

SELEÇÃO DE PROGÊNIES DE FEIJOEIRO ADAPTADAS ÀS CONDIÇÕES DE OUTONO E INVERNO NO SUL DE MINAS GERAIS¹

JOÃO B. DOS SANTOS e MAGNO A.P. RAMALHO²

RESUMO - Oito populações segregantes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) foram conduzidas pelo método massal (bulk), no período de inverno, de 1982 a 1984, no Sul de Minas Gerais, visando selecionar progênies adaptadas a essas condições de cultivo. Em 1985 foram selecionadas 450 plantas individuais com base no tipo e número de grãos por planta. A partir de 1986, através de sucessivos ciclos seletivos até 1988, foram mantidas as treze progênies mais promissoras para o cultivo no inverno, por mostrarem-se tolerantes ao frio, com porte arbustivo, alta produtividade e tipos de grãos aceitáveis pelo consumidor. Entre estas progênies, a ESAL 572 possui peso de 100 sementes com cerca de 25 g, cor roxa, e é adaptada principalmente aos ambientes ricos. A ESAL 603 possui peso de 100 sementes em torno de 22 g, cor semelhante à da cultivar Carioca, e é adaptada às condições ambientais intermediárias. Além desses caracteres, essas duas progênies apresentaram as maiores produtividades de grãos.

Termos para indexação: *Phaseolus vulgaris*, método massal, tolerância a frio.

SELECTION OF COMMON BEAN PROGENIES FOR FALL AND WINTER PLANTING IN SOUTH MINAS GERAIS, BRAZIL

ABSTRACT - Eight segregant common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) populations were evaluated through the "massal" test (bulk) in the winter seasons of 1982-84, in the south region of Minas Gerais, Brazil, for the purpose of selecting the progenies best adapted to those conditions. In 1985, 450 plants characterized by both high seed yield and marketable seed type were selected, procuring the most fit. Through successive selection cycles from 1986 to 1988, the thirteen most promising progenies for winter cultivation were determined by observing the most cold tolerant, shrubby, the highest productive and marketable seed type. The progenie ESAL 572, that has a 100-seed weight of 25 g and purple seed color, showed to be adapted to the improved environmental conditions. ESAL 603, with 100-seed weight around 22 g, purple seed colour (similar to Carioca) showed to be well adapted to the intermediate environmental conditions. In addition, both ESAL 572 and 603 progenies showed the highest seed yield.

Index terms: *Phaseolus vulgaris*, cold tolerance, massal method.

INTRODUÇÃO

Na região sul de Minas Gerais as épocas normais da cultura do feijoeiro são a das "águas" e a das "secas". No entanto, vem sendo ampliada a área com a cultura no outono e principalmente no inverno, como opção

para uma exploração agrícola mais eficiente. Um problema é que as cultivares disponíveis são as adaptadas aos períodos das "águas" e das "secas", e as novas épocas exigem cultivar precoce, com hábito de crescimento arbustivo e, principalmente, tolerante ao frio.

Há possibilidade de obter cultivares adaptadas ao cultivo no outono-inverno através da hibridação, porque existe variabilidade genética no feijoeiro quanto à tolerância às baixas temperaturas (Kooistra 1971, Dickson 1971, Bannerot 1979, Hardwick & Andrews 1980, Dickson & Boettger 1984, Dickson & Thode

¹ Aceito para publicação em 25 de junho de 1990.
Apoio do CNPq, FAPEMIG e EPAMIG.

² Eng. - Agr., Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Dep. de Biol., Caixa Postal 37, CEP 37200 Lavras, MG.

1985, Dickson & Petzoldt 1986), quanto ao ciclo das cultivares (Quinones 1965, Dickson 1967, Chung & Stevenson 1973, Foolad & Bassiri 1983, Santos & Vencovsky 1985) e também quanto ao porte da planta (Davis & Frazier 1966, Ibarra 1966, Bliss 1971, Panigua & Pinchinat 1976, Santos & Vencovsky 1986).

