

## Resposta de feijão-vagem a diferentes níveis de fertilidade

Nei Peixoto<sup>1</sup>; Leila T. Braz<sup>2</sup>; David A. Banzatto<sup>2</sup>; Ednan A. Moraes<sup>1</sup>; Francisco da M. Moreira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>AGENCIARURAL, EE Anápolis, C. Postal 608, 75.001-970 Anápolis-GO, E-mail: nei.p@terra.com.br; <sup>2</sup>UNESP-FCAV Depto. Fitotecnica, 14.870-000 Jaboticabal-SP, E-mail: leilatb@fcav.unesp.br; <sup>3</sup>UEG Anel Viário, 75.780-000 Ipameri-GO, E-mail: sec.ipameri@ueg.rgi.com.br

### RESUMO

Estudou-se a resposta de feijão-vagem de crescimento indeterminado à fertilidade do solo em Anápolis (GO). Utilizaram-se sete linhagens (Hav 13, Hav 38, Hav 40, Hav 49, Hav 56, Hav 64 e Hav 68), e as cultivares Favorito Ag 480, Macarrão Bragança e Teresópolis Ag 484, em sete doses da formulação 4-30-16 aplicadas ao solo ( $D_0=0$ ;  $D_1=200$ ;  $D_2=400$ ;  $D_3=600$ ;  $D_4=800$ ;  $D_5=1000$  e  $D_6=1200$  kg/ha). Houve diferenças significativas entre genótipos para todas as características avaliadas, dentro de cada dose do formulado, exceto para produtividade, no quinto nível, e para altura média das plantas no nível mais elevado de fertilidade. As linhagens Hav 49 e Hav 64 igualaram-se aos genótipos de maiores rendimentos em todos os ambientes. O nível médio de fertilidade foi o mais conveniente, do ponto de vista econômico, para todas as características consideradas. Com exceção de Hav 13 e Teresópolis Ag 484, que se mostraram imprevisíveis quanto à produtividade, Hav 13 e Hav 64, quanto ao número de vagens por planta e Favorito Ag 480 quanto à altura média das plantas, os demais genótipos foram estáveis. Todos os genótipos responderam proporcionalmente à melhoria do ambiente para produtividade, número de vagens por planta e altura das plantas. Quanto ao peso médio das vagens a linhagem Hav 40 respondeu menos que proporcionalmente ao aumento da fertilidade do solo, mostrando-se adaptável a solos menos férteis, enquanto a cultivar Teresópolis Ag 484 respondeu mais que proporcionalmente à melhoria da fertilidade mostrando-se adaptável a solos mais férteis.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris*, adaptabilidade, estabilidade.

### ABSTRACT

#### Response of snap beans to soil fertility

The response of snap beans to soil fertility was studied. Seven breeding lines (Hav 13, Hav 38, Hav 40, Hav 49, Hav 56, Hav 64 and Hav 68), and the cultivars Favorito Ag 480, Macarrão Bragança and Teresópolis Ag 484 were evaluated in seven NPK formulations (4-30-16), as basal fertilization ( $D_0=0$ ;  $D_1=200$ ;  $D_2=400$ ;  $D_3=600$ ;  $D_4=800$ ;  $D_5=1,000$  and  $D_6=1,200$  kg/ha). There were significant differences among genotypes for all evaluated characteristics within each modified environment, except for yield, in the fifth level and for plant height in the highest fertility level. The breeding lines Hav 49 and Hav 64 produced as much as the higher yielding genotypes in all environments. The intermediate fertility level was the most advantageous under the economic viewpoint, for all considered characteristics. The genotypes were stable, except Hav 13 and Teresópolis Ag 484, unforeseeable in yield, Hav 13 and Hav 64, unforeseeable regarding to number of pods per plant and Favorito Ag 480, regarding to plant height. All genotypes presented a proportional response to environment improvement regarding to yield, number of pod per plant and plant height. The breeding line Hav 40 showed adaptability to lower fertility, while the cultivar Teresópolis Ag 484 showed to be adapted to higher fertility conditions, both of them regarding to pod medium weight.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris*, adaptability, stability.

(Recebido para publicação em 14 de março de 2001 e aceito em 11 de outubro de 2002)

Os caracteres da morfologia do feijão-vagem podem ser classificados em constantes e variáveis. Os constantes determinam a taxonomia da espécie ou da cultivar, enquanto que os variáveis são resultantes da ação do meio sobre o genótipo e são influenciados pelo ambiente. Enquadram-se neste tipo os componentes de produção, adaptação e muitos aspectos de qualidade (Allard, 1960; Granval de Millan, 1990). A expressão fenotípica de caracteres variáveis depende da constituição genética, bem como do ambiente onde o genótipo é cultivado.

