

COMUNICAÇÕES

RESISTÊNCIA DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO A QUATRO RAÇAS DE *Uromyces appendiculatus* ISOLADAS EM MINAS GERAIS, BRASIL*

FÁBIO G. FALEIRO^{1**}, VILMAR A. RAGAGNIN¹, WENDER S. VINHADELLI¹, MAURILIO A. MOREIRA^{1,3}, J. RENNIE STAVELY⁴ & EVERALDO G. DE BARROS^{1,2}

¹Instituto de Biotecnologia Aplicada à Agropecuária (BIOAGRO), ²Departamento de Biologia Geral, ³Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36571-000, Viçosa, MG; ⁴Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Beltsville, Maryland, 20705

(Aceito para publicação em 02/01/2001)

Autor para correspondência: Fabio G. Faleiro

FALEIRO, F.G., VINHADELLI, W.S., RAGAGNIN, V.A., STAVELY, J.R., MOREIRA, M.A. & BARROS, E.G. Resistência de linhagens de feijoeiro a quatro raças de *Uromyces appendiculatus* isoladas em Minas Gerais, Brasil. Fitopatologia brasileira 26:77-80. 2001.

RESUMO

A identificação de fontes de resistência é uma etapa básica em programas de melhoramento que visam o desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças. Neste trabalho, foram inoculadas, sob condições controladas, oito linhagens de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*) desenvolvidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, com quatro raças conhecidas de *Uromyces appendiculatus* coletadas no estado de Minas Gerais, Brasil. A cultivar Ouro Negro foi utilizada como padrão de resistência e US Pinto 111 (suscetível universal) como padrão de suscetibilidade. Foi avaliada a frequência de infecção (FI) e estimado o tamanho médio das pústulas (TMP). As linhagens BelMiDak-RMR-12 e BelMiDak-RR-3 destacaram-se como as mais resistentes, apresentando, para todas as raças, apenas pústulas (com

diâmetro < 300µm) na face abaxial da folha. As linhagens BelDakMi-RMR-10 e BelNeb RR-2 apresentaram baixa FI média e foram resistentes a quatro e três raças, respectivamente. A linhagem BelDak-RR-2, apesar de sua resistência a todas as raças, apresentou uma FI média relativamente alta. As linhagens BelMiNeb-RMR-3 e BelDakMi RR-7 também foram resistentes às quatro raças testadas, porém apresentaram alta FI média e algumas pústulas com diâmetro maior que 300 µm. A linhagem BelDakMi-RMR-11 foi resistente às raças 45, 46 e 49 e moderadamente resistente à raça 52. A cultivar Ouro Negro foi resistente às quatro raças, com um nível de resistência igual às melhores linhagens norte americanas.

Palavras-chave: ferrugem, feijoeiro-comum, *Phaseolus vulgaris*, raças fisiológicas, fontes de resistência, germoplasma.

ABSTRACT

Resistance of bean lines to four races of *Uromyces appendiculatus* isolated in the State of Minas Gerais, Brazil

Identification of resistance sources is a basic step in breeding programs aiming at the development of disease resistant cultivars. In this work, eight common bean (*Phaseolus vulgaris*) lines resistant to rust developed by the US Department of Agriculture were inoculated under controlled conditions with four races of *Uromyces appendiculatus* collected from the State of Minas Gerais, Brazil. Cultivars Ouro Negro and US Pinto 111 were used as resistant and susceptible standards, respectively. Infection frequency (IF) and average pustule diameter (APD) were determined. Lines BelMiDak-RMR-12 and BelMiDak-RR-3 were the most resistant. All four races

showed few small pustules (< 300 µm) only on the abaxial leaf surface. Lines BelDakMi-RMR-10 and BelNeb RR-2 presented low IF and were considered resistant to four and three races, respectively. Line BelDak-RR-2 was resistant to all four races but showed a relatively high IF. Lines BelMiNeb-RMR-3 and BelDakMi RR-7 were also resistant to all races tested, however they showed high average IF and some pustules were larger than 300 µm. Line BelDakMi-RMR-11 was resistant to races 45, 46 and 49 and moderately resistant to race 52. 'Ouro Negro' was resistant to all four races, with IF and APD values similar to those of the most resistant North American lines.

