

Linhagens de feijoeiro com resistência à antracnose selecionadas quanto a características agronômicas desejáveis

Helton Santos Pereira⁽¹⁾, João Bosco dos Santos⁽¹⁾ e Angela de Fátima Barbosa Abreu⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Lavras, Dep. de Biologia, Caixa Postal 37, CEP 37200-000 Lavras, MG. E-mail: hsp@ufla.br, jbsantos@ufla.br, abfabreu@ufla.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi identificar entre as linhagens de feijoeiro resistentes à antracnose, aquelas com alta produtividade, tipo de grãos Carioca, resistência à mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*) e porte arbustivo. Foram avaliadas 256 linhagens oriundas de um programa de melhoramento genético por retrocruzamentos. Quatro experimentos foram conduzidos em três locais no Estado de Minas Gerais, em que foram avaliadas a produção e o tipo de grãos, o porte e a reação à mancha-angular. Observaram-se acentuadas diferenças genéticas entre as linhagens e, conseqüentemente, as herdabilidades foram também elevadas e propiciaram acentuados ganhos com a seleção. A maioria das correlações fenotípicas estimadas entre os caracteres não foi significativa, indicando a possibilidade de seleção de linhagens superiores em todos os fenótipos de interesse. Foram selecionadas cinco linhagens com alto potencial produtivo, grãos do tipo Carioca, porte arbustivo e maior nível de resistência à mancha-angular, sendo que duas delas possuem uma pirâmide de alelos de resistência à antracnose.

Termos para indexação: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phaseolus vulgaris*, feijão, melhoramento genético.

Common bean lines with resistance to anthracnose selected to desirable agronomical traits

Abstract – Besides the anthracnose resistance, the objective of this research was to identify lines with Carioca grain type, high grain yield, angular leaf spot resistance (*Phaeoisariopsis griseola*), and upright plant architecture. Two hundred and fifty six lines from a backcross breeding program aiming to get anthracnose resistance lines were evaluated. Four field trials were set up in three places of the Minas Gerais State, and grain type and yield, reaction to angular leaf spot and plant architecture were measured. Great genetic differences were observed among the lines and therefore, the heritabilities estimates were also of great magnitude and assure considerable selection progress. The majority of the phenotypic correlation among the evaluated traits were not significant, suggesting the possibility to select improved lines for all traits. Five superior lines were selected, with high grain yield, Carioca grain type, angular leaf spot resistance and upright plant architecture which could become new cultivars. Two of them have a pyramid of anthracnose resistance alleles.

Index terms: *Colletotrichum lindemuthianum*, *Phaseolus vulgaris*, genetic breeding.

Introdução

O feijão é um alimento de grande importância econômica e social para o Brasil, por ser uma das principais fontes de proteína e de energia de origem vegetal. Apesar de o Brasil ser o maior produtor e consumidor mundial de feijão (*Phaseolus vulgaris*), ainda apresenta baixa produtividade média, cerca de 700 kg/ha (IBGE, 2003), decorrente de fatores negativos, tais como a ocorrência de várias doenças. Entre as cultivares utilizadas no Brasil e no Estado de Minas Gerais, a maioria corresponde àquelas com grãos semelhantes ao da cultivar Carioca. Embora tenha-se observado preferência

por essa cultivar, ela é suscetível à maioria dos patógenos e apresenta plantas prostradas, favorecendo o contato das vagens com o solo, o que ocasiona danos às sementes (Ramalho & Abreu, 1998).

Entre as doenças que contaminam a cultura, destacam-se a mancha-angular, causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola*, e a antracnose, causada pelo fungo *Colletotrichum lindemuthianum*, que ocorrem em todo o Brasil e com grande intensidade em Minas Gerais. A mancha-angular pode causar perdas de até 70% na produção de grãos e a antracnose, de até 100%, se as condições ambientais forem favoráveis para o desenvolvimento da doença (Rava et al., 1994).

