

INTERAÇÕES GENÓTIPOS × ÉPOCAS DE SEMEADURA, ANOS E LOCAIS NA AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO NAS REGIÕES SUL E ALTO PARANAÍBA EM MINAS GERAIS¹

MAGNO ANTÔNIO PATTO RAMALHO²
ÂNGELA DE FÁTIMA BARBOSA ABREU³
PAULO SÉRGIO JOSÉ DOS SANTOS⁴

RESUMO - No Estado de Minas Gerais, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) pode ser cultivado praticamente durante todo o ano. Contudo, há uma enorme variação nas condições climáticas, especialmente temperatura e precipitação, durante as diferentes safras, locais e anos. Para verificar qual dentre esses fatores ambientais - ano, local ou época de semeadura - apresenta maior interação com os genótipos, visando a orientar os

trabalhos de melhoramento, vinte e cinco cultivares foram avaliadas durante os anos de 1994 e 1995, em três locais das regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais - Lambari, Lavras e Patos de Minas. A análise de variância conjunta da produtividade de grãos mostrou que as interações apresentaram pequena contribuição para a variação total. Entre elas as mais expressivas foram cultivares × anos e cultivares × safras.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: *Phaseolus vulgaris*, interação genótipos × ambientes.

INTERACTIONS OF GENOTYPES X SOWING DATES, YEARS X AND PLACES ON COMMON BEAN CULTIVARS EVALUATION IN THE SOUTH AND "ALTO PARANAIBA" REGIONS OF MINAS GERAIS STATE.

ABSTRACT - Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) can be cultivated in Minas Gerais State all over the year. However, there is a great variation on weather conditions mainly temperature and precipitation, in different seasons, sites and years. With the objective to guide breeding programs and to verify which environmental factor - year, site or sowing date - show higher interaction with genotypes, twenty five cultivars

were evaluated during the years of 1994 and 1995, in three sites - Lambari, Lavras and Patos de Minas - of South and Alto Paranaíba regions of the State of Minas Gerais. The grain yield joint analysis of variance shows that interations represented a low amount of total variation. Among them the most significant were cultivars × years and cultivars × seasons.

INDEX TERMS: *Phaseolus vulgaris*, genotype × environmental interaction.

INTRODUÇÃO

Nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais, onde se concentra grande parte de produção de feijão no Estado, essa cultura é normalmente submetida a diferentes condições de ambiente, tanto no que se refere a fatores climáticos, temperatura e precipitação pluvial, nos diferentes anos, como nas épocas de semeadura em um mesmo ano e também em fatores

edáficos entre os locais. Numa condição como essa, especialmente quando se avaliam linhas puras, é esperada uma acentuada interação dos genótipos × ambientes (Allard e Bradshaw, 1964). Esse fato tem sido comprovado em inúmeros trabalhos conduzidos com a cultura do feijão na região (Ramalho, Abreu e Righetto, 1993; Abreu et al., 1990; Ramalho, Abreu e Santos, 1993).

1. Trabalho financiado pela FAPEMIG

2. Prof., Dr., Bolsista do CNPq, Depto. de Biologia da UNIVERSIDADE FEDERAL DE LAVRAS (UFLA), Cx. Postal 37, 37200-000 Lavras, MG.

3. Pesquisadora, MS, EMBRAPA/EPAMIG, Cx. Postal 176, 37200-000, Lavras, MG.

4. Acadêmico do 5º período de Agronomia da UFLA. Bolsista da FAPEMIG.

A interação tem inúmeras implicações nos trabalhos dos melhoristas, porém na etapa de avaliação de novas cultivares para a recomendação aos agricultores é que sua importância torna-se mais evidente. Para atenuar o seu efeito, o que tem sido realizado é a identificação de cultivares que sejam mais estáveis. Entretanto, para que as estimativas dos parâmetros de estabilidade possam ser úteis, as avaliações devem ser realizadas nas condições ambientais que melhor representem as condições de cultivo prevalentes.