* Parte da tese de doutorado do primeiro autor. Auxílio financeiro PADCT/FINEP e FAPEMIG

**Bolsista da CAPES

Apesar da importância da cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) para o Brasil, o rendimento médio nacional é muito baixo. Uma das razões do baixo rendimento

da cultura é o grande número de doenças às quais está sujeita. A ferrugem causada pelo fungo *Uromyces appendiculatus* (Pers.) Unger (sin. *U. phaseoli* (Reben) Wint.) é considerada entre as mais importantes, podendo causar perdas de até 100% dependendo das condições ambientais favoráveis e do uso de sementes de cultivares suscetíveis (Vieira, 1983).

Dentre as medidas de controle da ferrugem, a utilização de cultivares resistentes tem recebido atenção dos pesquisadores por ser um método eficiente, seguro, barato e acessível a produtores de qualquer nível econômico. A primeira etapa para o desenvolvimento de cultivares resistentes é a detecção de genótipos que sirvam como fontes de resistência.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resistência de oito linhagens de feijoeiro, desenvolvidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos, a quatro raças de *U. appendiculatus* coletadas no estado de Minas Gerais, Brasil.

Sementes das oito linhagens testadas foram fornecidas pelo Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, Beltsville, Maryland. Estas linhagens foram liberadas recentemente nesse país (Stavely *et al.*, 1992; 1994; 1997) e apresentam diferentes genes de resistência à ferrugem (Tabela 1). Também foi incluída no teste a variedade Ouro Negro, a qual tem se apresentado como resistente em condições controladas de casa de vegetação (Faleiro *et al.*, 1996; Faleiro *et al.*, 1999a) e de campo (Vieira *et al.*, 1992), e a variedade US Pinto 111, considerada como suscetível universal à ferrugem. As quatro raças fisiológicas de *U. appendiculatus* utilizadas foram identificadas no estado de Minas Gerais por Faleiro (1997) e re-classificadas por Faleiro *et al.* (1999b) como: raça 45 (33121211), raça 46 (33122211), raça 49 (33132212) e raça 52 (33222232).

As plantas foram mantidas em casa de vegetação em vaso de 2,5 l, cada um contendo quatro plantas. Nas inoculações, foram utilizadas oito plantas de cada linhagem/variedade para cada raça do patógeno. Quando as folhas primárias apresentavam aproximadamente 2/3 do seu desenvolvimento completo, 10 dias após a semeadura, foram inoculadas com uma suspensão de uredosporos de cada raça. Os uredosporos, na concentração de $2,0 \times 10^4$ /ml, foram suspensos em água destilada contendo 0,05% de Tween 20 e aspergidos em ambas as superfícies foliares, com o auxílio de um atomizador De Vilbiss nº 15, acionado por um compressor elétrico, evitando-se atingir o ponto de escorrimento. Após inoculação e rápida secagem ao ar, as plantas foram transferidas para câmara de nevoeiro (20 ± 1 °C e >95% de umidade relativa), onde permaneceram por 48 h, sob fotoperíodo de 12 h. Após esse período, foram novamente transferidas para a casa de vegetação (20 ± 5 °C), onde permaneceram até serem avaliadas.

Foi avaliada a frequência de infecção (FI) e estimado o tamanho médio das pústulas (TMP). A FI foi avaliada 15 dias após a inoculação, considerando-se o número de pústulas/cm². A estimativa do TMP em cada variedade foi realizada quando se completou o período latente (número de dias da inoculação até que 50% das pústulas estivessem esporuladas)

de acordo com a escala descrita por Stavely *et al.* (1983): 1- ausência de pústulas (imune), 2- manchas necróticas sem esporulação (altamente resistente), 3- pústulas esporulando com diâmetro < 300 µm (resistente), 4- pústulas esporulando com diâmetro de 300 µm a 499 µm (moderadamente resistente), 5- pústulas esporulando com diâmetro de 500 µm a 800 µm (moderadamente suscetível), 6- pústulas esporulando com diâmetro > 800 µm (suscetível). A metodologia utilizada na determinação do grau de reação foi a mesma utilizada por Faleiro *et al.* (1999b).

Foram observadas diferenças entre as variedades quanto à FI e quanto ao TMP (Tabela 1). O TMP foi utilizado para classificar a planta como imune, resistente, moderadamente resistente e suscetível, entretanto, a FI foi importante para complementar os dados relativos ao TMP. A maioria das linhagens desenvolvidas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos apresentou FI menor que o padrão de suscetibilidade (US Pinto 111). A linhagem BelDakMi-RMR-11 apresentou uma FI média maior que o padrão de suscetibilidade, porém de acordo com o TMP, esta linhagem foi classificada como resistente às raças 45, 46 e 49 e moderadamente resistente à raça 52. Testes de campo realizados nos Estados Unidos, a infecção natural desta linhagem tem produzido apenas pequenas pústulas (< 300 µm) nas folhas basais das plantas (comunicação pessoal, Dr. J. Rennie Stavely).

