

Adaptabilidade e estabilidade em feijão-vagem de crescimento indeterminado

Nei Peixoto¹; Leila T. Braz²; David A. Banzatto²; Ademar P. Oliveira³

¹AGENCIARURAL, EE Anápolis, C. Postal 608, 75.001-970 Anápolis-GO; ²UNESP-FCAV Depto. Produção Vegetal, 14.870-000 Jaboticabal-SP; ³UFPA -CCA Depto. Fitotecnia, C. Postal 02, 58.397-000 Areia-PB.

RESUMO

Estudaram-se a adaptabilidade e estabilidade de 15 genótipos de feijão-vagem de crescimento indeterminado em relação a oito ambientes. Houve diferenças significativas entre genótipos em apenas três ambientes. As linhagens Hav 13, Hav 14, Hav 53 e Hav 56 igualaram-se aos genótipos mais produtivos em todos ambientes. As linhagens Hav 13, Hav 21, Hav 25, Hav 38, Hav 40, Hav 56, Hav 65 e a cultivar Favorito Ag 480 foram estáveis e as demais imprevisíveis, de acordo com a metodologia de Eberhart & Russell. Os genótipos apresentaram ampla adaptabilidade, exceto Hav 67 adaptável a ambientes desfavoráveis. A linhagem Hav 13, de vagens cilíndricas e sementes brancas, foi a alternativa mais vantajosa à cultivar Favorito Ag 480, utilizada como testemunha.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, genótipos, ambiente, produtividade.

ABSTRACT

Adaptability and stability in pole beans

The adaptability and stability of fifteen pole beans genotypes were evaluated in relation to eight environments. There were statistical differences among genotypes only in three environments. The breeding lines Hav 13, Hav 14, Hav 53 and Hav 56 were among the higher yielding genotypes in all environments. The breeding lines Hav 13, Hav 21, Hav 25, Hav 38, Hav 40, Hav 56, Hav 65 and the cultivar Favorito Ag 480 were stable, while the other ones were unforeseeable according to the Eberhart & Russell method. Genotypes showed a wide adaptation in relation to yield of marketable pods, except Hav 67 adapted to unfavorable environments. The breeding line Hav 13, with cylindrical pods and white seeds was the most advantageous alternative to the standard cultivar Favorito Ag 480.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, genotypes, environment, yield.

(Recebido para publicação em 16 de maio de 2001 e aceito em 03 de julho de 2002)

A cultura de feijão-vagem no Brasil é conduzida tradicionalmente por produtores familiares, utilizando-se pequeno número de cultivares de crescimento indeterminado no sistema tutorado (Peixoto *et al.*, 1993). Tais cultivares estão sendo utilizadas em diversas regiões, sem se considerar as possíveis diferenças de comportamento nos diversos ambientes.

A expressão fenotípica de caracteres variáveis depende da carga genética da cultivar, bem como do ambiente onde é plantada. Algumas cultivares podem apresentar produções estáveis, altas ou baixas, em uma ampla faixa de ambientes, enquanto outras apresentam variações, à medida que as condições ambientais são modificadas (Comstock & Moll, 1963). Assim, o estudo da interação genótipos x ambientes torna-se necessário nos programas de melhoramento, desde a escolha de progenitores à indicação e liberação de novas cultivares (Finlay & Wilkinson, 1963; Eberhart & Russell, 1966; Banzatto, 1994; Cruz & Regazzi, 1994).

As empresas produtoras de sementes estão interessadas na obtenção de cultivares estáveis, que possam ser cultivadas em diferentes ambientes, enquanto que para o produtor seria desejável a utilização de cultivares adaptadas às suas condições edafoclimáticas e à tecnologia específica de produção.

Diversos métodos visando estudar a interação genótipo x ambiente têm sido propostos, destacando-se aqueles que se baseiam nas análises de variância, na regressão linear e na regressão segmentada (Duarte, 1988; Cruz & Regazzi, 1994). Atualmente, os métodos de Finlay & Wilkinson e de Eberhart & Russell são os mais utilizados para o estudo de adaptabilidade e estabilidade, ambos eficientes para descrever o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais, sendo que o segundo método, por utilizar escala aritmética, facilita a interpretação biológica dos resultados (Duarte 1988).

