

CONTROLE GENÉTICO DA REAÇÃO DO FEIJOEIRO AO *Phaeoisariopsis griseola*

Hélia Alves de Mendonça¹; João Bosco dos Santos²; Magno Antonio Patto Ramalho³

Palavras-chave: mancha angular, parâmetros genéticos, número de genes.

INTRODUÇÃO

Dentre as diversas doenças que ocorrem na cultura do feijoeiro, a mancha angular, causada pelo fungo *Phaeoisariopsis griseola* é de incidência frequente e generalizada em quase todas as regiões produtoras desta leguminosa. Em plantios sucessivos em uma mesma área, o patógeno afeta a planta em todas as fases de desenvolvimento, principalmente nas safras da seca e de inverno, irrigados por aspersão (Sartorato e Rava, 1994). As perdas são de até 80% da produção de grãos, dependendo da época de ocorrência e suscetibilidade da cultivar (Vieira et al., 1998).

A utilização de cultivares resistentes ao patógeno, é a forma mais econômica para o produtor controlar a doença, uma vez que há disponibilidade de inóculo no campo, praticamente em qualquer época do ano. No entanto, genótipos resistentes em um local, podem ser suscetíveis em outro, devido a variabilidade patogênica do fungo.

Além disso, a inconsistência das informações sobre o controle genético da reação do feijoeiro ao patógeno dificulta a obtenção de cultivares resistentes. Em alguns estudos, há evidências da existência de dois ou três genes independentes, dominantes ou recessivos e em outros, de um gene, sendo a resistência ora devida ao alelo dominante, ora devida ao recessivo (Carvalho et al., 1998; Ferreira et al., 2000). Tais resultados dependem, evidentemente, dos genitores utilizados e da variabilidade do patógeno.

Assim, o objetivo do trabalho foi determinar o controle genético da reação do feijoeiro ao *P. griseola*, no cruzamento Carioca MG x Pérola.

MATERIAL E MÉTODOS

Do cruzamento entre os genitores Carioca MG (susceptível) e Pérola (resistente) foram obtidas 141 famílias $F_{2:3}$, 53 famílias F_2RC_{11} ($F_1 \times P_1$) e 57 famílias F_2RC_{12} ($F_1 \times P_2$). Estas foram avaliadas em campo, nos municípios de Lavras e Lambari, na safra da seca de 1999, utilizando o delineamento de blocos aumentados, sendo as famílias os tratamentos regulares e os genitores, os tratamentos comuns. Quinze dias antes da instalação dos

¹ Embrapa Acre, Caixa Postal 321, CEP 69908-970, Rio Branco-AC. E-mail: helia@cpafac.embrapa.br;

² Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-000, Lavras-MG. E-mail: jbsantos@ufla.br;

³ Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, CEP 37200-00, Lavras-MG. E-mail: magnoapr@ufla.br

experimentos, foi semeada a cultivar Carioca MG como bordadura, com a finalidade de servir como fonte natural de inóculo do patógeno.

Avaliou-se os sintomas da doença nas folhas e nas vagens, utilizando escala diagramática de notas, sendo a nota 1 considerada como resistência completa e a 9 como altamente suscetível ao patógeno (Costa et al., 1990). Em Lambari, as famílias foram avaliadas considerando a severidade da doença nas folhas, em três épocas de avaliação (55, 65 e 74 dias após a emergência); e uma avaliação nas vagens (80 dias após a emergência). Em Lavras foram realizadas duas avaliações da severidade da doença nas folhas (65 e 75 dias após a emergência) e uma nas vagens (80 dias após a emergência).

Adotou-se dois critérios para se realizar a análise de variância da severidade da doença nas folhas. No primeiro, foi realizado a análise de variância por local, considerando cada época de avaliação como uma repetição. No segundo critério, utilizou-se a média de severidade da doença nas folhas em cada local, considerando os locais como repetições. Em ambos os casos considerou-se o delineamento blocos casualizados. Para a severidade da doença nas vagens, foi adotado somente o segundo critério de análise de variância.

