

Estabilidade Fenotípica para a Qualidade Comercial de Grãos em Linhagens de Feijoeiro-comum do Grupo Preto no Estado do Paraná

Fernanda de Cássia Silva¹, Helton Santos Pereira², Patrícia Guimarães Santos Melo³, Leonardo Cunha Melo⁴, Flávia Marques Wanderley⁵, Luís Cláudio de Faria⁶, Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza⁷, Adriane Wendland⁸, José Luis Cabrera Díaz⁹, Mariana Cruzick de Souza Magaldi¹⁰, Nilda Pessoa de Souza¹¹

Resumo

O objetivo deste trabalho foi identificar linhagens de feijoeiro-comum com alta adaptabilidade e estabilidade para qualidade comercial dos grãos e para a produtividade dos grãos, em regiões do Estado do Paraná. Foram realizados dez ensaios em delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições, nas épocas de semeadura das águas/2011 e seca/2012. Os ensaios foram compostos por 15 linhagens de feijão do grupo preto. Os caracteres avaliados foram massa de 100 grãos (M100), porcentagem de grãos com peso comercial (PGPC) e produtividade de grãos. Foram realizadas análises de variância individuais e conjuntas para os três caracteres e análises de adaptabilidade e estabilidade fenotípica pela metodologia proposta por Nunes e colaboradores. Foi observada interação genótipos com ambientes para todos os caracteres avaliados, assim como diferenças na adaptabilidade e estabilidade das linhagens para todos os caracteres. As linhagens BRS CNFP 10794, BRS Campeiro e CNFP 15173 destacaram-se para M100. As linhagens BRS CNFP 10794, BRS Campeiro e CNFP 15188 destacaram-se para PGPC. Já para a produtividade de grãos, as linhagens BRS CNFP 10794 e BRS Esteio foram superiores as demais. A linhagem que reuniu alta adaptabilidade, estabilidade e médias favoráveis para os três caracteres em conjunto no Estado do Paraná foi a BRS CNFP 10794.

Introdução

De maneira geral, os programas de melhoramento genético do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) têm como objetivo o desenvolvimento de cultivares produtivas, resistentes a doenças, com arquitetura ereta e ciclo precoce (Melo et al. 2007). Todavia, a definição de uma característica a ser melhorada é baseada, principalmente, nas necessidades dos agricultores e consumidores.

No Brasil o feijão é consumido por todas as classes sociais. E devido ao aumento das exigências do mercado consumidor e da indústria, os programas de melhoramento do feijoeiro estão sendo desafiados a buscar melhoria das características relacionadas à qualidade dos grãos. Os grãos pretos são o segundo tipo de maior consumo no Brasil, representando cerca de 20 % da produção nacional. Os estados do Rio grande do Sul, Santa Catarina, Paraná e Rio de Janeiro são os principais consumidores desse tipo de grão.

Vários trabalhos realizados com essa cultura comprovam a importância da interação genótipos com ambientes (GxA) para produtividade de grãos (Melo et al. 2007; Gonçalves et al. 2009). Contudo, para as características relacionadas à qualidade comercial dos grãos, como a porcentagem de grãos com peso comercial (PGPC) e tamanho dos grãos, indicado pela massa de cem grãos (M100), são escassos os relatos sobre a importância e o estudo da interação para estas características (Carbonell et al. 2010; Perina et al. 2010; Pereira et al. 2012), embora sejam essenciais para a aceitação de novas cultivares.

Dentre as alternativas que amenizam o efeito da interação GxA merece destaque a identificação de cultivares de comportamento previsível e as responsivas à melhoria do ambiente, por meio de métodos de

¹ Eng. Agrôn., Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UFG/Goiania. Bolsista da Capes. E-mail: eng.fernanda09@gmail.com

² Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: helton.pereira@embrapa.br

³ Professora do Departamento de Melhoramento de Plantas - UFG/Goiania. e-mail: pgsantos@gmail.com

⁴ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: leonardo.melo@embrapa.br

⁵ Graduanda em Agronomia – UFG/Goiania. Bolsista PIBIC CNPq/Embrapa. E-mail: flaviagrude@hotmail.com

⁶ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: luis.faria@embrapa.br

⁷ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: thiago.souza@embrapa.br

⁸ Eng. Agrôn., Dra., Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: adriane.wendland@embrapa.br

⁹ Eng. Agrôn., Analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: jose.diaz@embrapa.br

¹⁰ Eng. Agrôn., Analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: mariana.cruzick@embrapa.br

¹¹ Eng. Agrôn., Analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: nilda.pessoa@embrapa.br

análise de estabilidade e adaptabilidade, que fornecem informações detalhadas sobre o comportamento das cultivares (Cruz and Regazzi 2001).

