

## ADAPTABILIDADE E ESTABILIDADE EM GENÓTIPOS DE FEJJOEIRO CULTIVADOS EM SISTEMA ORGÂNICO

**Adésio Ferreira<sup>1</sup>, Helder Médice Junior<sup>2</sup>, Sebastião Martins Filho<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Universidade Federal de Viçosa, Campus Rio Paranaíba, 38810-000, Rio Paranaíba - MG, [adesio@ufv.br](mailto:adesio@ufv.br)

<sup>2</sup> Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Informática: Área de Estatística, 36570-000, Viçosa - MG, [heldermedice@hotmail.com](mailto:heldermedice@hotmail.com); [martinsfilho@ufv.br](mailto:martinsfilho@ufv.br)

**Resumo-** A ocorrência da interação genótipo x ambiente (GxA), para rendimento de grãos e outras características agrônomicas, é um aspecto importante no melhoramento de plantas. Diversas metodologias de Adaptabilidade e Estabilidade têm sido empregadas para identificação dos genótipos fenotipicamente mais estáveis e melhores adaptados as condições de ambiente onde são testados. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi comparar diferentes métodos, para a obtenção de estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete genótipos de *Phaseolus vulgaris* cultivados sob sistema orgânico em diferentes épocas de plantio. Entre os métodos estudados concluímos que o uso de alguns em combinação com outros pode agregar informação à análise de estabilidade, e da mesma forma, certas combinações devem ser evitadas.

**Palavras-chave:** Épocas de plantio, Esterco de curral, *Phaseolus vulgaris*.

**Área do Conhecimento:** Ciências Agrárias

### Introdução

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos produtos básicos da alimentação do brasileiro e se constitui num dos mais importantes na política agrícola do país. A produção brasileira oscilou nas safras 2000/01 a 2005/06 entre 2,6 a 3,2 milhões de toneladas, com uma produção estimada de 3,9 milhões de toneladas para a safra 2007/08 (CONAB, 2008).

O sistema de cultivo da espécie é basicamente realizado em sistema convencional e com pouca pesquisa para o sistema orgânico. Atualmente há uma crescente preocupação dos consumidores e produtores com a saúde pessoal e com questões ambientais, aumentado o interesse por alimentos denominados orgânicos, sem a utilização de agroquímicos no sistema produtivo.

No cultivo da espécie a umidade do solo e do ar, condições físico-químicas do solo e temperatura durante o florescimento estão entre os fatores que mais interferem no desempenho do feijoeiro. Em termos de produção de grãos, Ramalho et al. (1993) relatam em seus estudos que os efeitos de local, ano, época de semeadura e cultivar foram responsáveis por mais de 50% da variação total.

A ocorrência da interação genótipo x ambiente (GxA), para rendimento de grãos e outras características agrônomicas, é um aspecto importante no melhoramento de plantas, uma vez que dificulta a detecção de diferenças significativas entre os genótipos. Diversas metodologias de Adaptabilidade e Estabilidade têm sido empregadas para identificação dos genótipos fenotipicamente mais estáveis e

melhores adaptados as condições de ambiente onde são testados. Essas se distinguem pelos conceitos de estabilidade, adaptabilidade e princípios estatísticos empregados (Cruz e Regazzi, 2001).

As metodologias mais utilizadas são as baseadas em análises de regressão linear simples, regressão linear bissegmentada, métodos em que os procedimentos são baseados na análise de variância e os fundamentados em análise não paramétrica. A escolha da técnica de análise depende do número de ambientes estudados, do método que melhor se adapta aos dados existentes e do aprofundamento que se deseja ter em termos de informações.

O objetivo deste trabalho foi comparar diferentes métodos, para a obtenção de estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade de sete genótipos de *Phaseolus vulgaris*.

### Metodologia

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Viçosa em casa de vegetação com sombrite 50%. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em um esquema fatorial 7x5 (genótipos x proporção de esterco de curral) com quatro repetições. Foram conduzidos quatro experimentos nas épocas de agosto/2006, março/2007, julho/2007 e novembro/2007. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo livre de resíduos tóxicos, coletado na profundidade de 0-20 cm no município de Viçosa-MG. O plantio foi realizado em vasos de 8 dm<sup>3</sup> de volume preenchidos com mistura de solo adicionado de esterco de curral na proporção de 0,

10, 20, 30 e 40% do volume dos vasos. Foram semeadas quatro sementes em cada vaso e após emergência fez-se desbaste deixando duas plantas por vaso.