A partir das análises de variância foram estimados os componentes da variância genética, as herdabilidades nos sentidos amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2) e o número de genes que controlam a reação ao *Phaeoisariopsis griseola* nas folhas e vagens (Ramalho et al., 1993). Além disso, foram estimadas as heteroses relativas as diferentes avaliações, por meio do método dos quadrados mínimos (Mather e Jinks, 1984).

Na geração seguinte, estas mesmas famílias (141 famílias $F_{2,4}$, 53 famílias F_3RC_{11} e 57 famílias F_3RC_{12}) foram avaliadas em campo, sob a incidência natural do patógeno, na seca de 2000, em Lavras, utilizando o delineamento látice simples 16 x 16. As famílias foram avaliadas considerando a severidade da doença nas folhas, em duas épocas de avaliação (65 dias após a emergência por um avaliador e 75 dias por dois avaliadores), e a severidade da doença nas vagens, em uma época de avaliação (80 dias após a emergência por um avaliador). A escala diagramática de notas foi a mesma utilizada no ano de 1999.

Utilizando os dados de severidade da doença nas folhas, foram realizadas análises de variâncias individuais para cada época, avaliador e utilizando os dados de área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). A AACPD foi estimada utilizando a fórmula sugerida por Godoy (1995).

A partir das análises de variância foram estimados os componentes da variância genética, h_a^2 , h_r^2 e o número de genes que controlam a reação ao *P. griseola* nas folhas e vagens, por meio do método de Wright (Ramalho et al., 1993). Também foram estimadas as heteroses (h) relativas as diferentes avaliações e as correlações entre AACPD e as diferentes avaliações de severidade de mancha angular nas folhas e vagens.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na avaliação de 1999, para a severidade de mancha angular nas folhas, considerando o primeiro critério de análise de variância, verificou-se que tanto as épocas de avaliação (repetições) como as famílias foram significativas ($P < 0,01$), em ambos locais. As diferenças entre repetições indicam que houve diferenças entre as épocas de avaliação, devido ao aumento da severidade da doença nas últimas avaliações. Já as diferenças entre famílias indicam a existência de genótipos resistentes e suscetíveis ao patógeno.

Quando se considerou locais como repetições, verificou-se efeitos significativos ($P < 0,01$), relativos a reação avaliada nas folhas, em ambas fontes de variação (locais e famílias). Considerando a avaliação realizada nas vagens, também observaram-se diferenças entre locais ($P < 0,01$) e entre famílias ($P < 0,05$). Neste caso, a diferença entre repetições indica diferença de intensidade média de severidade de doença nos dois locais, sendo menor em Lambari do que em Lavras, provavelmente devido a temperatura mais baixa que ocorreu em Lambari. Além disso, é provável a ocorrência de diferentes raças do patógeno nos dois locais, havendo a possibilidade de algumas raças incidentes em Lavras serem mais agressivas. Quando se considerou cada local como repetição, era esperado acentuada interação de famílias por raças. Isso não ocorreu, sugerindo que as prováveis raças diferentes nos dois locais contribuíram tanto para diferenças de severidade quanto de agressividade da doença. Infere-se assim, que a variabilidade exibida pelas famílias foi devido, principalmente, à resistência horizontal, embora deva ter havido alguma variação devida a resistência vertical, comum nos dois locais.

Nas análises realizadas para a avaliação da severidade da doença nas folhas, no ano de 2000, verificou-se que as famílias exibiram diferentes níveis de resistência ($P < 0,01$), tanto para a primeira época de avaliação, quanto para a segunda época (média de dois avaliadores) e também utilizando a AACPD. Também houve diferença entre as famílias ($P < 0,01$) quando avaliou-se a incidência da doença nas vagens, apesar da reação média ter sido inferior às das folhas. Esse valor menor, foi devido, principalmente, à ocorrência de baixas temperaturas após a segunda avaliação nas folhas, e também, porque os genes que conferem resistência ao *P. griseola* nas folhas e vagens devem ser diferentes.

As estimativas de heterose foram nulas, para a incidência do patógeno nas folhas, tanto no ano de 1999 como em 2000 (Tabelas 1 e 2). Isso indica que os genes que controlam a reação ao *P. griseola* possuem ação gênica do tipo aditiva, o que foi confirmado pelas estimativas da variância aditiva positivas e dominante negativas (Tabelas 1 e 2). Para a reação das vagens, a estimativa da heterose também foi nula, e as estimativas de variância aditiva e dominante foram, respectivamente, negativa e positiva, indicando o efeito de dominância (Tabelas 1 e 2).

