

AVALIAÇÃO DOS PROGENITORES E LINHAS AVANÇADAS DE MELHORAMENTO DE FEIJÃO-DE-VAGEM DE CRESCIMENTO DETERMINADO¹

NILTON ROCHA LEAL², IBNOUF ALI HAMAD³ e FREDRICK BLISS⁴

RESUMO - Foram avaliadas 95 linhas avançadas de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.), originadas de cruzamento dialélico envolvendo os progenitores Green Isle (GI), Tempo (T), Bush Blue Lake 274 (BBL), Gala Green (GG) e Cascade (CAS). Os progenitores foram avaliados com base no comportamento das progênes. GI foi o melhor progenitor relativamente a progênes superiores em número de vagens por planta. Para peso de vagens por planta, peso individual das vagens, comprimento médio e número de linhas superiores ao melhor progenitor, BBL apresentou a melhor contribuição. As progênes de 'Cascade' apresentaram a maior variabilidade para peso de vagem por planta, enquanto GG liderou em número de progênes superiores aos valores médios dos progenitores para este caráter. 'Tempo' apresentou a menor incidência de cavidade interlocular das progênes, número de linhas que excederam o melhor progenitor, número de desvios padrões sobre o valor médio dos pais e também as melhores progênes para número de óvulos por vagem. Treze linhas excederam a produção em gramas por planta (g/pl) do melhor progenitor em 10%. A maior produção foi obtida na linha I do cruzamento GG x CAS, que superou em 40% o melhor progenitor.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, cruzamento dialélico, cavidade interlocular, segregação transgressiva, epistasia.

EVALUATION OF PARENTS AND ADVANCED BREEDING LINES OF BUSH TYPE SNAP BEAN

ABSTRACT - Ninety-five snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) breeding lines from five parents crossed in a diallel mating design were studied. The parental cultivars were Green Isle (GI), Tempo (T), Bush Blue Lake 274 (BBL), Gala Green (GG) and Cascade (CAS). The parental evaluation was based on progeny performance. GI was the best parent for number of lines which exceeded the best parent mean in number of pods per plant. BBL was the best parent for pod weight per plant, individual pod weight, pod length and number of lines exceeding the best parent. Cascade progenies showed the largest variability for pod weight per plant, while GG ranked first based on total number of standard deviations units over the mid parent for this trait. Tempo' had the lowest incidence of interlocular cavitation based on parental mean, progeny mean, number of lines that exceeded the best parent, number of deviations over mid parents and also the best progenies for ovule number per pod. Thirteen lines exceeded the best parent yield in gram per plant (g/pl) in at least 10%. Line I from GG x CAS showed the best yield exceeding the best parent by 40%.

Index terms: *Phaseolus vulgaris* L., diallel cross, interlocular cavitation, transgressive segregation, epistasis.

INTRODUÇÃO

Os melhoristas de plantas freqüentemente defrontam-se com a difícil tarefa de escolher os progenitores que formarão boas combinações para a produção de progênes superiores. Dois critérios gerais têm sido utilizados para seleção dos pais quando caracteres

quantitativos estão envolvidos: a escolha de pais com altos valores médios para a característica em estudo e a diversidade de "pedigree".

O uso de progenitores superiores em espécies autógamas nem sempre produz as melhores progênes. Harlan et al. (1940) avaliaram 379 cruzamentos em cevada, envolvendo 28 progênes, e os resultados indicaram que várias progênes superiores se originaram de cruzamentos entre progenitores que não eram superiores para as características analisadas. Isto sugere que a determinação da capacidade combinatória pode ser de grande utilidade.

A procura de aumento da produtividade e qualidade das olerícolas tem-se desenvolvido mais agressivamente nos últimos anos. Entretanto, o aumento de produção no grupo dos feijões em geral tem-se processado mais lentamente do que em outras culturas, como em cereais (Coyne 1968).

¹ Aceito para publicação em 5 de outubro de 1981. Trabalho baseado na tese realizada pelo primeiro autor, na Universidade de Wisconsin, USA, para a obtenção do grau de Ph.D., em 1978.

² Engº Agrº, Ph.D., EMBRAPA/PESAGRO-RIO, Estação Experimental de Itaguaí - Rodovia Rio São Paulo, km 47 - Antiga Rodovia Rio-São Paulo, CEP 23460 - Seropédica, RJ.