Diante desses fatos, o objetivo do presente trabalho foi selecionar progênies adaptadas às novas condições de cultivo, em populações segregantes provenientes de cruzamentos de cultivares portadoras das características desejáveis e conduzidas por algumas gerações no inverno, pelo método massal (bulk).

MATERIAL E MÉTODOS

A partir de 1982 foram conduzidas oito populações segregantes, através do método massal (bulk), no período de inverno, no Sul do estado de Minas Gerais. As populações foram obtidas de cruzamentos biparentais, e as cultivares utilizadas, com algumas de suas características, estão selecionadas na Tabela 1.

Em 1984 e 1985 foram selecionadas e avaliadas 450 progênies das populações F₄ Goiano Precoce x Carioca 80, F₄ Carioca 80 x Rio Tibagi, F₄ Rio Tibagi x ESAL 501, F₃ Rio Tibagi (Rio Tibagi x ESAL 501), F₆ Goiano Precoce x Ipa 1, F₇ Manteigão Fosco 11 x Pintado, F₇ Diacol Calima x Pintado e F₇ Diacol Calima x Roxo. Considerando princi-

palmente o tipo de grãos, 100 progênies mais promissoras foram selecionadas e avaliadas no inverno de 1986 em Ribeirão Vermelho e Lambari. Utilizou-se o delineamento látice triplo 10 x 10 e a parcela foi constituída por uma linha de 2 m. Com base na produtividade e no tipo de grãos, ciclo e hábito de crescimento, foram mantidas 28 progênies, que foram avaliadas em Lavras e Lambari, no inverno de 1987. Empregou-se, nesta avaliação, o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições, sendo cada parcela representada por uma linha de 7 m. Destes experimentos, selecionaram-se as 13 progênies mais promissoras, que foram avaliadas no outono, em Maria da Fé, em dois experimentos: um, semeado em fevereiro, e o outro, em março de 1988. Destas progênies, sete foram novamente avaliadas no inverno de 1988 em Lavras e Lambari. Nos experimentos conduzidos em 1988, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, com três repetições, e a parcela foi representada por duas linhas de 5 m.

Em todos os experimentos, as linhas eram separadas por espaços de 0,50 m, sendo semeadas 15 sementes por metro linear em cinco covas a espaços de 0,20 m. Os tratos culturais foram os normais para a cultura, acrescidos da irrigação. Nas avaliações de inverno, a semeadura dos experimentos foi realizada na segunda quinzena de julho ou primeira de agosto.

Foi avaliada a estabilidade da produção de grãos das 13 progênies mais promissoras, das quais sete foram comuns aos oito ambientes utilizados. Além destas progênies, foram incluídas como testemunhas a linhagem ESAL 501 e a cultivar Rio Tibagi. O método adotado para a avaliação da estabilidade foi o de Cruz et al. (1988).

TABELA 1. Cultivares de feijão e algumas de suas características.

Cultivares	Ciclo	Hábito crescimento	Peso 100 sem. (g)	Cor do tegumento
Goiano Precoce	precoce	I	30	amarela
Diacol Calima	precoce	I	55	raj. (verm-branco)
Mant. Fosco 11	intermed.	I	52	mulatinho
Pintado	normal	III	50	raj. (branco-verm)
Roxo	normal	III	30	roxo
Carioca 80	normal	III	22	creme listr. mar.
Rio Tibagi	normal	II	20	preto
ESAL 501	normal	III	22	creme listr. mar.
Ipa 1	normal	III	23	mulatinho

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para uma cultivar ser adaptada ao cultivo no inverno da região sul de Minas Gerais é necessário que ela possua tolerância ao frio na germinação e na fase inicial da cultura. Por essa razão é que as populações segregantes foram conduzidas nesse período do ano, quando as temperaturas baixas podem contribuir para a sobrevivência dos genótipos mais tolerantes. Pela mesma razão, as progênies foram também avaliadas nessas condições para permitir a identificação das mais adaptadas.

