

# Índice de seleção para escolha de populações segregantes de feijoeiro-comum

Flávia Ferreira Mendes<sup>(1)</sup>, Magno Antônio Patto Ramalho<sup>(1)</sup> e Ângela de Fátima Barbosa Abreu<sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup>Universidade Federal de Lavras, Departamento de Biologia, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: flvmendes2001@yahoo.com.br, magnoapr@ufla.br <sup>(2)</sup>Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: afbabreu@ufla.br

Resumo – Os objetivos deste trabalho foram determinar a viabilidade de uso de um índice de seleção baseado em somatório de variáveis padronizadas no melhoramento genético do feijoeiro-comum e identificar as populações segregantes mais promissoras em produtividade de grãos, porte da planta e resistência ao acamamento, simultaneamente. Foram avaliadas populações segregantes obtidas por cruzamentos em esquema de dialelo parcial (6x6). Os genitores utilizados foram divididos em dois grupos. No grupo I, foram utilizados genitores com grãos do tipo carioca, de porte semiereto a prostrado. No grupo II, foram utilizados genitores com porte ereto, porém com grãos fora do padrão comercial carioca. As gerações F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub> das combinações híbridas foram avaliadas em experimentos com delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e semeadura em novembro de 2007 e fevereiro de 2008, respectivamente. Os dados relativos à produtividade de grãos, à nota de porte e à nota de acamamento foram padronizados ( $Z_{ij}$ ) por parcela. A partir do somatório de  $Z_{ij}$ , obteve-se o índice de seleção para as três características conjuntamente. Constatou-se que o índice de seleção possibilita selecionar populações segregantes superiores, considerando simultaneamente a produtividade de grãos e as notas de porte e de acamamento. As populações segregantes CV III 8511 x BRS 7762 Supremo, CV III 8511 x RP 166 e CV III 8511 x RP 26 são indicadas para programas de melhoramento a fim de obter linhagens produtivas com plantas eretas e menor acamamento.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, dialelo parcial, padronização de variáveis, população segregante.

## Selection index for choosing segregating populations in common bean

Abstract – The objectives of this work were to determine the viability of using a selection index based on the sum of standardized variables in common bean breeding programs, and to identify the most promising segregating populations for grain productivity, plant growth habit and resistance to lodging simultaneously. Segregant populations obtained by crosses in partial diallel scheme (6x6) were evaluated. Parental genotypes were divided in two groups. Group I comprised parents of the carioca grain type, with semierect to prostrate growth habit. Group II comprised parental lines with erect architecture, but with grains not classified as the standard carioca type. The F<sub>2</sub> and F<sub>3</sub> generations of the obtained hybrid combinations were evaluated in randomized block design, with three replicates and sowing in November 2007 and February 2008, respectively. Data of grain yield, score for plant growth habit and score for lodging were standardized per plot ( $Z_{ij}$ ). The selection index for the three characters together was obtained from the  $Z_{ij}$  sum. This selection index makes it possible to choose superior segregating populations considering grain yield, scores for plant growth habit, and for lodging simultaneously. Segregating populations CV III 8511 x BRS 7762 Supremo, CV III 8511 x RP 166 and CV III 8511 x RP 26 are identified as promising for breeding programs for grain productivity, plant architecture, and resistance to lodging, simultaneously.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, partial diallel, variables standardization, segregating population.

## Introdução

Os programas de melhoramento do feijoeiro-comum no Brasil visam obter cultivares que associem alta produtividade de grãos a fenótipos favoráveis também para outros caracteres de interesse agrônomico e de mercado. O porte ereto e o menor acamamento das plantas estão entre as características consideradas importantes para os agricultores, pois facilitam a

colheita, tanto mecanizada quanto manual, e os demais tratamentos culturais. Por essa razão, a arquitetura da planta tem recebido grande atenção dos melhoristas (Collicchio et al., 1997; Cunha et al., 2005; Menezes Júnior et al., 2008).

As plantas de hábito de crescimento indeterminado, com ramificações e internódios curtos e, conseqüentemente, de porte mais ereto, apresentam menor produtividade de grãos do que aquelas com

ramificações e internódios mais longos, ainda que de mesmo hábito de crescimento. Contudo, é possível obter plantas que associem porte ereto, grãos de tamanho comercialmente aceitável e alta produtividade (Menezes Júnior et al., 2008).