Um dos meios mais eficientes de controle dessas duas doenças é a resistência varietal, não apenas por não onerar o custo de produção, mas também por evitar o controle químico, que além de caro, causa danos ambientais já conhecidos. A resistência varietal apresenta bons resultados no controle da antracnose, pois já se conhecem várias fontes com os respectivos alelos de resistência. No caso da mancha-angular, o controle por este método também é viável, embora sejam menos conhecidos o controle genético e as fontes de resistência.

Na obtenção de novas cultivares resistentes à antracnose, outras características de interesse agrônomo necessitam ser consideradas. Entre elas estão: tipo de grãos aceitáveis pelo consumidor, como o semelhante ao da cultivar Carioca; porte arbustivo, o que evita perdas na colheita e favorece a colheita mecanizada; resistência à mancha-angular; adaptação e alta produtividade, essenciais na aceitação de uma nova cultivar.

No entanto, as fontes de resistência, em geral, são linhagens ou cultivares mal adaptadas às condições ambientais da região e com várias características indesejáveis, sendo, portanto, inadequadas para o uso comercial. Assim, elas devem ser utilizadas como doadoras em um programa de retrocruzamentos e a cultivar Carioca, ou outra linhagem do mesmo grupo e de alto valor agrônomo, deve ser usada como recorrente, para que possam ser selecionadas, na descendência, linhagens que possuam, além da resistência à antracnose, outras características desejáveis (Reyies-Valdés, 2000). Entre os genitores recorrentes, sempre que possível, devem ser utilizadas fontes de resistência a *P. griseola* a fim de associar resistência aos dois patógenos mais importantes em Minas Gerais.

Uma importante fonte de resistência à antracnose é a linhagem mexicana G2333, que apesar de possuir várias características agrônomicas indesejáveis às condições de cultivo do nosso país, possui uma pirâmide com três alelos de resistência a esse patógeno (Co-4², Co-5 e Co-7) (Young et al., 1998), que confere resistência a todas as raças de *C. lindemuthianum* identificadas no Brasil (Rava et al., 1994).

Com a finalidade de transferir os alelos de resistência presentes na G2333 para linhagens com grãos do tipo Carioca e adaptadas ao Estado de Minas Gerais, foi realizado um programa de retrocruzamentos que utilizou a linhagem resistente como genitor doador e as linhagens ESAL 696 e CI 140 como genitores recorrentes, por possuírem características agrônomicas desejáveis (Hagiwara et al., 2001). Entre as famílias oriundas

desse programa de retrocruzamentos, as mais promissoras foram selecionadas, dando origem a várias linhagens.

O objetivo deste trabalho foi identificar entre as linhagens de feijoeiro resistentes à antracnose, aquelas com alta produtividade, tipo de grãos Carioca, resistência à mancha-angular e porte arbustivo.

Material e Métodos

Foram utilizadas 256 linhagens, das quais 181 com alelos de resistência à antracnose. As linhagens são oriundas de um programa de retrocruzamentos cujo objetivo é a transferência da pirâmide de alelos de resistência à antracnose, presente na linhagem G2333, para linhagens adaptadas e com grãos do tipo Carioca (Hagiwara et al., 2001). Do total de linhagens, 15 são oriundas de uma família segregante F₅ do primeiro retrocruzamento [(G2333 X ESAL696) X ESAL696] e 241, de três famílias segregantes F₃ do segundo retrocruzamento {[(G2333 X ESAL696) X ESAL696] X CI140}. As constituições genéticas das linhagens foram identificadas tomando-se por base a inoculação artificial de três raças de *C. lindemuthianum* (73, 1545 e 2047) e o uso de dois marcadores RAPD (Pereira, 2003).

A G2333 é uma linhagem com várias características desfavoráveis – hábito de crescimento IV (prostrado), grãos vermelhos e sensibilidade ao fotoperíodo – porém, é portadora de uma pirâmide de alelos que confere resistência a todas as raças de *C. lindemuthianum* que ocorrem no Brasil.

A linhagem ESAL696 possui algumas características favoráveis, como hábito de crescimento tipo II (arbustivo), grãos semelhantes ao da cultivar Carioca, resistência a *P. griseola* e é portadora do alelo Co-5 de resistência ao *C. lindemuthianum*. Já a linhagem CI140 é oriunda de um programa de seleção recorrente da Universidade Federal de Lavras e possui grãos excelentes, do tipo Carioca.

