

**PROGRESSO GENÉTICO APÓS SETE CICLOS DE SELEÇÃO RECORRENTE VISANDO
RESISTÊNCIA À MANCHA ANGULAR NO FEIJOEIRO**

BRENO ALVARENGA REZENDE¹, ÂNGELA DE FÁTIMA BARBOSA ABREU²; MAGNO
ANTONIO PATTO RAMALHO³

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo avaliar progresso genético na cultura do feijoeiro obtido com sete ciclos de seleção recorrente fenotípica visando o aumento da resistência à *Pseudocercospora griseola*, agente causal da mancha angular. Para tal, as cinco melhores linhagens de cada ciclo foram semeadas em Lavras – MG e Lambari – MG, na safra da “seca” de 2010, e avaliadas quanto à severidade da doença (notas de 1 a 9). O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições e parcelas de duas linhas de dois metros. Verificou-se diferença entre as linhagens e interação linhagens x locais. A seleção recorrente fenotípica foi eficiente até o terceiro ciclo para aumento da resistência à mancha angular. Novas fontes de resistência devem ser incluídas no programa para se continuar tendo ganhos com o programa de seleção recorrente.

Palavras-chaves: *Phaseolus vulgaris* L., *Pseudocercospora griseola*, seleção recorrente fenotípica, ganho com a seleção.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância para Minas Gerais, e a presença de patógenos é um fator importante a ser considerado, devido à redução da qualidade dos grãos e principalmente redução da produtividade. Nesse contexto o fungo *Pseudocercospora griseola* (Sacc.), agente causal da mancha angular, tem se destacado por sua crescente incidência na cultura, e conseqüentes prejuízos causados (Paula Júnior et al., 2006). A ocorrência se dá principalmente na safra da “seca”, na qual as condições ambientais são as mais favoráveis ao patógeno.

A melhor alternativa para controle é a obtenção de cultivares resistentes. Essa não é uma tarefa fácil, pois provavelmente o caráter é controlado por vários genes (Caixeta et al., 2002; Mahuku et al., 2004), e já se constatou a existência de inúmeras raças patogênicas do fungo (Sartorato e Alzate-Marin, 2004; Silva et al., 2008), tornando a resistência muitas vezes pouco duradoura, ou mesmo restrita a um pequeno número de raças.

Assim sendo, vários métodos têm sido propostos visando à resistência, e entre eles a seleção recorrente. Esse método permite reunir em um indivíduo vários alelos favoráveis, oriundos de genitores diferentes, e já se mostrou eficiente para o aumento da resistência ao patógeno (Amaro et al., 2007; Arantes, 2009).

Desta maneira, visando à obtenção de cultivares mais resistentes ao fungo e também mais produtivas, em 1999 foi iniciado um programa de seleção recorrente fenotípica pelo programa de melhoramento do feijoeiro da UFLA em conjunto com a Embrapa Arroz e Feijão e que, atualmente, encontra-se no décimo segundo ciclo. O presente trabalho teve por objetivo estimar o progresso genético obtido com os sete primeiros ciclos desse programa para a resistência à mancha angular.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, foi realizado um cruzamento dialélico parcial entre sete linhagens com grãos tipo carioca (Carioca MG, CI-140, CI-128, ANPAT 8.12, IAPAR 81, ESAL 693 e Pérola) e dez fontes de resistência a *P. griseola* (AN 512561, AND 277, Ouro Negro, Compuesto Negro Chimaltenango,

¹ Mestrando em Genética e Melhoramento de Plantas, DBI/ UFLA, brenao_alvarenga@yahoo.com.br

² Pesquisadora Embrapa Arroz e Feijão/UFLA, afebabreu@dbi.ufla.br

³ Professor Titular, DBI/UFLA, magnoapr@dbi.ufla.br

CAL 143, MAR 2, MAR 1, G 5686, MA 4.137 e Jalo) de diversos tipos de grãos. Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação do Departamento de Biologia, da Universidade Federal de Lavras, na safra do inverno de 1998 (semeadura em julho). Cada parental foi representado por seis plantas cultivadas em dois vasos, obtendo-se 29 híbridos F₁. Esses híbridos foram semeados no campo, em novembro do mesmo ano para a obtenção das sementes F₂ (S₀) que constituíram a população base, ou população do ciclo 0 (C-0) do programa de seleção recorrente. Em 1999, na safra da “seca”, que apresenta condições ambientais que favorecem a incidência e o desenvolvimento da mancha angular, essa população foi semeada no campo e, ao final do ciclo, foram selecionadas, fenotipicamente, as plantas mais resistentes de cada cruzamento.

