

MELHORAMENTO GENÉTICO VEGETAL

SELEÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJÃO ROSINHA DE BOA COCÇÃO, RESISTENTES À ANTRACNOSE E MANCHA ANGULAR ⁽¹⁾

DIEGO VELÁSQUEZ FALEIRO E SILVA ^(2,6*); JOÃO BOSCO DOS SANTOS ⁽³⁾;
ÂNGELA DE FÁTIMA BARBOSA ABREU ⁽⁴⁾; RAFAEL AUGUSTO DA COSTA PARRELLA ⁽⁵⁾

RESUMO

Cultivares de feijoeiro com grão rosinha foram de grande importância, no passado, e ainda hoje, mesmo com a preferência pelo grão carioca, há nichos de mercado para feijões do grupo Rosinha. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi selecionar linhagens de feijoeiro comum com grão rosinha, alta produção de grãos, rápido cozimento e resistentes à antracnose e à mancha angular. A partir de cinco famílias F₈ superiores, provenientes do cruzamento entre os genitores Rosinha Maria da Fé e ESAL 693, foram extraídas 143 linhagens as quais foram avaliadas na safra das águas de 2005/2006 em Lavras (MG). Dessas, manteve-se 99 linhagens que foram avaliadas em Lavras e Lambari (MG), na safra da seca de 2006. As 24 linhagens selecionadas foram novamente avaliadas nos dois locais, no inverno de 2006. Os caracteres avaliados foram produção e tipo de grão, tempo de cocção, reação à mancha angular e também, foi realizado o teste de resistência ao patótipo 65 de *Colletotrichum lindemuthianum*. Nas linhagens, observaram-se variabilidade genética para todos os caracteres avaliados, altas estimativas dos coeficientes de herdabilidade, assegurando elevados ganhos com a seleção. Foram selecionadas quatro linhagens com alta produção, tipo de grão ideal, com rápido tempo de cocção e resistência à mancha angular e à antracnose.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, resistência à doença, grão rosinha, capacidade de cocção.

ABSTRACT

SELECTION OF PINK GRAIN COMMON BEAN LINES WITH GOOD COOKING ABILITY, RESISTANCE TO ANTHRACNOSE AND ANGULAR LEAF SPOT

Common bean cultivars with pink grain type used to be very important, although there is still some market spot for them. The objective of the research was to select common bean lines with pink grain, high grain yield with good cooking ability, and resistance to anthracnose and angular leaf spot. One hundred and forty three lines were selected from five F₈ segregant families derived from the cross Rosinha Maria da Fé x ESAL 693. Those lines were evaluated in the rainy season of 2005/2006 at Lavras county, MG State. Ninety nine lines were kept and tested in the dry season of 2006 at Lavras and Lambari. The 24 selected lines were again evaluated in the same last sites in the winter/spring of 2006. Traits

⁽¹⁾ Recebido para publicação em 24 de março de 2008 e aceito em 1.º de fevereiro de 2009.

⁽²⁾ Doutorando em Genética e Melhoramento de Plantas, Departamento de Genética, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Caixa Postal 83, 13400-970 Piracicaba (SP). E-mail: dvfsilva@esalq.usp.br

(*) Autor correspondente.

⁽³⁾ Departamento de Biologia, UFLA, Caixa Postal 3037, 37200-000 Lavras (MG). E-mail: jbsantos@ufla.br

⁽⁴⁾ Embrapa Arroz e Feijão e lotada no Departamento de Biologia, UFLA, E-mail: afbabreu@ufla.br

⁽⁵⁾ Embrapa Milho e Sorgo, Rodovia MG 424 km 45, Caixa Postal 285, 35701-970, Sete Lagoas (MG). E-mail: parrella@cnpmc.embrapa.br

⁽⁶⁾ Bolsista CNPq.

recorded included grain yield, grain type, cooking time, angular leaf spot reaction, and resistance test against the pathotype 65 of *Colletotrichum lindemuthianum*. The lines were genetically different for all traits as confirmed by the high estimates of heritability, assuring high selection gains. Four lines were selected with high grain yield and ideal pink type plus good cooking ability and resistance to anthracnose and angular leaf spot.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, disease resistance, pink grain, cooking ability.

1. INTRODUÇÃO

O mercado brasileiro do feijoeiro comum é caracterizado por comercializar os mais variados tipos de grãos, entre estes o tipo rosinha. A primeira cultivar do grupo Rosinha que se destacou no cenário nacional, foi a Rosinha G2, lançada pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) em 1963. Desde então, várias cultivares com este tipo de grão foram desenvolvidas por outras instituições, como a Embrapa Arroz e Feijão, e recomendadas para plantio no Brasil, tornando esse grupo importante para os produtores (VIEIRA, 1967).