Tabela 1 – Reação média do feijoeiro ao *P. griseola* dos genitores Carioca MG e Pérola e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos relativos a incidência de mancha angular no cruzamento Carioca MG x Pérola. Lavras e Lambari, 1999.

Parâmetros genéticos e fenotípicos	Lavras		Lambari	
	Folhas	Vagens	Folhas	Vagens
Média da Carioca MG	3,71 ± 0,62	3,94 ± 0,42	3,13 ± 0,49	1,87 ± 0,31
Média da Pérola	3,35 ± 0,62	3,15 ± 0,42	2,35 ± 0,49	1,66 ± 0,31
Heterose	-0,24 ± 9,18	-0,60 ± 6,21	-0,45 ± 7,23	-0,22 ± 4,56
Variância aditiva	0,33	-0,01	0,10	-0,04
Variância de dominância	-0,26	0,11	-0,01	0,05
Var. genética das famílias F _{2:3}	0,27	0,02	0,10	-0,02
Var. genética das famílias F ₂ (RC)	0,21	0,04	0,10	-0,01
Variância ambiental	0,42	0,20	0,26	0,12
Herdabilidade no sentido amplo	62,98%	77,83%	72,41%	72,98%
Herdabilidade no sentido restrito	68,22%	-2,49%	29,31%	-27,12%
Número de genes	1,0	2,0	1,0	2,0

O número de genes que controla a reação ao patógeno nas folhas foi estimado em apenas um, para todas as avaliações de severidade da doença, e dois genes para a reação ao patógeno nas vagens (Tabelas 1 e 2).

Considerando as avaliações de severidade da doença e número de genes estimados para folhas e vagens, deduz-se que o controle genético da reação a este patógeno deve ser diferente em cada órgão da planta, principalmente porque foram constatados apenas efeitos aditivos para a reação a doença nas folhas e somente dominantes para a reação nas vagens. Isso foi também confirmado pela menor correlação da reação média da doença nas folhas com a reação da doença nas vagens das famílias avaliadas (Tabela 3). Essa menor correlação sugere também a possibilidade de se seleção de linhagens com resistência tanto nas folhas como nas vagens como ocorre no genitor Pérola.

As correlações entre as diferentes avaliações de severidade da mancha angular nas folhas envolvendo avaliadores e épocas (Tabela 3), indicam que, sempre que possível, deve-se utilizar mais de uma época de avaliação de severidade da doença e mais de um avaliador. Neste trabalho, tanto a AACPD como a média geral das avaliações foram equivalentes. É importante salientar que o uso da média de mais de um avaliador reduz os desvios inerentes a cada avaliador, conduzindo a resultados mais precisos.

Tabela 2 – Reação média do feijoeiro ao *Phaeoisariopsis griseola* dos genitores Carioca MG e Pérola e estimativas de parâmetros genéticos e fenotípicos relativos à incidência de mancha angular no cruzamento Carioca MG x Pérola. Lavras, 2000.

Parâmetros genéticos e fenotípicos	Folhas			Vagens
	Época 1	Época 2	AACPD ¹	
	Avaliador 1	Média 2 avaliadores	Época1/Época2	Avaliador 1
Média da Carioca MG	6,04 ± 0,82	6,18 ± 0,68	54,97 ± 5,8	4,10 ± 0,52
Média da Pérola	4,91 ± 0,82	5,13 ± 0,68	45,06 ± 5,80	2,88 ± 0,52
Heterose	-2,94 ± 48,79	-2,88 ± 40,16	-25,49 ± 343,72	-0,39 ± 30,78
Variância aditiva	0,75	0,11	31,67	-0,10
Variância de Dominância	-0,57	-0,12	-17,02	0,04
Var. gen. das fam. F _{2:4}	0,72	0,10	30,60	-0,10
Var. gen. das fam. F ₃ (RC)	0,68	0,09	29,54	-0,10
Herdabilidade no sentido amplo	61,03%	59,20%	67,86%	55,00%
Herdabilidade no sentido restrito	73,79%	19,32%	56,36%	-38,10%
Número de genes	1,0	1,0	1,0	2,0

¹ - Área abaixo da curva de progresso da doença

Tabela 3 – Correlações envolvendo AACPD¹ e avaliações de incidência de mancha angular nas folhas e nas vagens, no cruzamento Carioca MG x Pérola. Lavras, 2000.

