

ESTABILIDADE DE LINHAGENS DE FEIJÃO EM DEZ ANOS DE AVALIAÇÃO EM REDE NA REGIÃO CENTRO-SUL

STABILITY OF COMMON BEAN LINES OVER 10-YEARS OF THE SOUTH-CENTRAL REGION ASSAY NETWORK

Vilmar de A. Pontes Júnior¹, Patrícia G. S. Melo², Helton S. Pereira³, Luís C. de Faria⁴, Adriane Wendland⁵, Thiago L. P. O. de Souza⁶ e Leonardo C. Melo⁷

Introdução. A rede de ensaios finais do programa de melhoramento de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) da Embrapa é extensa e apresenta um histórico de ensaios de VCU (Valor de Cultivo e Uso) de mais de três décadas de pesquisa. Essa rede envolve quatro regiões de cultivo de feijão no Brasil. Dentre as regiões, merece destaque especial a região 1 (Centro-Sul), que representa o ambiente subtropical do sul do país, responsável por 51,8% da produção e 40,2% da área plantada de feijoeiro-comum no Brasil (Pereira et al., 2010a; Pontes Júnior et al., 2014). Os estados que a compõem são o Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul. A diversidade de ambientes aos quais o cultivo do feijoeiro-comum está exposto, faz com que o efeito da interação de genótipos com ambientes (GxA) seja bastante acentuado, principalmente, para produtividade. Assim, torna-se indispensável os estudos de estabilidade e de adaptabilidade fenotípica de modo a auxiliar o programa de melhoramento. Esse estudo é bem difundido em várias culturas, inclusive para o feijoeiro-comum como relatados em vários trabalhos (Pereira et al., 2009, 2010b; Torga et al., 2013). O objetivo foi avaliar a evolução da estabilidade e da adaptabilidade fenotípica, pela metodologia de Ecovalência, para a produtividade de grãos dos genótipos, do grupo carioca, utilizados na rede de ensaios finais do programa de melhoramento de feijoeiro-comum da Embrapa, na região 1, no período de 2003 a 2012.

Material e Métodos. Foram utilizados os ensaios finais do programa de melhoramento de feijoeiro-comum do grupo carioca da Embrapa, pertencentes a rede de avaliação da região 1, conduzidos em 39 municípios nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul, de 2003 a 2012, totalizando cinco ciclos bienais de avaliação. No período de 10 anos, foram avaliados 68 genótipos (59 linhagens e nove testemunhas), assim, em média foram testados 16 genótipos/ciclo, nas principais épocas de cultivo dessa região (seca e águas). O delineamento foi em blocos casualizados com três repetições, parcelas de quatro linhas de quatro metros e área útil formada pelas duas linhas centrais. Foi realizada a análise individual e conjunta para produtividade de grãos nos ambientes avaliados. A homogeneidade de variância entre os ensaios foi avaliada, considerando-se a relação 7:1 dos quadrados médios residuais (Pimentel-Gomes, 2000). Caso fosse necessário, realizou-se o ajuste dos graus de liberdade do erro médio e da interação GxA (Cochran, 1954). O modelo matemático da análise conjunta considerou os ambientes como aleatório e os genótipos como fixo (Vencovsky e BARRIGA, 1992). A análise de estabilidade e de adaptabilidade

¹Doutorando, Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. vilmarpjr@hotmail.com;

²Professora/Pesquisadora, Área de Genética e Melhoramento de Plantas, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, Goiás, Brasil. pgsantos@gmail.com;

³Pesquisador, Área de Genética de Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil. helton.pereira@embrapa.br;

⁴Pesquisador, Área de Genética de Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil. luis.faria@embrapa.br;

⁵Pesquisadora, Área de Fitopatologia, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil. adriane.wendland@embrapa.br;

⁶Pesquisador, Área de Genética de Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil. thiago.souza@embrapa.br;

⁷Pesquisador, Área de Genética de Melhoramento de Plantas, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, Goiás, Brasil. leonardo.melo@embrapa.br.

