

INFLUÊNCIAS MATERNAS SOBRE O CRESCIMENTO ATÉ UM ANO DE IDADE EM BOVINOS GUZERÁ

II. HERDABILIDADES E CORRELAÇÕES GENÉTICAS ENTRE EFEITOS DIRETOS E MATERNOS¹

MARIA CRISTINA MEDEIROS MAZZA², CARMEM SILVA PEREIRA³ e CLEUSA GRAÇA FONSECA⁴

RESUMO - Utilizaram-se dados de bovinos da raça Guzerá, pertencentes à fazenda Canoas, município de Curvelo, MG, referentes a 635 bezerros – 380 machos e 255 fêmeas – filhos de 26 touros e 194 vacas. Estimaram-se a correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos e as herdabilidades dos efeitos genéticos diretos (h^2_{MIP} e h^2_{MIM}), materno (h^2_{Am}) e total (h^2_t). As estimativas de h^2_{MIP} foram de 0,15, 0,23 e 0,25, e h^2_{MIM} foram de 0,29, 0,10 e 0,23 para os pesos ao nascimento, à desmama, e aos 205 e 365 dias de idade, respectivamente. Para todas as características, as h^2_{MIM} apresentaram valores superiores aos de h^2_{MIP} . Para o peso à desmama, h^2_{Am} (0,81) foi superior a h^2_{MIP} (0,23). A correlação genética entre os efeitos direto e materno foi positiva para o peso ao nascimento e negativa para os pesos aos 205 e 365 dias, o que indica a existência de antagonismo genético entre os efeitos direto e materno sobre os pesos aos 205 e, em menor proporção, aos 365 dias de idade, e a necessidade de considerar os efeitos maternos nos procedimentos de seleção para maximizar as respostas genéticas.

Termos para indexação: gado de corte, Zebu, características de desempenho, melhoramento animal, seleção.

MATERNAL INFLUENCE FROM BIRTH TO YEARLING IN GUZERÁ CATTLE. II. HERITABILITIES AND GENETIC CORRELATIONS BETWEEN DIRECT AND MATERNAL EFFECTS

ABSTRACT - Data collected at the Canoas Farm (State of Minas Gerais, Brazil), from 635 Guzerá calves – 380 males and 255 females – out of 26 bulls and 194 cows, were analyzed. The analysis consisted of estimating correlations between genetic direct and maternal effects and the heritabilities of the direct effects (h^2_{MIP} and h^2_{MIM}), maternal effects (h^2_{Am}) and total heritability (h^2_t). The h^2_{MIP} were 0.15, 0.23 and 0.25 and h^2_t were 0.29, 0.10 and 0.23 for birth, weaning and yearling weight, respectively. The h^2_{Am} (0.81) was bigger than h^2_{MIP} (0.23), for weaning weight. The genetic correlations between direct and maternal effects was positive for birth weight and negative for 205 and 365-days weight, indicating genetic antagonism between those effects for weaning weight, and, in smaller proportion, for yearling weight and the necessity to consider maternal effects in selection procedures to maximize genetic responses.

Index terms: beef cattle, Zebu, performance traits, animal breeding, selection.

INTRODUÇÃO

As características de desempenho pré-desmama são, por vezes, utilizadas como critério de seleção em bezerros destinados para a reposição do rebanho. A influência do ambiente materno sobre estas características e a possibilidade da existência de antagonismo genético entre os efeitos diretos e maternos introduzem considerações especiais na interpretação dos componentes de variância, nas estimativas

¹ Aceito para publicação em 17 de abril de 1990

Extraído da dissertação apresentada pela primeira autora, como um dos requisitos ao grau de Mestre em Zootecnia, área de concentração Melhoramento Animal, UFMG, Belo Horizonte, MG.

² Zootec., M.Sc., EMBRAPA/Centro de Pesquisa Agropecuária do Pantanal (CPAP), Caixa Postal 109, CEP 79300 Corumbá, MS.

³ Eng^o Agr^o, Ph.D., Prof^o, Dep. de Zoot. da Esc. de Vet. da UFMG, Caixa Postal 567, CEP 31270 Belo Horizonte, MG.

⁴ Biol., M.Sc., Prof^o, Dep. de Zoot. da Esc. de Vet. da UFMG.

de herdabilidade e na escolha de procedimentos de seleção adequados para a formulação de planos ótimos de melhoramento animal.

