

BLUP Multicaracterística na Seleção Entre Famílias de Meios-Irmãos em Culturas Anuais

Fábio Moreira Sobreira¹, José Marcelo Soriano Viana², Marcos Deon Vilela de Resende³ e Vinícius Ribeiro Faria⁴

Resumo

Este estudo teve como objetivo comparar a acurácia e a eficiência da seleção entre famílias de meios-irmãos pelos métodos BLUP (Melhor Predição Linear Não-Viesada) multicaracterística, BLUP unicaracterística e seleção fenotípica. Dados de capacidade de expansão e produtividade de dois ciclos de seleção recorrente foram analisados. O delineamento experimental utilizado foi um látice simples. As análises estatísticas foram realizadas no software ASREML. O método BLUP multicaracterística apresentou maior acurácia e eficiência de seleção de famílias, principalmente em função da grande diferença (0,76) existente entre a correlação genética (-0,608) e a ambiental (0,1563) das características analisadas. Devido à maior acurácia apresentada esta metodologia deve ser vista como uma importante ferramenta para aumentar a resposta à seleção recorrente no melhoramento de plantas anuais.

Introdução

A predição acurada dos valores genéticos dos indivíduos candidatos à seleção é parte fundamental de qualquer programa de melhoramento. De maneira geral, os valores genéticos preditos não são iguais aos valores genéticos verdadeiros. A proximidade entre estes dois valores pode ser avaliada com base na estatística denominada acurácia (VAN VLECK et al., 1987), a qual é a correlação entre os valores genéticos preditos e os verdadeiros.

Normalmente a seleção dos indivíduos superiores é feita com base em várias características, as quais podem ser geneticamente e fenotipicamente correlacionadas. Viés de seleção pode ocorrer se tais características forem analisadas individualmente, principalmente se a seleção for baseada em níveis de seleção independentes (POLLAK et al., 1984; IM et al., 1989). Visando evitar este viés e obter predições dos valores genéticos mais precisas e acuradas, Henderson e Quaas (1976) propuseram uma extensão da metodologia de modelos mistos, denominada BLUP multicaracterística. Esta análise tende a apresentar maior acurácia por considerar simultaneamente um maior número de informações e utilizar as correlações genéticas e fenotípicas entre as características.

A seleção no melhoramento de plantas anuais tem sido feita em valores fenotípicos: médias fenotípicas na etapa da seleção entre progênies e valores fenotípicos individuais na etapa da seleção dentro de progênies visando à recombinação (HALLAUER e MIRANDA FILHO, 1995). Os métodos de seleção BLUP multicaracterística e BLUP unicaracterística podem ser alternativas mais eficientes nesse processo de seleção recorrente.

O objetivo deste estudo foi comparar a acurácia e a eficiência de seleção dos métodos BLUP multicaracterística, BLUP unicaracterística e seleção fenotípica, no melhoramento de plantas anuais empregando seleção entre famílias de meios-irmãos.

¹ Mestrando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: fabiomsobreira@yahoo.com.br

² Professor Associado do Departamento de Biologia Geral, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: jmsviana@ufv.br

³ Embrapa Florestas/Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Engenharia Florestal, 36570-000, Viçosa, MG, E-mail: marcos.deon@gmail.com

⁴ Doutorando em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Geral, Viçosa, MG, CEP 36570-000. E-mail: virfaria@yahoo.com.br

Apoio Financeiro: CAPES, CNPq e FAPEMIG.

Material e métodos

Dados experimentais

Dados de 196 famílias de meios-irmãos de dois ciclos de seleção recorrente da população de milho-pipoca Viçosa foram analisados para a seleção entre famílias. Os experimentos foram delineados como látice 14 x 14 simples e conduzidos em campo experimental da Universidade Federal de Viçosa, em Coimbra, Minas Gerais, nos anos agrícolas de 99/00 e 01/02. As seguintes características foram avaliadas em cada parcela experimental: estande final, produção (kg/ha), umidade dos grãos e capacidade de expansão (CE; ml/g), avaliada em pipoqueira de ar quente, utilizando amostras de 30 g. Comparou-se a seleção das 20 melhores famílias pelos métodos BLUP multicaracterística e unicaracterística considerando dois ciclos conjuntamente e seleção fenotípica com base na média de família, utilizando apenas o experimento do segundo ciclo.