Entre os locais utilizados para a avaliação das progênies, Lambari mostrou-se o mais adequado, pelo maior número de dias com temperaturas mínimas baixas nos dois primeiros meses dos experimentos (Tabela 2). Se-

TABELA 2. Extratificação das temperaturas mínimas e suas amplitudes de variação, por local, durante os dois primeiros meses de experimentos.

Local/ano	Número de dias abaixo de				Amplitude de variação (°C)
	6°C	8°C	10°C	12°C	
Lavras/1985			6	19	8,2 a 17,6
Lavras/1986			4	18	9,4 a 17,8
Lavras/1987	2	6	12	15	3,5 a 17,9
Lavras/1988	2	8	21	37	4,0 a 17,2
Lambari/1985	13	24	35	44	2,5 a 16,3
Lambari/1986	14	26	34	43	3,1 a 15,3
Lambari/1987	18	26	35	46	-0,6 a 15,1
Lambari/1988	41	53	55	60	-2,8 a 16,3

gundo Dickson (1971), cultivares de feijão que toleram temperaturas de 8-10°C para germinar e na fase jovem da cultura, podem ser consideradas tolerantes.

Considerando as 100 progênies avaliadas em 1986, as suas produtividades variaram de 1.128 kg/ha até 3.340 kg/ha, realçando uma ampla variabilidade genética (Tabela 3). A produtividade média foi de 2.055 kg/ha e semelhante à média das testemunhas, ESAL 501 e Rio Tibagi, de 2.034 kg/ha. Observou-se uma queda na produtividade média em Lambari, de 18,5%, provavelmente em decorrência do maior número de dias com temperaturas baixas, que afetaram as progênies mais sensíveis. No entanto, o comportamento das progênies nos dois locais foi bem coincidente, como pode ser notado pelo baixo valor da interação progênies x locais e pela correlação genética das suas produções nos dois locais, que foi positiva e altamente significativa (Tabela 3).

Diante desses resultados, procedeu-se à seleção das 28 cultivares mais promissoras, levando-se em conta a produtividade média e também o tipo de grãos e tolerância ao frio. O valor relativamente elevado da herdabilidade, no sentido amplo, sugere a possibilidade de sucesso com a seleção, embora deva ser ressaltado que a preferência de tipos de grãos de tamanho pequeno a médio e de cores do tipo do da cultivar Carioca ou Roxa, podem ter contribuído para um progresso genético menor do que o esperado (Tabela 3).

TABELA 3. Resumo da análise conjunta da variância da produção de grãos (kg/ha) das 100 progênies, estimativa da herdabilidade no sentido amplo (h^2) e da correlação genética (\hat{r}_G) das médias obtidas em Ribeirão Vermelho e Lambari, em 1986.

FV	GL	QM ¹ x 10 ⁻³	Parâmetros genéticos
Blocos/locais	4	271,70*	
Locais (L)	1	7.213,01**	$h^2 = 39,59\%$
Progênies (P)	99	585,53**	$\hat{r}_G = 0,85^{**}$
P x L	99	122,00*	$\Delta G = 29,18\%$ (k=20%)
Erro efetivo médio	396	80,62	
CV (%)		23,90	

¹ * e **. Significativo a 5% e 1%

Na avaliação realizada em 1987 foram observadas também diferenças entre as progênies, tanto em relação à produtividade de grãos quanto ao número de dias da sementeira até o florescimento (Tabelas 4 e 5). Mais uma vez, a produtividade média das progênies foi semelhante à da média das testemunhas. No entanto, as progênies foram, em média, mais precoces do que as testemunhas apenas em Lavras. Isso ocorreu porque o maior número de dias frios ocorridos em Lambari deve ter atrasado o ciclo, principalmente das progênies mais precoces, que se mostraram mais sensíveis. Além disso, as testemunhas - especialmente a ESAL 501 - possuem acentuada tolerância ao frio, o que provavelmente ocasionou menor atraso no ciclo.