Foram estudados os genótipos Capixaba Precoce, EMCAPA 404 - Serrano, EL 22, BAT 477, Pérola, Carioca, Xamego. As características avaliadas foram o número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP) e peso de sementes por planta (PSP).

Realizou-se a análise de variância individual e conjunta dos dados de todos os ambientes, em que ambiente foi considerado a combinação de épocas de plantio com cada proporção do esterco, totalizando um total de 20 ambientes. Posteriormente efetuou-se o estudo de adaptabilidade e estabilidade utilizando diferentes metodologias: Método de Annicchiarico (1992); Eberhart & Russell (1966); Cruz, Torres & Vencovsky (1989); Lin & Binns modificado por Carneiro (1998).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional em genética e estatística – programa GENES – UFV (Cruz, 2001).

## Resultados

Pode ser verificado na Tabela 1 que houve diferença significativa para genótipos e ambientes juntamente com a interação GxA, o que torna possível o estudo de adaptabilidade e estabilidade. E ainda, os efeitos da interação genótipo x ambiente, apresentaram 1% de significância para as características NVP, PSP e de 5% para NSP. Estes resultados indicaram que o comportamento dos genótipos foi influenciado pelo ambiente, o que pode justificar um estudo mais detalhado, com intuito de identificarem-se os genótipos mais fenotipicamente estáveis.

Tabela 1 – Resumo da análise de variância no modelo fatorial para característica número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP) e peso de sementes por planta (PSP) de genótipos de feijoeiro cultivados em Viçosa – MG

F.V.	G.L.	Q.M.		
		NVP	NSP	PSP
Genótipos	6	39,16032 *	838,47063 **	74,94 **
Ambientes	19	380,8886 **	9831,48609 **	583,97 **
Gen x Amb	114	15,36667 **	246,07966 *	11,83 **
Resíduo	280	9,43	176,75	6,85
Total	419			

\* e \*\*, significativo a 5 e 1% pelo teste F.

Em uma avaliação de adaptabilidade e estabilidade é importante apresentar a interpretação ou os estimadores dos métodos utilizados, especificar quais foram os ambientes classificados como favoráveis e desfavoráveis (Tabela 2). A não especificação da classificação dos ambientes pode beneficiar ou prejudicar os genótipos com adaptação específica a estes dois tipos de ambientes.

Tabela 2 - Classificação dos ambientes para as características avaliadas, considerando todos os métodos estudados, para os genótipos de feijoeiro cultivados em Viçosa – MG

AMBIENTE	NVP		NSP		PSP	
	Média	Classif.	Média	Classif.	Média	Classif.
A1	3,48	DESF	12,38	DESF	2,01	DESF
A2	10,71	DESF	46,10	DESF	7,73	DESF
A3	11,24	DESF	47,76	DESF	7,71	DESF
A4	16,29	DESF	67,57	DESF	10,73	DESF
A5	14,81	FAV	60,05	FAV	8,94	DESF
A6	3,76	DESF	13,29	DESF	2,68	DESF
A7	11,90	FAV	59,24	FAV	13,86	FAV
A8	13,57	FAV	65,29	FAV	15,32	FAV
A9	15,43	FAV	78,14	FAV	17,97	FAV
A10	16,24	FAV	80,81	FAV	18,34	FAV
A11	6,48	DESF	26,05	DESF	7,52	DESF
A12	11,95	FAV	52,52	FAV	13,72	FAV
A13	13,00	FAV	63,19	FAV	15,97	FAV
A14	13,76	FAV	66,14	FAV	15,21	FAV
A15	15,62	FAV	73,33	FAV	16,33	FAV
A16	2,62	DESF	8,62	DESF	1,84	DESF
A17	7,81	DESF	30,81	DESF	6,12	DESF
A18	11,19	FAV	49,48	DESF	7,86	DESF
A19	11,14	FAV	48,90	FAV	7,53	FAV
A20	13,14	FAV	50,76	FAV	7,11	DESF