Na safra do inverno de 2001, foram avaliadas as 256 linhagens extraídas de quatro famílias segregantes promissoras (Hagiwara et al., 2001), no Município de Ijaci, MG. Foi utilizado o delineamento látice 16x16 com duas repetições e parcela de uma linha de 1 m linear. O espaçamento entre linhas foi de 0,50 m. Foram avaliadas e selecionadas as linhagens mais promissoras quanto ao tipo e produtividade de grãos.

Na safra da seca de 2002, foram avaliadas 120 linhagens selecionadas no inverno de 2001, em dois locais de Minas Gerais, Lavras e Patos de Minas, utilizando o delineamento látice 11x11 com três repetições e parcela

com duas linhas de 2 m lineares, distanciadas em 0,50 m. Foram avaliadas a reação à mancha-angular, o tipo de grãos (somente em Lavras) e a produtividade de grãos, para proceder à seleção das mais promissoras. Para comparação, foi usada a cultivar Talismã como testemunha.

Com base nas avaliações anteriores, foram selecionadas 48 linhagens, considerando a produção e tipo de grãos e reação a *P. griseola*, que voltaram a ser avaliadas, na safra do inverno de 2002, com a cultivar Talismã como testemunha, por meio de um delineamento látice 7x7 com três repetições, no Município de Ijaci. Cada parcela foi novamente representada por duas linhas de 2 m lineares, distanciadas em 0,50 m. Foram avaliadas as características produção de grãos, porte e tipo de grãos.

Aplicaram-se em todos os experimentos 300 kg/ha da fórmula 8-28-16 (N-P₂O₅-K₂O) no plantio, mais 150 kg/ha de sulfato de amônio em cobertura. Os experimentos foram irrigados por aspersão quando necessário.

As avaliações da severidade da mancha-angular foram realizadas em condições de campo, sob ocorrência natural da doença, utilizando-se uma escala diagramática de notas de 1 (resistência completa) a 9 (susceptibilidade máxima), proposta por Bergamin Filho et al. (1995), por meio de dois avaliadores. Nas avaliações de tipo de grãos, tomando-se como padrão o tipo Carioca – grãos com coloração creme clara, rajas marrom-clara, sem halo, tamanho médio e não achatados –, foi utilizada a escala descritiva proposta por Marques Júnior (1997), com notas variando de 1 (grãos do tipo Carioca) a 5 (grãos fora do padrão), por meio de dois avaliadores. A avaliação de porte foi realizada por meio de um diagrama de notas, conforme Collicchio (1995), variando de 1, totalmente ereto, a 5, totalmente prostrado. Utilizaram-se as médias de dois avaliadores na análise de variância de cada caráter.

Os dados obtidos foram submetidos a análises individuais e conjuntas de variância. Foram estimadas as herdabilidades no sentido amplo (h^2), a partir das análises de variância por meio da expressão: $h^2 = [(QM_{\text{linhagens}} - QM_{\text{erro efetivo}})/QM_{\text{linhagens}}] \times 100$.

Essa expressão foi empregada nas estimativas de h^2 a partir das análises conjuntas de variância, porém, utilizando o quadrado médio (QM) do erro médio no lugar do $QM_{\text{erro efetivo}}$. Os intervalos de confiança de cada estimativa de h^2 foram estimados segundo Knapp et al. (1985). Também foram estimados os ganhos com a seleção (GS) das linhagens superiores e o ganho com a

seleção em porcentagem (GS%), pelas expressões: $GS = ds \times h^2$, em que ds é o diferencial de seleção; $GS\% = (GS/\text{média geral}) \times 100$.

Estimaram-se, ainda, as correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados, utilizando o programa MSTATC.

Resultados e Discussão

Houve diferenças genéticas significativas entre as linhagens quanto à produção de grãos, a 5% de probabilidade para a safra de inverno/2002 e a 1% de probabilidade para as demais safras (Tabela 1).