Em programas de melhoramento para esses caracteres, é necessário identificar populações segregantes que possibilitem o sucesso da seleção. Na escolha dessas populações, existem métodos que auxiliam na decisão, como as metodologias de Jinks & Pooni (1976), estimativas dos parâmetros  $m+a$  e  $d$  do modelo genético e uso de cruzamentos dialélicos. Entre esses métodos, os cruzamentos dialélicos têm sido os mais empregados em várias espécies, inclusive no feijoeiro (Mendonça et al., 2002; Costa, 2006; Jung et al., 2007; Pereira et al., 2007).

Na seleção de linhagens e populações segregantes superiores, devem-se considerar vários caracteres conjuntamente. Entretanto, há dificuldade de encontrar genótipos com alelos favoráveis para todos os caracteres simultaneamente. Nesse sentido, a seleção simultânea de vários caracteres desejáveis é uma alternativa que pode aumentar a probabilidade de sucesso em um programa de melhoramento. Dessa forma, a seleção para mais de um caráter ao mesmo tempo tem sido realizada com o emprego de índices de seleção, que constituem um caráter adicional, estabelecido pela combinação linear ótima de vários caracteres (Bernardo, 2002; Cruz & Carneiro, 2003). Contudo, são escassos na literatura os relatos do emprego desses índices na escolha de populações segregantes a partir de cruzamentos dialélicos.

Os objetivos deste trabalho foram verificar a viabilidade do uso de um índice de seleção baseado em somatório de variáveis padronizadas no melhoramento genético do feijoeiro e identificar as populações segregantes mais promissoras em produtividade de grãos, porte da planta e resistência ao acamamento simultaneamente.

### Material e Métodos

Foram obtidas populações segregantes por meio de cruzamentos em esquema de dialélico parcial envolvendo dois grupos de parentais. No grupo I, foram utilizados seis genitores produtivos, com grãos do tipo carioca e hábito de crescimento entre os tipos II e III, com porte semiereto a prostrado (VC 3, BRSMG Majestoso, CV III 8511, MA II 2, MA II 22 e MA II 16). No

grupo II, foram utilizados seis genitores selecionados por apresentarem porte ereto, hábito de crescimento tipo II, porém com grão fora do padrão carioca (BRS 7762 Supremo, BRS Valente e Meia-noite, com grãos pretos; e RP 26, RP 133 e RP 166, com grãos tipo carioca, mas fora do padrão comercial).

As sementes da geração  $F_1$  das diferentes populações foram obtidas em março de 2007. Das 36 combinações possíveis, foram obtidas 28. Algumas combinações híbridas foram perdidas em razão da baixa taxa de fecundação entre os cruzamentos realizados. As populações  $F_2$  e  $F_3$  foram avaliadas em dois experimentos distintos, conduzidos no campo experimental do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (Ufla), no município de Lavras, MG. As sementes da geração  $F_2$  foram semeadas em novembro de 2007 (época das águas), e as da geração  $F_3$ , em fevereiro de 2008 (época da seca). Em ambos os experimentos, o delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições e parcelas constituídas por quatro linhas de 4 m de comprimento espaçadas por 0,5 m. Na semeadura, a adubação utilizada foi de 400 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 8-28-16 de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e, aos 20 dias após a emergência, de 200 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de amônio em cobertura. Foi realizado controle de plantas daninhas por meio de capina manual e irrigação por aspersão, sempre que houve escassez de precipitação.

As populações foram avaliadas quanto à produtividade de grãos (gramas por parcela), porte e acamamento. A avaliação do porte foi realizada por meio de escala de notas, modificada de Collicchio (1995). Essa escala variou de 1 a 9: a nota 9 referiu-se a planta do tipo II, ereta, com uma única haste e com inserção alta das primeiras vagens; a nota 1, a plantas do tipo III, completamente prostradas, com entrenós longos. A avaliação do acamamento também foi obtida por meio de escala de notas: a nota 9 referiu-se a plantas não acamadas e a nota 1, a plantas completamente acamadas. Na escala original, a nota 1 é referente ao fenótipo desejável e a nota 9, ao fenótipo indesejável. A inversão dessa escala foi feita para facilitar a interpretação do índice, no qual os maiores valores foram sempre os mais favoráveis.