A1- (Ago/2006 e ADO = 0), A2- (Ago/2006 e ADO = 10), A3- (Ago/2006 e ADO = 20), A4- (Ago/2006 e ADO = 30), A5- (Ago/2006 e ADO = 40), A6- (Mar/2007 e ADO = 0), A7- (Mar/2007 e ADO = 10), A8- (Mar/2007 e ADO = 20), A9- (Mar/2007 e ADO = 30), A10- (Mar/2007 e ADO = 40), A11- (Jul/2007 e ADO = 0), A12- (Jul/2007 e ADO = 10), A13- (Jul/2007 e ADO = 20), A14- (Jul/2007 e ADO = 30), A15- (Jul/2007 e ADO = 40), A16- (Nov/2007 e ADO = 0), A17- (Nov/2007 e ADO = 10), A18- (Nov/2007 e ADO = 20), A19- (Nov/2007 e ADO = 30), A20- (Nov/2007 e ADO = 40). FAV – ambiente favorável; DESF – ambiente desfavorável; Classif. – classificação dos ambientes em favorável ou desfavorável.

Tabela 3 – Classificação dos genótipos quanto à adaptabilidade e estabilidade para a característica número de vagens por planta (NVP), número de sementes por planta (NSP) e peso de sementes por planta (PSP), pelos métodos de Annicchiarico (1992); Eberhart e Russell (1966); Cruz, Torres & Vencovsky (1989); Lin e Binns (1988)

Genótipo	Média Geral	Annicchiarico	Eberhart e Russell	Cruz, Torres e Vencovsky	Lin e Binns
<b>NVP</b>					
Capixaba Precoce	11,02	GERAL	GERAL	GERAL	Ñ ADAP
EMCAPA 404 (Serrano)	10,83	FAVO	GERAL	GERAL	FAVOR
EL 22	10,25	Ñ ADAP	GERAL	GERAL	GERAL
BAT 477	12,83	DESFA	GERAL	GERAL	GERAL
Pérola	11,30	FAVO	FAVO	INDETER	FAVOR
Carioca	10,83	Ñ ADAP	GERAL	FAVO	Ñ ADAP
Xamego	11,38	GERAL	FAVO	GERAL	DESFAV
<b>NSP</b>					
Capixaba Precoce	49,73	GERAL	GERAL	GERAL	Ñ ADAP
EMCAPA 404 (Serrano)	48,40	FAVOR	GERAL	GERAL	Ñ ADAP
EL 22	48,72	FAVOR	GERAL	GERAL	FAVOR
BAT 477	54,95	DESFAV	FAVOR	GERAL	GERAL
Pérola	47,08	FAVOR	GERAL	GERAL	Ñ ADAP
Carioca	45,85	Ñ ADAP	GERAL	GERAL	GERAL
Xamego	55,42	DESFAV	FAVOR	GERAL	GERAL
<b>PSP</b>					
Capixaba Precoce	9,84	GERAL	GERAL	GERAL	GERAL
EMCAPA 404 (Serrano)	9,54	Ñ ADAP	GERAL	GERAL	Ñ ADAP
EL 22	9,17	Ñ ADAP	GERAL	GERAL	Ñ ADAP
BAT 477	10,02	DESFAV	DESFAV	DESFAV	Ñ ADAP
Pérola	12,49	GERAL	FAVOR	INDETER	GERAL
Carioca	10,79	FAVOR	FAVOR	FAVOR	GERAL
Xamego	9,73	Ñ ADAP	GERAL	GERAL	Ñ ADAP

GERAL, Adaptabilidade Geral; FAVOR, adaptabilidade a ambientes Favoráveis; DESFAV, adaptabilidade a ambientes Desfavoráveis; Ñ ADAP, Não adaptados a nenhum ambiente; INDETER, Indeterminado e NS, não significativo.

A classificação dos genótipos quanto à adaptabilidade e estabilidade para todas as características e por todos os métodos estudados (Tabela 3) demonstra que os métodos de Eberhart & Russell e Cruz, Torres & Vencovsky, apresentaram-se fortemente associados, para as características NVP, NSP e PSP, em que ambos são baseados em coeficientes de regressão – regressão única e regressão bissegmentada, respectivamente. Pode-se utilizar um desses métodos em associação com outros baseados em outros fundamentos como variância, por exemplo.

Já o método de Annicchiarico e Lin & Binns modificado estiveram medianamente associados para NVP e NSP e fortemente associados quando estudados na característica PSP.

## Discussão

Dos resultados obtidos podemos verificar que a utilização de métodos baseados em mesma estatística é desaconselhável. No entanto, em alguns casos a complementaridade de informações de métodos, mesmo que sejam baseadas em um mesmo fundamento é desejável em relação ao uso isolado de apenas um método. Já a utilização simultânea de métodos baseados em diferentes estatísticas é sempre recomendada.

