

OBTENÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO COMUM RESISTENTES A MURCHA-DE-FUSÁRIO

Joaquim Geraldo Cáprio da Costa¹
Carlos Agustín Rava¹
João Donizete Puríssimo¹

RESUMO

A murcha, ou amarelecimento, do feijoeiro comum causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* inicialmente apresentava importância apenas na região Nordeste do Brasil. Atualmente, encontra-se amplamente disseminada no país, principalmente em áreas sob condições de pivô central, devido ao cultivo continuado desse feijoeiro. Seu controle através de práticas culturais é muito difícil, sendo a alternativa mais viável e eficaz a obtenção de cultivares resistentes, objetivo do presente trabalho. Utilizando o método de retrocruzamento, complementado com inoculação utilizando o isolado FOP 46, foram obtidas famílias nas gerações F₄RC2 e F₆RC2 homocigotas para resistência ao patógeno. A utilização de dois retrocruzamentos foi suficiente para se obter famílias com alta produtividade, excelentes características agrônomicas e alta qualidade comercial de grãos, devido aos genitores doadores e recorrentes serem cultivares recomendados para o plantio no país.

Palavras Chave: Melhoramento genético, *Phaseolus vulgaris*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

ABSTRACT

PRODUCTION OF COMMON BEAN LINES FOR RESISTANCE TO FUSARIUM WILT

Fusarium-wilt in common bean caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* was initially considered to be an important disease only in the Northeastern Brazil. Presently, it is widely spread all over the country, particularly in plantings under central pivot irrigation, due to continuous cropping of common beans. Control through cultural practices is very difficult, and the most viable alternative is breeding for disease resistance, which is the objective of this work. Families in generations F₄RC2 and F₆RC2, homozygous for resistance to the pathogen, were obtained using the backcross method complemented with inoculation by using the FOP 46 isolate. The use of two backcrosses was found to be adequate to obtain common bean families with high yield, excellent agronomic characteristics and superior commercial grain quality, as the used donor and recurrent parents were improved cultivars recommended for planting.

Key Words: plant breeding, *Phaseolus vulgaris*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

¹Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, CEP 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO.
E-mail: caprio@cnpaf.embrapa.br

INTRODUÇÃO

A murcha, ou amarelecimento, do feijoeiro comum causada por *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *phaseoli* Kendrick & Snyder (FOP) era importante apenas na região Nordeste do país, porém, atualmente, encontra-se amplamente disseminada nas principais regiões produtivas do feijoeiro comum. No Brasil Central, sua importância tem aumentado em culturas sob irrigação com pivô central, devido, principalmente, ao cultivo contínuo do feijoeiro comum na mesma área (Rava *et al.*, 1996). O FOP sobrevive no solo em restos culturais ou na forma de clamidosporos, estruturas de resistência. Uma vez introduzido o patógeno em uma área, seu controle, através de práticas culturais, é dificultado, sendo a alternativa mais viável e eficaz a utilização de cultivares resistentes (Sartorato & Rava, 1994).

A durabilidade da resistência é conseqüência da capacidade de variação patogênica do fungo. Ribeiro & Hagedorn (1979a) identificaram dois patótipos, sendo um deles denominado brasileiro e o outro euro-americano. Nascimento *et al.* (1992) testaram 17 isolados de FOP provenientes dos Estados de Paraná, Pernambuco e São Paulo, identificando apenas o patótipo brasileiro. Dos 22 isolados estudados por Coelho Netto & Dhingra (1999), 14 (incluindo o FOP 46 da micoteca da Embrapa Arroz e Feijão) foram reunidos em um único grupo de compatibilidade vegetativa (GCV 1), sugerindo origem geográfica comum; sete foram membros únicos de diferentes GCVs; e um foi incompatível. Embora a incompatibilidade vegetativa seja uma ferramenta qualitativa que revela diferenças entre isolados, ela não fornece meios para avaliar a amplitude dessas diferenças.

O primeiro passo de um programa de melhoramento visando à utilização da resistência genética consiste na identificação de fontes de resistência ao patógeno. Alguns estudos já foram conduzidos com o intuito de se conhecer a reação de cultivares e linhagens do feijoeiro comum inoculados com FOP (Cruz *et al.*, 1974; Pastor-Corrales & Abawi, 1987; Balardin *et al.*, 1990; Piza, 1993; Rava *et al.*, 1996; Rocha *et al.*, 1998; Sala *et al.*, 2001; Ito *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2002). O cultivar FT Tarumã foi resistente a quatro raças de FOP (Ito *et al.*, 1997). Sala *et al.* (2006), de um total de 104 genótipos de feijoeiro comum, do Banco Ativo de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas, determinaram 35% com reação de resistência às raças I, II, III e IV de FOP identificados por

Ito *et al.* (1997). Os genótipos A 417, A 420, PI 150414, PI 163117, PI 175827, Xan 160 e Xan 161 foram resistentes ao isolado Feij-1679 de FOP (Maringoni & Lavretti, 1999).