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi identificar linhagens de feijoeiro-comum do grupo preto com alta adaptabilidade e estabilidade fenotípica para massa de cem grãos, porcentagem de grãos com peso comercial dos grãos e produtividade dos grãos no Estado do Paraná.

Material e Métodos

Foram instalados ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) de feijoeiro-comum em dez ambientes do Estado do Paraná, na época de semeadura das águas/2011 (Londrina, Mangueirinhas, Catanduvas, Wenceslau Braz, Prudentópolis, Araucária, Ponta Grossa I, Ponta Grossa II) e na época da seca/2012 em Ponta Grossa I e Ponta Grossa II. Os experimentos indicados como Ponta Grossa II/águas e Ponta Grossa II/seca diferem dos demais por serem inoculados com rizóbio (*Rhizobium tropici*).

Os ensaios foram compostos por 10 linhagens (CNFP 15171 CNFP 15174, CNFP 15177, CNFP 15178, CNFP 15188, CNFP 15193, CNFP 15194, CNFP 15198, CNFP 15208, CNFP 15207) e cinco testemunhas (BRS Campeiro, BRS Esplendor, BRS Esteio, BRS CNFP 10794 e IPR Uirapuru) de grãos pretos, instalados conforme as normas do Ministério da Agricultura (Brasil, 2006), em blocos casualizados com três repetições e parcelas constituídas de quatro linhas de 4 metros. Nas duas linhas centrais foram colhidas sementes para avaliação da produtividade de grãos, porcentagem de grãos com peso comercial (PGPC), massa de cem grãos (M100).

A produtividade dos grãos foi medida em gramas e, posteriormente, transformada para kg ha⁻¹. A PGPC foi medida em amostra de 300 g de cada parcela que foi peneirada em peneira de furos oblongos de 0,425 mm de espessura; os grãos retidos na peneira foram pesados; o peso dos grãos retidos na peneira foi dividido pelo peso inicial da amostra para obtenção da porcentagem de grãos com peso comercial. Dos grãos retidos na peneira foi retirada nova amostra, de 100 grãos, para pesagem e obtenção da estimativa de M100.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância individuais, para cada característica. Posteriormente foram realizadas as análises conjuntas, observando-se a homogeneidade das variâncias, por meio da relação 7:1 dos quadrados médios residuais, conforme sugerido por Pimentel-Gomes (2000). Sempre que necessário, foi realizado o ajuste os graus de liberdade do erro médio e da interação GxA, conforme o método de Cochran (1954). As médias foram comparadas pelo teste de Scott & Knott a 10% de probabilidade. A precisão dos experimentos foi estimada por meio da acurácia seletiva (AS), proposta por Rezende and Duarte (2007).

Foram realizadas análises de estabilidade e adaptabilidade segundo o método proposto por Nunes et al. (2005). Inicialmente, padronizaram-se as médias das linhagens nos diversos ambientes por meio da expressão:

$$z_{ij} = \frac{(\bar{y}_i - \bar{y}_{.j})}{s_{.j}} \quad ; \text{ em que } z_{ij} \text{ é o valor da variável padronizada correspondente a cultivar } i \text{ no ambiente } j;$$

\bar{y}_i é a média da cultivar i no ambiente j ; $\bar{y}_{.j}$ é a média do ambiente j ; $s_{.j}$ é desvio padrão fenotípico entre as médias das cultivares no ambiente j , dado por:

$$s_{.j} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^t (\bar{y}_i - \bar{y}_{.j})^2}{t-1}}$$

A média dos valores de z_{ij} para uma linhagem é uma medida de adaptação da linhagem e o coeficiente de variação dos z_{ij} (CV _{z_{ij}}) para cada linhagem é uma medida da estabilidade de cada linhagem. Para realização das análises estatísticas, foram utilizados os aplicativos SAS (SAS 2008) e Genes (Cruz et al. 2006).