Com o lançamento da cultivar Carioca na década de 1970, que, posteriormente, se tornou um padrão na comercialização do feijão brasileiro, fez com que os programas de melhoramento do feijoeiro voltassem sua atenção para este tipo de grão (RAMALHO et al., 2004). Consequentemente, o melhoramento para os demais grupos, inclusive o Rosinha, passaram a ser realizados de maneira mais discreta (ZIMMERMANN et al., 1996). Este fenômeno pode ser observado pelo fato de que na lista das cultivares recomendadas pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), ano-agrícola de 2006/2007, apenas a cultivar BRS Vereda do grupo Rosinha, foi recomendada para algumas regiões brasileiras. A suscetibilidade das cultivares do grupo Rosinha a diversas doenças e a baixa produção de grãos devido à falta de opção de cultivares melhoradas foram determinantes pela sua redução na participação no mercado brasileiro de feijão. No entanto, feijões deste grupo ainda são cultivados por produtores e apreciados por certos grupos de consumidores de algumas regiões brasileiras (Pará, Acre, Minas Gerais e Goiás), sendo mais uma opção tanto para o produtor como para o consumidor (AIDAR et al., 2002; ZIMMERMANN et al., 1996).

Pesquisas têm mostrado que o feijão tipo carioca é o preferido, mas há interesse também pelo tipo de grão rosinha, principalmente pelos consumidores de maior renda (FERREIRA e YOKOYAMA, 1999). Consequentemente, feijões com grão rosinha têm sido considerados produto diferenciado, podendo o produtor conseguir bons preços na comercialização contribuindo para o aumento da sua renda.

Assim, com os programas de melhoramento do feijoeiro no Brasil, verifica-se o interesse em trabalhar pelo desenvolvimento de novas cultivares com grão tipo rosinha que substituam com vantagem as já existentes. Exemplo disso são os trabalhos realizados por BALDONI e SANTOS (2005) e BALDONI et al. (2006) que, visando selecionar famílias com tipos de grão carioca ou rosinha na Região Sul de Minas Gerais, conseguiram identificar famílias promissoras para proceder à seleção de linhagens com grão tipo rosinha. Nesse caso, procura-se desenvolver linhagens com características que atendam às exigências do mercado como, alta produção de grãos, rápido tempo de cocção, resistência às principais doenças e, principalmente, características relacionadas ao grão como cor, tamanho e formato, que devem estar dentro de determinados padrões comerciais. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi selecionar linhagens de feijoeiro com grão tipo rosinha com alta produção de grãos, rápida cocção, resistência à antracnose e à mancha angular.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram desenvolvidos nos municípios de Lavras e Lambari, na Região Sul de Minas Gerais. Em Lavras, os experimentos foram realizados a 918 m de altitude, nas coordenadas 21°14' S de latitude e 45°00' O de longitude. Em Lambari, foram realizados a 850 m de altitude, nas coordenadas 21°31' S de latitude e 45°22' O de longitude. A partir do cruzamento envolvendo os genitores Rosinha Maria da Fé e ESAL 693, obteve-se uma população segregante, a qual foi desenvolvida até a geração F₈ pelo método *Bulk dentro de família* (RAMALHO et al., 1993). A cultivar Rosinha Maria da Fé é uma variedade crioula, tradicionalmente cultivada pelos produtores de feijão da Região Sul de Minas Gerais, possui tipo de grão rosinha, hábito de crescimento determinado (tipo I), necessita de menor tempo de cocção e com boa produção de grãos quando as condições ambientais são favoráveis. Entretanto, é altamente suscetível à antracnose e à mancha angular, as principais doenças do feijoeiro. A linhagem ESAL 693 é proveniente do programa de melhoramento do feijoeiro da Universidade Federal de Lavras (UFLA), tem grão tipo carioca, hábito de crescimento tipo I,

resistência à antracnose (possui o alelo *Co-5* que confere resistência à várias raças de *C. lindemuthianum*) e à mancha angular, alto potencial produtivo e necessita de maior tempo de cocção. Na geração F_8 , as cinco famílias com boa produção e tipo de grão desejado e, principalmente, boa capacidade de cocção, foram identificadas e selecionadas para proceder a extração de 143 linhagens $F_{8:9}$, oriundas da seleção de plantas dentro das famílias.