As linhagens BelMiDak-RMR-12 e BelMiDak-RR-3 destacaram-se como as mais resistentes, apresentando, para todas as raças, apenas pústulas (< 300 µm) na face abaxial da folha. É interessante observar que estas linhagens não são imunes às raças testadas, demonstrando uma resistência tipicamente horizontal. As linhagens BelDakMi-RMR-10 e BelNeb RR-2 apresentaram baixa FI média e foram resistentes a quatro e três raças, respectivamente. A linhagem BelDak-RR-2, apesar de sua resistência a todas as raças, apresentou uma FI média relativamente alta. As linhagens BelMiNeb-RMR-3 e BelDakMi RR-7 também foram resistentes às quatro raças testadas, porém apresentaram alta FI média e algumas pústulas com diâmetro maior que 300 µm.

Pode-se observar que todas as linhagens norte americanas, exceto BelNeb-RR-2, foram resistentes às quatro raças testadas. Esta linhagem, apesar de possuir os genes *Ur-5* e *Ur-6*, foi moderadamente resistente à raça 52, apresentando algumas pústulas com tamanho superior a 500 µm. Muitas raças fisiológicas desenvolvem-se em genótipos com o gene *Ur-5* e em genótipos com o gene *Ur-6*, porém poucas raças desenvolvem-se em genótipos com esses dois genes (Dr. J. Rennie Stavely, comunicação pessoal). Todas as linhagens com o gene *Ur-11* foram resistentes às quatro raças testadas. Diante dos resultados, pode-se dizer que os genes de resistência presentes nas linhagens norte americanas (Tabela 1) são efetivos para as quatro raças fisiológicas de *U. appendiculatus* coletadas no estado de Minas Gerais, Brasil. A resistência das linhagens norte americanas a um grande número de raças tem sido verificada tanto em condições controladas quanto em condições de campo (Stavely

TABELA 1 - Frequência de infecção (nº de pústulas/cm²) (FI) e estimativa do tamanho médio das pústulas (TMP) de quatro raças fisiológicas de *Uromyces appendiculatus* em dez linhagens de feijoeiro- comum (*Phaseolus vulgaris*)

Linhagem (Genes de resistência à ferrugem)	Raça 45		Raça 46		Raça 49		Raça 52		FI média
	FI	TMP*	FI	TMP*	FI	TMP*	FI	TMP*	
BelMiDak-RR-3 (<i>Ur-11</i>)	0,0	I	0,3	3**R	1,2	3**R	1,3	3**R	0,7
BelMiDak-RMR-12 (<i>Ur-4</i> e <i>Ur-11</i>)	0,5	3**R	0,5	3**R	3,8	3**R	2,5	3**R	1,8
Ouro Negro (<i>Ur-11</i> ?)	2,3	3**R	0,8	3**R	3,6	3**R	1,0	3**R	1,9
BelDakMi-RMR-10 (<i>Ur-6</i> e <i>Ur-11</i>)	0,8	3**R	0,8	3**R	2,7	3**R	3,8	3 ^R	2,0
BelNeb-RR-2 (<i>Ur-5</i> , <i>Ur-6</i> e GN 1140)	0,3	3**R	0,3	3**R	2,0	3**R	5,3	4,5 ^{MR}	2,0
BelMiNeb-RMR-3 (<i>Ur-4</i> e <i>Ur-11</i>)	0,8	3**R	0,5	3,4 ^R	13,8	3,4 ^R	7,8	3,4 ^R	5,7
BelDak-RR-2 (<i>Ur-3</i> , <i>Ur-6</i> e CNC)	4,8	3 ^R	4,8	3 ^R	9,0	3 ^R	7,0	3 ^R	6,4
BelDakMi-RR-7 (<i>Ur-6</i> e <i>Ur-11</i>)	6,5	3,4 ^R	11,8	3,4 ^R	6,0	3,4 ^R	7,3	3,4 ^R	7,9
US Pinto 111 (?)	10,5	6 ^S	12,0	6 ^S	12,3	6 ^S	6,0	6 ^S	10,2
BelDakMi-RMR-11 (<i>Ur-6</i> e <i>Ur-11</i>)	11,0	3,4 ^R	11,5	3,4 ^R	10,7	3,4 ^R	11,5	4 ^{MR}	11,2

*¹ Imune; ^R Resistente; ^{MR} Moderadamente resistente; ^S Suscetível.