para a produtividade de grãos foi realizada pela metodologia de Ecovalência (Wricke, 1965; Cruz e Regazzi, 2001). Nessa análise o parâmetro de estabilidade, denominado “Ecovalência” (ω_i), é estimado decompondo a soma de quadrados da interação genótipos x ambientes nas partes devidas a genótipos isolados. Essa partição é feita utilizando-se a estatística F , dada por: $\omega_i = \sum_{j=1}^p (Y_{ij} - \bar{Y}_i - \bar{Y}_j + \bar{Y})^2$, em que Y_{ij} é a média do genótipo i no ambiente j ; \bar{Y}_i é a média do genótipo i ; \bar{Y}_j é a média do ambiente j ; \bar{Y} é a média geral; n é o número de ambientes. Em cada ciclo bienal, estimou-se a estabilidade de todos os genótipos, identificando-se a linhagem mais e a menos estável. O genótipo que contribuiu com a menor porcentagem para interação foi considerado estável dentro do ciclo na respectiva época, enquanto que o genótipo com a maior porcentagem considerou-se menos estável. Foi calculada a relação entre as estimativas de Ecovalência de todos os genótipos com a estimativa da cultivar Pérola, utilizada como testemunha em todos os ensaios, durante os 10 anos. Essa estimativa foi obtida em todos os ciclos e épocas de avaliação, pela expressão: $IEP = (\omega_{ig} / \omega_{ip}) * 100$, em que IEP é o Índice de Estabilidade do genótipo em relação a cultivar Pérola; ω_{ig} é a estimativa de ω_i do genótipo mais e/ou do menos estável; ω_{ip} é a estimativa de ω_i da cultivar Pérola. Realizou-se a média geral do IEP de todas as linhagens avaliadas em cada ciclo, nas épocas da seca e das águas. As análises foram realizadas pelo aplicativo Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão. Em todos os cinco ciclos da rede do programa de melhoramento de feijoeiro-comum da Embrapa, na região 1, houve interação GxA, indicando que os genótipos apresentaram resposta diferencial aos ambientes, o que permite o estudo da estabilidade e da adaptabilidade. Na Tabela 1 é apresentado em cada ciclo, nas épocas da seca e das águas, a estimativa de estabilidade pelo método de Ecovalência e o Índice de Estabilidade em relação a Pérola (IEP) para o genótipo mais e o menos estável. Entre os genótipos mais estáveis avaliados ao longo da década (2003-2012), na época da seca, dois são cultivares comerciais (FT Magnífico e BRS Cometa). Por outro lado, na época das águas, para todos os ciclos de avaliação, os genótipos mais estáveis foram às linhagens desenvolvidas pela Embrapa. A contribuição dos genótipos mais estáveis para a interação foi baixa variando de 1,3% a 2,4% na época da seca e de 1,7% a 4,3% nas águas. Quanto aos genótipos menos estáveis, a cultivar Carioca Pitoco foi menos estável nas duas épocas no ciclo 2003/04 e a linhagem CNFC 10408 no ciclo 2005/06. Os genótipos menos estáveis respondem de forma aleatória às variações do ambiente, contribuindo para interação. A contribuição dos genótipos menos estáveis para a interação variou de 10,5% a 22,8% na seca e de 8,7% a 16,5% nas águas. A média geral de produtividade dos genótipos em todos os ciclos foi de 2050 kg ha⁻¹ na época da seca e de 2643 kg ha⁻¹ nas águas. No entanto, ao longo dos anos de avaliação, na maioria dos ciclos, o genótipo mais estável não era o mais produtivo, o que aconteceu em todos os ciclos da seca e para os três primeiros das águas. Isso ocorre, pelo fato da medida de ω_i estimar apenas a contribuição de cada genótipo para a interação e não considera o potencial de produtividade em relação aos demais genótipos. A cultivar Pérola, uma das mais plantadas no Brasil, foi tomada como genótipo de referência para avaliar a evolução do programa de melhoramento quanto a criação de linhagens elite estáveis, durante esse período, para a região Centro-Sul do país, aplicando o índice IEP. Os genótipos mais estáveis apresentaram índices variando de 17,6% a 64,2% na seca e de 15,6% a 109,2% nas águas. Praticamente todos esses genótipos tiveram estabilidade superior em relação a cultivar Pérola, exceto a CNFC 11946 (ciclo 2009/10) que foi 9,2% menos estável do que a respectiva cultivar (IEP=109,2%). Por outro lado, o IEP dos genótipos menos estáveis variou de 113,8% a 417,8% na seca e de 104,3% a 259,5% nas águas, mostrando que foram menos estáveis e contribuíram mais para a interação do que a Pérola. Dos cinco ciclos de ensaios finais avaliados, dois na época da seca e três nas águas apresentaram média do IEP das linhagens inferiores a 100%, indicando que, em média, todas as linhagens desses ciclos mostraram maior estabilidade do que a Pérola. Vale ressaltar que em alguns ciclos as linhagens avaliadas foram superiores a Pérola em estabilidade, como por exemplo, as linhagens do ciclo 2003/04 que, em média, contribuíram 59,6% menos para interação do que a cultivar Pérola (IEP=40,4%). Ao realizar a média geral do IEP de todas as linhagens nesse estudo, observa-se essas são 39,7% menos estáveis do que a cultivar Pérola na época da seca (IEP=139,7%) e 8,8% mais estáveis na época das águas (IEP=91,2%). Assim,

considerando todas as linhagens avaliadas pela Embrapa de 2003 a 2012, verifica-se que, o programa de melhoramento foi mais eficiente em desenvolver linhagens estáveis para a época das águas do que para a seca. No entanto, ao considerar apenas os genótipos mais estáveis em cada ciclo, observa-se forte evolução das linhagens desenvolvidas pela Embrapa tanto na época das águas quanto da seca. Essa estabilidade de produção é importante para o feijoeiro-comum, pois é cultivado em ambientes extremamente adversos em todo Brasil. Acrescenta-se o fato de que, o efeito da interação GxA é bastante acentuado para a produtividade de grãos, conforme relatado em vários trabalhos (Melo et al., 2007; Pereira et al., 2009, 2010b; Torga et al., 2013).