O primeiro experimento foi realizado na safra das águas 2005/2006, em Lavras (MG), onde foram avaliadas 143 linhagens e o genitor ESAL 693 como testemunha. Neste experimento, foi utilizado o delineamento em látice simples 12×12 com parcelas de uma linha de 1,0 m. As linhagens foram avaliadas para os caracteres produção e tipo de grão. No entanto, a seleção com base nas médias ajustadas foi realizada considerando apenas o tipo de grão, devido à alta herdabilidade associada a este caráter (PEREIRA et al., 2004). Outros dois experimentos foram desenvolvidos em Lavras e Lambari (MG), na safra da seca/2006. Foram avaliadas, em ambos os experimentos, 99 linhagens selecionadas na safra das águas 2005/2006 em Lavras, e a cultivar Rosinha Maria da Fé como testemunha.

A linhagem ESAL 693 deixou de ser utilizada como testemunha, sendo substituída pela cultivar Rosinha Maria da Fé, pois, apesar de alta produção de grãos, era do tipo carioca, enquanto as linhagens avaliadas eram do tipo rosinha, o que não permitia uma comparação adequada entre a testemunha e as linhagens. Além disso, por ser resistente à mancha angular e à antracnose, não era boa indicadora para verificar, respectivamente, a incidência das doenças no campo e no teste de inoculação. O delineamento utilizado foi em látice triplo 10×10 com parcelas de uma linha de 2,0 m. Os caracteres avaliados foram produção e tipo grão e reação à mancha angular. Nessa mesma safra, porém, separadamente, as 99 linhagens e a testemunha Rosinha Maria da Fé foram submetidas à inoculação com o patótipo 65 de *C. lindemuthianum*, para identificar as linhagens resistentes à antracnose, ou seja, portadoras do alelo *Co-5*, seguindo o procedimento adotado por SILVA et al. (2006) que consideraram apenas resistência completa ou suscetibilidade durante o processo de avaliação das linhagens inoculadas. Outro motivo de se ter utilizado este patótipo, é o fato dele estar entre os mais frequentes nas regiões produtoras de feijão do Brasil (TALAMINI et al., 2004).

As linhagens mais promissoras foram selecionadas com base nas médias ajustadas dos ambientes para produção de grãos, reação à mancha angular e, principalmente, tipo de grão. Considerou-

se também, a reação das linhagens à antracnose no teste de inoculação. Finalmente, os dois últimos experimentos foram realizados na safra de inverno/2006, em Lavras e Lambari, com 24 linhagens selecionadas na safra da seca/2006, juntamente com a cultivar Rosinha Maria da Fé. O delineamento utilizado foi em látice triplo 5×5 com parcelas de duas linhas de 3,0 m. Foram avaliados o tempo de cocção, tipo e a produção de grãos.

A produção de grãos foi mensurada em g parcela⁻¹ e, posteriormente, convertida para kg ha⁻¹. A avaliação para tipo de grão foi realizada com base na seguinte escala descritiva de notas: 1 - grão com fundo de coloração creme claro, halo rosa intenso, não achatado, tamanho médio (massa de cem sementes aproximadamente 25 g); 2 - grão que difere do tipo 1 em apenas um dos aspectos; 3 - grão que difere do tipo 1 em dois dos aspectos; 4 - grão que difere do tipo 1 em três dos aspectos e 5 - grão que difere do tipo 1 em todos os aspectos. A resistência à mancha angular foi avaliada apenas nos experimentos da seca, quando as condições climáticas favorecem a ocorrência da doença. Essas avaliações foram realizadas utilizando-se uma escala diagramática de notas de 1 (ausência de sintomas visíveis) a 9 (suscetibilidade máxima), proposta por BERGAMIN FILHO et al. (1995). A avaliação do tempo de cozimento, em minutos, foi realizada adotando a metodologia utilizada por RODRIGUES et al. (2004).

Todos os experimentos foram realizados nos sistema de plantio direto e tiveram densidade de semeadura de 15 sementes por metro e o espaçamento entre linhas foi de 0,5 m. A irrigação por aspersão foi utilizada quando necessária. Para o controle das plantas daninhas foram utilizados herbicidas recomendados para a cultura. Quanto ao manejo da adubação, todos os experimentos receberam, na semeadura, 300 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 (N-P₂O₅-K₂O), mais 150 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio em cobertura, 20 dias após a emergência das plantas.