** Pústulas observadas apenas na face abaxial da folha.

et al., 1997).

A cultivar Ouro Negro foi resistente às quatro raças, com um nível de resistência igual às melhores linhagens norte americanas. A resistência da cultivar Ouro Negro às quatro raças testadas foi semelhante à resistência da linhagem BelMiDak-RR-3, a qual contém o gene *Ur-11*. Estudos preliminares de alelismo, mostram que a cultivar Ouro Negro apresenta um bloco gênico semelhante a *Ur-11*. Faleiro *et al.* (1996, 1999a) destacaram a importância da variedade Ouro Negro como fonte doadora de genes de resistência em trabalhos de melhoramento. Além da resistência à ferrugem, outros aspectos como a produtividade, resistência à antracnose e suas qualidades culinárias, recomendam o uso desta variedade em programas de melhoramento.

Estudos de herança tem mostrado o envolvimento de genes de efeito maior e genes de efeito menor no controle genético da resistência à ferrugem (Faleiro, 1997). Diante disso, seria de grande importância combinar dois ou mais grupos de genes, em programas de melhoramento, visando um controle genético estável e eficiente da ferrugem do feijoeiro, o que também seria importante face à grande variabilidade do patógeno. Materiais genéticos com diferentes genes de resistência, como as linhagens norte americanas e a cultivar Ouro Negro, são importantes fontes a serem utilizadas em programas de melhoramento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FALEIRO, F.G. Identificação de raças, diversidade genética de *Uromyces appendiculatus* var. *appendiculatus* e herança da resistência no feijoeiro. (Tese de Mestrado). Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- FALEIRO, F.G., PAULA JR., T.J., BARROS, E.G., FREITAS, M.A.S. & MOREIRA, M.A. Resistência de cultivares de feijoeiro comum a *Uromyces appendiculatus* da Zona da Mata de Minas Gerais. *Fitopatologia Brasileira* 21:123-125. 1996.
- FALEIRO, F.G., VINHADELLI, W.S., RAGAGNIN, V.A., PAULA JR., T.J., MOREIRA, E.G. & BARROS, E.G. Resistência de variedades de feijoeiro-comum a quatro raças de *Uromyces appendiculatus*. *Revista Ceres* 46:11-18. 1999a.
- FALEIRO, F.G., ZAMBOLIM, L., VINHADELLI, W.S., RAGAGNIN, V.A., PAULA JR., T.J., MOREIRA, M.A. & BARROS, E.G. Sistema simplificado para nomenclatura e classificação de raças fisiológicas de *Uromyces appendiculatus*. *Fitopatologia Brasileira* 20:540-545. 1999b.
- STAVELY, J.R., FREYTAG, G.F., STEADMAN, J.R. & SCHWARTZ, H.F. The 1983 Bean Rust Workshop. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative

- 26:iv-vi. 1983.
- STAVELY, J.R., KELLY, J.D., GRAFTON, K.F., MULLINS, C.A., STRAW, A., McMILLAN, R.T., BEAVER, J.S., MIKLAS, P.N., STEINKE, J., STEADMAN, J.R., COYNE, D.P., LINDGREN, D.T. & SILBERNAGEL, M.J. Rust resistant bean germplasm releases 1994-1996. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 40:120-121. 1997.
- STAVELY, J.R., KELLY, J.D., GRAFTON, K.F., STEINKE, J., STEADMAN, J.R., COYNE, D.P., LINDGREN, D.T. & SILBERNAGEL, M.J. Recent rust resistant bean germplasm releases. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 37:247-248. 1994.
- STAVELY, J.R., STEINKE, J., McMILLAN, R.T., GRAFTON, K.F., STEADMAN, J.R., KELLY, J.D., COYNE, D.P., LINDGREN, D.T. & SILBERNAGEL, M.J. Rust resistant bean germplasm releases. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 35:228-229. 1992.
- VIEIRA, C. Doenças e pragas do feijoeiro. Viçosa, U.F.V , Imprensa Universitária. 1983.
- VIEIRA, C., ARAÚJO, G.A.A. & CRUZ, C.D. Comportamento de cultivares de feijão no plantio outono/inverno. *In: Projeto feijão - Relatório 88/92*. Viçosa, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG. 1992. p. 71-76.
-