O objetivo do presente trabalho foi obter novas linhagens do feijoeiro comum com boa adaptação e resistência à murcha-de-fusário, utilizando cultivares adaptados como genitores recorrentes em um programa de retrocruzamentos, seguido por autofecundações até a obtenção de famílias ou linhagens homozigotas para resistência.

MATERIAL E MÉTODOS

Desde a realização dos cruzamentos até a obtenção das linhagens, o trabalho foi conduzido na Embrapa Arroz e Feijão, município de Santo Antônio de Goiás, GO. Foram realizados 15 cruzamentos (Tabela 1) entre genitores doadores resistentes identificados por Rava *et al.* (1996) e os recorrentes, cultivares comerciais e linhagens do tipo grão preto, carioca e mulatinho, de alta capacidade de rendimento e boa adaptação, avaliados nas principais regiões produtoras do país.

O isolado patogênico FOP 46, originário de Belém de São Francisco, PE, foi repicado em placas de Petri

Tabela 1 - Cruzamentos realizados na Embrapa Arroz e Feijão entre fontes de resistência à murcha-de-fusário e cultivares/linhagens adaptados ao feijoeiro comum

Nº Cruzamento	Doador / Recorrente
2989	FT Tarumã/Xamego
2990	FT Tarumã/Diamante Negro
2991	FT Tarumã/Macanudo
2992	Milionário 1732/Xamego
2993	Milionário 1732/Diamante Negro
2994	Milionário 1732/Macanudo
2995	Serrano/Xamego
2996	Serrano/Diamante Negro
2998	Iapar 44/Diamante Negro
3000	São José/Corrente
3001	São José/Epaba 1
3003	São José/Rudá
3004	São José/AN9022180
3005	São José/FT Bonito
3006	São José/Goytacazes

com meio de cultura BDA contendo 500 ppm de quintozene e incubadas durante oito dias em temperatura ambiente ($28 \pm 2^\circ\text{C}$). A suspensão de inóculo, contendo 10^6 conídios mL^{-1} , foi preparada de acordo com Rava *et al.* (1996).

Em todos os testes realizados foi plantado o cultivar Macanudo, altamente suscetível (Rava *et al.*, 1996), como testemunha sem inoculação, para assegurar que o solo utilizado não estava contaminado.

Em casa de vegetação, as famílias foram semeadas em bandejas com areia, irrigadas quando necessário com solução nutritiva de Hoagland n°2. Doze dias após a semeadura (oito dias após a emergência), as plantas foram removidas, as raízes lavadas em água corrente e, aproximadamente, um terço de suas extremidades cortadas, sendo imediatamente mergulhadas durante um minuto na suspensão de conídios do patógeno. Após a inoculação, as plantas foram transplantadas para vasos de alumínio de 1,5 L de capacidade, contendo solo desinfestado e mantidas em casa de vegetação a $28 \pm 4^\circ\text{C}$. As avaliações dos sintomas foram realizadas aos 12 dias após a inoculação, utilizando-se a escala de nove graus definida por Rava *et al.* (1996), considerando resistentes as plantas que apresentaram até o grau 3.

Com base nos resultados de Ribeiro & Hagedorn (1979b), os quais determinaram que a resistência do

feijoeiro comum ao patótipo brasileiro é controlada por um gene dominante, foi usado o método de melhoramento por retrocruzamento. A obtenção das famílias $F_1\text{RC2}$ e posteriores etapas de seleção até conseguir as famílias nas gerações $F_4\text{RC2}$ e $F_6\text{RC2}$ são apresentadas na Tabela 2. Nas multiplicações realizadas no campo, as famílias na geração $F_3\text{RC2}$ foram semeadas junto com os genitores recorrentes para possibilitar a comparação e a seleção delas.

Vinte plantas de cada uma das 26 famílias na geração $F_4\text{RC2}$ foram inoculadas, em casa de vegetação, com o isolado FOP 46. Nas famílias que apresentaram segregação, foram selecionadas plantas individuais resistentes que deram origem a famílias que foram testadas na geração $F_6\text{RC2}$, seguindo a mesma metodologia, com a finalidade de identificar as homozigotas para resistência.

A avaliação do rendimento de grãos das famílias $F_4\text{RC2}$ foi realizada na Embrapa Arroz e Feijão, no Município de Santo Antônio de Goiás, GO, no cultivo de inverno, semeadura em maio, usando irrigação por aspersão com pivô central, utilizando um delineamento em blocos completos casualizados, parcelas de quatro linhas de quatro metros, no espaçamento de 0,50 m e densidade de 12 plantas por metro, com três repetições. Como testemunhas, foram entregados os cultivares Pérola, BRS Valente e Diamante Negro.

Tabela 2. Obtenção de populações segregantes e famílias resistentes à murcha de fusário, de feijoeiro comum.