O desempenho das progênies nos dois locais não foi consistente, como mostram as interações altamente significativas (Tabela 4). Esse fato foi evidenciado também através da estimativa da correlação genética das produções de grãos nos dois locais, que foi não-significativa ($r_G = 0,25$). Em razão desses resultados, e considerando a superioridade das condições experimentais de Lambari para a avaliação e seleção de progênies no inverno, somente os resultados desse local foram con-

siderados para a manutenção das treze progênies mais promissoras.

Para caracterizar melhor o desempenho das treze progênies, estimaram-se os parâmetros de estabilidade para cada uma (Tabela 6). Consta-se que as progênies ESAL 572 e ESAL 603 tenderam a suplantarem a produtividade da melhor testemunha ESAL 501. As demais apresentaram produções que não diferiram significativamente da ESAL 501. Como esses materiais possuem hábito de crescimento tipo II e a ESAL 501 é de tipo III e portanto com maior potencial para produtividade de grãos (Nienhuis & Singh 1985), o desempenho das progênies mostra que elas são promissoras.

Não foi possível identificar as progênies mais promissoras considerando apenas a produção de grãos; no entanto, os demais parâmetros de estabilidade auxiliam nessa discriminação (Tabela 6). Nota-se que entre as mais produtivas a ESAL 572 possui valor de b maior do que 1,0, o que indica sua grande sensibilidade nos ambientes pobres, onde ela foi uma das menos produtivas; porém, respondeu de modo acentuado à melhoria do ambiente e destacou-se nas melhores condições. Porém, seu incremento em produtividade não

TABELA 4. Resumo das análises da variância da produção de grãos (kg/ha) e do número de dias da sementeira até o florescimento das 28 progênies e duas testemunhas avaliadas em Lavras e Lambari em 1987.

FV	GL	QM ¹ Produção (10 ⁻³)	QM ¹ Florescimento
Blocos/locais	6	296,34**	53,36**
Locais (L)	1	553,25**	29.874,00**
Tratamentos (Tr)	(29)	260,93**	19,63**
Progênies (P)	27	260,28**	20,91**
Testemunhas (T)	1	516,60*	0,06
P vs T	1	6,22	1,25
Tr x L	29	230,63**	12,49**
Erro médio	174	90,71	2,12
CV (%)		28,20	2,09

¹ * e **. Significativo a 5% e 1%

foi eficientemente previsível através da regressão linear. Já a ESAL 603 respondeu de modo acentuado à melhoria dos ambientes mais pobres e foi menos sensível às alterações dos ambientes superiores, com a vantagem de ter

exibido uma resposta previsível às variações dos ambientes. Portanto, a ESAL 572 é indicada especificamente para o cultivo nos ambientes mais ricos, e a ESAL 603 é promissora mesmo em condições intermediárias de culti-

TABELA 5. Produtividade de grãos (kg/ha) e número de dias da semeadura até o florescimento das progênies avaliadas em Lavras e Lambari em 1987.

