

MEL-029-ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DA ANÁLISE BIVARIADA NO MELHORAMENTO ANIMAL

ALFREDO RIBEIRO DE FREITAS(1)

(1)Pesquisador da Embrapa Pecuária Sudeste, Caixa Postal 339, CEP: 13560-970, São Carlos, SP.

RESUMO: É discutida a eficiência da análise bivariada (A_{bi}) em relação à univariada, considerando a herdabilidade bivariada, os valores genéticos preditos, os desvios-padrão do erro de predição e a acurácia das avaliações genéticas. Foi considerada a aplicação da análise em dados de pesos à desmama e aos doze meses e circunferência escrotal de bovinos Canchim da Embrapa Pecuária Sudeste e também resultados da literatura. A A_{bi} proporcionou contribuição significativa na estimativa dos parâmetros genéticos.

PALAVRAS-CHAVE: acurácia, herdabilidade multivariada, variância do erro de predição.

SOME CONTRIBUTIONS OF BIVARIATE ANALYSIS TO ANIMAL BREEDING

ABSTRACT: The efficiency of bivariate analysis compared to univariate analysis is discussed, considering the bivariate heritability, predicted breeding value, standard error of prediction and accuracy of genetic evaluations. The analysis was applied on body weight at weaning and at 12 months of age and scrotal circumference at 12 months of age of Canchim cattle from Embrapa Pecuária Sudeste and results from literature were also considered. The bivariate analysis showed significant contribution to estimation of genetic parameters.

KEYWORDS: accuracy, multivariate heritability, prediction error variance.

INTRODUÇÃO

O uso da análise bivariada envolvendo dois caracteres: x (auxiliar) e y (caracter objeto da seleção) permite explorar a correlação genética, fenotípica e ambiental entre eles, aumentando a precisão nas estimativas de parâmetros genéticos e a acurácia das avaliações (SCHNEEBERGER et al., 1992; CAMERON, 1977). Existem várias situações em que os caracteres x e y podem ser combinados para predizer o mérito genético dos animais: um caractere é avaliado no indivíduo e o outro nos parentes; os dois são avaliados no mesmo indivíduo; o mesmo caractere é avaliado no indivíduo como medidas repetidas, entre outras. No melhoramento de bovinos, os caracteres de importância econômica são a eficiência reprodutiva do rebanho e a taxa de crescimento dos animais; os primeiros são de difícil mensuração e de herdabilidade baixa; os segundos são de fácil obtenção e de herdabilidade média a alta. Recentemente, o perímetro escrotal dos machos tem sido incluído nos programas de melhoramento genético visando melhorar a eficiência reprodutiva dos rebanhos, pois além de apresentar herdabilidade de magnitude média, relaciona-se favoravelmente com a fertilidade dos machos e das fêmeas e apresenta correlação genética de média a alta com o peso corporal nos machos. Assim, o uso da análise bivariada pode ser vantajoso quando se deseja estudar reprodução e desenvolvimento corporal dos animais. O trabalho objetivou

mostrar o aumento da precisão e da acurácia das avaliações genéticas da análise bivariada em relação à análise univariada utilizando-se dados do peso à desmama, pesos e perímetro escrotal aos doze meses de idade de bovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Considerando-se os parâmetros envolvendo dois caracteres (x e y), tais como, repetibilidade (re), correlação fenotípica (rF), correlação genética (rA), correlação ambiental (rE), herdabilidades (h²) e variância fenotípica (σ²F), foram analisadas neste trabalho algumas propriedades da análise bivariada (A_{bi}). Segundo CAMERON (1997), para avaliar a eficiência da A_{bi} em relação à univariada (A_{uni}), as propriedades a seguir são importantes : a) quando se usam duas medidas repetidas por animal a σ²F é reduzida segundo o fator [(1+ re)/2σ²F]; b) rF pode ser obtida em função das herdabilidades dos caracteres x e y, por meio da

expressão $r_F = r_A h_x h_y + r_E \sqrt{(1-h_x^2)(1-h_y^2)}$; c) a herdabilidade bivariada (h²b) é dada por $h^2_{2y} [1+(h_x/h_y r_F)^2 / (1-R^2 F)]$; d) a eficiência (Ef) da A_{bi} em relação à A_{uni} é dada por $h_b/h_y [1+(h_x/h_y r_F)^2 / (1-R^2 F)]^{1/2}$.