A precisão experimental, avaliada por meio do coeficiente de variação, foi semelhante à encontrada em experimentos com a cultura do feijão (Marques Júnior, 1997) e pode ser considerada boa, principalmente porque permitiu detectar diferenças genéticas entre os tratamentos.

A média da safra de inverno/2001 foi mais elevada do que as demais por causa das condições ambientais possivelmente mais favoráveis nessa safra, e também porque foram usadas parcelas de apenas uma linha de 1 m, separadas nas extremidades por corredores de 50 cm. Esses provavelmente reduziram a competição entre as plantas quando comparados com as condições de cultura. Em consequência, pode ter havido uma superestimativa da produção de grãos.

As estimativas de herdabilidade, com base nos dados de cada safra, variaram de 31,82% a 42,11% e podem ser consideradas altas para o caráter em questão, estando sempre dentro do intervalo de confiança de todas as safras, cujos limites foram sempre positivos (Ramalho et al., 1993) (Tabela 1). Estes valores foram semelhantes aos obtidos por Mendonça et al. (2002) (30,0% a 60,0%).

Em três experimentos, seca/2002 em Lavras e Patos de Minas e inverno/2002, foi utilizada como testemunha a linhagem Talismã, recém-recomendada como cultivar. Oito por cento das linhagens apresentaram produção superior a da testemunha.

Com a finalidade de conhecer melhor as 48 linhagens selecionadas na última safra, utilizaram-se as médias ajustadas das três safras para realizar a análise conjunta da produção e tipo de grãos (Tabela 2). A safra da seca/2002, em Patos de Minas, não foi incluída nessa análise por apresentar estimativa do erro efetivo muito discrepante das demais safras para produção de grãos (Ramalho et al., 2000) e por não ter sido realizada avaliação de tipo de grãos.

Na produção de grãos, verificou-se que os efeitos de linhagens e a interação safras por linhagens foram sig-

nificativos, confirmando a presença de diferenças genéticas entre as linhagens. Entretanto, o comportamento das linhagens não foi coincidente nas diferentes safras, certamente por causa da alta sensibilidade do caráter às variações ambientais. Pôde-se observar ainda que cerca de 65% das linhagens apresentaram desempenho superior à média.

Houve diferenças significativas de linhagens em todas as safras quanto ao tipo de grãos, o que indica a existência de acentuadas diferenças genéticas entre elas (Tabela 1). O coeficiente de variação foi ligeiramente inferior ao obtido em avaliações semelhantes (Marques Júnior, 1997).

Outro aspecto relevante é a redução das médias, em consequência das seleções para tipos superiores de grãos em uma safra e avaliação na seguinte. Um resultado, previsível, pois o tipo de grãos foi a principal característica considerada durante a seleção de linhagens de uma safra para outra. Esse resultado é semelhante a um

ganho realizado com a seleção e mostra o progresso efetivo com esse procedimento de avaliação e seleção, tendo-se como referência o tipo de grão ideal da testemunha Talismã, avaliado no inverno de 2002.

As estimativas de herdabilidade foram altas, variando de 65,86% a 71,87%, verificando-se, assim, uma situação favorável para o processo de seleção (Tabela 1). O fato de as estimativas estarem sempre dentro do intervalo de confiança de todas as safras é um indicativo da confiabilidade dos valores obtidos e confirma a observação, refletida pelas médias nas sucessivas safras, do ganho com a seleção. A média das linhagens após a última seleção, no inverno de 2002, foi inferior à média da testemunha. Noventa e oito por cento das linhagens tiveram o tipo de grãos igual ou melhor que o da testemunha.

A análise conjunta mostrou diferenças genéticas entre as linhagens ($P > 99\%$), sugerindo, conforme salientado, a possibilidade de mais ganhos com a seleção (Tabela 2). Outro resultado favorável foi a ausência de

Tabela 1. Análise de variância da produção (kg/ha), tipo de grãos (notas de 1–5), reação à mancha-angular (notas de 1–9) e porte (notas de 1–5) nas safras do inverno (julho) de 2001, seca (março) de 2002 e inverno (julho) de 2003 e estimativas de herdabilidade com os respectivos intervalos de confiança.

