

Estabilidade e adaptabilidade de progênies de feijoeiro-comum para o teor de fibra bruta¹

Vilmar de Araújo Pontes Júnior², Patrícia Guimarães Santos Melo³, Helton Santos Pereira⁴, Priscila Zaczuk Bassinello⁵, Luís Cláudio de Faria⁶, Adriane Wendland⁷, Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza⁸ e Leonardo Cunha Melo⁹

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a estabilidade e a adaptabilidade de progênies de feijoeiro-comum com grão carioca, para o teor de fibra bruta, obtidas por diferentes métodos. As progênies foram originadas a partir do cruzamento entre as linhagens CNFC 7812 e CNFC 7829 e conduzidas até a geração F_7 por três métodos de melhoramento: da população – bulk, bulk dentro de progênies F_2 e SSD. Foram avaliadas 15 progênies F_8 de cada método, duas testemunhas (BRS Estilo e Pérola) e os dois genitores em delineamento de látice simples 7×7 , com parcelas de duas linhas de quatro metros. Os ensaios foram conduzidos em onze ambientes, abrangendo quatro Estados e três épocas de semeadura em 2009 e 2010. Foi realizada a análise de estabilidade utilizando-se a metodologia de Annicchiarico (1992). Houve interação significativa de progênies com ambientes em todos os métodos de melhoramento utilizados. Para o método do bulk foi possível identificar duas progênies superiores à média geral dos ambientes, além da progênie com 13,74% de superioridade em ambientes favoráveis e uma progênie com 5,99% de superioridade em ambientes desfavoráveis. A progênie SSD 2 foi a mais estável nas três situações analisadas e para o bulk dentro de F_2 apenas uma progênie destacou-se em ambientes favoráveis.

Introdução

Em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), existem relatos na literatura de que o caráter teor de fibra bruta seja influenciado pelo ambiente (Londero et al. 2006; Silva 2009). A identificação da interação de genótipos com ambientes (GxA) é importante, porém, não é suficiente para distinguir genótipos e/ou progênies superiores. 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 para a produtividade de grãos em várias culturas, inclusive para o feijoeiro-comum como comprovados em vários trabalhos (Carbonell et al. 2004; Oliveira et al. 2006; Melo et al. 2007; Pereira et al. 2009; Torga et al. 2013). Entretanto, para teor de fibra bruta não existem relatos de estudo de estabilidade em feijoeiro-comum. O objetivo deste trabalho foi avaliar a interação GxA de populações segregantes de feijoeiro-comum obtidas por diferentes métodos de melhoramento (da população ou bulk, população modificado ou bulk dentro de progênies F_2 e SSD – descendência de uma única semente) por meio do estudo de estabilidade e de adaptabilidade fenotípica, utilizando-se a metodologia de Annicchiarico (1992) para o caráter teor de fibra bruta em feijoeiro-comum em vários ambientes.

Material e Métodos

As progênies F_8 originaram-se a partir do cruzamento entre as linhagens elite com grão tipo carioca desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Arroz e Feijão, contrastantes para o teor de fibra insolúvel em detergente ácido (CNFC 7812 e CNFC 7829) e conduzidas até a geração F_7 por três métodos de melhoramento (Silva 2009). Este trabalho iniciou-se com a seleção aleatória de 15 progênies F_8 originadas de cada método (geração $F_{5,8}$ para progênies originadas do bulk, $F_{2,8}$ para bulk dentro de F_2 e $F_{5,8}$ para SSD). O delineamento empregado foi o látice simples 7×7 , com parcelas de duas linhas de quatro

¹ Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor

² Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – PGMP/ UFG/Goiânia. Bolsista da CAPES. e-mail: vilmarpjr@hotmail.com

³ Professora associada do Setor de Melhoramento de Plantas – UFG/Goiânia. e-mail: pgsantos@gmail.com

⁴ Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás-GO. e-mail: helton.pereira@embrapa.br

⁵ Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás-GO. e-mail: priscila.bassinello@embrapa.br

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

⁷ Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás-GO. e-mail: adriane.wendland@embrapa.br

⁸ Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás-GO. e-mail: thiago.souza@embrapa.br

