

ALTERNATIVAS NA SELEÇÃO DE PLANTAS DE FEIJOEIRO COM PORTE ERETO E GRÃO TIPO CARIOCA¹

MAGNO ANTONIO PATTO RAMALHO², LUIS HENRIQUE PIROLA³
e ÂNGELA DE FÁTIMA BARBOSA ABREU⁴

RESUMO - No feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), o porte ereto da planta e os grãos cor creme-clara com estrias marrons – tipo Carioca – são caracteres importantes na adoção das novas cultivares pelos agricultores. Como tem havido dificuldade em associar essas duas características, foram obtidas populações segregantes com diferentes frequências alélicas visando verificar qual a estratégia que deve ser utilizada com o intuito de melhorar a eficiência na seleção dessas características. Utilizaram-se as linhagens H-4 e H-15, que possuem bom tipo de grão, e a Carioca MG, que se destaca pelo porte ereto. Foram obtidas três populações segregantes para cada cruzamento, contendo 50% dos alelos da Carioca MG (geração F₂), 25% (F₁ do retrocruzamento com H-4 ou H-15) e 75% (F₁ do retrocruzamento com Carioca MG). Trinta e duas famílias de cada uma dessas frequências alélicas foram avaliadas em relação a esses dois caracteres, por meio de uma escala de notas, em dois anos: 1995 e 1996. Nos dois cruzamentos a maior frequência de famílias com porte ereto e grãos do tipo aceitável foi obtida na população com 25% dos alelos da Carioca MG, indicando que a melhor estratégia é retrocruzar com a cultivar que apresenta melhor tipo de grão. Contudo, mesmo nessa condição constatou-se que a frequência de plantas com os fenótipos desejáveis foi muito baixa.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, arquitetura da planta, tipo de grão, retrocruzamento.

ALTERNATIVES FOR SELECTION OF COMMON BEAN WITH UPRIGHT PLANT TYPE AND CARIOCA GRAIN TYPE

ABSTRACT - In common bean (*Phaseolus vulgaris* L.), upright plant type and light cream with brown stripe grain color – Carioca type – are important phenotypes in the cultivars to assure their acceptance by the growers. However, it has been some trouble to associate those phenotypes. So, it were obtained segregant populations with different allelic frequencies, aiming to check which one is better for improving the efficiency of selection of both traits. It were used the lines H-4 and H-15 that have the desired grain type, and the Carioca MG cultivar, that has upright plant type. Three segregant populations were obtained from each cross, with 50% of the alleles of Carioca MG (F₂ generation), 25% of the alleles of Carioca MG (F₁ generation from backcross with H-4 or H-15) and 75% of the alleles of Carioca MG (F₁ generation from backcross with Carioca MG). Thirty two families from each population with a particular allelic frequency were evaluated based on those two traits, using a note scale, during two years, 1995 and 1996. The highest frequency of families with upright plant type and acceptable grain type was selected from the population with 25% of Carioca MG allelic frequency. So the best strategy is to perform cross with the cultivar with the best grain type. However, even with that strategy it was verified that the frequency of families bearing the desired phenotypes was very low.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, plant architecture, grain type, backcross.

INTRODUÇÃO

A maioria dos programas de melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) tem como um dos principais objetivos a obtenção de plantas de porte ereto (Acquaah et al., 1992; Kornegay et al., 1992; Brothers & Kelly, 1993; Collicchio, 1995). A planta

¹ Aceito para publicação em 9 de junho de 1998.

² Eng. Agr., Dr., Universidade Federal de Lavras (UFLA), Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG.

³ Aluno do curso de Agronomia da UFLA. Bolsista do CNPq.

⁴ Eng. Agr., M.Sc., Embrapa/Epamig, Caixa Postal 176, CEP 37200-000 Lavras, MG.

ereta facilita os tratos culturais, reduz a incidência de algumas doenças, principalmente o mofo branco, uma vez que o maior arejamento não favorece o desenvolvimento do patógeno *Sclerotinia sclerotiorum* (Coyne, 1980), além de possibilitar a obtenção de grãos de melhor qualidade, pois reduz o contato das vagens com o solo úmido, e permitir a colheita mecanizada com menos perdas.