Um programa de melhoramento de feijão-vagem deve incluir ações como a identificação da amplitude da diversidade genética útil, relativas às características da planta e da vagem, resistên-

cia a doenças e pragas e tolerância a estresses ambientais. Dentre os componentes ambientais destacam-se a temperatura, a umidade do solo e do ar, condições físico-químicas do solo, alta ou baixa temperatura durante o florescimento, pegamento e desenvolvimento inicial das vagens e a capacidade de fixação simbiótica de  $N_2$  (Silbernagel, 1986). Esses fatores interagem, resultando na expressão fenotípica diferenciada dos genótipos, nos ambientes de cultivo.

Em geral estimam-se os efeitos dos componentes ambientais mais relevantes, tais como fertilidade do solo, pluviosidade e temperatura (Davis, 1945; Allard, 1960). Smith & Pryor (1962), trabalhando com três cultivares de feijão, expostas a níveis crescentes

de temperatura, verificaram redução na taxa de pegamento de vagens nos tratamentos com alta temperatura antes da polinização, mas as respostas foram diferenciadas, indicando diferenças genotípicas entre elas. Em feijão-delimma, a alta temperatura noturna é favorável ao aparecimento de flores, mas reduz o pegamento das vagens, pois estimula a taxa respiratória, reduzindo-se os teores de amido e de açúcares; esta pode ser a causa da baixa capacidade de pegamento e retenção de vagens (Fischer & Weaver, 1974).

Diversas metodologias visando estudar as interações genótipos x ambientes têm sido propostas, destacando-se aquelas que se baseiam nas análises de variância, na regressão linear e na regressão segmentada (Filgueira, 1991;

**Tabela 1.** Produtividade (t/ha) de vagens comerciáveis de dez genótipos em sete microambientes. Anápolis, AGENCIARURAL, 1999.

Genótipo	Microambientes = doses (kg/ha) do formulado 04-30-16 no plantio						
	0	200	400	600	800	1000	1200
Hav 13	17,8ab1	17,9ab	19,3ab	23,2cd	30,7a	29,1abc	34,6a
Hav 38	14,7ab	19,7a	20,9ab	24,4bcd	30,1a	29,3ab	27,7ab
Hav 40	15,5ab	16,7ab	19,2ab	24,5bcd	28,4a	29,8ab	28,4ab
Hav 49	13,3ab	14,3ab	18,4ab	29,9abc	27,5a	31,2ab	31,9a
Hav 56	15,3ab	14,9ab	17,8ab	25,0bcd	28,8a	25,1bc	27,1ab
Hav 64	20,0a	17,6ab	22,9a	33,9a	31,3a	32,5a	29,0ab
Hav 68	17,4ab	17,5ab	20,7ab	26,2bc	31,2a	33,2	25,7ab
Favorito Ag 480	18,8ab	13,6ab	18,9ab	25,9bc	30,1a	24,5bc	27,1ab
Teresópolis Ag 484	16,4ab	12,8ab	14,4b	31,1ab	28,1a	27,0abc	29,9ab
Macarrão Bragança	11,2b	11,06b	12,8b	18,6d	24,0a	22,1c	20,9b
Média	16,0B2	15,6B	18,5B	26,3A	29,1A	28,4A	28,2A
CV (%)	15,0	19,09	15,27	9,05	11,82	8,46	13,2

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna<sup>1</sup>, e maiúscula na linha<sup>2</sup>, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

Gualberto, 1991; Cruz & Regazzi, 1994). Atualmente as metodologias de Finlay & Wilkinson (1963) e de Eberhart & Russell (1966) têm sido as mais utilizadas, sendo ambas eficientes para descrever o comportamento dos genótipos frente às variações ambientais. A segunda, por utilizar escala aritmética, facilita a interpretação biológica dos resultados (Duarte 1988). Avaliou-se a adaptabilidade e a estabilidade de linhagens e cultivares de feijão-vagem de crescimento indeterminado em função de diferentes níveis de fertilidade do solo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Avaliaram-se, na EE de Anápolis, em solo de cerrado, plano e uniforme, dez genótipos em sete ambientes modificados (microambientes). Os genótipos constituíram-se de sete linhagens selecionadas, a partir de materiais introduzidos do Centro Internacional de Agricultura Tropical (Hav 13, Hav 64 e Hav 68, de vagens verdes, cilíndricas, Hav 38, Hav 49 e Hav 56 de vagens verde, achatadas e Hav 40 de vagens roxas, cilíndricas), três cultivares testemunhas: Favorito Ag 480 e Macarrão Bragança de vagens verde, cilíndricas e Teresópolis Ag 484, de vagem verde, achatadas. Os ambientes modificados (microambientes) foram obtidos por doses da formulação 4-30-16 no plan-