Este trabalho teve como objetivo avaliar, em cultura tutorada, a adaptabilidade e estabilidade de linhagens pro-

missoras de feijão-vagem, comparadas à cultivar Favorito Ag 480, atualmente mais plantada no Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Estudaram-se, em cultura tutorada, a adaptabilidade e estabilidade, de feijão vagem de crescimento indeterminado, envolvendo quatorze linhagens (Hav 13, Hav 14, Hav 21, Hav 22, Hav 25, Hav 38, Hav 40, Hav 41, Hav 49, Hav 53, Hav 56, Hav 65, Hav 67 e Hav 68), selecionadas a partir de material genético introduzido do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) e a cultivar Favorito Ag 480, produzida pela Horticultores. Esses genótipos foram avaliados em oito ambientes (Anápolis-GO 1996, Morrinhos-GO 1996, Urutai-GO 1996, Anápolis 1996/97, Anápolis 1997, Jaboticabal-SP 1997, Anápolis 1998 e Areia-PB 1999). Os experimentos foram conduzidos no período de outono/inverno, exceto no ambiente Anápolis 1996/97, conduzido no período de primavera/verão.

Tabela 1. Produtividade de vagens comerciáveis (t/ha) de quinze genótipos de feijão-vagem em oito ambientes. Anápolis, AGENCIARURAL, 1996-1999.

Genótipos	Locais/anos							
	Anápolis 1996	Morrinhos 1996	Urutaí 1996	Anápolis 1997	Anápolis 1996/97	Jaboticabal 1997	Anápolis 1998	Areia 1999
	Produtividade (t/ha)							
Hav 13	12,83 a ¹	12,30a	15,83 abc	15,26 a	9,08 a	24,27 a	23,03 ab	25,58 a
Hav 14	10,89 a	14,56a	14,13 abc	11,85 a	10,03 a	21,24 ab	22,20 ab	20,79 a
Hav 21	12,83 a	13,12a	18,13 ab	13,78 a	9,41 a	19,05 bc	18,16 bc	27,63 a
Hav 22	11,75 a	12,78a	14,32 abc	17,17 a	10,76 a	12,70 e	19,31 bc	31,60 a
Hav 25	13,17 a	10,92a	12,38 bc	17,64 a	9,44 a	14,27 de	20,03 bc	26,51 a
Hav 38	12,14 a	14,09a	15,96 abc	16,77 a	8,16 a	19,96 ab	19,32 bc	35,03 a
Hav 40	15,43 a	14,40a	19,83 a	14,21 a	9,37 a	18,39 bcd	19,02 bc	24,19 a
Hav 41	12,83 a	17,43a	9,13 c	11,46 a	10,49 a	12,83 e	15,53 c	31,58 a
Hav 49	12,63 a	13,68a	9,38 c	17,31 a	10,06 a	19,93 ab	20,79 bc	35,74 a
Hav 53	13,04 a	12,06a	16,13 abc	17,76 a	8,09 a	21,90 ab	21,99 ab	20,86 a
Hav 56	12,61 a	11,09a	14,88 abc	15,71 a	9,43 a	20,11 ab	21,85 abc	22,68 a
Hav 65	14,12 a	12,62a	13,97 abc	14,20 a	8,94 a	22,30 ab	19,84 bc	20,47 a
Hav 67	13,17 a	12,86a	13,83 abc	16,83 a	9,42a	19,81 ab	20,51 bc	15,92 a
Hav 68	12,36 a	13,28a	9,08 c	15,25 a	10,15 a	20,78 ab	27,60 a	30,50 a
Favorito Ag 480	13,42 a	15,27a	14,50 abc	16,30 a	10,49 a	14,97 cde	24,20 ab	30,28 a
Média	12,88 DE ²	13,36D	14,08 D	15,30 CD	9,55 E	18,84 BC	20,89 B	26,62 A
CV (%)	12,63	17,50	16,95	13,38	16,83	8,38	10,06	25,02

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna¹, e maiúscula na linha², não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

As adubações de plantio e de cobertura foram realizadas, conforme resultados da análise de solo e as recomendações para cada local. Foram realizados controles fitossanitários e os tratamentos culturais normais para a cultura, incluindo irrigação por aspersão, procurando-se manter o nível de disponibilidade de água acima de 80% da capacidade de campo.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com três repetições. As parcelas foram constituídas de 20 plantas, dispostas em duas fileiras, espaçadas de um metro, ocupando área de 4 m², todas úteis, exceto em Areia (PB), onde apenas 10 plantas foram consideradas. O espaçamento entre covas na fileira foi de 20 cm, com uma planta por cova, exceto em Jaboticabal (SP), onde foi de 40 cm, com duas plantas por cova.