⁹ Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás-GO. e-mail: leonardo.melo@embrapa.br

metros, espaçamento de 0,5 metros entre linhas e 15 sementes por metro. Foram utilizadas no experimento duas testemunhas (BRS Estilo e Pérola) e os dois genitores, totalizando 49 tratamentos. Os ensaios foram avaliados em onze ambientes, considerando diferentes locais e épocas de semeadura (das águas, da seca e de inverno, nos anos de 2009 e 2010), nos Estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás e Pernambuco. Esses ensaios foram instalados nos municípios de Ponta Grossa-PR (25°13'S, 50°01'W, 880 m), Lavras-MG (21°22'S, 44°97'W, 960 m), Sete Lagoas-MG (19°47'S, 44°25'W, 732 m), Anápolis-GO (16°37'S, 48°94'W, 1017 m), Santo Antônio de Goiás-GO (16°50'S, 49°30'W, 741 m) e Petrolina-PE (9°15'S, 40°37'W, 366 m).

As avaliações do teor de fibra bruta foram realizadas em amostras de duas repetições de campo provenientes dos onze ensaios. Foram utilizadas 80 sementes por amostra, selecionadas por tamanho e aparência uniforme (umidade a 13%). Essas foram moídas em moinho analítico de faca fixa, IKA A11 Basic, até a obtenção de partículas inferiores a 1 mm, denominado de farinha de feijão cru.

Para a extração da fibra bruta utilizou-se o método gravimétrico de digestão ácido-base descrito pela AOAC (1997), com auxílio do equipamento denominado determinador de fibras da Tecnal®, modelo TE-149, que originalmente determina a fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido, possibilitando a extração de 27 amostras simultaneamente, tornando-se um método mais rápido e menos oneroso.

Foi realizada a análise de variância individual e conjunta para o teor de fibra bruta das progênies nos onze ambientes. A homogeneidade de variância entre os experimentos foi avaliada pelo critério de Pimentel Gomes (1990), isto é, considerando-se a razão entre a maior e a menor variância do erro inferior a sete. O modelo matemático referente à análise conjunta considerou os ambientes como fixo e as progênies como aleatória (Vencovsky e Barriga 1992). A análise de estabilidade e de adaptabilidade do teor de fibra bruta foi realizada utilizando a metodologia de Annichiarico (1992), em que a estabilidade é medida pela superioridade do genótipo em relação à média de cada ambiente. Essa metodologia baseia-se na estimação de um índice de recomendação, que indica se determinado genótipo apresentou comportamento relativamente superior a média do ambiente, no qual os dados são transformados, em valores percentuais, tendo como referência a média dos genótipos de cada local. O índice foi calculado para os ambientes favoráveis (com média superior a média geral) e desfavoráveis (com média inferior a média geral). O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, isto é, 0,25, valor adotado por Cruz e Carneiro (2006). Nesta metodologia considera-se, simultaneamente, o desempenho do genótipo e a sua estabilidade, de forma que os maiores valores dos índices de recomendação (\bar{R}) são obtidos para aqueles de maior média percentual (\bar{R}) e menor desvio (σ). Assim, considera-se que \bar{R} expressa a estabilidade e, também, a adaptabilidade genotípica (Cruz e Carneiro 2006). Foi realizada a classificação dos genótipos em cada situação de adaptação, isto é, os genótipos com as maiores porcentagens foram os mais estáveis e assim sucessivamente. As análises foram realizadas com o auxílio do aplicativo Genes (Cruz 2010) e do Microsoft Office Excel 2007 para a confecção das planilhas.

Resultados e Discussão

Em todos os métodos de condução de população houve interação de progênies com locais, o que permite o estudo da estabilidade e adaptabilidade para a identificação de progênies com o teor de fibra bruta estável nos ambientes analisados.

Na Tabela 1, observa-se que entre as progênies mais estáveis, isto é, com valores de \bar{R} acima de 100%, encontram-se três progênies advindas do método bulk (Bulk 1, 2 e 3), sete do SSD (SSD 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7) e quatro do bulk dentro de F_2 (Bulk d. F_2 1, 2, 3 e 4). Considerando os ambientes favoráveis, as melhores progênies, com superioridade em relação a média foram três progênies obtidas pelo método bulk (Bulk 1, 2 e 3), quatro pelo SSD (SSD 1, 2, 5 e 6) e seis pelo bulk dentro de F_2 (Bulk d. F_2 1, 2, 3, 4, 5 e 6). Para os ambientes desfavoráveis, as progênies que superaram a média foram três advindas do método bulk (Bulk 1, 2 e 6), cinco do SSD (SSD 1, 2, 3, 4 e 7) e três do bulk dentro de F_2 (Bulk d. F_2 2, 4 e 7).