As observações relativas a produtividade de grãos, notas de porte e notas de acamamento foram padronizadas por parcela, visando torná-las diretamente

comparáveis. A variável padronizada  $Z_{ij}$  foi obtida pelo seguinte estimador:  $Z_{ij} = (y_{ij} - \bar{y}_{.j})/s_j$ , em que  $Z_{ij}$  é o valor da variável padronizada da população  $i$  ( $i = 1, 2, \dots, 28$ ) na repetição  $j$  ( $j = 1, 2, 3$ );  $y_{ij}$  é a observação da variável da população  $i$  na repetição  $j$ ;  $\bar{y}_{.j}$  é a média geral da variável das 28 populações na repetição  $j$  e  $s_j$  é o desvio-padrão fenotípico da variável da repetição  $j$ .

Como a variável  $Z_{ij}$  assume valores negativos e positivos, foi somado o valor três às suas estimativas, para tornar impossível a ocorrência de valores negativos. Nesse caso, a média populacional, em vez de zero, passou a ser três. Após a padronização das variáveis, foi obtido o somatório  $Z_{ij} (\sum_{k=1}^3 Z_{ij})$  por parcela, que correspondeu ao somatório das três variáveis padronizadas. A variável  $(\sum_{k=1}^3 Z_{ij})$  foi utilizada como índice de seleção (índice  $Z$ ), no qual os maiores valores corresponderam ao índice favorável e os menores valores, ao índice desfavorável à seleção. Como o índice  $Z$  foi obtido por parcela, foi possível fazer a análise de variância para as demais características avaliadas.

As análises de variância individuais para as variáveis produtividade, nota de porte, nota de acamamento e índice  $Z$  foram realizadas considerando todos os efeitos do modelo como fixo, exceto o erro e a repetição. Posteriormente, procedeu-se à análise de variância conjunta para cada variável e envolvendo as duas gerações, de acordo com Ramalho et al. (2005). Para realizar as análises de variância, foi utilizado o

programa computacional MSTAT-C (1991). A análise dialélica foi realizada segundo o modelo IV de Griffing (1956), adaptado por Geraldi & Miranda Filho (1988), para os dialelos parciais, utilizando o método dos quadrados mínimos. Foram estimadas as variâncias dos efeitos e contrastes entre efeitos da capacidade geral e específica de combinação, de acordo com Cruz et al. (2004).

Para verificar a contribuição de cada variável padronizada ( $Z_{ij}$ ) no valor do índice  $Z$ , foram confeccionados gráficos nos quais cada eixo correspondeu a uma variável padronizada com a média geral igual a três em todos os casos. Esse procedimento foi realizado para as populações que apresentaram os maiores valores do índice  $Z$ , considerando a média das duas gerações.

## Resultados e Discussão

Constatou-se que a interação populações x gerações teve efeito significativo sobre o índice  $Z$  (Tabela 1). Esse resultado indica que, quando se consideram os três caracteres simultaneamente, o comportamento das populações não foi coincidente nas duas épocas de semeadura. A ocorrência de interação genótipo x ambiente para essas características é frequentemente relatada na literatura (Collicchio et al., 1997; Oliveira et al., 2006; Moreto et al., 2007; Pereira et al., 2009).

**Tabela 1.** Análise de variância conjunta, com decomposição de efeitos dialélicos para as características nota de porte, acamamento, produtividade de grãos e índice  $Z$  em feijoeiro-comum.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios			
		Porte	Acamamento	Produtividade	Índice $Z$
Bloco/gerações	4	14,92	25,34	288.104,07	0,00
Gerações (G)	1	81,51**	366,12**	2.528.397,99**	0,00
Populações (P)	27	6,33**	2,97*	141.147,91**	7,40**
CGC I	5	23,02**	6,55**	141.965,35*	22,96**
CGC II	5	2,26 <sup>ns</sup>	4,49*	249.183,46**	2,02 <sup>ns</sup>
CEC	17	2,61**	1,47 <sup>ns</sup>	109.132,32 <sup>ns</sup>	4,41 <sup>ns</sup>
P x G	27	3,54**	2,06 <sup>ns</sup>	124.535,80*	4,79*
CGC I x G	5	12,28**	3,83 <sup>ns</sup>	227.246,26**	10,27**
CGC II x G	5	0,23 <sup>ns</sup>	1,64 <sup>ns</sup>	183.662,77*	0,79 <sup>ns</sup>
CEC x G	17	1,95*	1,66 <sup>ns</sup>	76.936,73 <sup>ns</sup>	4,37 <sup>ns</sup>
Resíduo	108	1,24	1,59	70.679,46	2,82
Acurácia (%)	-	89,51	68,48	70,60	78,40
Médias $F_2$	-	4,23	3,76	1.507,62	9,00
Médias $F_3$	-	5,62	6,71	1.752,98	9,00
Médias gerais	-	4,92	5,24	1.630,30	9,00

<sup>ns</sup>Não significativo. \*\* e \*Significativo pelo teste F a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. GL, grau de liberdade; CGC, capacidade geral de combinação da população I ou II; CEC, capacidade específica de combinação.