Para cada caráter, foram realizadas análises de variâncias individuais e conjuntas. As linhagens avaliadas, nas safras das águas de 2005/2006 e na seca de 2006, tiveram seu efeito considerado como aleatório, permitindo obter as estimativas dos coeficientes de herdabilidade (h^2) e seus respectivos intervalos de confiança (KNAPP et al., 1985), ganhos com a seleção (GS) e correlações fenotípicas (r) entre os caracteres avaliados (RAMALHO et al., 1993). As 24 linhagens e a cultivar Rosinha Maria da Fé, avaliadas na safra de inverno 2006 tiveram seu efeito considerado de natureza fixa, devido a seleção realizada anteriormente, na safra da seca de 2006. Para comparação das médias entre linhagens foi realizado o teste de SCOTT-KNOTT (1974).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as análises de variância individuais, assim como nas conjuntas realizadas com as médias ajustadas foram observadas diferenças altamente significativas ($p \leq 0,01$) entre as linhagens nas safras das águas de 2005/2006 e da seca de 2006, para produção e tipo de grão e reação à mancha angular, indicando a presença de variabilidade genética suficiente para se praticar a seleção nesses caracteres (Tabela 1).

Interação significativa de linhagens x ambientes foi observada para produção de grãos ($p \leq 0,05$), indicando que as linhagens não mantiveram um comportamento coincidente nos diferentes ambientes em que foram avaliadas (Tabela 1). A presença da variação ambiental intensificada pela

avaliação das linhagens nas safras das águas e da seca, que são bem distintas quanto às condições ambientais, pode ter colaborado para a ocorrência dessa interação. Em decorrência da produção de grãos ser um caráter controlado por inúmeros genes e sofrer intensa influência ambiental, tem sido comumente relatado na literatura a ocorrência de interação genótipos por ambientes (RAMALHO et al., 1998; CORTE et al., 2002; RIBEIRO et al., 2003; PEREIRA et al., 2004).

Para tipo de grão, também houve interação das linhagens com os ambientes ($p \leq 0,05$). A ocorrência dessa interação pode ser explicada pelo fato de que uma das avaliações para este caráter foi realizada no experimento da safra das águas e pode ter contribuído para piorar o aspecto do grão de algumas das linhagens, devido ao excesso de umidade.

Tabela 1. Resumo das análises de variância conjunta para produção de grãos (Lavras - águas 2005/06, Lavras - seca/2006, Lambari - seca/2006), tipo de grão (Lavras - águas 2005/06, Lavras - seca/2006) e reação à mancha angular (Lavras e Lambari - seca/2006) e suas respectivas estimativas de herdabilidade no sentido amplo (h_a^2)

Fontes de Variação	QM					
	GL	Produção	GL	Tipo de Grão nota (1-5)	GL	Mancha Angular nota (1-9)
		kg ha ⁻¹				
Ambiente (A)	2	2786312,3**	1	0,7176**	1	33,201**
Linhagens (L)	98	1120316,8**	98	0,3936**	98	11,103**
A x L	196	502801,3*	98	0,1368*	98	0,606 ^{ns}
Erro médio	490	399212,7	292	0,0956	342	0,491
Média	-	2.508,5	-	2,22	-	2,313
CV (%)	-	25,2	-	13,9	-	30,3
h_a^2 (%)	-	55,1 [37,3 ^(a) - 68,5 ^(b)]	-	65,0 [48,2 ^(a) - 76,7 ^(b)]	-	94,5 [91,9 ^(a) - 96,3 ^(b)]

**, *, ^{ns} Significativo a 1%, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

(a), (b) Limite inferior (LI) e superior (LS) da herdabilidade, respectivamente, a 5% de probabilidade.

Em relação ao caráter reação à mancha angular, a interação não foi significativa, constatando-se que a mesma variabilidade do patógeno deve ter ocorrido no campo, em ambos os experimentos, tornando a seleção mais fácil. NIETSCHÉ et al. (2001) avaliaram 30 isolados de *Phaeoisariopsis griseola* coletados em Minas Gerais e identificaram 13 patótipos – seis ocorriam em Lavras e três em Lambari. No entanto, dois patótipos identificados em Lambari foram, também, observados em Lavras.

Os valores de herdabilidade no sentido amplo diferiram significativamente de zero ($p \leq 0,05$) e foram altos para todos os caracteres (Tabela 1). Como os genótipos avaliados são linhagens, isto é, possuem a maioria dos locos fixados, a herdabilidade estimada equivale à herdabilidade no sentido restrito, sendo,

evidentemente, na maioria dos casos, a mais importante para os melhoristas (RAMALHO et al., 1993). Essas estimativas de herdabilidade são similares às obtidas por PEREIRA et al. (2004), COUTO et al. (2005) e SILVA et al. (2006) que avaliaram materiais com tipo de grão carioca. Além disso, para a produção de grãos, as estimativas de herdabilidade verificadas neste trabalho, foram superiores àquelas normalmente relatadas para a cultura (MORETO, 2005). Esses resultados confirmam a ocorrência de ampla variabilidade genética entre as linhagens, para todos os caracteres e uma situação favorável para realizar a seleção.