Em determinadas regiões do Brasil existe uma preferência dos agricultores e consumidores pelos grãos tipo Carioca, isto é, de tamanho médio e cor creme com estrias marron. As linhagens obtidas nos programas de melhoramento que possuem porte ereto apresentam grãos de menor tamanho, diferente do padrão Carioca (Abreu et al., 1990; Dias et al., 1992). Dificuldade em associar o porte ereto a um grão de tamanho médio também foi observada em outras oportunidades (Kelly & Adams, 1987; Brothers & Kelly, 1993; Collicchio, 1995), e pode estar relacionada à estratégia de melhoramento utilizada.

Sobre os caracteres dos grãos há informações a respeito do controle genético que possibilitam inferir a existência de vários genes envolvidos (Leakey, 1988). Quanto ao porte as informações são mais restritas, porém acredita-se que também estejam envolvidos vários genes. Linhagens que associem os caracteres desejáveis na sua intensidade máxima não são disponíveis. Eles estão separados em linhagens diferentes e a opção é realizar cruzamentos entre elas visando selecionar indivíduos que reúnam essas características de grão e porte. Na condução de programa dessa natureza um questionamento que surge é qual a estratégia para se obter uma população segregante que possibilite maior sucesso na seleção. Há pelo menos três possibilidades: utilizar uma população com 50% dos alelos de cada parental ou fazer o retrocruzamento, podendo assim obter populações com 25% ou 75% dos alelos, dependendo de qual linhagem foi usada como pai recorrente.

Como não foram encontradas informações a esse respeito, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de verificar qual a estratégia a ser utilizada para melhorar a eficiência na seleção de plantas de feijoeiro de porte ereto e com grãos de maior aceitação comercial.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados os seguintes cruzamentos: Carioca MG x H-4 e Carioca MG x H-15. Todas essas linhagens possuem grãos creme com estrias marron. A Carioca MG possui porte ereto, mas os grãos são menores e mais escuros que o padrão comercial. A H-4 e H-15 possuem grãos dentro do padrão comercial do tipo Carioca, mas a planta é decumbente. As plantas da geração F₁ foram autofecundadas para obter a F₂ e retrocruzadas com as linhagens parentais. Dessa forma foram obtidas para cada cruzamento três populações distintas em relação à frequência dos alelos da Carioca MG, isto é, 50% se proveniente da geração F₂, e 25 ou 75% dependendo da linhagem usada no retrocruzamento.

Todas as populações foram conduzidas pelo método massal por mais uma geração, sendo obtidas as gerações F₃ e F₂ de ambos os retrocruzamentos. Na colheita retiraram-se aleatoriamente de cada população 32 plantas, que deram origem a 32 famílias. Assim, para o cruzamento com H-4 ou H-15 foram obtidas 96 famílias, sendo 32 para cada uma das frequências alélicas.

Essas famílias foram avaliadas por duas gerações, juntamente com quatro testemunhas (Carioca MG, FT - Tarumã, Aporé e a linhagem parental H-4 ou H-15, dependendo do cruzamento), em experimentos distintos para cada cruzamento, instalados em Lavras, MG, em julho de 1995 e fevereiro de 1996. O delineamento experimental foi látice 10 x 10, com três repetições, e as parcelas foram constituídas por três linhas com 1 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m, com 15 sementes por metro de sulco. Empregaram-se 400 kg/ha da fórmula 4-14-8 no momento da semeadura e 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura. Nas duas épocas foram feitas irrigações quando necessário.

As seguintes características foram avaliadas: porte da planta (determinado próximo à colheita considerando a linha central da parcela, utilizando uma escala de notas de 1 a 5, em que: 1 - planta ereta com uma haste, poucas ramificações; 2 - planta ereta com algumas ramificações, guia curta; 3 - planta semiprostrada com ramificações, guia mediana; 4 - planta prostrada com ramificações, guia longa; 5 - planta completamente prostrada com muitas ramificações, guias muito longas; produção de grão em kg/ha; tipo de grão (verificado após a colheita por meio de uma escala de notas de 1 a 5, em que: 1 - típico grão Carioca: cor creme com estrias marron-claras, fundo claro, sem halo, peso médio de 100 sementes de 22 a 24 g, grãos não achatados; 2 - grão tipo Carioca com deficiência em uma das características mencionadas no padrão; 3 - grão tipo Carioca com deficiência em duas das características men-

cionadas no padrão; 4 - grão tipo Carioca com deficiência em três características mencionadas no padrão; 5 - creme com estrias marrom-escuras, fundo escuro, com halo, peso médio de 100 sementes menor que 22 g, grãos achatados).