Considerando o índice Z, a correlação entre as médias das populações nas duas épocas de semeadura foi de 0,22. Esse resultado é um complicador, uma vez que as populações com desempenho superior em uma época não foram necessariamente boas na outra, o que torna difícil a sua seleção e recomendação. Contudo, mesmo que a interação populações x gerações tenha sido significativa, as populações CV III 8511 x BRS 7762 Supremo e CV III 8511 x RP 166 mostraram-se superiores nas duas gerações (Tabela 2). Considerando a média dos dois experimentos, as populações CV III 8511 x BRS 7762 Supremo, CV III 8511 x RP 166 e CV III 8511 x RP 26 apresentaram as maiores médias do índice Z, e não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3). A alta estimativa do índice Z observada na população CV III 8511 x BRS 7762 Supremo se deve ao ótimo desempenho em termos de porte e acamamento dessa população, já que ela foi deficiente em termos de produtividade de grãos. Já nas populações CV III 8511 x RP 166 e CV III 8511 x RP 26, tal fato não ocorreu. Essas últimas mostraram-se muito mais

equilibradas na participação das três características componentes do índice Z (Figura 1).

Na decomposição do efeito de populações de acordo com o modelo genético de Griffing (1956), foi constatado teste F significativo em todas as características para o efeito da capacidade geral de combinação do grupo I (CGC I), isto é, entre os genitores não eretos (Tabela 1). Para a capacidade geral de combinação do grupo II (CGC II), somente foi detectada diferença significativa para nota de acamamento e produtividade de grãos. Para a capacidade específica de combinação (CEC), a significância foi observada somente para nota de porte. Esses resultados indicam que a formação de populações-base a partir de genitores superiores do grupo I (não eretos), considerando os três caracteres simultaneamente, é viável e esse procedimento pode proporcionar ganhos satisfatórios pela seleção de indivíduos em gerações segregantes.

Verificou-se, para o índice Z, que a soma de quadrados da CGC I correspondeu a 57,5% da soma de quadrados dos tratamentos, já a de CEC

**Tabela 2.** Médias das notas de porte e acamamento, produtividade de grãos (gramas por parcela) e índice Z das 28 populações avaliadas nas gerações F<sub>2</sub> e F<sub>3</sub><sup>(1)</sup>.