Em relação às inoculações feitas nas 99 linhagens, com o patótipo 65 de *C. lindemuthianum*, 87% das linhagens foram resistentes. Esse resultado

indica que o alelo de resistência *Co-5* presente no genitor ESAL 693 foi transferido para essas linhagens.

A partir da seleção das quatro melhores linhagens (intensidade de seleção aproximadamente 4%), com base nas médias ajustadas das análises conjuntas envolvendo as 99 linhagens, para produção e tipo de grão e reação à mancha angular, foi estimado o ganho com a seleção considerando cada caráter separadamente, ou seja, realizando a seleção direta (Tabela 2). Nesta situação, foram observados ganhos para todos os caracteres, com destaque para reação à

mancha angular, com ganho expressivo de 53,9%. A alta estimativa de herdabilidade foi um dos fatores responsáveis para esse ganho significativo. No entanto, a seleção com base em uma característica tem se mostrado inadequada, pois na maioria das vezes, é gerado um produto final superior apenas para o caráter considerado. Assim, para se ter maior chance de êxito em um programa de melhoramento, uma estratégia, seria realizar a seleção simultânea de um conjunto de caracteres de importância econômica (FALEIRO et al., 2002; PEREIRA et al., 2004).

Tabela 2. Estimativas de ganho esperado com a seleção das quatro melhores linhagens para produção (kg ha^{-1}), tipo de grão (nota) e reação à mancha angular (nota)

Estimativa	Produção	Tipo de grão	Reação à mancha angular
GS (¹)	444,9 (17,7%)	-0,32 (14,5%)	-1,25 (53,9%)
GS (²)	368,3 (14,7%)	-0,22 (10,1%)	-0,92 (39,8%)

(¹) Ganho com a seleção de 4 em 99 linhagens (4%), seleção para cada caráter.

(²) Ganho com a seleção de 4 em 99 linhagens (4%), considerando como critérios para seleção: produção $>3.100 \text{ kg ha}^{-1}$; tipo de grão com nota $\leq 2,0$; reação à mancha angular com nota $\leq 1,5$ e presença do alelo *Co-5*.

Desse modo, foi realizada uma seleção simultânea considerando além dos caracteres citados anteriormente, a presença do alelo *Co-5*, que confere resistência a vários patótipos de *C. lindemuthianum*. Porém, quando se considerou vários caracteres no processo de seleção, os ganhos para cada caráter individualmente foram menores (Tabela 2). O ganho estimado considerando apenas as linhagens mais produtivas foi de 17,7%. Quando foram considerados vários caracteres na seleção das linhagens mais promissoras o ganho para produção reduziu para 14,7%. Para a reação à mancha angular, houve redução de 53,9% para 39,8%, enquanto para tipo de grão, o ganho passou de 14,5% para 10,1%, sendo esse caráter o mais afetado com a seleção simultânea (redução de 30,34%). As reduções nos ganhos ocasionada pela seleção, considerando vários caracteres simultaneamente, também foram observadas no trabalho realizado por PEREIRA et al. (2004). No entanto, no presente trabalho todas as estimativas de ganhos com a seleção foram superiores às observadas pelos autores anteriormente citados e, neste caso, quatro linhagens superiores foram selecionadas (61, 64, 65 e 75) considerando o conjunto de caracteres.

Estimativas das correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados foram obtidas porque uma das causas da redução do ganho com a seleção de um único caráter, em relação à seleção praticada considerando vários caracteres, pode ser a correlação desfavorável entre eles mesmos (CRUZ e REGAZZI, 2001). Houve correlação baixa e negativa apenas entre produção e

tipo de grão ($-0,36^*$), indicando que, quando se selecionam linhagens mais produtivas, indiretamente se estará selecionando linhagens com melhor tipo de grão (menores notas), sendo esse tipo de correlação desejável. Ademais, a ausência de correlação fenotípica entre os caracteres e os altos valores de herdabilidade constatados para eles viabiliza selecionar com êxito linhagens mais produtivas, com melhor tipo de grão e maior nível de resistência à mancha angular e portadoras do alelo *Co-5* de resistência à antracnose.

Como as 99 linhagens foram avaliadas apenas em três ambientes e em parcelas relativamente pequenas, optou-se por proceder à avaliação mais precisa das 24 linhagens mais promissoras, para assegurar a seleção das superiores. Diferenças altamente significativas ($p \leq 0,01$) foram observadas para todos os caracteres na análise de variância conjunta envolvendo as 24 linhagens, indicando haver variabilidade genética entre elas mesmo na fase final de avaliação, permitindo realizar com sucesso a seleção das superiores (Tabela 3).