Caráter	Produção				Tipo de grãos			Reação à mancha-angular		Porte
	Inv./2001 (Ijaci)	Seca/2002 (Lavras)	Seca/2002 (Patos)	Inv./2002 (Ijaci)	Inv./2001 (Ijaci)	Seca/2002 (Lavras)	Inv./2002 (Ijaci)	Seca/2002 (Lavras)	Seca/2002 (Patos)	Inv./2002 (Ijaci)
Nº de linhagens	256	121	121	49	256	121	49	121	121	49
QM linhagens	**	**	**	*	**	**	**	**	**	**
Média	5.807	1.144	740	2.955	2,88	2,42	2,15	5,32	4,49	2,26
CV (%)	20,42	29,16	24,30	18,10	13,26	18,19	14,63	17,63	14,94	14,11
h ² (%)	31,82	38,39	37,50	42,11	71,87	67,40	65,86	58,91	57,73	58,20
h ² _{LI} ⁽¹⁾	12,58	14,43	13,20	1,88	63,63	54,72	42,14	42,93	41,29	29,15
h ² _{LS} ⁽¹⁾	47,14	55,03	54,38	64,91	78,19	76,20	79,31	70,00	69,15	74,67

⁽¹⁾LI e LS: limite inferior e superior do intervalo de confiança para a herdabilidade a 5% de probabilidade. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

Tabela 2. Análise de variância conjunta da produção (kg/ha) e tipo de grãos (notas de 1–5) em três safras (inverno/2001, seca/2002 em Lavras e inverno/2002) e da reação à mancha-angular (notas de 1–9) nas safras da seca/2002 em Lavras e seca/2002 em Patos de Minas e estimativas de herdabilidade com os respectivos intervalos de confiança.

Fonte de variação	GL	QM		GL	QM
		Produção	Tipo de grãos		
Safras (S)	2	557.093.760,0*	4,41**	1	122,3**
Linhagens (L)	47	942.375,9*	0,45**	120	2,1**
S X L	94	1.040.818,9**	0,18 ^{ns}	120	1,04**
Erro médio	235	601.369,2	0,15	240	0,67
Média	-	3.175,1	2,25	-	4,91
CV (%)	-	20,04	11,58	-	12,01
h ² (%)	-	36,20	67,00	-	68,30
h ² _{LI} ⁽¹⁾	-	0,00	46,80	-	56,60
h ² _{LS} ⁽¹⁾	-	57,80	78,20	-	76,50

⁽¹⁾LI e LS: limite inferior e superior do intervalo de confiança para a herdabilidade a 5% de probabilidade. ^{ns}Não-significativo. * e **Significativo a 5% e a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

interação linhagens por safras, indicando o comportamento coincidente das linhagens nas diferentes safras, certamente porque o caráter é pouco influenciado pelo ambiente. Mais de 80% das linhagens têm nota média inferior a 2,5, que foi a média da testemunha Talismã na safra de inverno de 2002, confirmando as boas chances de virem a ser comercialmente aceitas como cultivar com grãos tipo Carioca. A estimativa da herdabilidade na análise conjunta também foi alta, confirmando a possibilidade de sucesso com a seleção de linhagens com tipo de grãos ainda superiores.

A avaliação da reação à mancha-angular foi realizada na safra da seca/2002, época ideal para o desenvolvimento da doença, em Lavras e Patos de Minas (Tabela 1). Houve ampla variação genética entre as linhagens ($P > 99\%$) quanto à reação a esse patógeno e uma boa precisão experimental (Marques Júnior, 1997). As estimativas de herdabilidade foram altas (57,73% e 58,91%), porém ligeiramente inferiores às obtidas por Mendonça et al. (2003), que encontraram valores entre 60% e 70%. Este fato sugere a possibilidade de sucesso com a seleção das linhagens mais resistentes.