A utilização dos métodos Eberhart e Russel juntamente com Annicchiarico é recomendável, pois são métodos baseados em estatísticas distintas: o primeiro baseado em regressão; e o segundo obtém a estimativas de adaptabilidade e

estabilidade pela superioridade do genótipo em relação à média de ambiente por meio do índice  $\bar{w}_i$ . Estes métodos apresentaram pouca correlação entre si para as características NVP, NSP e PSP. Estes podem fornecer informações complementares para um mesmo genótipo.

O método de Eberhart & Russell, considera como genótipos de adaptabilidade ampla ou geral aqueles que apresentam coeficiente de regressão  $\beta_1$  igual a 1. Para ser um bom genótipo este deve apresentar além de  $\beta_1 = 1$ , alta média e desvios de regressão ( $s^2_{di}$ ) tão pequenos quanto possível. Um genótipo, ao apresentar  $\beta_1 = 1$ , além de ampla adaptabilidade, possui desempenho diretamente proporcional à melhoria do ambiente, se relacionado com uma média alta indica elevada adaptabilidade a todos os ambientes, e se baixa, o genótipo tem baixa adaptabilidade aos vários ambientes. Se  $\beta_1 > 1$  o genótipo possui uma elevada capacidade de responder vantajosamente às melhorias ambientais, e se  $\beta_1 < 1$  o genótipo relacionado é particularmente adaptado a ambientes desfavoráveis. Neste trabalho, para NVP, os cultivares Pérola e Xamego apresentaram  $\beta_1$  maior que a unidade, classificados como adaptados a ambientes favoráveis. Este resultado sugere que esses genótipos possuem grande capacidade de explorar positivamente os ambientes favoráveis, sendo indicados à produção com alta tecnologia e uso de adubo orgânico. Dentre os outros genótipos não houve  $\beta_1$  diferente da unidade, portanto todos sendo classificados como de adaptabilidade geral ou ampla. Para NSP os genótipos BAT 477 e novamente Xamego apresentaram  $\beta_1$  acima da unidade, os demais genótipos obtiveram  $\beta_1 = 1$ . Em PSP os genótipos Pérola e Carioca foram adaptados a ambientes favoráveis com  $\beta_1 > 1$ , BAT 477 obteve  $\beta_1 < 1$ , estando adaptado a ambientes desfavoráveis (Tabela 3).

A forte associação para a característica PSP por Lin & Binns e Annicchiarico reforça a tese também da não utilização de métodos que classificam por mesmo critério no caso de comparação dos genótipos entre si. Entretanto, os resultados da característica NVP e NSP, medianamente associados, sugerem que a estatística dos métodos é o mais importante na análise da utilização conjunta ou não.

Os genótipos mais indicados como de ampla adaptabilidade e altas médias para a característica PSP, que é a de maior importância em um programa de melhoramento, são o Capixaba Precoce e Pérola.

## Conclusão

Pelas condições em que o trabalho foi desenvolvido podemos concluir que:

Os métodos de Annicchiarico e Lin & Binns mostram forte associação entre si, estes são bastante promissores pela facilidade de cálculo e interpretação, o uso simultâneo dos dois não é recomendado; entretanto, o uso de um deles em combinação com o de Eberhart & Russell pode agregar informação à análise de estabilidade.

O uso conjunto dos métodos de Eberhart & Russell e Cruz, Torres & Vencovsky deve ser evitado.

## Referências

- ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, v.4, p.269-278, 1992.
- CARNEIRO, P.C.S. **Novas metodologias de análise da adaptabilidade e estabilidade de comportamento**. 168p. 1998. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos: nono levantamento, junho 2008**. Brasília: Conab, 2008. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 27 de junho de 2008.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística**: Versão Windows. Viçosa: Editora UFV, 2001. 648p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2.ed. Viçosa: UFV, 2001. 390p.
- CRUZ, C. D.; TORRES, R. A. A.; VENCOVSKY, R. An alternative approach to the stability analysis proposed by Silva and Barreto. **Revista Brasileira de Genética**, Ribeirão Preto, v. 12, n. 3, p. 567-580, 1989.
- EBERHART, S.A.; RUSSELL, W.A. Stability parameters for comparing varieties. **Crop Sci.**, Madison, v. 6, p. 36-40, 1966.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; RIGHETTO, G.H. 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, 1993.