A avaliação do porte e do tipo de grão foi feita por três avaliadores e na análise foi considerada a média desses três resultados. Todos os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, por cruzamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com relação ao porte da planta, uma das dificuldades para o estabelecimento de um parâmetro é a influência do ambiente na expressão do caráter, especialmente altas temperaturas e umidade. Nessas condições e em presença de dosagens mais elevadas de nitrogênio ou em solo com muita matéria orgânica, o desenvolvimento vegetativo das plantas é estimulado e mesmo aquelas que possuem na sua constituição alelos para o porte ereto, não manifestam o fenótipo desejado. Nesse trabalho as avaliações foram realizadas nas safras de outono-inverno, semeadura em julho, e das "secas", semeadura em fevereiro, na qual esperava-se que as condições favorecessem a discriminação das famílias com relação ao porte. Entretanto, mesmo assim o desenvolvimento vegetativo das plantas foi excessivo, dificultando a expressão do caráter. Tanto é assim que a Carioca MG, utilizada como genitor de porte desejado e empregada como testemunha nos ensaios recebeu nota média superior a 3,0 nas duas avaliações. Contudo, ainda foi possível identificar diferença significativa entre as famílias em ambas as safras (Tabela 1).

Uma outra dificuldade que tem sido encontrada se refere à influência da parcela vizinha no porte das plantas. Para atenuar esse efeito, utilizaram-se parcelas de três linhas, avaliando-se apenas a linha central. Pelos coeficientes de variação obtidos, 17,9% e 19,8% nos cruzamentos Carioca MG x H-15 e Carioca MG x H-4, respectivamente (Tabela 1), infere-se que o caráter foi avaliado com boa precisão.

Houve diferença significativa entre anos em ambos os caracteres, nos dois cruzamentos (Tabela 1). Observa-se, todavia, que quanto ao tipo de grão, embora tenha ocorrido diferença significativa, a diferença entre as médias das famílias foi muito pequena (Tabela 2). Vale ressaltar que esse é um caráter

qualitativo e pouco influenciado pelo ambiente e, portanto, não era esperada variação acentuada entre anos. O resultado também evidencia que ocorreu constância nas notas atribuídas pelos avaliadores nos dois anos, indicando que a avaliação por meio de notas é consistente. No caso do porte e, especialmente no cruzamento com a linhagem H-4, em 1996 as notas atribuídas foram maiores em função do desenvolvimento mais acentuado das plantas (Tabela 2), em decorrência da magnitude mais elevada de temperatura e umidade nesse ano em relação a 1995. Não ocorreu consistência nos resultados da análise de variância no que se refere às interações de famílias x safras, em ambos os caracteres. Contudo, mesmo quando a interação apresentou teste F significativo, não foi expressiva.

Como já foi salientado, nos dois cruzamentos foi detectada diferença significativa entre famílias em ambos os caracteres (Tabela 1). Também ocorreu diferença significativa entre famílias em cada proporção alélica e entre os níveis de frequências alélicas. Neste último caso constatou-se, como era esperado, que a nota de porte aumentou com a diminuição da frequência de alelos Carioca MG na população. Com a nota de grãos ocorreu o contrário (Tabela 2). Na média dos dois anos e considerando todas as frequências alélicas, no cruzamento Carioca MG x H-4 a nota de porte variou de 2,6 a 4,7, e a de grãos de 1,6 a 4,7. No outro cruzamento a variação foi de 2,6 a 4,8 em porte, e de 1,5 a 5,0 em grãos. Depreende-se, então, que há variabilidade suficiente para ambos os caracteres isoladamente, o que possibilita antever sucesso com a seleção.

Contudo, o que interessa é a seleção de plantas que associem bom porte e tipo de grão. O comportamento das famílias nesses dois caracteres é mostrado na Tabela 3. Como o tipo de grão para ser aceito comercialmente deve receber nota inferior a 2,5, esse foi o valor de referência para classificar os materiais como desejáveis ou não. Já para o porte foi considerada a nota média obtida pela linhagem parental Carioca MG em 1995, isto é, 3,2. Usando esse critério, nos dois cruzamentos a maior frequência de famílias com nota de porte e de grãos abaixo dos limites desejados foi obtida na população com 25% dos alelos da Carioca MG, evidenciando, pelo menos em princípio, que a melhor estratégia foi retrocruzar a geração

TABELA 1. Resumo das análises de variância das notas de porte e de grãos obtidas na avaliação de famílias com diferentes proporções alélicas, provenientes do cruzamento Carioca MG (CMG) x H-4 e Carioca MG x H-15.