³ Prof. da Universidade da Nigéria, Lagos, Nigéria.

⁴ Prof. da Universidade de Wisconsin, Madison, WI, USA.

Nos últimos anos, têm-se efetuado, no Brasil, introduções de cultivares de feijão-de-vagem de crescimento determinado, principalmente cultivares anãs. Por diversos motivos - e entre estes a falta de tradição e de cultivares adequadas, principalmente no que se refere ao porte da planta -, a cultura ainda não alcançou um bom desenvolvimento. Entretanto, a obtenção de novas cultivares de feijão-de-vagem de porte determinado, de alta produtividade e boa qualidade de vagens constitui importante fator para o estabelecimento da cultura e possível substituição, em diversas localidades, das cultivares de crescimento indeterminado, em geral mais onerosas e que demandam maior volume de trabalho manual. Para fins industriais, em alguns países, onde o uso de colheitadeiras mecânicas é fator preponderante, as cultivares anãs ou semi-anãs constituem a principal exigência do sistema de produção. Entretanto, para consumo *in natura*, ainda se tem dado maior destaque, em vários países, inclusive no Brasil, às cultivares indeterminadas, estaqueadas, primordialmente em face da boa adaptação destas às diferentes regiões de plantio e razoável produtividade.

Recentemente, com o avanço dos trabalhos de melhoramento genético, tem sido possível o uso de cultivares determinadas para a produção de vagens para consumo *in natura*.

Para as condições de cultivo do Estado do Rio de Janeiro, o uso de cultivares de crescimento determinado representa uma grande oportunidade para o aumento da tecnologia na cultura, com incremento de produção e grande redução dos insumos. O período mais concentrado de florescimento e desenvolvimento das vagens apresenta a grande vantagem do tempo relativamente curto de uso da terra, com redução do número de colheitas, além de dispensar as operações caras, de estaqueamento.

MATERIAL E MÉTODOS

As 95 linhas estudadas foram inicialmente obtidas de cruzamentos realizados na Universidade de Wisconsin, Madison, envolvendo cinco cultivares, cruzadas entre si, que foram as seguintes: 'Green Isle' (GI) 'Tempo' (T), 'Bush Blue Lake 274' (BBL), 'Gala Green' (GG) e 'Casca-de' (CAS).

Os cruzamentos e o número de linhas F_6 utilizadas por cruzamento, foram os seguintes:

1. GI x T - 10	6. T x GG - 10
2. GI x BBL - 10	7. T x CAS - 9
3. GI x GG - 10	8. BBL x GG - 10
4. GI x CAS - 9	9. BBL x CAS - 10
5. T x BBL - 10	10. GG x CAS - 7

Sementes dos progenitores e linhas de melhoramento foram semeadas no sistema de "hill plots", distribuídas em blocos casualizados com três freqüências. Cada "hill plot" foi formada por nove plantas equidistantes 15 cm uma das outras num arranjo 3 x 3, conforme descrito por Bliss (1976). Uma freqüência se constitui de uma "hill plot" com nove plantas.

As características estudadas foram as seguintes:

1. Peso total das vagens por planta
2. Nº de vagens por planta
3. Comprimento das vagens
4. Peso individual das vagens
5. Número de óvulos por vagem
6. Incidência de cavidade interlocular

Todas as vagens colhidas foram armazenadas, durante as análises de laboratório, dentro de sacos de plástico, em câmara fria para manutenção de qualidade. As vagens foram classificadas em três grupos, de acordo com o diâmetro, sendo estes os seguintes: 1-3 (até 6,4 mm), 4 (6,4 - 8,0 mm) e 5 (maior que 8,0 mm).

Vagens da classificação 4 foram utilizadas para avaliação do peso médio individual, comprimento, número de óvulos e incidência de cavidade interlocular. A incidência de cavidade interlocular foi determinada cortando-se três vagens longitudinalmente e utilizando-se uma escala de notas de 0 a 5 (0 = nenhuma cavidade interlocular e 5 = severa incidência com base na freqüência e/ou tamanho das cavidades), de acordo com Hamaid (1975).

As análises foram realizadas de acordo com Griffing (1956a, b), Schaffer & Usanis (1969) e Stuthman & Stucker (1975).

Uma vez que é importante para os melhoristas que trabalham com linhas puras detectar os progenitores superiores o mais cedo possível no programa de melhoramento, o seu valor foi examinado de diferentes maneiras.