Equações de modelos mistos: Múltiplas características

Para a predição BLUP das características avaliadas foi utilizado o seguinte sistema de equações de modelos mistos: (RESENDE, 2007)

$$\begin{bmatrix} X'R^{-1}X & X'R^{-1}Z \\ Z'R^{-1}X & Z'R^{-1}Z + G^{-1}A^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \alpha \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y \\ d \end{bmatrix}$$

As equações nos modelos escritas separadamente para cada característica são dadas por:

$$i'11 \quad i'21 \quad i'11 \quad i'11 \quad -1 \quad i'21 \quad i'11 \quad -1$$

Na predição dos efeitos aditivos o parentesco entre as progênes foi considerado pela matriz A de parentesco genético aditivo, sendo esta obtida de acordo com HENDERSON, 1976. Para a resolução das equações de modelos mistos apresentadas, os componentes de variância e covariância genéticos e não genéticos foram estimados por máxima verossimilhança restrita (REML). Foram realizadas também análises BLUP unicaracterística e seleção fenotípica visando comparar a acurácia e a eficiência de seleção das várias formas de seleção.

As acurácias (r_{AA}), das análises BLUP multicaracterística e BLUP unicaracterística foram obtidas a partir da expressão:

$$r_{AA} = \sqrt{1 - \left(\frac{PEV}{\frac{1}{4}\sigma_A^2} \right)}$$

em que PEV é a variância do erro de predição e equivale ao elemento da diagonal da inversa da matriz dos coeficientes, pertencente a determinado indivíduo e caráter.

A acurácia do método de seleção fenotípica foi obtida por meio da multiplicação da acurácia do BLUP multicaracterística, assumida como valor paramétrico, pela coincidência (%) entre as famílias selecionadas pelas análises multicaracterística e pela seleção fenotípica.

A eficiência de seleção em relação à análise fenotípica foi obtida pela razão entre as acurácias multicaracterística e seleção fenotípica, e unicaracterística e seleção fenotípica.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software ASREML (GILMOUR et al., 2002).

Resultados e Discussão

As estimativas da variância aditiva, variância residual e herdabilidade foram muito próximas entre as análises BLUP multicaracterística e unicaracterística (Tabela 1). Observou-se maior herdabilidade para produção do que para CE. O BLUP multicaracterística apresentou elevada acurácia quando comparado à seleção fenotípica e acurácia superior a obtida pelo BLUP unicaracterística, resultando em alta eficiência de seleção em relação à análise fenotípica e considerável eficiência de seleção frente à análise unicaracterística. A análise multicaracterística foi 10% superior ao BLUP unicaracterística para CE e 4% mais eficiente para produção, valores estes obtidos pela razão entre a acurácia multicaracterística e unicaracterística para cada variável. Independente da análise considerada maior acurácia foi obtida para produção e maior eficiência de seleção para CE. As análises BLUP

multicaracterística e unicaracterística foram 150% e 128% superiores à seleção fenotípica para CE e 82% e 75% superiores para produção. A correlação genética entre CE e produção foi negativa (-0,608), a correlação residual foi baixa (0,1563) e a correlação fenotípica foi praticamente nula (0,0668).

A maior acurácia e eficiência de seleção apresentadas pelo BLUP multicaracterística em relação à análise unicaracterística, é devida principalmente a grande diferença (0,76) existente entre a correlação genética (-0,608) e a ambiental (0,1563) (Tabela 1). Pois o incremento da acurácia proporcionado pela utilização do BLUP multicaracterística depende da diferença absoluta entre as correlações genéticas e ambientais das características. Quanto maior forem essas diferenças, maior será o incremento no valor da acurácia (SCHAEFFER, 1984; THOMPSON e MEYER, 1986).