População	Geração F <sub>2</sub>				Geração F <sub>3</sub>			
	Porte <sup>(2)</sup>	Acamamento <sup>(3)</sup>	Produtividade	Índice Z	Porte	Acamamento	Produtividade	Índice Z
CV III 8511 x RP 26	5,0a	3,3a	2.193,3a	11,87a	7,7a	8,0a	1.420,0a	10,11b
CV III 8511 x RP 133	4,3a	3,7a	1.476,7b	8,79b	7,7a	6,0a	1.710,0a	9,55b
CV III 8511 x RP 166	5,0a	3,7a	1.786,7a	10,53a	8,3a	8,3a	1.640,0a	11,33a
CV III 8511 x BRS 7762 Supremo	6,3a	5,7a	1.363,3b	12,01a	8,7a	9,0a	1.560,0a	11,64a
CV III 8511 x BRS Valente	5,0a	4,7a	1.326,7b	9,42b	6,7a	6,7a	1.596,7a	9,15c
MA II 16 x BRS 7762 Supremo	3,3b	3,3a	1.430,0b	7,48b	3,7b	5,7a	1.950,0a	7,60e
MA II 16 x RP 166	3,7b	3,0a	1.265,0b	6,96b	3,3b	6,0a	1.673,3a	7,01e
MA II 16 x Meia-noite	5,0a	4,3a	1.245,0b	8,81b	5,0b	7,3a	1.806,7a	9,20c
MA II 16 x RP 26	3,7b	3,3a	1.583,3b	8,44b	4,3b	5,7a	2.026,7a	8,49d
VC 3 x BRS 7762 Supremo	3,3b	2,3a	1.523,3b	7,26b	4,3b	6,0a	1.880,0a	8,02d
VC 3 x RP 133	4,0b	3,0a	1.556,7b	8,23b	6,3a	7,0a	1.643,3a	9,25c
VC 3 x RP 26	3,7b	2,7a	1.436,7b	7,62b	4,7b	5,7a	1.650,0a	7,26e
VC 3 x BRS Valente	3,3b	3,0a	1.170,0b	6,51b	7,0a	6,7a	1.933,3a	10,29b
VC 3 x RP 166	3,7b	2,7a	1.490,0b	7,66b	7,3a	7,7a	1.430,0a	9,59b
MA II 22 x RP 166	3,0b	4,0a	1.520,0b	8,45b	5,0b	6,3a	1.433,3a	7,29e
MA II 22 x RP 26	5,0a	4,3a	1.533,3b	10,02a	5,7b	6,3a	1.856,7a	9,01c
MA II 22 x BRS 7762 Supremo	3,0b	3,7a	1.570,0b	8,15b	5,0b	6,0a	1.923,3a	8,76c
MA II 22 x BRS Valente	3,7b	3,3a	1.443,3b	8,23b	5,3b	7,0a	1.850,0a	9,46c
MA II 22 x RP 133	5,3a	4,3a	1.890,0a	11,89a	4,7b	4,3a	2.120,0a	7,83d
MA II 22 x Meia-noite	4,7a	4,7a	1.590,0b	9,91a	7,0a	7,7a	1.653,3a	10,10b
MA II 2 x RP 26	3,3b	3,3a	1.610,0b	8,41b	4,3b	7,0a	1.850,0a	8,95c
MA II 2 x BRS 7762 Supremo	4,7a	4,3a	1.680,0a	10,46a	4,0b	7,0a	2.123,3a	9,56b
MA II 2 x Meia-noite	5,3a	5,0a	1.200,0b	10,16a	4,7b	7,3a	1.543,3a	8,13d
MA II 2 x BRS Valente	5,3a	5,7a	1.790,0a	11,89a	2,7b	6,0a	1.896,7a	7,02e
BRSMG Majestoso x BRS Valente	3,0b	3,3a	1.336,7b	7,02b	4,7b	7,0a	1.893,3a	9,20c
BRSMG Majestoso x RP 166	4,7a	4,0a	1.353,3b	9,23b	6,3a	6,3a	1.543,3a	8,60d
BRSMG Majestoso x BRS 7762 Supremo	5,0a	4,0a	1.313,3b	9,10b	6,7a	6,7a	1.770,0a	9,81b
BRSMG Majestoso x RP 26	3,0b	2,7a	1.536,7b	7,35b	6,3a	7,3a	1.706,7a	9,78b

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Notas de 1 (plantas prostradas) a 9 (plantas eretas).

<sup>(3)</sup>Notas de 1 (plantas acamadas) a 9 (plantas não acamadas).

correspondeu a apenas 37,5%. Esse resultado possibilita inferir que, para essa variável, o controle genético foi predominantemente aditivo. Entretanto, a significância dos efeitos aditivos foi manifestada apenas entre os genitores do grupo I. A existência de efeitos aditivos

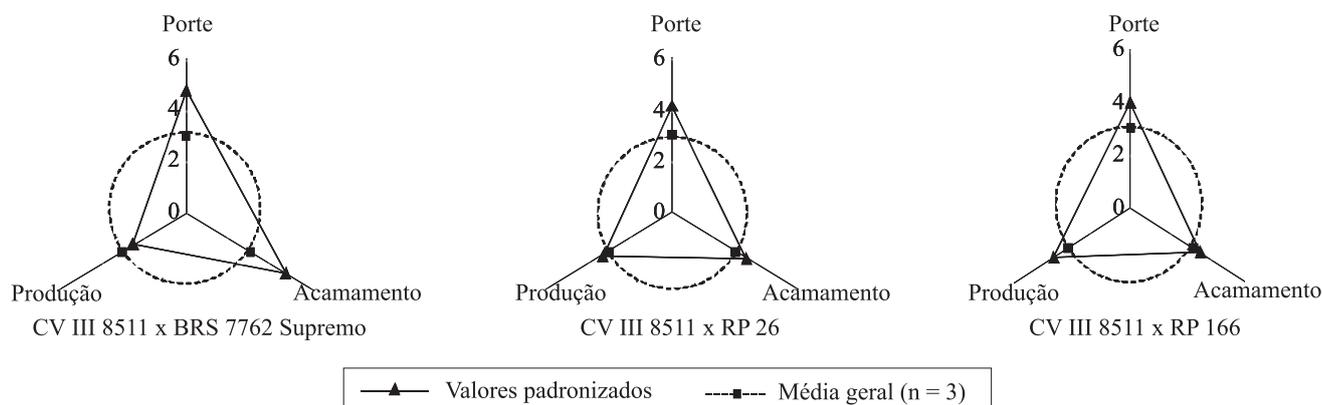
para as características envolvidas no referido índice pode ser constatada na Tabela 1. Há, na literatura, relatos de componentes de média ou variância que evidenciam a predominância dos efeitos aditivos nesses caracteres (Teixeira et al., 1999; Aguiar et al., 2000; Moreto et al.,