O primeiro critério foi determinar o número de desvios padrões pelos quais cada linha de melhoramento variou do valor médio dos pais em cada cruzamento e registrar o número total de desvios acima do valor médio dos progenitores para cada característica. O segundo procedimento foi determinar o número de progênies que foram superiores ao melhor progenitor em, pelo menos, 5,0%. Os outros procedimentos de classificação incluíram a média dos progenitores, média das progênies e os intervalos de variação para cada característica das progênies (Tabela 1).

Esta classificação de cultivares e progênies, de acordo com Stuthman & Stucker (1975), promove a medida da diversificação entre progenitores, presumindo que a variabilidade entre as linhas está associada com a diversificação genética entre os pais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os progenitores apresentaram, para os seis caracteres, os valores médios mostrados na Tabela 2.

A análise da variância, para os seis caracteres dos

TABELA 1. Classificação das cultivares e progênes.^a

Cultivares	Classificação				
	Do progenitor ^b	Das progênes F ₂			
		Quanto à média	Quanto ao nº de linhas superiores ao melhor pai	Quanto ao nº de desvios sobre a média dos pais	Quanto ao valor numérico dos intervalos das linhas/cruzamento
Peso/planta					
GI	3	4	4-5	4	5
T	2	5	4-5	5	4
BBL	1	1	1	3	3
GG	5	3	3	1	2
CAS	4	2	2	2	1
Nº de vagens/planta					
GI	3	2	1-2	3	2
T	1	5	5	5	5
BBL	4	4	3-4	4	3
GG	5	3	3-4	1	4
CAS	2	1	1-2	2	1
Comprimento das vagens					
GI	2	5	3	3	5
T	5	4	4-5	4	1
BBL	1	1	1	1	4
GG	3-5	2	2	2	3
CAS	3-5	3	4-5	5	2
Peso da vagem					
GI	5	5	3-4	3	4
T	1	4	3-4	5	1
BBL	3	1	1	1	2
GG	4	2	2	2	3
CAS	2	3	5	4	5
Nº de óvulos					
GI	2	5	5	5	5
T	3	1	1	1	2
BBL	4-5	4	3	3	1
GG	4-5	3	2	2	3
CAS	1	2	4	4	4
Cavidade interlocular					
GI	2	3	3	4	2
T	1	1	1	1	5
BBL	5	5	4-5	3	1
GG	4	2	2	2	4
CAS	3	4	4-5	5	3

^a Baseada em Stuthman & Stucker (1975).

^b Igualdade de classificação indicada por dois números.

^c Valor numérico total dos intervalos das linhas/cruzamento.

progenitores, indicou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade somente para incidência de cavidade interloocular. Embora os progenitores representassem diversos tipos, com base na utilização para processamento industrial, a variabilidade genética para os caracteres estudados foi limitada. Uma vez que a variabilidade genética foi limitada em função das pequenas diferenças das médias, qualquer variação útil entre as progênies resultaria de recombinação genética, segregação transgressiva e expressão de variância aditiva ou epistática em gerações avançadas.

A análise de correlação de Spearman, como indicada por Conover (1971), aplicada aos dados da Tabela 1, mostrou resultados significativos entre os métodos de avaliação dos progenitores, através de suas progênies. A melhor associação foi entre a média das progênies e o número de linhas superiores ao

melhor pai, para o peso e número de vagens por planta e incidência de cavidade interloocular.

A análise de variância entre as 95 linhas F_6 , resultantes do intercruzamento de cinco cultivares, mostrou a existência de substancial variação em virtude de diferenças entre cruzamentos e entre linhas dentro de cruzamentos (Tabela 3).

As dez melhores linhas foram selecionadas com base em cada um dos seis caracteres estudados (Tabela 4). Para a produção (g/planta), treze das 95 linhas F_6 ultrapassaram o melhor progenitor em, pelo menos, 10% (Tabela 5).

A presença de variação significativa entre linhas sugere que ganhos úteis podem ser obtidos selecionando-se as melhores linhas F_6 .

Neste estudo, a variabilidade entre progenitores foi pequena; entretanto, pela análise das progênies, veri-

TABELA 2. Valores médios obtidos para os seis caracteres dos progenitores.