tio (D<sub>0</sub>=0; D<sub>1</sub>=200; D<sub>2</sub>=400; D<sub>3</sub>=600; D<sub>4</sub>=800; D<sub>5</sub>=1000 e D<sub>6</sub>=1200) kg/ha.

Realizaram-se as adubações de plantio, de acordo com as doses previamente estabelecidas, incluindo-se como adubação comum 30 m<sup>3</sup>/ha de esterco bovino. Em cobertura, utilizaram-se 300 kg/ha de sulfato de amônio divididos em duas aplicações, sendo um terço 20 dias após a semeadura e o restante 20 dias após a primeira.

Realizaram-se os tratos culturais e fitossanitários normais para a cultura, incluindo-se irrigação por aspersão convencional.

Obtiveram-se, por parcela, dados de número de plantas, peso e número de vagens comerciáveis, por colheita, sendo feitas duas colheitas por semana. Foram então calculados o número de vagens comerciáveis por planta, o peso médio de vagens e a produtividade. Os dados de altura média das plantas foram obtidos a partir de uma amostra de dez plantas por parcela, por ocasião da primeira colheita, medindo-se da base da planta ao seu ápice.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados com três repetições, onde cada dose constituiu um experimento isolado, correspondente a cada um dos ambientes modificados. As parcelas tinham seis fileiras de plantas no de sistema tutorado com varas cruzadas, no espaçamento de 1,0 m x 0,4 m, com duas plantas por cova. As par-

celas úteis, com 4 m<sup>2</sup>, foram constituídas pelas duas fileiras centrais com 20 plantas.

Os dados foram submetidos à análise de interação genótipos x ambientes pelo método de Eberhart & Russell (1966). Utilizou-se o aplicativo IGA, desenvolvido por Banzatto (1994), que realiza a análise conjunta dos dados dos diversos ambientes, segundo Yates & Cochran (1938), a análise de variância e o teste de médias dentro de cada ambiente, segundo Banzatto & Kronka (1989).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram significativas as interações genótipos x doses do formulado para todas as características, bem como as diferenças entre genótipos, dentro de cada ambiente, exceto para produtividade, na dose de 800 kg/ha e para altura média das planta na dose de 1200 kg/ha (Tabelas 1, 2, 3 e 4).

As linhagens Hav 49 e Hav 64 igualaram-se em produtividade aos genótipos de maiores rendimentos em todos os ambientes. Nenhuma linhagem apresentou desempenho inferior às cultivares Favorito Ag 480 e Macarrão Bragança; a cultivar Teresópolis Ag 484 superou as linhagens Hav 13 e Hav 56 na dose de 600 kg/ha do formulado (Tabela 1).

A linhagem Hav 64 se igualou aos genótipos que produziram maior núme-

**Tabela 2.** Número de vagens comerciáveis por planta de dez genótipos em sete microambientes. Anápolis, AGENCIARURAL, 1999.

Genótipo	Microambientes = doses (kg/ha) do formulado 04-30-16 no plantio						
	0	200	400	600	800	1000	1200
Hav 13	33,8abc <sup>1</sup>	37,8ab	39,5abc	47,8bc	66,1ab	60,8bc	70,8a
Hav 38	34,8abc	37,3ab	47,0ab	54,9bc	63,5ab	61,6abc	62,8abc
Hav 40	27,8bc	31,0abc	38,2bc	49,1bc	57,0abc	58,7bcd	54,3abcd
Hav 49	21,9c	21,3bc	28,9cd	44,5bc	41,2e	45,8de	48,2cd
Hav 56	37,1abc	35,6abc	44,3abc	59,2bc	64,7ab	56,1cd	63,6abc
Hav 64	51,4a	44,1a	55,1a	83,2a	75,0a	76,3a	67,1ab
Hav 68	39,7abc	39,4ab	47,9ab	60,4b	68,1ab	72,1ab	56,0abcd
Favorito Ag 480	45,0ab	32,3abc	43,8abc	57,3bc	62,7ab	55,0cd	57,5abc
Teresópolis Ag 484	24,0c	15,7c	20,3d	42,7bc	38,1c	35,3e	38,5d
Macarrão Bragança	28,6bc	26,3abc	32,0bcd	38,2c	55,0bc	51,6cd	51,3bcd
Média	34,4BC <sup>2</sup>	32,1C	39,7B	53,7A	59,2A	57,3A	57,0A
CV (%)	17,9	14,1	14,1	13,7	11,5	8,8	11,1