Foram realizadas análises univariada e bivariada de dados do peso à desmama (y₁), peso (y₂) e circunferência escrotal (y₃) aos doze meses de idade de 6892 animais Canchim (incluindo a população base) nascidos de 1953 a 1996 na Embrapa Pecuária Sudeste, São Carlos, SP. As Equações do modelo animal (EM) utilizadas para as análises bivariada (y₁ e y₂; y₂ e y₃) foram:

$$\begin{bmatrix} \hat{\beta}_1 \\ \hat{\beta}_2 \\ \hat{a}_1 \\ \hat{a}_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'_1 r^{11} X_1 & X'_1 r^{12} X_2 & X'_1 r^{11} Z_1 & X'_1 r^{12} Z_2 \\ X'_2 r^{21} X_1 & X'_2 r^{22} X_2 & X'_2 r^{21} Z_1 & X'_2 r^{22} Z_2 \\ Z'_1 r^{11} X_1 & Z'_1 r^{12} X_2 & Z'_1 r^{11} Z_1 + A^{-1} g^{11} & Z'_1 r^{12} Z_2 + A^{-1} g^{12} \\ Z'_2 r^{21} X_1 & Z'_2 r^{22} X_2 & Z'_2 r^{21} Z_1 + A^{-1} g^{21} & Z'_2 r^{22} Z_2 + A^{-1} g^{22} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} X'_1 r^{11} y_1 + X'_2 r^{12} y_2 \\ X'_2 r^{21} y_1 + X'_2 r^{22} y_2 \\ Z'_1 r^{11} y_1 + Z'_1 r^{12} y_2 \\ Z'_2 r^{21} y_1 + Z'_2 r^{22} y_2 \end{bmatrix}$$

Nas EM, y_i, β_i, a_i, X_i Z_i, (i = 1,2) e A, referem-se a: vetores de observações, de efeitos fixos (Grupo contemporâneo, sexo e idade da vaca como covariável), de valores genéticos aditivos, matrizes de incidências e matriz de parentesco entre os animais, respectivamente. Os elementos iniciais das matrizes de variância-covariância genética aditiva (g_{ij}) e residual (R_{ij}) foram: g₁₁ = 347, g₁₂ = 335, g₂₂ = 389, g₃₃ = 2,1 g₂₃ = 17,3 r₁₁ = 467, r₁₂ = 299, r₂₂ = 568, r₃₃ = 5,0 e r₂₃ = 32,0.

A acurácia (rIA) associada a determinado animal e caráter foi obtida de (1-PEV/σ²a)^{1/2}, em que PEV é a variância do erro de predição, que corresponde aos elementos da diagonal da inversa das EM associados a determinado animal e caráter. As estimativas dos parâmetros genéticos foram obtidas de acordo o método da máxima verossimilhança livre das derivadas por meio do programa MTDFREML (BOLDMAN et al., 1993) utilizando-se precisão de 1,0E-9 para a convergência das estimativas de variâncias e covariâncias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A A_{bi} considerando y₁ e y₂; y₂ e y₃ ([Quadro 1](#)) produziu valores maiores para a variância genética aditiva, mantendo-se constante as variâncias e as covariâncias residuais, o que conduziu a herdabilidades maiores, quando comparada à A_{uni}. MEYER (1991) observou que com análise multivariada e, ainda, com a inclusão da matriz de parentesco entre os animais, variâncias e covariâncias genéticas são

estimadas mais apropriadamente. Analisando-se os valores do valor genético predito (PBV), desvio-padrão do erro de predição ($SEP=PEV^{1/2}$) e da acurácia (ria) ([Quadro 2](#)), verifica-se que a A_{bi} produziu médias de PBV e de ria maiores ($P < 0,05$) para os três caracteres, quando comparada à A_{uni}. Quanto ao SEP, a A_{bi} produziu valores menores apenas para o peso à desmama. Contudo, a análise conjunta de PBV, SEP e ria mostrou que a A_{bi} aumentou a eficiência na avaliação genética dos animais. Resultados da literatura também mostram maior eficiência da A_{bi} em relação à A_{uni}. Analisando-se os parâmetros genéticos dos trabalhos de FREITAS & VENCOVSKY (1993a,b) ([Quadro 3](#)), obtidos de vários métodos de estimação de componentes de variâncias, considerando-se pesos à desmama de bovinos Canchim como variável auxiliar (X) e peso aos doze meses (y) como caráter objeto da seleção, verifica-se que, mesmo nos casos em que a herdabilidade bivariada era similar à herdabilidade da variável auxiliar, a Ef variou de 46,0 a 100,0%. Quando a herdabilidade da variável auxiliar (peso à desmama) é inferior a da variável objetivo (peso aos doze meses), como no trabalho de FERRAZ FILHO (1998), considerando-se pesos de bovinos da raça Nelore, a Ef da A_{bi} em relação à A_{uni} é pelo menos igual.