Fonte de variação	GL	QM			
		Carioca MG x H-4		Carioca MG x H-15	
		Nota de porte	Nota de grão	Nota de porte	Nota de grão
Anos	1	54,740**	0,240*	4,892**	4,410**
Tratamentos	99	0,434**	1,780**	0,537**	1,762**
Famílias	95	0,436**	1,604**	0,546**	1,677**
Fam. 25% CMG	31	0,435**	0,804**	0,497**	1,651**
Fam. 50% CMG	31	0,265*	0,717**	0,714**	1,344**
Fam. 75% CMG	31	0,445**	1,502**	0,316**	1,214**
Entre níveis	2	2,970*	29,330**	2,300**	14,383**
Testemunhas	3	0,492*	5,626**	0,274	0,274
Test. vs famílias	1	0,082	6,940**	0,400	5,560**
Tratamentos x anos	99	0,232*	0,100*	0,163	0,198**
Famílias x anos	95	0,228*	0,103**	0,160	0,200**
Fam. 25% CMG x anos	31	0,157	0,135**	0,138	0,158
Fam. 50% CMG x anos	31	0,221	0,085	0,132	0,175
Fam. 75% CMG x anos	31	0,308	0,091	0,191	0,240**
Entre níveis x anos	2	0,200	0,105	0,467*	0,790**
Testemunhas x anos	3	0,411	0,015	0,320	0,320
Test. vs fam. x anos	1	0,020	0,039	0,020	0,280
Erro	369	0,175	0,063	0,142	0,126
Média		3,66	3,23	3,64	3,53
CVe (%)		19,8	13,5	17,9	15,9

* e ** Significativo, a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

TABELA 2. Médias das notas de porte e de grãos obtidas das diferentes freqüências alélicas da cultivar Carioca MG (CMG) nos anos de 1995 e 1996 e na média dos dois anos.

Populações	Freq. dos alelos da CMG (%)	Porte			Grão		
		95	96	Média	95	96	Média
(CMG x H-4) x CMG	75	2,9	4,0	3,4	3,9	3,9	3,9
(CMG x H-4)	50	3,1	4,3	3,7	3,0	3,2	3,1
(CMG x H-4) x H-4	25	3,4	4,3	3,9	2,5	2,6	2,6
Média		3,1	4,2	3,7	3,1	3,2	3,2
(CMG x H-15) x CMG	75	3,4	3,5	3,4	3,7	4,2	4,0
(CMG x H-15)	50	3,5	3,8	3,6	3,4	3,6	3,5
(CMG x H-15) x H-15	25	3,6	4,1	3,8	3,0	3,1	3,0
Média		3,5	3,8	3,6	3,4	3,6	3,5
Carioca MG		3,2	3,7	3,5	5,0	5,0	5,0
H-4		4,0	4,3	4,2	1,8	1,5	1,6
H-15		4,3	4,2	4,3	2,7	2,2	2,5

F₁ com a cultivar de melhor tipo de grão. No retrocruzamento com a Carioca MG, apenas uma família associou os fenótipos desejados. Dias et al. (1992) também verificaram que, no retrocruzamento no qual utilizaram como recorrente genótipo com porte ereto e tipo de grão fora do padrão comercial, é difícil obter genótipos associando as duas características.

Considerando todas as 96 famílias, observa-se que apenas quatro no cruzamento com H-4 e seis no cruzamento com H-15 apresentaram o tipo de planta e de grão almejado (Tabela 3). Uma hipótese que poderia explicar essa baixa frequência é a ligação dos

genes envolvidos no controle das duas características, conforme comentado por Kelly & Adams (1987). Entretanto, há na literatura relatos que essa ligação não ocorre (Kornegay et al., 1992; Malburg & Kelly, 1992; Brothers e Kelly, 1993; Collicchio, 1995). Uma outra explicação, sugerida por Collicchio (1995) é que esses caracteres devem ser controlados por vários genes e quando se considera os dois ao mesmo tempo a frequência de indivíduos com os fenótipos desejados é inferior ao de cada um isoladamente, em virtude de a ocorrência ser um produto de probabilidades de cada um deles separadamente.