Para a obtenção da população do ciclo I (C-I), foram inter cruzadas em casa de vegetação as melhores plantas S_{0:1} do C-0, selecionadas fenotipicamente para resistência ao fungo e, entre essas, aquelas que apresentassem grãos tipo carioca o mais próximo possível ao padrão exigido pelo mercado, ou seja, grãos de fundo bege e rajas marrom-claras. Na recombinação, cada planta selecionada foi inter cruzada com outras duas conforme esquema apresentado por Ramalho (1997). O mesmo procedimento foi adotado para a obtenção do ciclo II (C-II) ao ciclo VII (C-VII) com a exceção de que, para obtenção do C-IV, foram incluídas três linhagens de outros programas na recombinação, UTF 0029, UTF 0037 e CNFC 9484.

Em cada ciclo, na geração S₀, além das plantas selecionadas para recombinação, outras foram identificadas para gerar as progênes e continuar o processo de endogamia, até a obtenção de linhagens. Para avaliar a eficiência desse programa de seleção recorrente foram escolhidas cinco linhagens de cada ciclo (C-I a C-VII) as quais foram avaliadas juntamente com as testemunhas Carioca MG (muito suscetível) e Pérola (bom nível de resistência), em Lavras – MG e Lambari – MG, na safra da “seca” de 2010 (semeadura em fevereiro) no delineamento de blocos casualizados com três repetições em parcelas de duas linhas de dois metros. Foi realizada a avaliação da severidade de mancha angular, avaliada por meio da escala de notas de nove graus proposta pelo CIAT e adaptada por Nietschie (2000) em que 1 indica plantas sem sintomas e 9, plantas totalmente afetadas pela doença.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, utilizando o software MSTAT-C (1991). Utilizando a nota média de severidade de mancha angular das linhagens de cada ciclo de seleção recorrente em cada local e na média dos locais, foram estimadas as equações de regressão entre os ciclos (variável independente x) e as notas (variável dependente y). O b₁ da regressão forneceu o ganho por ciclo de seleção recorrente. O progresso genético percentual foi obtido pela expressão: $PG (\%) = (b_1/b_0) * 100$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância conjunta para severidade de mancha angular encontra-se na Tabela 1. O coeficiente de variação, que mede a precisão experimental foi de magnitude semelhante aos que têm sido obtidos na avaliação desses caracteres em outros experimentos conduzidos na região (Amaro et al., 2007; Arantes, 2009). Foi verificada diferença significativa entre as linhagens ($P \leq 0,01$), bem como significância para a interação linhagens x ambientes ($P \leq 0,05$).

Em Lavras a severidade média de mancha angular foi de 4,4 variando de 2,3 a 6,7 e em Lambari a média foi 4,8 variando de 2,3 a 7,7. Uma grande dificuldade na avaliação de resistência à patógenos é a grande influência ambiental que ocorre no desenvolvimento da doença. Para atenuar esse problema uma alternativa é a utilização de um cultivar testemunha suscetível, como a ‘Carioca MG’. Tanto em Lavras como em Lambari a maior severidade da doença foi observada nessa cultivar (Tabela 2), indicando que as condições ambientais foram favoráveis para a condução de um trabalho dessa natureza.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para severidade de mancha angular na avaliação de 37 linhagens de feijoeiro em Lavras e Lambari na safra da “seca” de 2010.

FV	GL	QM
Linhagens (L)	36	5,841**
Ambientes (A)	1	9,950
L x A	36	2,034*
Erro	144	1,168
Média		4,6
CV (%)		23,3

*e **: significativo ao nível de 5 e 1%, respectivamente, pelo teste F.