Há muito tem-se procurado entender o papel relativo do genótipo e do ambiente na expressão dos fenótipos. Um pai influencia a sua descendência somente através dos genes que ele transmite em seus espermatozoides; uma fêmea pode influenciar sua descendência tanto através da amostra de genes, que transmite em seus óvulos, como pelo ambiente materno que ela propicia. A contribuição da mãe, nos genes transmitidos, é a mesma que a do pai, exceto para os genes ligados ao sexo. Pode-se dizer, então, que o crescimento pré-desmama, em mamíferos, é influenciado pelo genótipo do próprio indivíduo (efeitos genéticos diretos), pelo genótipo da mãe para as características maternas e pelos correspondentes efeitos ambientais, podendo a expressão do genótipo da fêmea ser considerada como influência ambiente para a cria (Willham 1963).

Apreciações das estimativas de herdabilidades encontradas na literatura, com base na constituição genética total (h^2_T) (Dickerson 1947, citado por Deese & Koger (1967) e Willham 1963), nos efeitos diretos (h^2_{AO}), obtidos de relações entre diferentes tipos de parentes e dos efeitos maternos (h^2_{Am}) dão idéia da importância destes últimos, particularmente em relação ao peso à desmama (Koch & Clark 1955 abc, Hill Junior 1965, citado por Hohenboken & Brinks 1971, Deese & Koger 1967, Hohenboken & Brinks 1971, Vesely & Robinson 1971, Mavrogenis et al. 1978); não só as estimativas da herdabilidade materna são maiores que a dos efeitos diretos, obtidos através de famílias de meios-irmãos paternos, como os valores elevados da herdabilidade dos efeitos diretos, estimada através de famílias de meios-irmãs maternas, quase sempre superiores à unidade, confirmam a relevância dos efeitos maternos, mesmo sobre os pesos ao nascimento e a um ano de idade.

O melhoramento das características de importância econômica, nas várias espécies de animais domésticos, depende do uso adequado

da variação genética. O conhecimento das herdabilidades das características e das correlações genéticas, considerando as influências maternas, é necessário para que a variação genética seja utilizada eficientemente.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas as observações de 635 bezerros – 380 machos e 255 fêmeas – nascidos no período de 1971 a 1981, filhos de 26 touros e 194 vacas, pertencentes à fazenda Canoas, município de Curvelo, Minas Gerais.

O rebanho utilizado consistiu de animais registrados e controlados da raça Guzerá. A escolha de novilho(as), que permaneceram no rebanho, levou em consideração as características raciais, conformação e peso à desmama. Alimentação, cuidados sanitários e manejo geral foram descritos por Mazza (1984).

Os pesos ao nascer, aos 205 e aos 365 dias de idade, foram analisados pelo método dos quadrados mínimos, com números desiguais nas subclasses (Harvey 1975).

As herdabilidades dos efeitos diretos foram estimadas a partir das análises de variância, covariância ou regressão, de acordo com os seguintes métodos:

1. Famílias de meios-irmãos paternos

$$h^2_{MIP} = \frac{1}{R_{xx'}} \cdot \frac{\sigma_s^2}{\sigma_s^2 + \sigma_w^2}$$

2. Famílias de meios-irmãos maternos

$$h^2_{MIM} = \frac{1}{R_{xx'}} \cdot \frac{\sigma_d^2}{\sigma_d^2 + \sigma_w^2}$$

3. Regressão intra-touro dos descendentes sobre as mães

$$h^2_{OD} = \frac{2 [SP_{D(ZY)}]}{SQ_{D(ZZ)}}$$

4. Regressão do descendente sobre o pai

$$h_{OS}^2 = \frac{2 \sum XY - \frac{\sum X \sum Y}{N}}{\sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{N}}$$

onde: R_{xx} = coeficiente de parentesco;
 $\sigma_s^2, \sigma_d^2, \sigma_w^2$ = variâncias atribuídas às diferenças entre touros, vacas e indivíduos, respectivamente;
 SP_D e SQ_D = soma de produtos e soma de quadrados obtidas na análise de covariância entre o peso do bezerro (y) e o peso da mãe (z);
 x = peso do pai.

A herdabilidade baseada nos efeitos genéticos maternos (h_{Am}^2) foi calculada segundo a expressão:

$$h_{Am}^2 = \frac{\sigma_{Am}^2}{\sigma_p^2}$$

onde: σ_{Am}^2 = variância atribuída aos efeitos maternos;
 σ_p^2 = variância fenotípica.

Dickerson (1947), citado por Deese & Koger (1967) definiu a herdabilidade baseada na constituição genética total (h_t^2), para características influenciadas pelo ambiente materno, como a regressão da soma dos valores genéticos aditivos sobre o valor fenotípico, que, segundo Willham (1963), é:

$$h_t^2 = \frac{\sigma_{Ao}^2 + 1,5\sigma_{AoAm} + 0,5\sigma_{Am}^2}{\sigma_p^2}$$

onde: σ_{Ao}^2 = variância atribuída aos efeitos genéticos aditivos diretos;
 σ_{AoAm} = covariância entre os efeitos genéticos aditivos diretos e maternos.