Também foi realizada a análise conjunta com as médias ajustadas das duas avaliações na seca de 2002 (Tabela 2). Houve variabilidade entre as linhagens e também a significância da interação safras por linhagens, que pode significar a ocorrência de raças diferentes de *P. griseola* em Lavras e Patos de Minas porque existe grande variabilidade patogênica nesse fungo e a composição racial do patógeno varia com a região (Nietsche et al., 2001).

Ao se aliar a existência de variabilidade entre as linhagens com o alto valor das estimativas obtidas para a herdabilidade, pode-se inferir que há reais possibilidades de seleção de linhagens mais resistentes ao patógeno (Tabela 2). É interessante mencionar que a resistência de algumas linhagens certamente foi herdada do genitor recorrente ESAL696, que também contribuiu para o hábito de crescimento arbustivo.

Em relação ao caráter porte, foi realizada uma avaliação na safra de inverno/2002 e houve diferenças significativas ($P > 99\%$) entre as linhagens (Tabela 1). A precisão experimental foi semelhante à obtida por

Santos & Vencovsky (1986). A estimativa de herdabilidade (h^2) foi de 58,20%, indicando a possibilidade de seleção de linhagens com porte mais arbustivo. Entretanto, a h^2 foi um pouco inferior à relatada por Collichio (1995) (80%), embora esse autor tenha avaliado um número superior de linhagens e explorado maior variação genética. É importante salientar, no entanto, que todas as linhagens exibiram porte mais arbustivo do que a testemunha.

Considerando a seleção das cinco melhores linhagens (aproximadamente 10%) com base na análise conjunta para reação à mancha-angular, produção e tipo de grãos e na análise individual realizada para porte, foi estimado o ganho com a seleção (Tabela 3).

Quando são considerados vários caracteres no processo de seleção, os ganhos para cada um, isoladamente, são menores (Tabela 3). Por exemplo, seria obtido um ganho de 6,0% com a seleção das linhagens mais produtivas, contra apenas 4,46% quando a seleção é baseada nos caracteres em conjunto. Em relação ao caráter tipo de grãos, pode-se observar o mesmo comportamento, ou seja, a redução no ganho com a seleção de 11,1% para 7,0%. Reduções ainda mais drásticas são observadas em relação à reação à mancha-angular e ao porte. Mesmo considerando todos os caracteres, o ganho na produção de grãos em apenas um ciclo de seleção foi muito elevado.

Uma das causas da redução do ganho com a seleção de um caráter individual, em comparação com a seleção em múltiplos caracteres, pode ser a correlação desfavorável entre os mesmos. Por esse motivo, foram estimadas as correlações fenotípicas entre os caracteres avaliados. Houve correlação baixa e positiva apenas entre porte e mancha-angular, indicando que as linhagens com melhor porte são também as mais resistentes. A ausência das demais correlações indica a possibilidade de seleção de linhagens que sejam superiores em todos os caracteres avaliados, assegurando maior êxito ao programa (Cruz & Regazzi, 2001).

Entre as cinco linhagens selecionadas com base nos caracteres em conjunto (23, 91, 142, 144 e 147), destacam-se as linhagens 91 e 144 (Tabela 4), também por serem portadoras de pirâmide com pelo menos dois alelos

Tabela 3. Estimativas de ganho esperado com a seleção das cinco linhagens superiores em produção (kg/ha), tipo de grãos (notas), reação à mancha-angular (notas) e porte (notas).

Estimativa	Produção	Tipo de grãos	Reação à mancha-angular	Porte
GS ⁽¹⁾	190,5 (6,0%)	-0,25 (11,1%)	-0,56 (11,6%)	-0,290 (13,1%)
GS ⁽²⁾	141,8 (4,46%)	-0,16 (7,0%)	-0,14 (2,8%)	-0,006 (0,003%)

⁽¹⁾Ganho com a seleção de 5 em 48 linhagens (10%), com a seleção para cada caráter. ⁽²⁾Ganho com a seleção de 5 em 48 linhagens (10%), considerando como critérios para seleção: produção >3.300 kg/ha, tipo de grãos <2,3, reação à mancha-angular <5,0 e porte <2,5.