Para melhor discriminação das linhagens foi aplicado o teste de Scott e Knott (1974). Observa-se que em Lavras foram formados dois grupos por esse teste, em Lambari, três grupos e na média dos dois locais dois grupos (Tabela 2). Até o C-III, a tendência foi de redução na média das linhagens, maior resistência. Contudo, principalmente no C-IV e C-V houve elevação na severidade da doença, com tendência novamente de redução no C-VI e C-VII. Esses resultados indicam que a seleção foi eficiente até o terceiro ciclo de seleção recorrente e menos eficiente, principalmente no CIV e C-V. Uma possível explicação para esse fato consiste na própria patogenicidade do fungo, que possui várias raças, existindo sempre a possibilidade de que uma ou mais delas quebrem a resistência (Sartorato e Alzate-Marin, 2004; Silva et al., 2008). Assim, as raças prevalecentes durante a seleção podem mudar de um ciclo para outro, fazendo com que progênies consideradas como resistentes em uma determinada época não sejam mais, em outra. Outra explicação é que as linhagens introduzidas na recombinação para obtenção do C-IV, apesar de terem apresentado reação de resistência ao patógeno em experimentos conduzidos na região, tiveram a resistência quebrada. Assim, as linhagens obtidas após essa recombinação apresentaram o nível de resistência reduzido. Contudo, com a seleção e recombinação realizada a cada ciclo, a resistência está sendo recuperada, conforme pode ser comprovado pela melhoria no desempenho das linhagens dos ciclos subsequentes.

Outra forma de avaliar a eficiência de um programa de seleção recorrente utilizando as melhores linhagens obtidas ao final de cada ciclo é o uso da regressão linear, conforme realizado por Ramalho et al. (2005) e Amaro (2006). Esse procedimento também foi empregado nesse trabalho. Contudo, a estimativa do coeficiente de regressão linear (b_1) não foi diferente de zero tanto nas análises individuais quanto na média dos locais (Tabela 3). Além do mais os coeficientes de determinação (R^2) foram muito baixos, indicando que os dados não se ajustaram à equação de regressão linear. Apesar disso, deve ser destacado que em todos os ciclos foram obtidas linhagens com desempenho igual, ou melhor, que o da cultivar Pérola que foi utilizada como testemunha de bom nível de resistência ao patógeno.

Os resultados aqui obtidos estão de acordo com aqueles apresentados por Amaro (2006) e Arantes (2009). Amaro (2006) avaliando as linhagens obtidas até o terceiro ciclo desse mesmo programa observou um ganho de 13,8% para resistência ao patógeno. Apesar da regressão linear não ter sido significativa nesse trabalho, conforme já comentado, o aumento no nível de resistência das linhagens até o terceiro ciclo de seleção recorrente foi confirmado. Já no trabalho conduzido por Arantes (2009) utilizando os desvios genéticos das médias das progênies na geração inicial em cada ciclo em relação à testemunha ‘Carioca MG’, utilizando as progênies dos oito primeiros ciclos de seleção também não foi possível estimar o progresso genético devido à falta de ajuste dos dados à equação de regressão linear. Esses resultados confirmam que pode ter havido mudança na raça do patógeno ao longo dos ciclos, conforme já comentado e que as linhagens introduzidas na recombinação no C-IV não foram uma boa alternativa. Evidenciam também que, apesar de estarem sendo obtidas linhagens superiores ao padrão utilizado como resistente, novas fontes de resistência devem ser incluídas no programa para se continuar tendo ganhos com o programa de seleção recorrente.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 2. Médias das notas de severidade de mancha angular (1-9) de cinco linhagens do primeiro ao sétimo ciclo de seleção recorrente e das testemunhas Carioca MG e Pérola, avaliadas em Lavras e Lambari, na safra da “seca” de 2010.

Ciclos	Tratamentos	Lavras	Lambari	Média
I	1	5.0B	5.0B	5.0B
	2	4.3B	4.7B	4.5B
	3	5.0B	4.7B	4.8B
	4	6.3B	6.3C	6.3B
	5	5.0B	4.7B	4.8B
Média do C-I		5.1	5.1	5.1
II	6	4.7B	4.3B	4.5B
	7	4.0A	5.0B	4.5B
	8	4.3B	5.7C	5.0B
	9	3.7A	5.7C	4.7B
	10	5.3B	5.0B	5.2B
Média do C-II		4.4	5.1	4.8
III	11	5.0B	2.3A	3.7A
	12	4.0A	4.7B	4.3B
	13	2.7A	3.3A	3.0A
	14	2.7A	3.0A	2.8A
	15	2.3A	2.7A	2.5A
Média do C-III		3.3	3.2	3.3
IV	16	3.7A	5.0B	4.3B
	17	2.7A	3.3A	3.0A
	18	4.7B	5.3B	5.0B
	19	2.3A	3.3A	2.8A
	20	4.7B	5.3B	5.0B
Média do C-IV		3.6	4.5	4.0
V	21	4.3B	5.0B	4.7B
	22	5.7B	5.7C	5.7B
	23	4.7B	5.0B	4.8B
	24	5.0B	4.3B	4.7B
	25	4.7B	6.0C	5.3B
Média do C-V		4.9	5.2	5.0
VI	26	3.0A	6.0C	4.5B
	27	5.0B	5.3B	5.2B
	28	5.7B	4.3B	5.0B
	29	5.0B	6.7C	5.8B
	30	3.3A	7.0C	5.2B
Média do C-VI		4.4	5.9	5.1
VII	31	4.0A	5.3C	4.7B
	32	3.7A	2.7A	3.2A
	33	4.0A	4.3B	4.2B
	34	5.0B	5.0B	5.0B
	35	5.7B	4.7B	5.2B
Média do C-VII		4.5	4.4	4.4
Carioca MG	36	6.7B	7.7C	7.2B
Pérola	37	6,0B	5,0B	5.5B