A correlação entre os efeitos genéticos diretos e maternos foi calculada com base na seguinte fórmula:

$$r_{AoAm} = \frac{\sigma_{AoAm}}{\sigma_{Ao} \cdot \sigma_{Am}}$$

onde: σ_{Ao} = desvio padrão dos efeitos genéticos diretos;
 σ_{Am} = desvio padrão dos efeitos genéticos maternos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A herdabilidade calculada pela correlação intra-classe de meios-irmãos paternos (h_{MIP}^2) constitui uma estimativa da proporção da variância fenotípica total, que é devida à ação direta dos efeitos aditivos dos genes, que contribuem para determinada característica. As estimativas de h_{MIP}^2 para peso ao nascer, e para os 205 e 365 dias de idade, utilizando-se este método, apresentaram valores de 0,15 ± 0,09, 0,23 ± 0,11, respectivamente (Tabela 1), mais baixos que os geralmente encontrados na literatura (Vesely & Robison 1971).

As herdabilidades estimadas através da análise de famílias de meios-irmãos maternos (h_{MIM}^2) foram de 0,74 ± 0,18; 0,93 ± 0,18 e 0,60 ± 0,18 para os pesos ao nascer, e para os 205 e 365 dias de idade, respectivamente (Tabela 1). Estes valores provavelmente estão superestimados, pois além da variância genética aditiva direta (σ_{Ao}^2), que está presente no componente de touro calculado pela análise de meios-irmãos paternos, incluem a variância materna (σ_{Am}^2), a do ambiente permanente (σ_{Ep}^2) e a covariância entre efeitos genéticos diretos e maternos (σ_{AoAm}^2), que são multiplicados por quatro para o cálculo da herdabilidade. As correlações intra-classe estimadas por este método podem ser denominadas de repetibilidade, quando consideradas como uma característica da vaca e não do bezerro (Koch & Clark 1955a).

A herdabilidade do peso aos 205 dias (Tabela 1) estimada pela regressão pai-filho (h_{OS}^2) foi menor do que a obtida através da análise de famílias de meios-irmãos paternos (h_{MIP}^2), o que contraria as observações de Koch & Clark (1955ab). Este fato pode ser atribuído à covariância negativa entre os efeitos genéticos diretos e maternos (σ_{AoAm}), o que concorda com as observações de Hohenboken & Brinks (1971). Os valores de 0,18 e 0,22 de h_{OS}^2 dos pesos ao nascer e aos 365 dias de idade, respectivamente, foram semelhantes aos de h_{MIP}^2 . Koch & Clark (1955ab) também encontraram valores semelhantes de h_{OS}^2 e h_{MIP}^2 para o peso ao nascer.

As herdabilidades baseadas na regressão mãe-filho (h_{OD}^2) foram de 0,33, 0,14 e 0,25 (Tabela 1) para os pesos ao nascer, aos 205 e 365 dias de idade, respectivamente. A primeira estimativa é coerente com a esperança teórica de que ela seja maior do que h_{MIP}^2 , uma vez que aquela contém a covariância entre efeitos diretos e maternos na proporção de 5/4, além de metade da variância genética materna. Para o peso aos 205 dias, porém, ocorreu uma diminuição de, aproximadamente, 40% em h_{OD}^2 quando comparada a h_{MIP}^2 , que pode ser atribuída ao valor negativo da covariância entre efeitos genéticos diretos e maternos (σ_{AoAm}) para esta característica,

TABELA 1. Estimativas de herdabilidades para peso a diferentes idades, de acordo com o método utilizado.

Herdabilidades	Pesos		
	ao nascimento	205 dias	365 dias
h_{MIP}^2	0,15	0,23	0,25
h_{MIM}^2	0,74	0,93	0,60
h_{OS}^2	0,18	0,06	0,22
h_{OD}^2	0,33	0,14	0,25
h_{Am}^2	0,07	0,81	0,16
h_t^2	0,29	0,10	0,23

concordando com as observações de Koch & Clark (1955b) e Vesely & Robison (1971).

A proporção da variação fenotípica devida aos efeitos genéticos maternos (h_{Am}^2) para o peso ao nascimento apresentou um valor de 0,07. Os efeitos genéticos maternos contribuíram bem mais para a variabilidade do peso aos 205 dias, o que mostra a grande importância da capacidade de produção de leite e da habilidade materna sobre a variação do peso dos bezerras à desmama, com h_{Am}^2 de 0,81, que é superior aos efeitos relatados por Deese & Koger (1967) e Hohenboken & Brinks (1971). O valor de h_{Am}^2 para o peso aos 365 dias (0,16) foi maior do que o obtido para o peso ao nascimento, e menor do que o estimado para o peso à desmama, o que sugere uma tendência de diminuição das influências genéticas maternas sobre as crias após a desmama, o que concorda com os relatos de Koch & Clark (1955abc).