Resultados e Discussão

As análises de variância evidenciaram diferenças significativas ($p < 0,01$) entre os genótipos, para todos os caracteres avaliados em todos os locais, com exceção para PGPC em Araucária e para produtividade em Londrina e Wenceslau Braz. Na análise conjunta, todos os efeitos foram significativos, o que indica a presença

de variabilidade entre as linhagens e entre ambientes utilizados, também foi verificado o comportamento não coincidente das linhagens nos locais avaliados, devido à interação genótipos x ambientes para as duas medidas de qualidade comercial dos grãos e para a produtividade dos grãos (Tabela 1), o que justifica um estudo de adaptabilidade e estabilidade.

Os coeficientes de variação foram de 3,3%, 7,0% e 13,6%, respectivamente, para M100, PGPC e produtividade, indicando, que a precisão experimental encontra-se dentro do nível adequado, com valores inferiores aos encontrados na literatura (Carbonell et al. 2010; Pereira et al. 2012). A boa precisão experimental foi reforçada pelas estimativas da acurácia seletiva, uma vez que os experimentos apresentaram precisão muito alta ($AS \geq 0,90$) (Cargnelutti Filho and Storck 2009), para todos os caracteres avaliados.

Tabela 1 Resumo da análise de variância conjunta para os caracteres massa de 100 grãos (M100), porcentagem de grãos com peso comercial (PGPC) e produtividade de grãos, para 15 genótipos avaliados em 10 ambientes no Paraná.

Fonte de variação	Análise conjunta								
	M100 (g)			PGPC (%)			Produtividade (kg ha ⁻¹)		
	GL	QM	P-valor	GL ¹	QM	P-valor	GL	QM	P-valor
Genótipo (G)	14	156,5	0,000	14	890,8	0,000	9	2.386.997	0,000
Ambientes (A)	9	61,2	0,000	9	2.392,2	0,000	14	36.011.265	0,000
G x A	126	2,4	0,000	96	164,5	0,000	126	263.503	0,000
Resíduo	280	0,6		208	34,9		280	142.117	
Média		23,61			84,32			2773	
CV (%)		3,35			7,01			13,59	
AS		0,99			0,90			0,94	

¹ GL da interação e do resíduo ajustados segundo Cochran (1954). AS - acurácia seletiva.

As estimativas dos parâmetros de adaptabilidade e estabilidade dos genótipos são apresentadas na Tabela 2. De maneira geral, observou-se que as linhagens com as maiores médias apresentaram os maiores valores de z_i , indicando, assim, alta relação destas estimativas para todos os caracteres avaliados (Tabela 2). Verificou-se, também, grande diferença na estabilidade das linhagens para os caracteres em estudo, media pelo coeficiente de variação do z_i (CV_i). Assim, é importante identificar linhagens com altas médias e que sejam estáveis e adaptadas.

De acordo com os valores de z_i para M100, as linhagens mais adaptadas foram BRS CNFP 10794, BRS Campeiro e CNFP 15193 (Tabela 2). Entre estas, a linhagem com maior estabilidade foi BRS CNFP 10794 ($CV_i = 6,48\%$). Considerando a média, a adaptabilidade e estabilidade, as linhagens que se destacam para massa de grãos foram: BRS CNFP 10794, BRS Campeiro e CNFP 15193.

Tabela 2 Estimativas de parâmetros de estabilidade e adaptabilidade fenotípica de 15 genótipos de feijoeiro-comum avaliados em dez ambientes do Estado do Paraná, no ano de 2011 e 2012, pelo método de Nunes (2005) para massa de 100 grãos (M100), porcentagem de grãos com peso comercial (PGPC) e produtividade de grãos.

Genótipos	M100			PGPC			Produtividade		
	Média	z_{ij}	CV_i	Média	Z_{ij}	CV_i	Média	z_{ij}	CV_i
BRS CNFP 10794	28,38a	4,00	6,48	89,90a	3,74	13,32	3.310a	3,40	16,56
BRS CAMPEIRO	26,09b	2,97	15,46	93,40a	4,17	11,80	2.927a	2,26	45,93
CNFP 15193	25,74b	2,88	13,52	88,99a	3,56	23,09	2.580b	1,47	33,73
CNFP 15194	24,80c	2,56	20,11	83,69a	2,79	24,77	2.557b	1,48	57,07
CNFP 15208	24,57c	2,33	15,64	84,49b	2,99	18,75	2.553b	1,40	40,41