Em relação à interação genótipos por ambientes, nota-se que esta não foi significativa para todos os caracteres, embora o efeito de ambientes tenha sido significativo, sua presença não alterou a classificação das linhagens nos diferentes ambientes. A ausência de interação facilita o trabalho do melhorista, pois permite que a seleção e a recomendação de cultivares sejam feitas de maneira generalizada (RAMALHO et al., 1993).

Tabela 3. Resumo das análises de variância conjunta para produção de grãos (cinco ambientes), tipo de grão (três ambientes) e reação à mancha angular (dois ambientes), originadas da avaliação das 24 linhagens com grão tipo rosinha mais a cultivar Rosinha Maria da Fé

Fontes de Variação	QM					
	GL	Produção de grãos	GL	Tipo de grão nota (1-5)	GL	Mancha angular nota (1-9)
		kg ha ⁻¹				
Ambiente (A)	4	30467431,7**	2	1,9069**	1	7,878**
Linhagens (L)	24	843256,4**	24	0,1696**	24	3,348**
A x L	96	330029,3 ^{ns}	48	0,1131 ^{ns}	24	0,186 ^{ns}
Erro médio	562	366011,7	328	0,0889	342	0,491
Média geral	-	2.564,9	-	1,872	-	1,691
Média testemunha	-	2.367,04	-	2,366	-	3,877
CV (%)	-	23,6	-	15,9	-	41,4

**, *, ^{ns} Significativo, a 1% e 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

No caso da reação à mancha angular, a ausência de interação não está de acordo com o observado por SILVA et al. (2006), que verificaram sua ocorrência. Esses mesmos autores sugeriram que a presença de interação pode indicar a ocorrência de diferentes patótipos nos distintos ambientes em que as linhagens foram avaliadas para mancha angular, o que provavelmente não ocorreu no presente estudo. A baixa nota média da mancha angular na testemunha, mesmo sendo suscetível, indica que esta doença não ocorreu em grande escala nos experimentos em que foi avaliada.

Esse fato faz com que as informações a respeito das avaliações das reações das linhagens à mancha angular seja considerado com certa ressalva. Adicionalmente, a avaliação de mancha angular em apenas dois ambientes pode também ter contribuído para a ausência de interação.

Em relação ao tipo de grão, embora seja um caráter controlado por grande número de genes, a ausência de interação é relatada na literatura (PEREIRA et al., 2004; COUTO et al., 2005; SILVA et al., 2006). Para produção de grãos, a ausência de interação não era esperada porque é um caráter controlado por grande número de genes e o efeito ambiental sobre esse caráter é pronunciado; consequentemente, a interação é comumente observada (PIROLA et al., 2002). Neste caso, a ausência de interação para produção e tipo de grão envolvendo as 24 linhagens indica que o processo de seleção realizado com base na média dos ambientes incluindo as três épocas de cultivo do feijoeiro (águas, seca e inverno) foi eficiente para selecionar linhagens mais estáveis nos diferentes ambientes. CORTE et al. (2002), estudando a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de linhagens e cultivares precoces de

feijoeiro com hábito de crescimento determinado e indeterminado, verificaram que a maioria dos materiais com hábito de crescimento determinado foram estáveis para produção de grãos nos diferentes ambientes que foram avaliados.

A produção média de grãos das linhagens foi superior à da testemunha, enquanto a nota média para tipo de grão e reação à mancha angular das linhagens foram inferiores, sendo esse resultado desejável (Tabela 4). Com esses resultados, observa-se que, na média, as 24 linhagens avaliadas são superiores à testemunha para todos os caracteres.

As 24 linhagens mais a testemunha Rosinha Maria da Fé também foram avaliadas quanto ao tempo de cocção, na safra de inverno de 2006, em Lavras (Tabela 4). Foram observadas diferenças altamente significativas ($p \leq 0,01$) entre as linhagens, indicando haver variabilidade genética entre elas, permitindo selecionar aquelas com o menor tempo de cocção. O coeficiente de variação foi de 11,26%, estando abaixo dos valores observados por RIBEIRO et al. (2006) e semelhante aos obtidos por BALDONI e SANTOS (2005).

A média da testemunha Rosinha Maria da Fé, quanto ao tempo de cocção, foi de 30,08 minutos, sendo inferior à média geral do experimento (Tabela 4). Essa cultivar caracteriza-se pela boa capacidade de cocção, sendo aceita pelo consumidor. No entanto, o tempo médio de cozimento entre as linhagens variou de 25,7 a 39,7 minutos, revelando que existem linhagens superiores à testemunha quanto ao tempo de cocção e que estas podem ser selecionadas. No procedimento de registro e, muitas vezes, de proteção de uma cultivar de feijoeiro, certas exigências de

mercados devem ser atendidas e, entre elas, estão a qualidade tecnológica dos grãos, a qual envolve o tempo de cozimento (CARBONELL et al., 2003).