A regressão da soma dos valores genéticos aditivos sobre o valor fenotípico, ou herdabilidade total (h_t^2), foi igual a 0,29 para o peso ao nascer, 0,10 para o peso aos 205 dias e 0,23 para o peso aos 365 dias (Tabela 1). Na primeira característica, h_t^2 superou em 93% h_{MIP}^2 . Em contraste, h_t^2 , para a segunda, foi 57% menor do que h_{MIP}^2 , o que mostra o efeito da covariância negativa na estimativa desta herdabilidade. No último caso, h_t^2 apresentou valor semelhante ao obtido para h_{MIP}^2 .

A Tabela 2 apresenta as correlações genéticas entre os efeitos diretos e maternos (r_{Om}). Para o peso ao nascimento, r_{Om} alcançou o valor positivo de 0,60, que pode ser considerado relativamente alto. Para as características medidas subsequentemente, as estimativas tornaram-se negativas, apresentando o valor de -0,83 para o peso aos 205 dias e -0,32 para o peso aos 365 dias. Correlações genéticas negativas desta natureza, porém de menor magnitude, foram encontradas por Koch & Clark (1955c), Deese & Koger (1967), Hohenboken & Brinks (1971).

Estas observações indicam a existência de antagonismo acentuado entre os efeitos gené-

TABELA 2. Correlações genéticas entre os efeitos direto e materno para pesos a diferentes idades.

	Pesos		
	ao nascimento	205 dias	365 dias
r_{om}	0,60	- 0,83	- 0,32

tivos diretos e maternos sobre o peso aos 205 dias e, de menor magnitude, sobre o peso aos 365 dias de idade.

A correlação genética negativa entre os efeitos diretos e maternos pode ser consequência de uma influência negativa direta das mães sobre a habilidade materna de seus descendentes fêmeas, através da super-alimentação (Mangus & Brinks 1971, Koch 1972).

CONCLUSÕES

1. Os efeitos genéticos diretos e maternos sobre os pesos aos 205 e 365 dias de idade são antagonicos.

2. Para o peso à desmama, a herdabilidade baseada na constituição genética total (h^2_t) correspondeu a 43% do valor do coeficiente de herdabilidade obtido pela correlação entre meios-irmãos paternos (h^2_{MIP}).

3. Programas de melhoramento estabelecidos com base nos valores de h^2_{MIP} , que não consideram os efeitos maternos, apresentarão provavelmente, resposta à seleção inferior à prevista, a partir da segunda geração.

4. Para maximização do ganho genético, os procedimentos de seleção necessitam considerar os componentes maternos, além dos diretos.

REFERÊNCIAS

DEESE, R.E. & KOGER, M. Maternal effects on preweaning growth rate in cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 26(2):250-3, 1967.

HARVEY, W.R. *Least-square analysis of data with unequal sub-class numbers*. Washington, Department of Agriculture, 1975.

HOHENBOKEN, W.D. & BRINKS, J.S. Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords. II. Partitioning of covariance between relatives. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 32(1):26-34, 1971.

KOCH, R.M. The role of maternal effects in animal breeding. VI. Maternal effects in beef cattle. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 35(6):1316-23, 1972.

KOCH, R.M. & CLARK, R.T. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. I. Correlation among paternal and maternal half-sibs. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 14(3):774-85, 1955a.

KOCH, R.M. & CLARK, R.T. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. II. Correlation between offspring and dam and offspring and sire. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 14(3):787-91, 1955b.

KOCH, R.M. & CLARK, R.T. Genetic and environmental relationships among economic characters in beef cattle. III. Evaluating maternal environment. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 14(3):979-96, 1955c.

MANGUS, W.L. & BRINKS, J.S. Relationships between direct and maternal effects on growth in Herefords. I. Environmental factors during preweaning growth. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 32(1):17-25, 1971.

MAVROGENIS, A.P.; DILLARD, E.U.; ROBISON, O.W. Genetic analysis of postweaning performance of Hereford bulls. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 47(5):1004-13, 1978.

MAZZA, M.C.M. *Estudo das influências maternas sobre o crescimento até um ano de idade em um rebanho Guzerá*. Belo Horizonte, Escola Veterinária da UFMG, 1984. Tese Mestrado.

VESELY, J.A. & ROBISON, O.W. Genetic and maternal effects on preweaning growth and type score in beef calves. *J. Anim. Sci.*, Champaign, 32(5):825-31, 1971.

WILLHAM, R.L. The covariance between relatives for characters composed of components contributed by related individuals. *Biometrics*, Washington, 19(1):18-27, 1963.