CONCLUSÕES

A análise bivariada pode ser utilizada como uma ferramenta para aumentar a precisão e a acurácia da avaliação genética dos animais, quando comparada com a análise univariada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOLDMAN, K., KRIESE, L., VAN VLECK, L.D. *A manual for use of MTDFREML – A set of programs to obtain estimates of variances and covariances*. USDA-ARS, 1993.
2. CAMERON, N.D. *Selection indices and prediction of genetic merit in animal breeding*. Edinburg, UK: CAB International, 1997. 201p.
3. FERRAZ FILHO, P.B., SOBRINHO, E.B., SILVA, L.O.C., ALENCAR, M.M., SOUZA, J.C. Estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos para pesos na Nelore mocha em três regiões brasileiras. *Anais...XXXV Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. Botucatu. 27-31 jul. 1998.p.517-519
4. FREITAS, A.R. de, VENCOVSKY, R. Comparação de métodos para estimação de componentes de variâncias e parâmetros afins de múltiplos caracteres em bovinos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.28,n.4,p.453-463,abr,1993.
5. FREITAS, A.R. de, VENCOVSKY, R. Métodos de estimação de variâncias e parâmetros afins de caracteres de crescimento em bovinos. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.28,n.7,p.855-861, 1993.
6. MEYER, K. 1991. Estimating variances and covariances for multivariate animal models by restricted maximum likelihood. *Genet. Sel. Evol.*, 23(1): 67-83.
7. SCHNEEBERGER, M.; BARWICK, S.A.; CROW, G.H. et al. Economic indices using breeding values predicted by BLUP. *Journal of Animal Breeding and Genetics*, v.109, p.180-187, 1992.

QUADRO 1. Estimativas de parâmetros genéticos

Caráter	σ_{a1}^2	σ_a^2	σ_{e1a}	σ_{e1}^2	σ_a^2	σ_{e1a}	σ_{r1}^2	σ_{r1}^2	σ_{r1r1}	h^2	r_a
y ₁	334,1			642,3						0,34	
y ₂	372,1			823,2						0,31	
y ₃	2,1			5,2						0,29	
y ₁ -y ₂	341,3	402,9	330,1	639,4	434,9	837,5	980,7	765,0	1240,5	0,35;0,32	0,89
y ₂ -y ₃	373,0	2,4	6,2	823,7	45,8	5,2	1196,8	51,9	7,7	0,31;0,32	0,21

* i = 1,2 ou 3; j = 1,2 ou 3

QUADRO 2. Médias do valor genético predito (PBV), desvio-padrão do erro de predição (SEP) e acurácia (r_a) obtidas de análise univariada e bivariada e valor absoluto do teste t de Student

	y1			y2			y3		
	Univariada	Bivariada	t	Univariada	Bivariada	t	Univariada	Bivariada	t
PVB	4,3320	5,2709	3,62*	4,8272	6,9041	2,10*	0,0434	0,1333	7,44**
SEP	13,2604	13,2103	8,23**	14,5080	14,5338	1,04ns	1,3319	1,4057	21,13**
r_a	0,6797	0,6915	9,67**	0,6489	0,6826	40,47**	0,3319	0,3380	2,15*

ns não significativo; * (P < 0,05); ** (P < 0,01); SEP = (PEV)^{1/2}

QUADRO 3. Eficiência (Ef) da análise bivariada em relação à univariada

Autores	Método*	h_x^2	h_y^2	R_{Axy}	r_{rxy}	r_{Exy}	h_m^2	Ef
FREITAS & VENCOVSKY(1993a)	IHSM	0,80	0,48	0,92	0,71	0,45	0,70	1,46
	ML	0,72	0,39	0,99	0,71	0,45	0,71	1,81
	REML	0,69	0,37	0,99	0,71	0,61	0,72	1,96
FREITAS & VENCOVSKY (1993b)	H3	0,66	0,39	0,95	0,71	0,51	0,61	1,56
	IHSM	0,69	0,34	1,00	0,71	0,47	0,69	2,02
	ML	0,74	0,38	1,00	0,73	0,34	0,74	1,95
	REML	0,78	0,43	1,00	0,73	0,29	0,78	1,81

* IHSM, ML, REML, H3, GLM, indicam Método Iterativo Simples de Henderson, Máxima verossimilhança (ML), ML restrita, Método 3 de Henderson, procedimento de modelos lineares gerais do SAS