**Tabela 3.** Médias de duas gerações das notas de porte e acamamento, produtividade de grãos (gramas por parcela) e índice Z das 28 populações<sup>(1)</sup>.

População	Porte <sup>(2)</sup>	Acamamento <sup>(3)</sup>	Produtividade	Índice Z
CV III 8511 x RP 26	6,3b	5,7b	1.806,6a	10,99a
CV III 8511 x RP 133	5,0c	5,8c	1.525,8b	9,01c
CV III 8511 x RP 166	6,6b	6,0b	1.713,3a	10,93a
CV III 8511 x BRS 7762 Supremo	7,5a	7,3a	1.461,6b	11,83a
CV III 8511 x BRS Valente	5,8c	5,7b	1.461,6b	9,28c
MA II 16 x BRS 7762 Supremo	3,5d	4,5c	1.690,0a	7,54c
MA II 16 x RP 166	3,5d	4,5c	1.469,1b	6,99c
MA II 16 x Meia-noite	6,0c	4,8b	1.593,3b	9,17c
MA II 16 x RP 26	4,0d	4,5c	1.805,0a	8,46c
VC 3 x BRS 7762 Supremo	3,8d	4,2c	1.701,6a	7,64c
VC 3 x RP 133	5,0c	6,2c	1.371,6b	9,15c
VC 3 x RP 26	4,1d	4,2c	1.543,3b	7,44c
VC 3 x BRS Valente	5,1c	4,8c	1.551,6b	8,40c
VC 3 x RP 166	4,6c	5,0c	1.621,6b	8,57c
MA II 22 x RP 166	4,0d	5,2c	1.476,6b	7,87c
MA II 22 x RP 26	5,3c	5,3c	1.695,0a	9,55b
MA II 22 x BRS 7762 Supremo	4,0d	4,8c	1.746,6a	8,46c
MA II 22 x BRS Valente	4,5d	5,2c	1.646,6b	8,85c
MA II 22 x RP 133	5,0c	4,3c	2.005,0a	9,86b
MA II 22 x Meia-noite	5,8c	6,2b	1.621,6b	10,01b
MA II 2 x RP 26	3,8d	5,2c	1.730,0a	8,68c
MA II 2 x BRS 7762 Supremo	4,3d	5,7b	1.901,6a	10,01b
MA II 2 x Meia-noite	5,1c	5,0b	1.600,0b	8,74c
MA II 2 x BRS Valente	4,0d	5,8b	1.843,3a	9,48b
BRSMG Majestoso x BRS Valente	3,8d	5,2c	1.615,0b	8,11c
BRSMG Majestoso x RP 166	5,5c	5,2b	1.448,3b	8,92c
BRSMG Majestoso x BRS 7762 Supremo	5,8c	5,3b	1.541,6b	9,46b
BRSMG Majestoso x RP 26	5,5d	5,2c	1.460,0b	8,63c

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. <sup>(2)</sup>Notas de 1 (plantas prostradas) a 9 (plantas eretas).

<sup>(3)</sup>Notas de 1 (plantas acamadas) a 9 (plantas não acamadas).



**Figura 1.** Representação gráfica dos valores padronizados ( $Z_{ij}$ ) de porte, acamamento e produtividade de grãos das três populações que apresentaram maiores valores do índice Z, considerando-se a média das duas gerações.

2007). Contudo, a ocorrência de efeitos não aditivos, especialmente para produtividade de grãos, tem sido constatada em algumas situações (Teixeira et al., 1999).