Considerando que nas condições de cultivo do feijoeiro no Estado há variação entre anos, locais e épocas de semeadura, é necessário verificar com qual desses fatores ambientais a interação com os genótipos é mais expressiva para orientar os futuros trabalhos de avaliação de cultivares de feijão na região. Para obter essa informação foi realizado o presente trabalho utilizando os dados de avaliação de cultivares conduzidos durante os anos de 1994 e 1995, em duas épocas de semeadura, em três locais.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos durante os anos agrícolas de 1994 e 1995 nos locais cujas principais características climáticas e de solo são apresentadas na Tabela 1. As avaliações foram realizadas na denominada época das secas - semeadura em fevereiro e na de outono - inverno, semeadura em julho. Em cada experimento foram avaliadas 25 cultivares utilizando um látice 5 x 5 com três repetições. Cada parcela era constituída por duas linhas com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m com 15 sementes por metro de sulco. Os 25 tratamentos avaliados envolveram 20 linhagens recém-obtidas do programa de melhoramento da Universidade Federal de Lavras (UFLA), e mais cinco testemunhas-cultivares recomendadas para o Estado.

Em todos os experimentos adotaram-se os mesmos procedimentos para o preparo do solo, adubação e demais tratamentos culturais. A irrigação por aspersão foi

TABELA 1 - Principais características climáticas e de solo das localidades onde foram realizadas as avaliações.

		Locais								
		Lavras			Lambari			Patos de Minas		
Tipo de Solo		Latossolo Vermelho Escuro			Latossolo Vermelho Amarelo			Latossolo Roxo		
Época de Semeadura	Meses	T Max (°C)	T Min (°C)	Precip. (mm)	T Max (°C)	T Min (°C)	Precip. (mm)	T Max (°C)	T Min (°C)	Precip. (mm)
Seca	Fevereiro	28,4	17,9	192,3	28,9	17,4	231,5	29,4	18,3	194,1
	Março	27,0	17,3	174,0	29,0	16,6	169,8	29,5	18,0	166,0
	Abril	25,4	15,4	67,0	27,5	13,8	71,0	27,7	17,2	73,9
Inverno	Mai	24,7	12,7	40,6	25,3	10,4	57,4	26,7	14,4	24,8
	Julho	23,7	10,4	23,4	24,5	7,0	24,7	25,8	12,5	13,1
	Agosto	25,7	11,7	24,8	25,6	8,6	32,3	28,0	14,1	13,3
	Setembro	25,4	13,6	72,5	27,3	11,8	75,0	29,1	16,3	49,3
	Outubro	27,2	15,6	126,0	27,6	14,7	131,3	28,5	17,6	158,6

efetuada de modo a atender as necessidades das plantas. Não foi efetuado nenhum controle fitossanitário após a implantação dos experimentos.

As análises de variância foram inicialmente realizadas por experimento e, posteriormente, utilizando as médias ajustadas, foi realizada a análise conjunta (Cochran e Cox 1957) adotando-se o seguinte modelo estatístico: $y_{ijkl} = m + n_j + a_k + (na)_{jk} + s_l + (ns)_{jl} + (as)_{kl} + (nas)_{jkl} + c_i + (cn)_{ij} + (ca)_{jk} + (cs)_{il} + (cna)_{ijk} + (cns)_{ijl} + (cas)_{kjl} + (cnas)_{ijkl} + \bar{\epsilon}_{ijkl}$, sendo y_{ijkl} a observação relativa a cultivar i , no local j , no ano k e na safra l ; m é a média geral; n_j o local j , sendo $j = 1,2,3$; a_k o ano k , sendo $k = 1,2$; s_l é a safra l , sendo $l = 1,2$; c_i a cultivar i , sendo $i = 1,2,\dots,25$; $\bar{\epsilon}_{ijkl}$ o erro médio associado a cada média utilizada na análise; os demais termos são interações. Na análise conjunta foi estimado o coeficiente de determinação de cada fonte de variação pela expressão:

$$R_f^2 = \frac{SQ \text{ da fonte de variacao } f}{SQ \text{ Total}}$$

As médias foram comparadas pelo teste de Duncan e ranqueadas utilizando-se procedimento apresentado por Fausoules (1983).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se diferença significativa ($P \leq 0,01$) entre locais (Tabela 2). A maior produtividade média foi obtida em Lavras, superando em 40,1% a observada na média dos outros dois locais (Tabela 3). Em Lambari, as condições ambientais favorecem a ocorrência de alguns patógenos, especialmente *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn) Scribner agente causador da antracnose e *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferraris da mancha angular, que devem ter contribuído para a redução na produtividade. Já em Patos de Minas, o principal problema ocorre no período das secas. As temperaturas são mais elevadas e há maior ocorrência de insetos, especialmente *Empoasca kraemeri* Ross & Moore, que também afetam a produtividade. Em Lavras tanto a ocorrência de patógenos, como a de insetos são menores que nos outros dois locais.