As progênies Bulk 1 e Bulk 2 destacaram-se entre todas, pois, superaram a média dos ambientes em 5,84% e 3,79%, respectivamente, o que mostra boa adaptação geral. Em ambientes favoráveis a superioridade da progênie Bulk 1 foi de 13,74%, porém, esta progênie não adaptou-se bem a ambientes desfavoráveis (0,56%). A progênie Bulk 2 obteve comportamento diferente, com superioridade de 5,99% à média dos ambientes desfavoráveis e 1,23% à média dos ambientes favoráveis.

A progênie mais estável para as três situações avaliadas nos onze ambientes foi a SSD 2, que ocupou a terceira posição na análise geral, com superioridade em relação a média dos ambientes em 2,22% e a quarta colocação nos ambientes favoráveis (2,55%) e desfavoráveis (1,81%). Entre as progênies obtidas pelo método de bulk dentro de F_2 , destaca-se apenas a progênie Bulk d. F_2 3, com superioridade de 2,64% em relação à média dos ambientes favoráveis.

A cultivar Pérola, uma das mais plantadas no Brasil, apresentou superioridade de 1,46% em relação a média dos ambientes favoráveis, entretanto, mostrou-se superior aos genitores (CNFC 7829 e CNFC 7812) e a cultivar BRS Estilo. Esse resultado mostra que essa cultivar, apresenta uma estabilidade intermediária em relação aos genótipos referidos acima.

Esses resultados permitem inferir que a interação de genótipos com ambientes influencia de forma importante o caráter teor de fibra bruta, sendo imprescindível a avaliação em vários ambientes visando minimizar os efeitos negativos desta interação e obter genótipos mais estáveis, almejando a recomendação futura de uma cultivar de ampla adaptação. Além disso, o método utilizado na condução de populações segregantes influenciou o comportamento das progênies em relação a adaptabilidade e a estabilidade.

Tabela 1 Média do teor de fibra bruta (%) e estimativas de parâmetros de adaptabilidade e estabilidade fenotípica (σ^2), com a decomposição em ambientes favoráveis (σ^2_{F}) e ambientes desfavoráveis (σ^2_{D}), pelo método de Annicchiarico (1992), dos 49 genótipos de feijoeiro-comum avaliados em onze localidades de cultivo no Brasil

Genótipos	Fibra bruta (%)		$C^{(1)}$		C		C
1. Bulk 1	5,30	105,84	1	113,74	1	100,56	10
2. Bulk 2	5,13	103,79	2	101,23	11	105,99	1
3. SSD 1	5,10	101,76	4	104,55	2	100,18	12
4. SSD 2	5,07	102,22	3	102,55	4	101,81	4
5. Pérola	5,03	100,33	13	101,46	9	99,84	16
6. Bulk d. F_2 1 ⁽²⁾	5,02	100,65	9	101,24	10	99,94	15
7. SSD 3	5,01	101,25	5	98,32	20	103,90	2
8. Bulk 3	5,00	100,39	12	102,05	7	98,86	24
9. Bulk d. F_2 2	4,99	100,94	8	100,80	13	100,87	7
10. Bulk d. F_2 3	4,98	100,45	10	102,64	3	98,89	22
11. SSD 4	4,97	100,17	14	97,85	23	102,03	3
12. Bulk d. F_2 4	4,97	101,05	6	102,20	6	100,17	13
13. SSD 5	4,96	100,10	15	101,72	8	98,89	23
14. SSD 6	4,95	100,97	7	102,47	5	99,78	17
15. SSD 7	4,94	100,43	11	99,30	17	101,63	5
16. Bulk d. F_2 5	4,92	99,95	16	100,06	15	99,74	19
17. Bulk 4	4,91	98,48	19	96,71	30	99,75	18
18. Bulk 5	4,90	98,36	21	98,67	19	98,19	28
19. Bulk d. F_2 6	4,89	99,34	17	100,18	14	98,60	26
20. Bulk 6	4,87	98,37	20	95,66	34	100,68	9
21. SSD 8	4,86	98,28	23	96,66	31	99,51	20
22. Bulk d. F_2 7	4,85	98,51	18	95,35	36	101,57	6
23. SSD 9	4,85	97,85	26	97,50	25	97,99	32
24. SSD 10	4,84	98,01	25	99,12	18	97,05	35
25. Bulk 7	4,84	98,16	24	98,09	22	98,07	31
26. Bulk d. F_2 8	4,84	97,46	29	94,93	38	100,29	11
27. SSD 11	4,83	98,29	22	96,51	33	99,98	14