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna<sup>1</sup>, e maiúscula na linha<sup>2</sup>, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

**Tabela 3.** Peso médio (g) de vagens comerciáveis de dez genótipos em sete microambientes. Anápolis, AGENCIARURAL, 1999.

Genótipo	Microambientes = doses (kg/ha) do formulado 04-30-16 no plantio						
	0	200	400	600	800	1000	1200
Hav 13	9,2b <sup>1</sup>	9,4bc	9,8cd	9,7bc	9,3bc	9,6cd	9,8cd
Hav 38	8,5b	8,5c	8,9cde	9,1bc	9,5bc	9,6cd	8,8cd
Hav 40	11,6a	10,7b	10,0c	10,2b	10,0b	10,2c	10,5c
Hav 49	12,0a	13,3a	12,7b	13,5a	13,3a	13,6b	13,3b
Hav 56	8,1b	8,4c	8,1e	8,4c	8,9bc	9,0cd	8,3d
Hav 64	7,8b	7,9c	8,3e	8,1c	8,4c	8,5d	9,0cd
Hav 68	8,8b	8,9c	8,7cde	8,7bc	9,2bc	9,2cd	9,3cd
Favorito Ag 480	8,3b	8,5c	8,6de	9,0bc	9,7bc	9,0cd	9,2cd
Teresópolis Ag 484	13,7a	14,1a	14,3a	14,6a	14,7a	15,3a	15,6a
Macarrão Bragança	7,8b	8,2c	8,0e	8,5bc	8,7bc	8,6d	8,1d
Média	9,6B <sup>2</sup>	9,8AB	9,7AB	10,0A	10,2A	10,3A	10,2A
CV (%)	8,4	6,0	5,0	6,12	4,8	4,2	5,7

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna<sup>1</sup>, e maiúscula na linha<sup>2</sup>, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P>0,05$ ).

ro de vagens por planta. Superou as cultivares testemunhas Macarrão Bragança e Teresópolis Ag 484 em todos ambientes e Favorito Ag 480 nas doses de 600 e 1000 kg/ha do formulado (Tabela 2).

As quatro maiores doses do formulado resultaram em vagens com maior peso médio do que a testemunha com dose zero. Os maiores pesos médios foram da cultivar Teresópolis Ag 484, seguida de Hav 49, ambas com vagens achatadas e a menor média pela linhagem Hav 64 (Tabela 3).

A linhagem Hav 64 e as cultivares Favorito Ag 480 e Macarrão Bragança,

tenderam a apresentar porte mais baixo, independente das doses do formulado. A altura média das plantas foi crescente até 600 kg/ha do formulado, estabilizando-se a partir desta (Tabela 4).

A dose média do formulado (600 kg/ha), foi a mais conveniente, do ponto de vista econômico. As três menores doses caracterizaram os ambientes desfavoráveis e as quatro maiores os ambientes favoráveis (Tabelas 1, 2, 3, 4).

Os genótipos responderam proporcionalmente à melhoria do ambiente, ( $b_i=1$ ), para número de vagens por planta e altura

das plantas. A linhagem Hav 40 respondeu, quanto ao peso médio das vagens, menos que proporcionalmente ( $b_i<1$ ) pela melhoria do ambiente, mostrando-se adaptável a ambientes de menor fertilidade, ao contrário de Teresópolis Ag 484, adaptável a ambientes de maior fertilidade ( $b_i>1$ ) para esta mesma característica. Com exceção de Hav 13 e Teresópolis Ag 484, que se mostraram imprevisíveis ( $s^2d_i \neq 0$ ) quanto à produtividade, Hav 13 e Hav 64, quanto ao número de vagens por planta e Favorito Ag 480, quanto à altura média das plantas, os demais genótipos foram estáveis ( $s^2d_i = 0$ ).