Tabela 1. Número de ensaios, produtividade média, estimativa do parâmetro de Ecovalência e do IEP para os genótipos mais e menos estáveis avaliados nos ensaios finais de feijoeiro-comum de grão carioca da Embrapa, na região 1, nas épocas da seca e das águas, no período de 2003 a 2012.

Ciclo	Época	Nº de ensaios	Genótipos	PROD*	Estabilidade	ω_i (%)	IEP (%)
2003/04	Seca	10	CNFC 9484	2136	Mais estável	1,3	23,2
			Carioca Pitoco	2003	Menos estável	22,8	417,8
			Média ^{1/}	2124	-	-	92,0
	Águas	16	CNFC 9500	2744	Mais estável	1,7	15,6
			Carioca Pitoco	2549	Menos estável	16,5	154,8
			Média	2716	-	-	40,4
2005/06	Seca	8	FT Magnífico	1496	Mais estável	2,4	64,2
			CNFC 10408	1931	Menos estável	12,5	341,0
			Média	1816	-	-	215,1
	Águas	16	CNFC 10429 ^{2/}	2715	Mais estável	2,3	44,7
			CNFC 10408	2584	Menos estável	13,5	259,5
			Média	2703	-	-	126,1
2007/08	Seca	9	BRS Cometa	1840	Mais estável	1,9	61,9
			CNFC 10742	2465	Menos estável	11,1	362,5
			Média	2083	-	-	204,3
	Águas	32	CNFC 10763	2545	Mais estável	3,3	31,3
			BRS Cometa	2086	Menos estável	10,9	104,3
			Média	2301	-	-	48,1
2009/10	Seca	10	CNFC 11956	1770	Mais estável	1,9	17,6
			CNFC 11954	2111	Menos estável	12,1	113,8
			Média	1935	-	-	57,1
	Águas	23	CNFC 11946	2587	Mais estável	4,3	109,2
			IPR Juriti	2843	Menos estável	8,7	224,1
			Média	2507	-	-	162,6
2011/12	Seca	8	CNFC 15023	2273	Mais estável	2,0	46,3
			CNFC 10762 ^{3/}	2410	Menos estável	10,5	240,2
			Média	2291	-	-	129,8
	Águas	16	CNFC 15082	2914	Mais estável	2,8	44,3
			CNFC 10762	3049	Menos estável	13,1	210,1
			Média	2989	-	-	78,6
Época das águas			Média	2643	Mais estável	-	91,2
Época da seca			Média	2050	Menos estável	-	139,7

*Produtividade (kg ha⁻¹). ^{1/}Média geral de produtividade e do IEP das linhagens avaliadas. ^{2/}Nome atual BRS Sublime. ^{3/}Linhagem promissora do ciclo de 2007/08 utilizada como testemunha no ciclo de 2011/12.

Conclusão. O programa de melhoramento de feijoeiro-comum da Embrapa foi eficiente no desenvolvimento de linhagens estáveis do grupo carioca para a região Centro-Sul do Brasil durante o período de 2003 a 2012.

Referências.

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Baltimore, v. 10, n. 1, p. 101-129, 1954.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390 p.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.

MELO, L. C.; MELO, P. G. S.; FARIA, L. C.; DIAZ, J. L. C.; DEL PELOSO, M. J.; RAVA, C. A.; COSTA, J. G. C. Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009.

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; SILVA, S. C.; DEL PELOSO, M. J.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; MAGALDI, M. C. S.; WENDLAND, A. **Regionalização de áreas produtoras de feijão comum para recomendação de cultivares no Brasil**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2010a. 6 p. (Comunicado técnico, 187)

PEREIRA, H. S.; MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; DIAZ, J. L. C.; WENDLAND, A. Indicação de cultivares de feijoeiro-comum baseada na avaliação conjunta de diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 571-578, 2010b.

PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. 14ª Edição. São Paulo: Nobel, 2000. 466 p.

PONTES JÚNIOR, V. A.; MELO, P. G. S.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; WENDLAND, A.; SOUZA, T. L. P. O.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. Characterization of Final Trials for Cultivar Release of the Brazilian Common Bean Assay Network Coordinated by Embrapa. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Michigan, v. 57, p. 305-306, 2014.

TORGA, P. P.; MELO, P. G. S.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. Interaction of common beans cultivars of the black group with years, locations and sowing seasons. **Euphytica**, Netherlands, v. 189, n. 2, p. 239-248, 2013.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Revista Brasileira de Genética, 1992. 486 p.

WRICKE, G. Zur Berechnung der Ökivalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Zeitschrift für Pflanzenzüchtung**, v. 52, p. 127-138, 1965.