28. Bulk 8	4,82	96,78	35	94,47	40	98,70	25
29. Bulk 9	4,82	97,18	30	98,10	21	96,36	37
30. Bulk 10	4,82	97,60	28	100,98	12	95,08	41
31. Bulk d. F ₂ 9	4,81	97,59	27	96,90	29	98,14	29
32. SSD 12	4,80	97,09	31	94,87	39	98,89	21
33. SSD 13	4,79	96,99	32	96,56	32	97,62	33
34. Bulk d. F ₂ 10	4,78	96,04	38	97,34	28	94,81	44
35. Bulk d. F ₂ 11	4,78	95,32	41	97,36	27	94,35	45
36. Bulk 11	4,77	96,92	33	93,03	43	100,81	8
37. Bulk 12	4,76	96,88	34	99,50	16	94,94	42
38. SSD 14	4,75	96,39	36	94,13	42	98,49	27
39. Bulk 13	4,73	95,12	42	97,41	26	93,30	47
40. SSD 15	4,73	96,14	37	94,97	37	97,06	34
41. Bulk d. F ₂ 12	4,72	95,71	39	95,41	35	96,06	38
42. Bulk 14	4,71	94,87	44	97,75	24	93,11	49
43. Bulk d. F ₂ 13	4,69	95,32	40	94,40	41	95,99	39
44. CNFC 7829	4,68	94,92	43	92,93	44	96,65	36
45. Bulk d. F ₂ 14	4,65	94,37	45	90,67	48	98,11	30
46. Bulk 15	4,64	93,42	46	91,15	47	95,23	40
47. Bulk d. F ₂ 15	4,61	93,30	47	91,38	46	94,83	43
48. CNFC 7812	4,56	92,67	48	91,92	45	93,20	48
49. BRS Estilo	4,51	91,74	49	89,51	49	93,82	46
Média	4,85	-	-	-	-	-	-

⁽¹⁾ Classificação dos genótipos quanto a estabilidade pelo método de Annicchiarico (1992). ⁽²⁾ Bulk dentro de progênies F₂.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Embrapa Arroz e Feijão pelo suporte necessário para a realização da pesquisa, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de mestrado e, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, da Universidade Federal de Goiás, pela obtenção do título de mestrado do primeiro autor.

Referências

- Annicchiarico P (1992) Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding** 46: 269-278.
- AOAC International (1997) **Official methods of analysis of AOAC International**, 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, 200p.
- Carbonell SAM, Azevedo Filho JA, Dias LAS, Garcia AAF and Morais LK (2004) Common bean cultivars and lines interactions with environments. **Scientia Agricola** 61: 169-177.
- Cruz CD and Carneiro PCS (2006) **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Editora UFV, Viçosa, 585p.
- Cruz CD (2010) **Programa Genes: software in genetics and statistics**. <http://www.ufv.br/dbg/genes/genes.htm>. Accessed 08 Jul 2010.
- Londero PMG, Ribeiro ND, Cargnelutti Filho A, Rodrigues JA and Antunes IF (2006) Herdabilidade dos teores de fibra alimentar e rendimento de grãos em populações de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 41: 51-58.
- Melo LC, Melo PGS, Faria LC, Cabrera Diaz JL, Del Peloso MJ, Rava CA and Costa JGC (2007) Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na região centro-sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 42: 715-723.

- Oliveira GV, Carneiro PCS, Carneiro JES and Cruz CD (2006) Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **41**: 257-265.
- Pereira HS, Melo LC, Del Peloso MJ, Faria LC, Costa JGC, Díaz JLC, Rava CA and Wendland A (2009) Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **44**: 374-383.
- Pimentel Gomes F (1990) **Curso de estatística experimental**. Nobel, São Paulo, 468p.
- Silva ACF (2009) **Desempenho de famílias de feijoeiro-comum obtidas por diferentes métodos de condução de populações segregantes**. Dissertação M.Sc., Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- Torga PP, Melo PGS, Pereira HS, Faria LC, Del Peloso MJ and Melo LC (2013) Interaction of common beans cultivars of the black group with years, locations and sowing seasons. **Euphytica** **189**: 239-248.
- Vencovsky R, Barriga P (1992) **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Sociedade Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 496p.