Os dados de produtividade de vagens comerciáveis foram submetidos à análise de interação genótipo x ambiente pelo método de Eberhart & Russell

(1966), utilizando-se o programa IGA, desenvolvido por Banzatto (1994). Este programa realiza a análise conjunta dos dados dos diversos ambientes dentro de cada grupo de ensaios e, dentro de cada ambiente, a análise de variância e teste de médias.

A metodologia de Eberhart & Russell (1966) baseia-se numa equação de regressão linear, representada pelo modelo matemático:

$$Y_{ij} = m_i + b_i I_j + d_{ij} + e_{ij} \quad i = 1, 2, \dots, I \\ j = 1, 2, \dots, J$$

no qual i representa os genótipos, j os ambientes, sendo os termos assim definidos:

Y_{ij} média do genótipo i no ambiente j ;

m_i média do genótipo i , considerando todos os ambientes;

b_i : coeficiente de regressão linear, que mede a resposta do i -ésimo genótipo à variação ambiental (adaptabilidade);

I_j : índice ambiental do j -ésimo ambiente, obtido pela diferença entre a

média de todos os genótipos neste ambiente e a média geral de todos os genótipos em todos os ambientes;

d_{ij} : desvio da regressão linear, do i -ésimo genótipo no j -ésimo ambiente;

mede a resposta do genótipo às flutuações que podem ocorrer nos ambientes (estabilidade).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferenças significativas entre genótipos em Urutaí 1996, Jaboticabal 1997 e Anápolis 1998. As linhagens Hav 13, Hav 14, Hav 53 e Hav 56 igualaram-se aos genótipos mais produtivos em todos os ambientes. Diferiram-se dos genótipos mais produtivos, as linhagens Hav 21, Hav 22 e Hav 40, em Jaboticabal 1997 e Anápolis 1998; Hav 25 e Hav 41, em Urutaí 1996, Jaboticabal 1997 e Anápolis 1998; Hav 49, em Urutaí 1996 e Anápolis 1998 (Tabela 1). As linhagens Hav 13, Hav 21, Hav 25, Hav 38, Hav 40, Hav 56, Hav 65 e a cultivar Favorito Ag 480 foram estáveis, como pode ser constatado

Tabela 2. Desempenho de quinze genótipos de feijão-vagem quanto à produtividade média de vagens comerciáveis, em relação a oito ambientes. Anápolis, AGENCIARURAL, 1996-1999.

Genótipos	Produtividade (t/ha)	Coeficientes de regressão linear			Desvios de regressão	Coeficientes de determinação
	mi	bi	t(bi)	dij	R ² i	
Hav 13	17,27 a ¹	1,07	0,43 ns ²	2,52 ns ³	0,88 **	
Hav 14	15,71 a	0,79	-1,11 ns	4,59 *	0,74 **	
Hav 21	16,51 a	0,96	-0,24 ns	1,49 ns	0,88 **	
Hav 22	16,30 a	1,12	0,49 ns	8,43 **	0,79 **	
Hav 25	15,55 a	0,97	-0,23 ns	1,89 ns	0,87 **	
Hav 38	17,68 a	1,41	2,45 ns	2,92 ns	0,92 **	
Hav 40	16,86 a	0,72	-1,69 ns	2,63 ns	0,76 **	
Hav 41	15,16 a	1,05	0,14 ns	19,10 **	0,63 *	
Hav 49	17,44 a	1,49	2,33 ns	6,02 *	0,89 **	
Hav 53	16,22 a	0,81	-0,99 ns	4,38 *	0,75 **	
Hav 56	16,04 a	0,87	-1,02 ns	0,26 ns	0,89 **	
Hav 65	15,78 a	0,73	-1,55 ns	3,11 ns	0,75 **	
Hav 67	15,29 a	0,48	-2,58 *	5,53 *	0,48 ns	
Hav 68	17,37 a	1,41	2,06 ns	5,07 *	0,89 **	
Favorito Ag 480	17,44 a	1,13	0,77 ns	2,69 ns	0,88 **	
População	16,44	1,00				

¹Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05); ²Teste t; ³Teste F. Níveis de significância: ns= não significativo (P>0,05); *= significativo (P>0,05); **= significativo (P>0,01).

pela não significância do teste F para os desvios de regressão ($d_{ij} @ 0$), enquanto que as demais mostraram-se imprevisíveis ($d_{ij} ? 0$).