Esses resultados corroboram com os obtidos por Bauer e Leon (2008) que simularam características com diferentes valores de herdabilidade e correlação, obtendo maior eficiência de seleção com o BLUP multicaracterística em relação às análises que consideraram apenas uma característica, principalmente quando a correlação entre as duas características era negativa.

Devido à maior acurácia apresentada esta metodologia deve ser vista como uma importante ferramenta para aumentar a resposta à seleção recorrente no melhoramento de plantas anuais.

Referências

BAUER, A. M.; LEON, J. Multiple-trait breeding values for parental selection in self-pollinating crops. *Theoretical and Applied Genetics*, v. 116, p. 235-242. 2008.

GILMOUR, A. R.; CULLIS, B. R.; WELHAM, S. J.; THOMPSON, R. *ASReml reference manual*. 2 Edition. Release 1.0. Biomathematics and Statistics Department – Rothamsted Research, Harpenden – England, 2002. 187 p.

HALLAUER, A. R.; MIRANDA FILHO, J. B. *Quantitative genetics in maize breeding*. 2ª ed. Iowa State Univ. Press, Ames. 1995. 468 p.

HENDERSON, C. R. Multiple trait sire evaluation using the relationship matrix. *Journal of Dairy Science*. v. 59, n. 4, p. 769-774. 1976.

HENDERSON, C. R.; QUAAS, R. L. Multiple trait evaluation using relatives records. *Journal of Animal Science*, v. 43, n. 6, p. 1188-1197. 1976.

IM, S.; FERNANDO, R. L.; GIANOLA, D. Likelihood inferences in animal breeding under selection: a missing-data theory view point. *Genetics Selection Evolution*, v. 21, p. 399-414. 1989.

POLLAK, E. J.; VAN DER WERF, J.; QUAAS, R. L. Selection bias and multiple trait evaluation. *Journal of Dairy Science*, v. 67, p. 1590-1595. 1984.

RESENDE, M. D. V. *Matemática e estatística na análise de experimentos e no melhoramento genético*. Colombo: Embrapa, 2007. 561 p.

SCHAEFFER, L. R. Sire and cow evaluation under multiple traits model. *Journal of Dairy Science*, v. 67, p. 1567-1580. 1984.

THOMPSON, R.; MEYER, K. A review of theoretical aspects in the estimation of breeding values for multi-trait selection. *Livestock Production Science*, v.15, p. 299–313. 1986.

VAN VLECK, L. D.; POLLAK, E. J.; OLTENACU, E. A. B. *Genetics for the animal sciences*. W.H. Freeman, New York. 391p.1987.

Tabela 1. Estimativas de Parâmetros Associados à Seleção Entre Famílias de Meios-irmãos.

Parâmetros	Multicaracterística (2 Ciclos)		Unicaracterística (2 Ciclos)		Seleção Fenotípica (Média de Família)	
	CE (mL/g)	Produção (kg/ha)	CE (mL/g)	Produção (kg/ha)	CE (mL/g)	Produção (kg/ha)
Variância Aditiva	4,58	400000	4,665	402792	2,6875	281462,4
Variância Residual	12,14	545000	12,1194	543374	8,7860	187782
Herdabilidade Média de progênie	0,1586	0,2684	0,1613	0,2704	0,1326	0,4283
Acurácia	0,7067	0,7727	0,6455	0,7460	0,2826	0,4250
Eficiência de Seleção ¹	2,50	1,82	2,28	1,75	1,00	1,00
Eficiência de Seleção ²	1,10	1,04	1,00	1,00	-	-
Correlação Genética		-0,608		-		-
Correlação Residual		0,1563		-		-
Correlação Fenotípica		0,0668		-		-

¹Eficiência de Seleção em relação à análise fenotípica (média de família)²Eficiência de Seleção em relação à análise BLUP unicaracterística.