TABELA 2 - Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (kg/ha) das cultivares de feijão avaliadas nos vários ambientes.

FV	GL	QM	R_f^2 (%)
Locais (L)	2	9227056,44 **	17,19
Anos (A)	1	11246093,62 **	10,48
L x A	2	6689938,68 **	12,46
Safras (S)	1	20278264,08 **	18,89
S x L	2	9438,96	0,13
A x S	1	1977274,67 **	1,84
A x L x S	2	2690386,22 **	5,01
Cultivares (C)	24	239279,73 **	5,34
C x L	48	35921,79	1,60
C x A	24	85980,87 **	1,92
C x L x A	48	59563,69 **	2,66
C x S	24	85614,87 **	1,91
C x L x S	48	44483,51	1,98
C x A x S	24	56555,36	1,26
C x A x S x L	48	54424,51 **	2,43
Erro Médio	432	36907,29	14,85

** Teste F significativo ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 3 - Produtividade média de grãos de feijão (kg/ha) obtida nos experimentos realizados nos diferentes locais e épocas de semeadura nos anos agrícolas de 1994 e 1995.

Locais	Épocas de semeadura			Média
	Ano	Seca/Fevereiro	Inverno/Julho	
Lavras	94	948	1744	1346
	95	2138	2500	2319
	Média	1543	2122	1833
Patos de Minas	94	1267	1390	1329
	95	906	1738	1322
	Média	1087	1564	1326
Lambari	94	1115	1269	1192
	95	961	1813	1387
	Média	1038	1541	1290
Média	94	1110	1468	1289
	95	1335	2017	1676
	Média	1223	1743	1483

Houve diferença entre os anos ($P \leq 0,01$), sendo a produtividade maior no último ano. Com relação as safras - época de semeadura - a realizada no outono - inverno, semeadura em julho, apresentou produtividade média 30% acima da obtida no período da seca, semeadura em fevereiro. Na semeadura do outono - inverno nos três locais, as condições ambientais são mais favoráveis (Tabela 1). As temperaturas são mais amenas e a ocorrência de patógenos e pragas, via de regra, é menor. Resultados obtidos em outras oportunidades nas regiões mencionadas, encontraram diferença entre as safras, porém não tão expressiva como nesse caso (Ramalho, Abreu e Santos, 1993 e Ramalho, Abreu e Righetto, 1993).

Diferença significativa ($P \leq 0,01$) também foi constatada entre as cultivares. Os resultados médios apresentados na Tabela 4 mostram que a cultivar de feijão preto, 'Ouro-Negro', apresentou o melhor desempenho superando 96% das cultivares avaliadas. Entre as novas linhagens, com grãos tipo carioca, isto é, creme com estrias marrons, destacaram-se a 'D-26' e 'R-1' superando 79% e 75% das cultivares avaliadas, respectivamente.

A ocorrência de diferença significativa entre todas as fontes de variação isoladas, ou seja, entre locais,

épocas, safras e cultivares, é uma condição favorável para que a interação entre esses fatores se manifeste. Merecem destaque, no caso, as interações envolvendo as cultivares. Verifica-se (Tabela 2) que a interação cultivares \times locais não foi significativa, sendo responsável apenas por 1,6% da soma de quadrado total das fontes de variação envolvidas. Resultados semelhantes foram relatados por Ramalho, Abreu e Righetto (1993).

As interações cultivares \times anos e cultivares \times safras foram significativas ($P \leq 0,01$) e com contribuição semelhante para a variação total. Entre as interações de ordem maior o destaque foi cultivares \times locais \times anos (Tabela 2). Vale ressaltar, pelas estimativas de R_f^2 , que apesar das significâncias observadas, a contribuição das interações envolvendo cultivares para a variação total foi pequena, 13,76%. Como se observa, valor esse inferior à observada para o erro. Depreende-se, assim, que os melhoristas devem dar mais atenção na redução do efeito do erro experimental, por exemplo, do que para as interações. Em princípio isso mostra que é preferível conduzir um menor número de avaliações com a maior precisão possível.

TABELA 4 - Produtividade média, kg/ha, das linhagens avaliadas nas duas épocas de semeadura.