Tabela 4. Produtividade média e tipo de grãos, reação a mancha-angular, porte e alelos de resistência à antracnose (ARA) das 48 linhagens avaliadas em vários ambientes⁽¹⁾.

Linhagem	Produção (kg/ha)	Tipo de grãos ⁽²⁾	Mancha-angular ⁽³⁾	Porte ⁽⁴⁾	ARA ⁽⁵⁾
1	3.771,6a	1,9a	5,1b	2,4b	Co-7
3	2.851,3b	2,2a	4,8a	2,2b	Co-5
13	3.234,7a	2,1a	5,8b	1,9a	Nenhum
14	3.196,0a	2,1a	4,3a	2,2b	Co-5
15	3.386,3a	2,3b	5,3b	2,6b	Co-7
16	2.923,3b	2,3b	4,7a	2,3b	Co-5
17	2.825,0b	2,1a	4,6a	2,5b	Co-5
18	3.297,7a	2,4b	5,4b	2,5b	Co-5
23	3.416,3a	2,0a	4,8a	2,1b	Co-5
26	3.111,3a	2,0a	4,2a	2,2b	Co-7
27	3.156,0a	2,2a	5,3b	2,4b	Co-7
29	3.284,7a	2,2a	5,6b	2,3b	Nenhum
31	2.840,3b	2,1a	6,0b	2,4b	Co-5
39	3.204,3a	1,9a	4,4a	2,1b	Nenhum
40	3.309,7a	2,1a	4,4a	2,2b	Nenhum
41	2.664,3b	2,3b	4,8a	2,3b	Nenhum
42	3.697,7a	2,5b	3,9a	1,3a	Nenhum
47	2.862,3b	2,0a	5,6b	2,1b	Co-5
48	3.271,0a	2,1a	4,3a	2,8b	Co-7 e Co-5
50	2.680,0b	1,7a	5,7b	2,0a	Co-5
62	3.164,3a	2,5b	4,5a	2,3b	Co-4 ² e Co-5
69	3.222,7a	2,5b	4,3a	2,3b	Co-7 e Co-5
77	3.215,0a	2,4b	4,3a	2,3b	Co-7 e Co-5
81	3.439,7a	2,3b	4,4a	2,0a	Co-5
91	3.675,0a	2,1a	4,7a	2,5b	Co-4 ² e Co-5
94	2.521,3b	2,7b	5,6b	2,5b	Co-4 ² e Co-5
103	3.064,7a	2,3b	5,8b	2,5b	Co-4 ² e Co-5
107	3.431,7a	2,2a	5,2b	2,4b	Co-7 e Co-5
110	2.942,0b	2,6b	4,0a	2,1b	Co-4 ² e Co-5
111	3.488,3a	2,6b	4,2a	2,3b	Co-4 ² e Co-5
119	3.334,0a	2,5b	6,0b	2,4b	Co-4 ² e Co-5
122	3.664,7a	2,4b	4,9a	1,8a	Co-7
123	3.154,0a	2,3b	4,7a	2,2b	Co-4 ² e Co-5
126	3.113,7a	2,1a	5,9b	1,9a	Co-4 ² e Co-5
127	2.946,3b	2,3b	5,6b	2,6b	Co-4 ² e Co-5
131	3.707,0a	2,8b	5,0b	2,3b	Co-4 ² e Co-5
132	3.374,3a	2,7b	5,0b	2,7b	Co-4 ² e Co-5
134	3.089,0a	2,6b	4,7a	2,1b	Co-5
141	3.041,3a	2,5b	4,7a	2,4b	Co-5
142	3.698,0a	2,1a	4,3a	2,1b	Co-5
144	3.462,0a	1,9a	4,8a	2,2b	Co-7 e Co-5
147	3.582,0a	2,0a	4,4a	2,2b	Co-5
149	3.328,0a	2,2a	5,0b	2,5b	Co-5
201	3.066,0a	2,3b	4,1a	1,8a	Co-7
208	3.063,3a	2,4b	4,2a	2,2b	Nenhum
222	3.096,7a	2,4b	4,0a	1,9a	Nenhum
252	2.084,7b	2,3b	4,2a	1,8a	Co-7
253	2.449,0b	2,1a	4,0a	2,3b	Co-4 ² e Co-5