Na decomposição da interação populações x gerações, verificou-se que apenas a interação CGC I x gerações foi significativa para o índice Z (Tabela 1). Embora essa interação tenha sido significativa, não houve mudança expressiva na classificação das estimativas da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ) entre os genitores do grupo I (Tabela 4). Por essa razão, foram apresentadas apenas as estimativas de valores de  $g_i$  na média das duas gerações. Considerando-se o índice Z, verificou-se que o genitor com maior capacidade geral de combinação foi o CV III 8511 (Tabela 4). Portanto, esse foi o genitor que apresentou melhor performance nas combinações híbridas de que participou, quando considerados os três caracteres simultaneamente.

Em relação às estimativas de CGC do grupo II, o genitor Meia-noite apresentou maior estimativa para acamamento; contudo, apresentou também menor estimativa de  $g_i$  para

produtividade. As maiores estimativas de valores de  $g_i$  para produtividade foram observadas para os genitores RP 133 e RP 26 (Tabela 4).

Em relação às estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) ( $s_{ij}$ ) para o caráter porte, verificou-se que 28% das estimativas foram significativamente diferentes de zero ( $p < 0,05$ ). As maiores estimativas para o porte foram obtidas pelas populações derivadas dos cruzamentos CV III 8511 x BRS 7762 Supremo, MA II 22 x RP 26, BRSMG Majestoso x BRS 7762 Supremo e VC 3 x BRS Valente (Tabela 5).

A CEC depende da divergência genética e dos efeitos de dominância. Dessa forma, espera-se que, quanto maior o valor de  $s_{ij}$ , maior a frequência de locos em heterozigose na população considerada. Subentende-se, assim, que os cruzamentos que apresentarem maiores estimativas de  $s_{ij}$  serão capazes de proporcionar maior variabilidade. Para o porte, a população com uma das maiores médias do índice Z, CV III 8511 x BRS 7762 Supremo, também apresentou maior estimativa de  $s_{ij}$  (Tabela 5). Portanto, é esperado que

**Tabela 4.** Estimativas da capacidade geral de combinação ( $g_i$ ) dos genitores do grupo I e grupo II, para as características notas de porte e acamamento, produtividade de grãos (gramas por parcela) e índice Z (médias das gerações  $F_2$  e  $F_3$ ).

Genitores	Porte	Acamamento	Produtividade	Índice Z
Grupo I				
CV III 8511	1,66**	0,82**	-51,68	1,38**
Ma II 16	-1,14**	-0,61**	36,31	-1,08**
VC 3	-0,04	-0,41*	-87,68*	-0,64**
Ma II 22	-0,22*	-0,10	76,95*	0,13
MA II 2	-0,74**	0,28	101,18**	0,15
BRSMG Majestoso	0,18	-0,03	-78,71*	-0,19
$\sigma_{(g_i)}$	0,15	0,18	36,92	0,23
$\sigma_{(g_i-g_j')}$	0,37	0,42	88,62	0,56
Grupo II				
RP 26	-0,15	-0,26	70,59*	0,00
RP 133	0,00	-0,62**	123,29**	0,18
RP 166	0,02	0,03	-95,83**	-0,02
BRS 7762 Supremo	-0,04	0,08	44,20	0,02
BRS Valente	-0,43	-0,02	1,36	-0,45
Meia-noite	1,06	0,96**	-195,39**	0,57
$\sigma_{(g_i)}$	0,15	0,18	36,92	0,23
$\sigma_{(g_i-g_j')}$	0,37	0,42	88,62	0,56

\*\* e \*Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.  $\sigma_{(g_i)}$  e  $\sigma_{(g_j)}$ , desvio-padrão associado aos efeitos de CGCI e CGCII, respectivamente;  $\sigma_{(g_i-g_j')}$  e  $\sigma_{(g_j-g_i')}$ , desvio-padrão associado aos contrastes entre efeitos de CGCI e CGCII, respectivamente.

**Tabela 5.** Estimativas da capacidade específica de combinação ( $s_{ij}$ ) para as notas de porte (média das gerações  $F_2$  e  $F_3$ ).