**Tabela 4.** Altura média das plantas de dez genótipos em sete microambientes. Anápolis, AGENCIARURAL, 1999.

Genótipo	Microambientes = doses (kg/ha) do formulado 04-30-16 no plantio						
	0	200	400	600	800	1000	1200
Hav 13	139,9ab <sup>1</sup>	199,5ab	208,3ab	229,2ab	225,7abc	215,9bc	221,8a
Hav 38	158,8a	179,5ab	219,2ab	235,3a	221,3abc	230,5ab	222,7a
Hav 40	155,8a	210,0a	222,9a	220,7abc	236,0a	237,9a	230,7a
Hav 49	155,8a	205,7a	227,0a	227,4ab	228,9ab	238,5a	236,3a
Hav 56	137,6ab	184,9ab	202,1ab	207,8abcd	211,0abcd	233,7ab	226,9a
Hav 64	109,9b	168,2ab	196,2ab	196,7cd	182,3d	216,3bc	202,9a
Hav 68	154,3a	180,8ab	203,0ab	215,5abcd	226,3abc	233,1ab	220,8a
Favorito Ag 480	118,7ab	138,4b	147,3c	203,1cd	203,9bcd	199,9c	209,1a
Teresópolis Ag 484	140,6ab	182,1ab	199,5ab	208,3abcd	226,3abc	234,0ab	228,3a
Macarrão Bragança	119,7ab	153,7ab	172,6bc	188,7d	196,1cd	197,7c	203,0a
Média	139,1D <sup>2</sup>	180,3C	199,8B	213,3A	215,79A	223,8A	220,3A
CV (%)	10,7	12,1	8,3	4,9	4,9	3,3	6,0

Médias seguidas da mesma letra minúscula, na coluna<sup>1</sup>, e maiúscula na linha<sup>2</sup>, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

## LITERATURA CITADA

- ALLARD, R.W. *Principles of plant breeding*. New York: Willey., 1960, 485 p.
- BANZATTO, D.A. *Comparação de métodos de avaliação da adaptabilidade e estabilidade de cultivares de batata*. Jaboticabal: FCAV, 1994. 170 p. (Tese livre docência).
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação Agrícola*. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas*. Viçosa. UFV, Imprensa Universitária, 1994. 330 p.
- DAVIS, J.F. The effects of some environmental factors on the set of pods and yield of cowpea beans. *Journal of Agricultural Research*, v. 70, n. 7. p. 237-249, 1945.
- DUARTE, J.B. *Estudo da adaptabilidade e estabilidade fenotípica em linhagens e cultivares de feijão mulatinho (Phaseolus vulgaris L.)*. Goiânia, 1988, 155 p. (Tese mestrado)
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v. 6, p. 36-40, 1966.
- FILGUEIRA, F.A.R. *Interação genótipo x ambiente em batata (Solanum tuberosum L. ssp.tuberosum)*. Jaboticabal: FCAV, 1991. 121 p. (Tese doutorado)
- 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.
- FISCHER, V.J.; WEAVER, C.K. Flowering, pod set and retention of lima bean in response to high temperature, humidity and soil moisture. *Journal American Society Horticultural Science*, v. 99, n. 5, p. 448-450, 1974.
- GUALBERTO, R. *Análise da estabilidade fenotípica de cultivares de batata (Solanum tuberosum L.) na região sul de Minas Gerais*. Lavras, 1991, 101 p. (Tese mestrado)
- GRANVAL DE MILLAN, N.I. *Aspectos prácticos del mejoramiento y la producción de semilla de poroto chaucha*. In: CURSO/TALLER EN TECNOLOGIA DE PRODUCCIÓN DE SEMILLAS HORTICOLAS PARA PEQUEÑOS AGRICULTORES. Mendoza, INTA/FAO. 1990, p. 205-226.
- SILBERNAGEL, M.J. Snap bean breeding. In.: BASSETT, M.J. (Coord.). *Breeding vegetable crops*. Westport, Avi. Publ. Comp., 1986. p. 243-282.
- SMITH, F.L.; PRYOR, R.H. Effects of maximum temperature and age of flowering and seed production in three bean varieties. *Hilgardia*. v. 33, n. 12, p. 669-688, 1962.
- YATES, F.; COCHRAN, W.G. The analysis of groups of experiments. *The Journal of Agricultural Science*, v. 28, n. 4, p. 556-580, 1938.