Cultivar	Gramas por planta	Vagens				
		Número por planta	Comprimento (cm)	Peso unitário (g)	Número de óvulos	Número de cavidades interlooculares
Green Isle	93,1	12,4	12,8	5,4	7,0	1,8
Tempo	93,3	14,6	13,7	6,3	6,8	0,3
BBL 274	96,7	11,3	13,9	5,9	6,1	4,8
Gala Green	55,6	9,2	13,7	5,7	6,1	2,7
Cascade	70,3	12,8	13,7	6,1	7,2	2,2

TABELA 3. Valores dos quadrados médios da análise da variância de linhas F_6 de melhoramento originadas de 5 x 5 cruzamentos dialélicos.

Fontes de variação	GL	Peso/pl (g)	Vagens/pl (nº)	Comp. de vagem (cm)	Peso de vagem (g)	Óvulos (nº)	Cavidade interloocular (nº)
Bloco	2	2364,60	35,76	0,76	1,03	1,45	6,68
Cruzamento	9	3084,75**	53,79**	19,36**	5,55**	3,83**	22,62**
Cruzamento/Bloco	18	800,19	15,72	0,64	0,38	0,30	1,39
Linhas dentro de cruzamentos	85	964,07**	19,48**	5,28**	1,52**	0,98**	3,11**
Erro	170	634,10	11,92	0,93	0,67	0,31	1,31

Análise realizada de acordo com Griffing (1956a, 1956b) e modelo de Schaffer & Usanis (1969).

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade.

TABELA 4. Dez melhores linhas F₂ para cada uma das seis características estudadas.

Cruzamento	Linha	Peso/planta (g)	Cruzamento	Linha	Vagens/planta (nº)
GG x CAS	1	138,9	GI x T	6	20,3
BBL x CAS	3	127,5	BBL x CAS	9	20,1
BBL x GG	7	126,1	GI x CAS	2	19,6
BBL x CAS	8	125,7	GG x CAS	3	17,7
BBL x GG	5	122,6	BBL x GG	6	17,7
BBL x CAS	10	117,4	GI x T	4	17,7
BBL x CAS	9	115,8	GI x GG	4	16,8
BBL x CAS	4	115,0	BBL x CAS	4	16,5
BBL x CAS	7	114,2	GI x CAS	8	16,2
GI x BBL	1	113,4	BBL x GG	7	16,1

Cruzamento	Linha	Comp. de vagem (cm)	Cruzamento	Linha	Peso de vagem (g)
T x GG	10	17,0	T x BBL	3	7,9
T x CAS	3	16,8	T x GG	7	7,9
T x GG	7	16,3	BBL x GG	7	7,5
GI x BBL	4	16,2	BBL x CAS	2	7,4
GG x CAS	2	15,9	GI x GG	3	7,3
BBL x CAS	8	15,8	GI x BBL	1	7,2
GI x BBL	10	15,6	GI x T	5	7,2
GG x CAS	7	15,6	T x GG	3	7,2
GI x BBL	1	15,5	GI x BBL	4	7,2
BBL x GG	2	15,5	GI x BBL	10	7,1

Cruzamento	Linha	Óvulos (nº)	Cruzamento	Linha	Cavidade interloocular (nº)
BBL x GG	2	7,9	GI x T	2	0,0
T x CAS	8	7,9	GI x T	9	0,0
T x GG	2	7,9	T x GG	4	0,0
T x BBL	8	7,6	T x GG	10	0,0
T x GG	7	7,6	T x BBL	8	0,0
T x CAS	6	7,5	T x GG	7	0,0
T x GG	1	7,5	T x GG	10	0,0
T x GG	3	7,5	T x CAS	6	0,0
T x CAS	4	7,4	T x GG	6	0,1
T x BBL	1	7,4	GI x T	8	0,1

ficou-se que GI foi o melhor progenitor, relativamente a progênes superiores, em número de vagens por planta.

Para a produção em peso de vagens por planta, BBL apresentou maior influência na média das progênes, sendo, também, o progenitor que produziu o maior número de linhas superiores ao melhor pai.

A variabilidade para peso de vagem por planta foi verificada nas progênes de CAS, enquanto GG lide-

rou o número de progênes superiores aos valores médios dos progenitores, para este caráter.

Relativamente ao comprimento e ao peso individual das vagens, a cultivar BBL produziu as melhores progênes.