Pode-se observar, de forma mais detalhada, as médias das 24 linhagens mais a testemunha para os caracteres avaliados. Entre elas, estão as quatro melhores selecionadas (65, 66, 68 e 71), com base na produção e tipo de grãos, reação à mancha angular, tempo de cozimento e presença do alelo *Co-5* (Tabela 4).

Comparando-se o grupo formado pelas quatro linhagens selecionadas (65, 66, 68 e 71) entre as 24 linhagens e o grupo das quatro (61, 64, 65 e 75)

previstas na seleção entre as 99 linhagens anteriormente mostradas, constata-se que apenas a linhagem 65 foi comum aos dois grupos, correspondendo a uma coincidência de 25%. Com exceção da linhagem 61, eliminada pelo pior tipo de grão, a 64 e 75 não foram selecionadas porque seu tempo de cozimento era maior. Como esse caráter não foi considerado na seleção anterior (das 99 linhagens), constata-se que a seleção foi eficiente (75%). Esse fato mostra que a eficiência da seleção para que uma linhagem venha a se tornar uma cultivar aceita, aumenta à medida que um maior número de caracteres de importância econômica seja considerado, como é o caso da capacidade de cozimento.

Tabela 4. Médias da produção de grãos (kg ha^{-1}), das notas atribuídas ao tipo de grão (1-5), da reação à mancha angular (1-9), e do tempo de cocção (minutos) e reação à antracnose, provenientes da avaliação das 24 linhagens e a testemunha Rosinha Maria da Fé

Genótipos	Produção (¹)	Tipo de Grão (¹)	Mancha angular (¹)	Cocção (¹)	Antracnose (²)
2	2.321,0 b	1,962 a	2,213 c	39,462 a	R
4	2.698,0 a	1,813 b	2,757 b	29,923 b	S
10	2.967,0 a	1,958 a	1,525 c	29,846 b	S
20	2.398,0 b	2,064 a	3,717 a	26,500 b	S
25	2.196,0 b	1,961 a	2,213 c	33,423 b	R
28	2.308,0 b	1,931 a	1,725 c	39,731 a	R
56	2.199,0 b	1,760 b	1,141 c	32,885 b	R
59	2.509,0 b	1,945 a	1,456 c	32,308 b	R
60	2.331,0 b	1,858 b	1,519 c	30,193 b	R
64	2.844,0 a	1,643 b	1,506 c	38,115 a	R
65	2.789,0 a	1,757 b	1,035 c	29,269 b	R
66	2.639,0 a	1,682 b	1,534 c	31,538 b	R
68	2.535,0 b	1,782 b	1,348 c	30,615 b	R
69	2.540,0 b	1,761 b	1,641 c	32,846 b	R
71	2.789,0 a	1,810 b	1,127 c	27,962 b	R
72	2.509,0 b	1,928 a	1,141 c	32,615 b	R
75	2.824,0 a	1,759 b	1,505 c	34,962 a	R
76	2.555,0 b	1,709 b	1,359 c	33,154 b	R
77	2.989,0 a	1,838 b	1,100 c	39,500 a	R
78	2.431,0 b	1,977 a	1,415 c	37,000 a	R
80	2.770,0 a	1,838 b	1,115 c	36,615 a	R
94	2.267,0 b	1,897 a	1,269 c	30,577 b	R
100	2.971,0 a	1,813 b	1,666 c	31,385 b	S
105	2.379,0 b	1,984 a	1,368 c	25,731 b	R
Rosinha	2.367,0 b	2,366 a	3,877 a	30,077 b	S
Média geral	2.564,9	1,872	1,691	32,649	- (³)
CV (%)	23,6	15,9	41,4	11,3	- (³)

(¹) Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Scott e Knott a 5% de probabilidade.

(²) R = linhagens resistentes à antracnose; S = linhagens suscetíveis à antracnose.

(³) Não estimado.

4. CONCLUSÃO

As linhagens 65, 66, 68 e 71 são promissoras, pois os grãos são tipo rosinha de rápido cozimento, superior ao da cultivar Rosinha Maria da Fé, de alto potencial produtivo, portadoras do alelo *Co-5* que confere resistência à antracnose e são também mais resistentes à mancha angular que a cultivar Rosinha Maria da Fé.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo ao primeiro autor; à Fapemig, pelo apoio financeiro concedido; à UFLA e Epamig, pelas infraestruturas cedidas para execução do trabalho.