Correlação	Valores
Entre AACPD e notas de avaliação nas folhas na época 1/avaliador 1	0,97
Entre AACPD e notas de avaliação nas folhas na época 2/média 2 avaliadores	0,99
Entre AACPD e média das 3 avaliações nas folhas	0,94
Entre AACPD e notas de avaliação nas vagens	0,61
Entre notas de avaliação nas vagens e notas de aval. nas folhas na época 1/avaliador 1	0,62
Entre notas de avaliação nas vagens e nas folhas na época 2/média 2 avaliadores	0,56
Entre notas de avaliação nas vagens e média das 3 avaliações nas folhas	0,62

¹ – Área abaixo da curva de progresso da doença

Nas Tabelas 1 e 2 estão apresentadas as estimativas de h_a^2 e h_r^2 para a incidência de mancha angular nas folhas, nos anos de 1999 e 2000. Essas estimativas indicam alta possibilidade de ganho com a seleção para a resistência ao *P. griseola* nas folhas. Em relação a incidência da doença nas vagens, a h_r^2 não tem significado, uma vez que a predominância é dos efeitos de dominância (Tabelas 1 e 2). No entanto, a h_a^2 também sugere possibilidades de ganho com a seleção.

O pequeno número de genes estimado, tanto para a folha quanto para as vagens, sugere não ser necessário o uso de populações segregantes muito numerosas. Entretanto, como há evidência, tanto de resistência vertical como horizontal, o tamanho das populações segregantes não deve ser muito reduzido.

CONCLUSÕES

- Os genes que conferem resistência ao *P. griseola* nas folhas possuem ação gênica aditiva e nas vagens possuem ação dominante;
- Estimou-se um gene para a reação ao *P. griseola* na folha, e dois genes para a reação nas vagens, sendo que os alelos para resistência em ambos órgãos ocorrem na cultivar Pérola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, G.A., PAULA JÚNIOR, T.J., ALZATE-MARIN, A.L., NIETSCHKE, S., BARROS, E.G., MOREIRA, M.A. Herança da resistência da linhagem AND-277 de feijoeiro-comum à raça 63-23 de *Phaeoisariopsis griseola* e identificação de marcador RAPD ligado ao gene de resistência. Fitopatologia Brasileira, 23:482-485. 1998.

COSTA, J.G.C., RAVA, C.A., SARTORATO, A., PURISSIMO, J.D. **Catálogo de linhagens de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) do CNPAF: reação às principais doenças e avaliação de características agrônômicas**. Goiânia: Embrapa-CNPAF, 31p. (Embrapa-CNPAF. Documentos, 32). 1990.

Ferreira, C.F.; Borém, A.; Carvalho, G.A.; Nietsche, S.; Paula Junior, T.J.; Barros, E.G.; MOREIRA, M.A. 2000. Inheritance of angular leaf spot resistance in common bean and identification of a RAPD marker linked to a resistance gene. Crop Science, 40:1130-1133.

GODOY, C.V. **Danos causados pela mancha angular em feijoeiro no município de Piracicaba**. Tese de Doutorado. Escola Superior de Agricultura Luiz Queiróz Piracicaba. 1995.

Mather, K., Jinks, J.L.. **Introdução à genética biométrica**. Ribeirão Preto, SBG. 242p. 1984

RAMALHO, M.A.P., SANTOS, J.B. dos, Zimmermann, M.J. de O. 1993. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia:UFG. 271p.

SARTORATO, A., RAVA, C.A. Mancha angular. In: Sartorato, A., RAVA, C.A. (Eds.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA-CNPAP. p.41-68, 1994.

VIEIRA, C., PAULA JÚNIOR, T.J., BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas Gerais**. Viçosa, Editora UFV. 596p, 1998.