Progênies	Lavras		Lambari	
	Produç.	Dias/Floresc.	Produç.	Dias/Floresc.
ESAL 572	1.033	60,0	707	81,2
ESAL 573	934	57,8	757	81,0
ESAL 574	1.386	55,0	343	81,2
ESAL 576	1.016	55,8	771	81,5
ESAL 590	1.048	58,0	1.150	80,8
ESAL 591	1.310	60,0	1.293	81,2
ESAL 592	1.056	59,8	1.307	81,0
ESAL 593	834	56,8	1.086	81,5
ESAL 594	1.465	56,8	664	80,2
ESAL 595	1.040	56,0	643	81,2
ESAL 596	918	60,5	600	81,7
ESAL 597	1.214	60,2	1.257	81,5
ESAL 598	1.028	57,5	1.321	79,8
ESAL 599	1.220	59,2	1.471	81,2
ESAL 600	896	59,0	836	78,2
ESAL 601	963	60,2	1.100	81,8
ESAL 603	1.334	61,0	1.428	81,5
ESAL 604	1.366	55,8	828	80,8
ESAL 605	1.212	61,2	1.200	81,8
ESAL 606	1.149	52,2	878	78,8
ESAL 607	1.206	55,5	830	81,2
ESAL 608	1.121	57,2	864	80,0
ESAL 609	1.263	59,2	1.436	81,0
ESAL 610	896	59,0	836	78,2
ESAL 612	1.218	58,2	1.022	81,5
HSAL 612	1.254	61,5	1.181	81,8
ESAL 613	1.075	59,5	1.272	81,5
ESAL 614	962	56,5	592	81,5
Rio Tibagi	843	61,0	1.007	79,8
ESAL 501	1.254	60,2	1.314	80,2
Média	1.116	58,5	1.020	80,9
Tukey (5%)	655	4,2	942	3,6
Média prog.	1.120	58,3a	1.010	81,0
Média test.	1.048	60,6b	1.161	80,0

TABELA 6. Parâmetros de estabilidade das 13 progênes e duas testemunhas avaliadas em oito ambientes ou em apenas seis (1).

Progênes	Produção (kg/ha)	r ² (%)	b ₁	b ₂	b ₁ + b ₂	QM desv. X10 ⁻⁴
ESAL 572	1.921	65,3	1,64**	-0,70	0,94	248,70 ⁺⁺
ESAL 590 ^l	1.436	95,6	0,66*	0,21	0,88	8,98
ESAL 591	1.643	86,4	0,84	0,72	1,56	29,85
ESAL 592	1.601	98,0	0,90	-0,67	0,23*	2,76
ESAL 595 ^l	1.756	91,9	1,21	-0,91*	0,30	45,66
ESAL 596 ^l	1.318	94,9	0,85	1,11**	1,96*	24,22
ESAL 597	1.744	81,9	0,99	0,55	1,54	51,37 ⁺
ESAL 598	1.649	88,6	1,00	0,17	1,18	26,72
ESAL 599	1.754	85,9	0,86	0,38	1,24	4,14
ESAL 600 ^l	1.505	97,8	0,98	-0,29	0,69	7,95
ESAL 601	1.508	90,3	0,96	0,54	1,50	23,66
ESAL 603 ^l	1.906	96,3	1,06	-0,84*	0,22*	4,59
ESAL 609 ^l	1.802	70,4	0,75	-0,49	1,24	48,83
ESAL 501	1.768	62,6	0,80	-1,0*	-0,20**	63,54 ⁺⁺
Rio Tibagi ^l	1.535	97,4	1,15	-0,21	0,95	13,64
Média	1.656	86,9	s=0,14	s=0,37	s=0,34	40,31

* e ** Significativo a 5% e 1%

⁺ e ⁺⁺ b₁ e b₁ + b₂ diferentes de 1,0 e b₂ diferente de 0,0 nos níveis de 5% e 1%, pelo teste t.

vo. As sementes da ESAL 572 são de cor roxa, com peso de 100 sementes de 25 g; e as da ESAL 603 são de cor semelhante à das sementes da cultivar Carioca, e o peso de 100 sementes é em torno de 22 g.

As progênes ESAL 591 e ESAL 609 se destacaram por mostrarem tendências de menor sensibilidade aos ambientes pobres e responderam de modo acentuado aos ambientes superiores. A ESAL 601 exibiu um comportamento semelhante, embora ligeiramente menos produtiva. No entanto, esta progênie é portadora do alelo Are, que confere resistência a várias raças do fungo da antracnose e possui também grãos semelhantes ao da cultivar Carioca.