REFERÊNCIAS

- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. 1.ed. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e feijão, 2002. p.272-287.
- BALDONI, A.B.; SANTOS, J.B. Capacidade de cozimento de grãos de famílias de feijão do cruzamento ESAL 693 x Rosinha. **Acta Scientiarum**, v.27, p.233-236, 2005.
- BALDONI, A.B.; SANTOS, J.B.; ABREU, A.F. Melhoramento do feijoeiro comum visando à obtenção de cultivares precoces com grãos tipo 'carioca' e 'rosinha'. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 67-71, 2006.
- BERGAMIN FILHO, A.; LOPES, D.B.; AMORIM, L.; GODOY, C.V.; BERGER, R.D. Avaliação de danos causados por doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, v 3, p.133-184, 1995.
- CARBONELL, S.A.M.; CARVALHO, C.R.L.; PEREIRA, V.R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, v. 62, p. 369-379, 2003.
- CORTE, A.D.; MODA-CIRINO, V.; DESTRO, D. Adaptability and phenotypic stability in early common bean cultivars and lines. **Crop breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p. 525-534, 2002.
- COUTO, M. A.; SANTOS, J. B. dos; ABREU, A. F. B. Selection of carioca type common bean lines with anthracnose and angular leaf spot resistance. **Crop breeding and Applied Biotechnology**, v. 5, p. 324-331, 2005.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2001. 390p.
- FALEIRO, F. G.; RAGAGNIN, V. A.; CRUZ, C. D.; BROMMONSCHENKEL, S. H.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E. G. Selection of common bean lines based on yield, grain type, growth habit and disease resistance. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p. 507-514, 2002.
- FERREIRA, C. M.; YOKOYAMA, L. P. Comportamento dos consumidores de feijão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6, 1999, Salvador. **Resumos expandidos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 1999. p. 717-719. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 99)
- KNAPP, S.J.; STROUP, W. W.; ROSS, W.M. Exact confidence intervals for heritability on a progeny mean basis. **Crop Science**, v. 25, p. 192-194, 1985.
- MORETO, A.L. Componentes de variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico. 2005. 75f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras.
- NIETSCH, S.; BOREM, A.; CARVALHO, G.A.; PAULA JUNIOR, T.J.; FERREIRA, C.F.; BARROS, E.G. de; MOREIRA, M.A. Genetic diversity of *Phaeoisariopsis griseola* in state of Minas Gerais, Brazil. **Euphytica**, v.117, p.77-84, 2001.
- PEREIRA, H.S.; SANTOS, J.B.; ABREU, A.F.B. Seleção de linhagens arbustivas de feijoeiro com grãos tipo carioca, resistência à antracnose e mancha angular e alta produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p. 209-215, 2004.
- PIROLA, L.H.; RAMALHO, M.A.P.; CARNEIRO, J.E.S.; ABREU, A.F.B. Natural selection and family x location interaction in the common (dry) bean. **Genetics and Molecular Biology**, v. 25, n.3, p. 343-347, 2002.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A. DE F. B.; SANTOS, P. S. J. Interação genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas regiões Sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v.22, p.176-181, 1998.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B.; CARNEIRO, J.E.S. Cultivares. Feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, v. 25, p. 21-32, 2004.
- RIBEIRO, N.D.; HOFFMANN JÚNIOR, L.; STROSCHEIN, M.R.D.; POSSEBON, S.B. Genotype x environment interaction in common bean yield and yield components. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p. 27-34, 2003.
- RIBEIRO, S.R.R.P.; RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Maternal effect associated to cooking quality of common bean. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 6, n.4, p. 303-309, 2006.
- RODRIGUES, J.A.; RIBEIRO, N. D.; POERSCH, N. L.; LONDERO, P. M. G.; FILHO, A. C. Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.4, p.465-470, 2004.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M.A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SILVA, M.G.M.; SANTOS, J.B.; ABREU, A.F.B. Seleção de famílias de feijoeiro resistente à antracnose e à mancha-angular. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p. 1499-1506, 2006.

TALAMINI, V.; SOUZA, E. A.; POZZA, E. A.; CARRIJO, F. R. F.; ISHIKAWA, F. H.; SILVA, K. J. D.; OLIVEIRA, F. A. Identificação de raças patogênicas de *Colletotrichum lindemuthianum* a partir de isolados provenientes de regiões produtoras de feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, v.30, p. 371-375, 2004.

VIEIRA, C. **O feijoeiro-comum: cultura, doença e melhoramento**. Viçosa, MG: UFV, 1967. 220 p.

ZIMMERMANN, M.J.O.; CARNEIRO, J.E.S.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; SARTORATO, A.; PEREIRA, P.A.A. Melhoramento Genético e Cultivares. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C.A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Cultura do Feijoeiro Comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 224-225.