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

Tabela 3. Coeficiente de regressão linear para as notas de severidade de mancha angular (1 a 9) e progresso com a seleção, obtidos na avaliação da melhor linhagem de cada um dos sete ciclos de seleção recorrente em Lavras e Lambari, na safra da “seca” de 2010.

Locais	b ₀	b ₁	Progresso percentual (b ₁ /b ₀)*100	R ² (%)
Lavras	3.97	-0.114	-2.87	0,06
Lambari	4.14	-0.011	-0.27	1,80
Média	4.06	-0.061	-1.50	0,05

CONCLUSÃO

A seleção recorrente fenotípica foi eficiente até o terceiro ciclo para aumento da resistência à mancha angular. Novas fontes de resistência devem ser incluídas no programa para se continuar tendo ganhos com o programa de seleção recorrente.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AMARO, G.B. **Seleção recorrente fenotípica no feijoeiro visando à resistência à *Phaeoisariopsis griseola***. 2006. 90 p. Dissertação (Tese em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

AMARO, G.B.; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P.; SILVA, F.B. Phenotypic recurrent selection in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with carioca-type grains for resistance to the fungi *Phaeoisariopsis griseola*. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v.30, n. 3, p. 584-588, set. 2007.

ARANTES, L. de O. **Oito ciclos de seleção recorrente visando à resistência à mancha-angular no feijoeiro**. 2009. 54 p. Dissertação (Tese em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CAIXETA, E. T.; BORÉM, A.; FAGUNDES, S. de A.; BARROS, E. G. de; MOREIRA, M. A.; Herança da resistência à mancha-angular e identificação de marcadores moleculares ligados a genes de resistência do cultivar de feijão BAT 332. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa-MG. 2002. p. 38-41.

MAHUKU, G.; MONTOYA, C.; HENRIQUEZ, M. A. Inheritance and characterization of angular leaf spot resistance gene present in common bean accession G 10474 and identification of an AFLP marker to the resistance gene. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 5, p. 1817-1824, Sept./Oct. 2004.

MSTAT-C. **A software program for the design, management and analysis of agronomic research experiments**. [S. 1]: Michigan State University, 1991. p. ir.

NIETSCHKE, S. **Mancha-angular do feijoeiro-comum: variabilidade genética do patógeno e identificação de marcadores moleculares ligados à identificação de raças de *Phaeoisariopsis griseola* e determinação de resistência**. 2000. 56 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PAULA JÚNIOR, T.J. de; ZAMBOLIM, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T.J. de; BOREM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 359-414.

XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA
27 de setembro a 01 de outubro de 2010

RAMALHO, M.A.P. Seleção recorrente. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 5., 1996, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Embrapa/CNPAF/APA, 1997. V. 2, p. 153-165. (Documentos, 70)

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. de F. B.; SILVA, F. B.; SILVA, V. M. P. e. Progresso genético do quinto ao sétimo ciclo de seleção recorrente no melhoramento genético do feijoeiro. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Anais...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005b, v. 1, p. 543-546. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 182).

SARTORATO, A.; ALZATE-MARIN, A. L. Analysis of the pathogenic variability of *Phaeoisariopsis griseola* in Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 47, p. 235-237, 2004.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n.3, p. 507-512, Sept. 1974.

SILVA, K.J.D. e; SOUZA, E.A. de; SARTORATO, A.; FREIRE, C.N. de S. Pathogenic variability of isolates of *Pseudocercospora griseola*, the cause of common bean angular leaf spot, and its implications for resistance breeding. **Journal of Phytopathology**, Berlin, n. 156, n. 10, p. 602-606, Oct. 2008.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de estudos e à CNPq e FAPEMIG pelo apoio financeiro.