⁽¹⁾Médias seguidas da mesma letra são semelhantes pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade para tipo de grãos e reação à mancha-angular e a 10% para produção de grãos e porte. ⁽²⁾Notas variando de 1 (grãos semelhantes ao da cultivar Carioca) a 5 (grãos fora do padrão Carioca). ⁽³⁾Notas variando de 1 (resistência completa) a 9 (susceptibilidade completa). ⁽⁴⁾Notas variando de 1 (porte ereto) a 5 (porte prostrado). ⁽⁵⁾ARA: alelos de resistência à antracnose identificados no trabalho de Pereira (2003).

de resistência à antracnose, especialmente aquela portadora do alelo Co-4². Considerando a presença de pirâmide, outras linhagens podem ser eleitas, com destaque para a 123 e 126, que são também ideais em relação a outros caracteres.

Conclusão

As linhagens 23, 91, 142, 144 e 147 apresentam alta produção de grãos, tipo de grãos semelhante ao da cultivar Carioca, maior nível de resistência à mancha-angular e porte arbustivo; entre elas, a 91 e 144 merecem destaque por possuírem uma pirâmide com pelo menos dois alelos de resistência à antracnose.

Agradecimentos

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de Mestrado ao primeiro autor; à Fapemig, pelo apoio financeiro concedido; à Faepe/Ufla, pela infra-estrutura cedida para realização do trabalho.

Referências

- 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.
- COLLICHIO, E. **Associação entre o porte da planta do feijoeiro e o tamanho dos grãos**. 1995. 98p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2001. 390p.
- HAGIWARA, W.E.; SANTOS, J.B. dos; CARMO, S.L.M. do. Use of RAPD to aid selection in common bean backcross breeding programs. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.1, p.335-362, 2001.
- IBGE (Rio de Janeiro, RJ). **Levantamento sistemático da produção agrícola**: 2002. Disponível em: <www.ibge.br>. Acesso em: jan. 2003.
- KNAPP, S.J.; STROUP, W.W.; ROSS, W.M. Exact intervals for heritability on a progeny mean basis. **Crop Science**, v.25, p.192-194, 1985.
- MARQUES JÚNIOR, O.G. **Eficiência de experimentos com a cultura do feijão**. 1997. 80p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- MENDONÇA, H.A. de; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Genetic control of common bean reaction to angular leaf spot. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.3, p.209-216, 2003.
- MENDONÇA, H.A. de; SANTOS, J.B. dos; RAMALHO, M.A.P. Selection of common bean segregating populations using genetic and phenotypic parameters and RAPD markers. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.2, p.219-226, 2002.
- NIETSCHKE, 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.177, p.77-84, 2001.
- PEREIRA, H.S. **Seleção de linhagens de feijão tipo Carioca com pirâmide de alelos de resistência à antracnose e outros fenótipos favoráveis**. 2003. 78p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RAMALHO, M.A.P.; ABREU, A.F.B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J.; BOREM, A. (Ed.). **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**. Viçosa: UFV, 1998. p.435-449.
- RAMALHO, M.A.P.; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. de. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: Ufla, 2000. 326p.
- RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 1993. 271p.
- RAVA, C.A.; PURCHIO, A.F.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, v.19, p.167-173, 1994.
- REYES-VALDÉS, M.H. A model for marker-based selection in gene introgression breeding programs. **Crop Science**, v.40, p.91-98, 2000.
- SANTOS, L.B. dos; VENCOSKY, R. Controle genético de alguns componentes do porte da planta em feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.957-963, 1986.
- YOUNG, R.A.; MELOTTO, M.; NODARI, R.O.; KELLY, J.D. Marker-assisted dissection of the oligogenic anthracnose resistance in the common bean cultivar, 'G2333'. **Theoretical and Applied Genetics**, v.96, p.87-94, 1998.

Recebido em 8 de julho de 2003 e aprovado em 11 de dezembro de 2003