CNFP 15188	24,48c	2,39	16,52	90,94a	3,83	14,65	2.262b	0,65	75,03
CNFP 15207	24,48c	2,38	16,45	84,17b	2,81	42,27	2.654b	1,76	61,67
IPR UIRAPURU	23,93c	2,07	20,40	86,48a	3,24	23,63	2.861a	2,25	28,24
BRS ESTEIO	23,84c	2,08	15,82	88,84a	3,56	27,19	3.308a	3,34	22,80
CNFP 15198	22,24d	1,44	14,55	74,23b	1,62	40,59	2.608b	1,57	31,56
CNFP 15178	21,95d	1,26	27,81	80,23b	2,65	25,27	2.765b	1,92	36,74
CNFP 15177	21,50d	1,18	21,00	81,41b	2,69	26,77	2.580b	1,56	35,37
CNFP 15174	21,51d	1,13	21,66	79,77b	2,61	27,74	2.893a	2,36	23,84
CNFP 15171	20,58e	0,77	36,71	76,97b	2,23	26,26	2.826a	2,13	19,51
BRS ESPLENDOR	20,03e	0,57	56,27	81,27b	2,52	37,42	2.913a	2,45	34,57

Para a PGPC, as linhagens BRS Campeiro, CNFP 15188 e BRS CNFP 10794 apresentaram as maiores estimativas de adaptabilidade e estabilidade. Sendo que as que se destacaram conjuntamente para a média, adaptabilidade e estabilidade foram: BRS Campeiro, BRS CNFP 10794 e CNFP 15188, com valores semelhantes ou superiores a IPR Uirapuru, que é a cultivar de feijão preto mais plantada no Brasil (Tabela 2).

Para a produtividade, as linhagens mais adaptadas foram BRS CNFP 10794 e BRS Esteio. As linhagens BRS CNFP 10794 ($CV_i = 16,56\%$) e CNFP 15171 ($CV_i = 19,51\%$) foram as mais estáveis. Ressalta-se que entre as sete linhagens com maiores índices de produtividade, cinco também estiveram entre as mais estáveis. Considerando a média, adaptabilidade e estabilidade podem-se destacar uma linhagem e uma nova cultivar: BRS CNFP 10794 e BRS Esteio.

De acordo com os resultados obtidos, observa-se que a linhagem mais indicada para os caracteres em conjunto é a BRS CNFP 10794, pois é uma linhagem estável e bem adaptada para todos os caracteres em estudo, para Paraná, o que possibilita atender as exigências de produtores, assim como de consumidores que almejam por produto com qualidade dos grãos.

Agradecimentos

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Capes, pela concessão da bolsa de doutorado a primeira autora. Ao CNPq pela concessão de bolsa de desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora ao segundo, terceiro, quarto e oitavo autores e bolsa de iniciação científica para a quinta autora. A Embrapa Arroz e Feijão e a Universidade Federal de Goiás pela infraestrutura e apoio a este trabalho.

Referências

- Brasil. Instrução Normativa nº 25, de 23 de maio de 2006. Anexo I. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, p. 16.
- Carbonell SAM et al. (2010) Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural** 10: 2067-2073.
- Cargnelutti Filho A and Storck L (2009) Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 2: 111-117.
- Cochran WG (1954) The combination of estimates from different experiments. **Biometrics** 1: 101-129.
- Cruz CD and Regazzi AJ (2001) Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 390 p.
- Cruz CD (2006). **Programa Genes: Biometria**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 382 p.
- Gonçalves JGR et al. (2009) Estabilidade fenotípica em feijoeiro estimada por análise AMMI com genótipo suplementar. **Bragantia** 4: 863-871.
- Melo LC et al. (2007) Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 5: 715-723.
- Nunes JAR, Ramalho MAP and Abreu AFB (2005) Graphical method in studies of adaptability and stability of cultivars. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative** 48: 182-183.

- Perina EF et al. (2010) Avaliação da estabilidade e adaptabilidade de genótipos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) baseada na análise multivariada da “performance” genotípica. **Ciência e Agrotecnologia** 2: 398-406.
- Pereira HS et al. (2012) Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia** 2: 1-8.
- Pimentel-Gomes FP (2000) **Curso de estatística experimental**. Nobel, São Paulo, 466p.
- Resende MDV and Duarte JB (2007) Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical** 3: 182-194.
- SAS Institute Inc (2000) SAS[®] **Software Version 9.1** Cary, NC: SAS Institute Inc., Cary.