	RP 26	RP 133	RP 166	BRS 7762 Supremo	BRS Valente	Meia-noite
CV III 8511	-0,102	-0,584	0,059	0,954**	-0,327	-
MA II 16	0,373	-	-0,300	-0,238	-	0,164
VC 3	-0,568	0,283	0,592	-1,013**	0,706*	-
MA II 22	0,783*	0,301	-0,723*	-0,661*	0,225	0,075
MA II 2	-0,197	-	-	0,192	0,244	-0,239
BRS Majestoso	-0,289	-	0,371	0,766*	-0,848*	-

\*\* e \*Significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.  $\sigma_{s_{ij}} = 0,77$ ;  $\sigma_{(s_{ij}-s_{jk})} = \sigma_{(s_{ij}-s_{kj})} = 1,86$ .  $\sigma_{s_{ij}}$ , desvio-padrão associado aos efeitos de CEC;  $\sigma_{(s_{ij}-s_{jk})}$  e  $\sigma_{(s_{ij}-s_{kj})}$ , desvio padrão associado aos contrastes entre efeitos de CEC.

sejam derivadas dessa população as melhores linhagens com relação ao porte, pois ela associa média alta e grande número de locos em heterozigose e maior variância entre as linhagens nas gerações sucessivas ( $F_{\infty}$ ) (Abreu et al., 2002).

### Conclusões

1. O índice de seleção obtido por meio da padronização de variáveis possibilita selecionar populações segregantes superiores, considerando simultaneamente os caracteres produtividade de grãos, notas de porte e de acamamento.

2. As populações segregantes CV III 8511 x BRS 7762 Supremo, CV III 8511 x RP 166 e CV III 8511 x RP 26 associaram altos valores do índice de seleção e são, portanto, indicadas para programas de melhoramento com objetivo de obter linhagens produtivas, com plantas eretas e menor acamamento.

### Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, pelo apoio financeiro, e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão da bolsa de mestrado aos autores.

### Referências

- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos. Prediction of seed yield potential of common bean populations. **Genetics and Molecular Biology**, v.25, p.323-327, 2002.
- AGUIAR, A.M.; RAMALHO, M.A.P.; MARQUES JÚNIOR, O.G. Controle genético do "stay green" no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, v.47, p.155-167, 2000.
- BERNARDO, R. **Breeding for quantitative traits in plants**. Woodbury: Stemma, 2002. 368p.
- COLLICCHIO, E. **Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos**. 1995. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- COLLICCHIO, E.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.32, p.297-304, 1997.
- COSTA, M.N. **Análise dialélica das capacidades geral e específica de combinação utilizando técnicas uni e multivariadas e divergência genética em mamoneira (*Ricinus communis* L.)**. 2006. 155p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003. v.2, 585p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. v.1, 480p.

CUNHA, W.G. da; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Selection aiming at upright growth habit common bean with carioca type grains. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.5, p.379-386, 2005.

GERALDI, I.O.; MIRANDA FILHO, J.B. Adapted models for the analysis of combining ability of varieties in partial diallel crosses. **Revista Brasileira de Genética**, v.11, p.419-30, 1988.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Sciences**, v.9, p.463-493, 1956.

JINKS, J.L.; POONI, H.S. Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. **Heredity**, v.36, p.253-266, 1976.

JUNG, M.S.; VIEIRA, E.A.; SILVA, G.O. da; BRANCKER, A.; NODARI, R.O. Capacidade de combinação por meio de análise multivariada para caracteres fenotípicos em maracujazeiro-doce. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.689-694, 2007.

MENDONÇA, H.A. de; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Selection of common bean segregation populations using genetic and phenotypic parameters and RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p.219-226, 2002.

MENEZES JÚNIOR, J.A.N. de; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Seleção recorrente para três caracteres do feijoeiro. **Bragantia**, v.67, p.833-838, 2008.

MORETO, A.L.; RAMALHO, M.A.P.; NUNES, J.A.R.; ABREU, A. de F.B.A. Estimação dos componentes da variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico. **Ciência Agrotecnologia**, v.31, p.1035-1042, 2007.

MSTAT-C. **A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments**. East Lansing: Michigan State University, 1991.

OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E. de S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.257-265, 2006.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C. de; PELOSO, M.J. del; COSTA, J.G.C. da; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.29-37, 2009.

PEREIRA, H.S.; SANTOS, J.B. dos; ABREU, A. de F.B.; COUTO, K.R. Informações fenotípicas e marcadores microssatélites de QTL na escolha de populações segregantes de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.707-713, 2007.

RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 322p.

TEIXEIRA, F.F.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.D.B. Genetic control of plant architecture in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v.22, p.577-582, 1999.

Recebido em 5 de março de 2009 e aprovado em 27 de setembro de 2009