CONCLUSÕES

1. A condução de populações segregantes no inverno permitiu selecionar progênes tolerantes ao frio na fase inicial da cultura, as

quais são também portadoras de porte arbustivo, alta produtividade, e tipo de grãos preferidos pelo consumidor.

2. Entre as progênes mais promissoras para o cultivo, nas condições de outono e principalmente no inverno do Sul de Minas Gerais, estão a ESAL 572, mais adaptada a ambientes ricos, e a ESAL 603, adaptada a condições ambientais intermediárias.

REFERÊNCIAS

- BANNEROT, M. Cold tolerance in beans. **Bean Improvement Cooperative**, 22:81-4, 1979.
- BLISS, R.A. Inheritance of growth habit and time of flowering in beans. **J. Am. Soc. Hort. Sci.**, 96(6):715-17, 1971.
- CHUNG, J.H. & STEVENSON, E. Diallel analysis of the genetic variation in some quantitative traits in dry beans. **N.Z.J. Agric. Res.**, 16: 223-31, 1973.

- CRUZ, C.D.; TORRES, R.A.; VENCOVSKY, R. **Um modelo alternativo para a análise de estabilidade proposta por Silva & Barreto.** s.n.t. 18p. Trabalho apresentado no Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 26, Piracicaba, 1988.
- DAVIS, D.W. & FRAZIER, W.A. Inheritance of same growth habit components in certain types of bush lines of *Phaseolus vulgaris* L. **Proc. Am. Soc. Hort. Sci.**, **88**:384-92, 1966.
- DICKSON, M.H. Breeding beans, *Phaseolus vulgaris* L. for improved germination under unfavorable low temperature conditions. **Crop Sci.**, **11**:848-50, 1971.
- DICKSON, M.H. Diallel analysis of seven economic characters in snap beans. **Crop Sci.**, **7**:121-24, 1967.
- DICKSON, M.H. & BOETTGER, M.A. Emergence growth and blossoming of bean *Phaseolus vulgaris* L. at suboptimal temperatures. **J. Am. Soc. Hort. Sci.**, **109**:257-60, 1984.
- DICKSON, M.H. & THODE, R. Breeding for cold tolerance in beans. **Bean Improvement Cooperative.**, **28**:103, 1985.
- DICKSON, M.H. & PETZOLDT, R. Inheritance of low temperature tolerance in beans at several growth stages. **Bean Improvement Cooperative.**, **29**:7-8, 1986.
- FOOLAD, M.R. & BASSIRI, A. Estimates of combining ability reciprocal effects and heterosis for yield components in a common bean diallel cross. **J. Agric. Sci.**, **100**:103-8, 1983.
- HARDWICK, R.C. & ANDREWS, D.J. A method of measuring differences between bean varieties in tolerance to suboptimal temperatures. **Ann. Appl. Biol.**, **95**:235-47, 1980.
- IBARRA, S.A.O. **Contribuição ao estudo da herança de crescimento em *Phaseolus vulgaris* L.** Piracicaba, ESALQ/USP, 1966. 50p. Dissertação Mestrado.
- KOOISTRA, E. Germinability of beans *Phaseolus vulgaris* L. at low temperatures. **Euphytica**, **20**:208-13, 1971.
- NIENHUIS, J. & SINGH, S.P. Effects of location and plant density on yield and architectural traits in dry beans. **Crop Sci.**, **25**:579-84, 1985.
- PANIAGUA, C.V. & PINCHINAT, A.M. Criterios de selección para mejorar el rendimiento de grano en fríjol *Phaseolus vulgaris* L. **Turrialba**, **26**:126-31, 1976.
- QUINONES, F.A. Correlations of characters in dry beans. **Proc. Am. Soc. Hort. Sci.**, **86**:368-72, 1965.
- SANTOS, J.B. dos & VENCOVSKY, R. Controle genético do início do florescimento em feijoeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **20**(7):841-45, 1985.
- SANTOS, J.B. dos & VENCOVSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, **21**(9):957-63, 1986.