Os genótipos apresentaram ampla adaptabilidade (com $b_i @ 1$), exceto Hav 67, que revelou-se adaptável a ambientes desfavoráveis (com $b_i < 1$). O modelo de regressão linear foi adequado, tendo em vistas a significância dos coeficientes de determinação (R^2), exceto para Hav 41 (Tabela 2).

O desvio da regressão linear d_{ij} indica o grau de confiabilidade da resposta linear estimada. Um genótipo com baixo valor de d_{ij} deverá apresentar comportamento uniforme, quando cultivado em condições ambientais semelhantes, enquanto que um genótipo com alto valor de d_{ij} dificilmente repetirá esse desempenho. Adicionalmente, o coeficiente de determinação R^2_i mede a adequação do modelo. Uma cultivar ideal deverá apresentar alto rendimento médio (m_i), resposta positiva à melhoria do ambiente, isto é com $b_i @ 1$ e o comportamento altamente previsível, ou seja $d_{ij} @ 0$ (Bonato, 1978), além do coeficiente de determinação $R^2_i @ 1$ (Banzatto, 1994).

As linhagens Hav 38, Hav 56 e Hav 65, todas de vagens achatadas de sementes pretas, podem ser utilizadas como alternativas para o mercado, onde esse tipo de vagem é bem aceito. Vagens cilíndricas são preferidas na maioria dos mercados brasileiros, visto que vagens achatadas são associadas por consumidores ao feijão comum, de vagens fibrosas, o que nem sempre é verdadeiro, conforme demonstrado por Hamasaki *et al.* (1998). Já cultivares com sementes coloridas expressam essa cor após o preparo, tanto como conserva quanto para o consumo imediato, principalmente se as vagens forem colhidas no máximo tamanho comercial.

A linhagem Hav 13, de vagens cilíndricas e sementes brancas, revelou-se a alternativa vantajosa à cultivar Favorito Ag 480, utilizada como testemunha, pois além de estável, igualou-se aos genótipos mais produtivos em todos os ambientes, o que não ocorreu com esta.

LITERATURA CITADA

BANZATTO, D.A. *Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de batata*. Jaboticabal: FCAV, 1994. 170 p. (Tese livre docência).

BONATO, E.R. Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine Max (L) Merrill*) nas condições de Rio Grande do Sul. Piracicaba, 1978, 123 p. ESALQ (Tese doutorado).

COMSTOCK, R.E.; MOLL, R.H. Genotype-environment interactions. In: HANSON, W.D., ROBINSON, H.F. Eds. *Statistical genetics and plant breeding*, Washington: National Academy of Sciences - National Research Council, p. 154-96, 1963. (Publication 982)

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas*. Viçosa. UFV, Imprensa Universitária, 1994. 330 p.

DUARTE, J.B. *Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (Phaseolus vulgaris L.)*. Goiânia, UFG, 1988, 155 p. (Tese mestrado)

EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v. 6, p. 36-40, 1966.

FINLAY, K.W.; WILKINSON, G.N. The analysis of adaptation in a plant breeding programme. *Australian Journal of Agricultural Research*, Melbourne, v. 14, n. 6, p. 742-754, 1963.

HAMASAKI, R.I.; BRAZ, L.T.; PURQUERIO, L.F.V.; PEIXOTO, N. Comportamento de novas cultivares de feijão-vagem em Jaboticabal-SP. CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 38., 1998, Petrolina. *Resumo...* Petrolina: SOB, 1998.

PEIXOTO, N.; SILVA, L.O.; THUNG, M.D.T.; SANTOS, G. Produção de sementes de linhagens e cultivares arbustivas de feijão-vagem em Anápolis. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 11, n. 2, p. 151-152, 1993.