TABELA 3. Número de famílias com diferentes frequências alélicas da cultivar Carioca MG (CMG), que apresentaram fenótipos desejáveis ou não quanto ao porte e tipo de grão. Dados médios de duas avaliações¹.

Cruzamento	Frequência alélica (%)	Porte	Tipo de grão		Total
			Desejável	Indesejável	
CMG x H-4	25	Desejável	3	0	3
		Indesejável	17	12	29
		Total	20	12	32
	50	Desejável	0	5	5
		Indesejável	6	21	27
		Total	6	26	32
	75	Desejável	1	13	14
		Indesejável	3	15	18
		Total	4	28	32
Total das famílias	Desejável	4	18	22	
	Indesejável	26	48	74	
	Total	30	66	96	
CMG x H-15	25	Desejável	3	4	7
		Indesejável	10	15	25
		Total	13	19	32
	50	Desejável	2	7	9
		Indesejável	3	20	23
		Total	5	27	32
	75	Desejável	1	11	12
		Indesejável	1	19	20
		Total	2	30	32
	Total das famílias	Desejável	6	22	28
		Indesejável	14	54	68
		Total	20	76	96

¹ Foram consideradas famílias com porte desejável as que receberam notas de 1,0 a 3,2 e indesejável de 3,3 a 5,0; famílias com tipo de grão desejável as que receberam notas de 1,0 a 2,5 e indesejável de 2,6 a 5,0.

Numa situação como essa a alternativa mais promissora seria que as famílias, identificadas como melhores, fossem intercruzadas para proceder um novo ciclo seletivo, ou seja, associar o retrocruzamento com o pai com melhor tipo de grão à seleção recorrente. Assim procedendo espera-se aumentar a chance de sucesso com a seleção de linhagens de porte ereto e tipo de grão com maior aceitação comercial (Fouilloux & Bannerot, 1988; Ramalho et al, 1993).

CONCLUSÃO

No melhoramento do feijoeiro visando a obtenção de plantas de porte ereto e grãos do tipo Carioca, a melhor estratégia é utilizar retrocruzamento para o pai com grãos dentro do padrão desejado e proceder a recombinação das melhores progênies selecionadas.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos. Seleção de progênies de feijoeiro de porte ereto resistentes à antracnose a partir do cruzamento 'Carioca 80' x 'Rio Tibagi'. *Ciência e Prática*, v.14, n.1, p.84-90, 1990.
- ACQUAAH, G.; ADAMS, M.W.; KELLY, J.D. Identification of effective indication of erect plant architecture in dry bean ideotype. *Crop Science*, v.31, p.261-264, 1992.
- BROTHERS, M.E.; KELLY, J.D. Interrelationship of plant architecture and yield components in the Pinto bean ideotype. *Crop Science*, v.33, p.1234-1238, 1993.
- COLLICCHIO, E. Associação entre porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos. Lavras: UFLA, 1995. 98p. Dissertação de Mestrado.
- COYNE, D.P. Modification of plant architecture and crop yield by breeding. *HortScience*, v.15, n.3, p.244-247, 1980.
- DIAS, D.A.; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. de F.B. Seleção de progênies de feijoeiro adaptadas ao cultivo no inverno do Sul de Minas Gerais na população Rio Tibagi x Carioca 300 V. *Ciência e Prática*, v.16, n.1, p.68-73, 1992.
- FOUILLOUX, G.; BANNEROT, H. Selection methods in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: GEPTS, P. (Ed.). *Genetics resources of Phaseolus beans*. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1988. p.503-541.
- KELLY, J.D.; ADAMS, M.W. Phenotypic recurrent selection in ideotype breeding of pinto beans. *Euphytica*, v.36, p.69-80, 1987.
- KORNEGAY, J.; WHITE, J.W.; CRUZ, O.O. de la. Growth habit and gene pool effects on inheritance of yield in common bean. *Euphytica*, v.62, p.171-180, 1992.
- LEAKEY, C.L.A. Genotypic and phenotypic markers in common bean. In: GEPTS, P. (Ed.). *Genetic resources of Phaseolus beans*. Dordrecht: Kluwer Academic Pub., 1988. p.245-327.
- MALBURG, M.E.; KELLY, J.D. Pinto bean for the midwest. *Annual Report Bean Improvement Cooperative*, v.35, p.15-16, 1992.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. *Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia: UFG, 1993. 271p.