Cultivares	Origem ¹	Épocas de semeaduras		Média	P ²
		Seca/Fevereiro	Inverno/Julho		
Ouro Negro	CIAT	1648	1886	1767	96
D-26	UFLA	1225	2159	1692	79
R-1	UFLA	1445	1896	1671	75
D-186	UFLA	1278	1977	1627	62
Carioca-MG	UFLA	1341	1911	1626	62
Carioca	IAC	1319	1898	1608	62
T-1	UFLA	1241	1909	1575	50
R-3	UFLA	1389	1692	1540	29
Milionário	CIAT	1369	1710	1539	29
D-245-2	UFLA	1337	1736	1536	29
R-18	UFLA	1090	1881	1486	21
H-15	UFLA	1161	1809	1485	21
R-161	UFLA	1242	1719	1480	21
R-29	UFLA	1181	1756	1469	21
H-92	UFLA	1197	1719	1458	21
R-27	UFLA	1213	1676	1444	21
R-10	UFLA	1255	1631	1443	21
P-180	UFLA	1138	1731	1434	21
EMGOPA 201-Ouro	CIAT	1156	1660	1408	17
H-4	UFLA	1114	1703	1408	17
D-245-1	UFLA	1111	1550	1330	4
P-70	UFLA	1143	1441	1292	0
P-38	UFLA	911	1669	1290	0
P-106	UFLA	1041	1460	1251	0
R-34	UFLA	1025	1391	1208	0

¹CIAT: Centro Internacional de Agricultura Tropical; UFLA: Universidade Federal de Lavras; IAC: Instituto Agrônômico de Campinas.

² Percentagens dos tratamentos que foram superados estatisticamente pelo teste Duncan.

É normal, nos programas de melhoramento do feijoeiro conduzidos na região, substituir as linhagens que estão sendo avaliadas a cada dois anos. Como a interação cultivares \times anos foi umas das mais expressivas, seria uma boa alternativa realizar a cada dois anos substituição apenas daquelas linhagens com menor potencial.

Considerando que para a segurança na recomendação de uma nova cultivar é necessário que o material seja avaliado em um certo número de ambientes e considerando, também, que a parte mais onerosa nesse tipo de trabalho é a locomoção dos pesquisadores, seria interessante, em cada local e safra, que os experimentos fossem conduzidos pelo menos em duas épocas. Na safra "da seca", por exemplo, poder-se-ia conduzir um experimento com semeadura em fevereiro e outro em março ou até mesmo em abril. Desse modo, sem gastos excessivos adicionais, seria possível ter uma avaliação do desempenho das cultivares em um período relativamente curto. Esses comentários são coerentes com a sugestão apresentada por Paterniani (1990) para a cultura do milho. Ele salienta que em condições tropicais e subtropicais, como as do Brasil, onde há ampla estação de cultivo e ocorrem variações climáticas, notadamente de temperatura e pluviosidade, os ensaios de avaliações de cultivares deveriam ser conduzidos em um maior número de épocas de semeadura em detrimento do número de locais.

CONCLUSÕES

As interações apresentaram pequena contribuição para a variação total. Entre elas as mais expressivas foram cultivares \times safras e cultivares \times anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A de F. B.; RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; PEREIRA FILHO, I. A. Effect of genotype \times environment interaction on estimations of genetic and phenotypic parameters of common beans. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v.13, n.1, p.75-82, 1990.
- ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, Madison, v.4, n.4, p.503-508, July/Aug. 1964.
- COCHRAN, W.G.; COX, G.M. **Experimental designs**. 2 ed. John Wiley: New York, 1957. 611p.
- FASOULAS, A.C. Rating cultivars and trials in applied plant breeding. **Euphytica**, Wagennigen, v.32, n.3, p.939-943, Nov. 1983.
- PATERNIANI, E. Maize breeding in the tropics. **Critical Reviews in Plant Sciences**, Boca Raton, v.9, n.2, p.25-154, 1990.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.de F.B.; RIGHETTO, G. U. Interação de cultivares de feijão por época de semeadura em diferentes localidades do Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, n.10, p.1183-1189, out. 1993.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.de F.B.; SANTOS, J.B. dos. Desempenho de progênies precoces de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L) em diferentes locais e épocas de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v.40, n.229, p.272-280, maio/jun. 1993.