

Efeitos não aditivos puderam ser observados ao se reduzir os efeitos da multicolinearidade entre os componentes do modelo, com regressão de cumeieira. Os efeitos de complementariedade foram tão importantes quanto os demais nas predições das gerações cruzadas. Efeitos epistáticos influenciaram negativamente os níveis de produção de animais cruzados após a segunda geração de acasalamentos.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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. **Livest. Prod. Sci.**, v. 57, p. 231-241, 1999
- DEMEKE, S.; NESER, F.W.C.; SCHOEMAN, S.J. Early growth performance of *Bos taurus* x *Bos indicus* cattle crosses in Ethiopia: evaluation of different crossbreeding models. **J. Anim. Breed. Genet.**, v. 120, p. 39-50, 2003a.
- DEMEKE, S.; NESER, F.W.C.; SCHOEMAN, S.J. Early growth performance of *Bos taurus* x *Bos indicus* cattle crosses in Ethiopia: estimation of individual crossbreeding effects. **J. Anim. Breed. Genet.**, v. 120, p. 245-257, 2003b.
- FRIES, L.A. et al. Evidence of epistatic effects on weaning weight in crossbred beef cattle. **Asian-Aus. J. Anim. Sci.**, v. 13, p. 242, 2000.
- PICCOLI, M. L. et al. Additive, complementarity (additive\*additive), dominance, and epistatic effects on preweaning weight gain of hereford x nelore calves. In.: WORLD CONGRESS ON GENETICS

APPLIED TO LIVESTOCK PRODUCTION, 7., 2002, Montpellier. **Proceedings ...** Montpellier: Organising Committee, 2002, v. 32, p. 275-278.

PIMENTEL, E.C.G. et al. Efeitos da inclusão de epistasia e complementariedade em modelos de avaliação genética em bovinos de corte. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS. CD-Rom.

TABELA 1. Coeficientes de regressão dos efeitos genotípicos sobre as características ganho médio diário do nascimento à desmama (GMD), Conformação (C), Precocidade (P) e Musculatura (M) à desmama (D) e no sobreano (S), e Perímetro Escrotal ajustado para idade (PEi) e para idade e peso (PEip) de populações Hereford x Nelore, pela técnica de regressão de cumeira

Caract	Parâmetros estimados – k=0,06 <sup>b</sup>								
	l	aa	Am	Aaz	Amz	Ha	Hm	Ea	Em
GMD	0,00000	-0,02570*	0,11701**	-0,06692*	0,12110**	0,05535**	0,05182**	-0,03413*	-0,02878*
CD	-0,00003	0,00292	0,41701**	0,04737	0,31373**	0,12416**	0,13865**	-0,02389	-0,05427*
PD	-0,00007	-0,25513*	0,55601**	-0,29453*	0,22020*	0,13815**	0,05087	0,18052**	-0,10971*
MD	-0,00004	-0,08039*	0,42723**	0,01393	0,43514**	0,10796**	0,15008**	0,02449	-0,15275*
GMS	-0,00000	-0,01788*		-0,10430*		0,07363**		-0,01917*	
CS	-0,00001	-0,21964*	0,09180	0,29858	0,34873*	0,35038**	0,12170*	-0,36291*	-0,16507*
OS	-0,00001	-0,35217*	0,00569	0,35669	0,27114	0,34767**	0,14991**	-0,42044*	-0,11175*
MS	-0,00001	-0,14300*	0,13095*	0,61870**	0,42142*	0,24550**	0,21594**	-0,48735*	-0,13640*
PEip	-0,00000	-1,68386*		0,35870		-0,50215		-1,27280*	
PEi	0,00000	-2,44852*		-1,19249		0,61873		-1,77674*	

\*\* P<0,001 \* P<0,01 \* P<0,05

<sup>b</sup> l, aa, am, Aaz, Amz, Ha, Hm, Ea e Em correspondem ao intercepto e às estimativas dos efeitos genéticos aditivos, de complementariedade, heterótico e epistático, diretos e maternos, respectivamente.

FIGURA 1. Predições para o Nelore, F1, F2, F3 e F4, da formação do Braford $\frac{1}{2}$ , em porcentagem da média das populações estudadas, a partir de vaca zebu, em relação ao Hereford e na latitude 23°S.  $k=0^{(a)}$  e  $k=0,06^{(b)}$  são as constantes usadas na regressão de cumeira. Características: A1- Ganho Médio Diário do Nascimento à Desmama (GMD $^{(a)}$ ), A2- GMD $^{(b)}$ , B1- Conformação (CD $^{(a)}$ ), B2- CD $^{(b)}$ , C1- Precocidade (PD $^{(a)}$ ), C2- PD $^{(b)}$  e D1- Musculatura (MD $^{(a)}$ ), D2- MD $^{(b)}$ , na desmama, E1- Ganho Médio Diário da Desmama ao Sobreano (GMS $^{(a)}$ ), E2- GMS $^{(b)}$ , F1- Conformação (CS $^{(a)}$ ), F2- CS $^{(b)}$ , G1- Precocidade (PS $^{(a)}$ ), G2- PS $^{(b)}$  e H1- Musculatura (MS $^{(a)}$ ), H2- MS $^{(b)}$ , no sobreano, I1- Perímetro Escrotal Ajustado para Idade e Peso (PEip $^{(a)}$ ), I2- PEip $^{(b)}$ , J1- Perímetro Escrotal Ajustado para Idade (PEi $^{(a)}$ ), J2- PEi $^{(b)}$ .