A cultivar Tempo produziu as melhores progênes para número de óvulos por vagem e apresentou o índice mais baixo de cavidade interloocular, com base na média dos progenitores, média das progênes, número

TABELA 5. Linhas F₂ que excederam a produção (g/pl) do melhor progenitor em 5 a 40%.

Cruzamento	Linha	%								
		5	10	15	20	25	30	35	40	
GI x T	8									
GI x BBL	1	x	x	x						
GI x GG	4	x								
T x GG	6	x	x							
T x CAS	9	x								
BBL x GG	5	x	x	x	x	x				
BBL x GG	6	x	x							
BBL x GG	7	x	x	x	x	x	x			
BBL x CAS	2	x								
BBL x CAS	3	x	x	x	x	x	x			
BBL x CAS	4	x	x	x						
BBL x CAS	7	x	x	x						
BBL x CAS	8	x	x	x	x	x	x	x		
BBL x CAS	9	x	x	x						
BBL x CAS	10	x	x	x	x					
GG x CAS	1	x	x	x	x	x	x	x	x	x
GG x CAS	3	x	x							
GG x CAS	7	x								

de linhas que excederam o melhor pai e número de desvios padrões sobre o valor médio dos pais.

Entre os componentes da produção analisados, a produção em peso/planta é o mais importante, e a linha 1 do cruzamento GG x CAS apresentou o melhor resultado. Entretanto, qualquer linha relacionada entre as dez primeiras tem condições de produção acima de 13 t/ha de vagens frescas.

Para o processamento industrial e para melhor conservação pós-colheita das vagens frescas, as melhores linhas são aquelas que não apresentam a deformação de cavidade interlocular. Esta deformação - que, segundo Lee & Read (1975), é causada por um desequilíbrio no crescimento dos tecidos do endocarpo, combinado com o decréscimo de divisão periclinal das células, seguido de rápido alongamento celular -, está praticamente ausente nas progênes da cultivar Tempo.

CONCLUSÕES

1. As cultivares utilizadas como progenitoras mostraram pequena variabilidade entre si, exceto a 'Tempo', em relação à cavidade interlocular.

2. A variação significativa das linhas F₂, entre e dentro de cruzamentos, sugere a ocorrência de segre-

gação transgressiva e de epistasia, com a indicação de que a seleção entre famílias F₂ deve ser bem sucedida.

3. Considerando-se o aproveitamento de vagens na colheita manual, o rendimento apresentado pelas melhores linhas indica a possibilidade do uso de cultivares de porte determinado para a produção de vagens para o mercado, *in natura*.

REFERÊNCIAS

- BLISS, F.A. Use of hill plots for genetics and breeding studies in beans. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 101: 77-80, 1976.
- CONOVER, W.J. *Practical nonparametric statistics*. New York, John Wiley & Sons, Inc., 1971.
- COYNE, D.P. Correlation, heritability and selection of yield components in field beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Proc. Amer. Hort. Sci.*, 93:388-96, 1968.
- GRIFFING, B. A generalized treatment of diallel crosses in quantitative inheritance. *Heredity*, 10:31-50, 1956a.
- GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Aust. J. Biol. Sci.* 9:463-93, 1956b.

- HAMAD, I.A. Inheritance of yield, yield components, number of days to flowering, plant height and incidence of interocular cavitation of pods in snap beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Madison, University of Wisconsin 1975, 118p. Tese Doutorado.
- HARLAN, H.V.; MARTINI, M.L. & STEVENS, H.A. A study of methods in barley breeding. s.l. U.S.D.A. 1940. (Tech. Bull., 720).
- LEE, J.M. & READ, P.E. Developmental anatomy of interocular cavitation in snapbeans (*Phaseolus vulgaris* L.). J. Amer. Soc. Hort. Sci., 100(4): 319-25, 1975.
- SCHAFFER, H.E. & USANIS, R.A. Diall general least diallel analysis of variance. s.l. IBM (PID) 1969.
- SCHAFFER, H.E. & USANIS, R.A. General least squares analysis of diallel experiments; a computer program - DIALL. Raleigh, Genetics Department Research, 1969. 61p. (Report, 1). Mimeografado.
- STUTHMAN, D.D. & STUCKER, R.E. Combining ability analysis of near-homozygous lines derived from a 12 parent diallel cross in Oats. *Crop Sci.*, 15:800-3, 1975.