Cruzamento entre genitores doadores e recorrentes	Obtenção de semente F_1
Cruzamento das F_1 's com os genitores recorrentes	Obtenção de semente da geração $F_1\text{RC1}$
Inoculação com o isolado FOP 46, seleção das plantas da geração $F_1\text{RC1}$ resistentes e cruzamento com os genitores recorrentes	Obtenção de semente da geração $F_1\text{RC2}$
Multiplicação no campo das famílias da geração $F_1\text{RC2}$	Obtenção de semente da geração $F_2\text{RC2}$
Inoculação com o isolado FOP 46 nas famílias da geração $F_2\text{RC2}$	Obtenção de semente da geração $F_3\text{RC2}$ das famílias resistentes
Multiplicação de 154 famílias da geração $F_3\text{RC2}$ e seleção no campo por tipo de planta e por tipo comercial de grão pós-colheita	Obtenção de 26 famílias da geração $F_4\text{RC2}$
Inoculação em casa de vegetação com o isolado FOP 46 de 20 plantas de cada uma das 26 famílias $F_4\text{RC2}$	Identificação de 10 famílias homozigotas para resistência
Avaliação para rendimento das 10 famílias	Ensaio comparativo de rendimento
Identificação na geração $F_4\text{RC2}$ de famílias heterozigotas para resistência, sendo selecionadas 55 plantas resistentes	Obtenção de 55 famílias na geração $F_5\text{RC2}$
Multiplicação a campo das 55 famílias $F_5\text{RC2}$, seleção por tipo de planta e por tipo comercial de grão pós-colheita	Obtenção de 22 famílias na geração $F_6\text{RC2}$
Inoculação em casa de vegetação com o isolado FOP 46 de 20 indivíduos de cada família $F_6\text{RC2}$	Identificação de 12 famílias homozigotas para resistência que serão incluídas em testes preliminares de rendimento

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivar Tarumã, com resistência a quatro raças (Ito *et al.*, 1997), foi utilizado neste trabalho como genitor resistente ao isolado patogênico FOP 46 (Rava *et al.*, 1996).

Os resultados da reação ao isolado FOP 46, quando inoculado em 20 plantas de cada uma das 26 famílias F₄RC2, são apresentados na Tabela 3. Quando as 20 apresentaram reação de resistência, de acordo com a escala proposta por Rava *et al.* (1996), a família foi considerada homocigota para esse caráter, pois, considerando que a herança é monogênica com dominância da resistência (Ribeiro & Hagedorn, 1979b), a probabilidade de tais

famílias serem homocigotas para resistência é superior a 99%.

Nas famílias F₄RC2 que apresentaram segregação foram selecionadas plantas individuais resistentes que deram origem às famílias testadas na geração F₆RC2. Na Tabela 4 são mostrados os resultados da inoculação de 20 plantas de cada família que permitiram a identificação das homocigotas para resistência, utilizando o mesmo critério descrito.

Foram selecionadas famílias homocigotas que em avaliação de rendimento, com coeficiente de variação de 16,5% e produtividade média de 2.652 kg/ha, não diferiram significativamente a 5% pelo teste de Tukey dos cultivares incluídos como testemunhas (Tabela 5).

Tabela 3. Reação de 20 plantas de cada família F₄RC2 de feijoeiro comum inoculadas com o isolado FOP 46 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*.

Cruzamento (Doador x Recorrente)	Família	Reação ao FOP 46
FT Tarumã/Xamego	2989F ₄ RC2-I-13	20 R
Milionário 1732/Xamego	2992F ₄ RC2-I-05	20 R
Serrano/Xamego	2995F ₄ RC2-I-13	20 R
FT Tarumã/Diamante Negro	2990F ₄ RC2-I-06	20 R
FT Tarumã/Diamante Negro	2990F ₄ RC2-I-11	15R - 5S
Milionário 1732/Diamante Negro	2993F ₄ RC2-I-08	20 R
Serrano/Diamante Negro	2996F ₄ RC2-I-05	6R - 14S
Iapar 44/Diamante Negro	2998F ₄ RC2-I-03	14R - 6S
Iapar 44/Diamante Negro	2998F ₄ RC2-I-09	17R - 3S
FT Tarumã/Macanudo	2991F ₄ RC2-I-03	20 R
FT Tarumã/Macanudo	2991F ₄ RC2-I-04	20 R
Milionário 1732/Macanudo	2994F ₄ RC2-I-02	20 R
Milionário 1732/Macanudo	2994F ₄ RC2-I-05	16R - 4S
São José/Corrente	3000F ₄ RC2-I-03	15R - 5S
São José/Epaba 1	3001F ₄ RC2-I-02	20 S
São José/Epaba 1	3001F ₄ RC2-I-03	15R - 5S
São José/Epaba 1	3001F ₄ RC2-I-05	19R - 1S
São José/Epaba 1	3001F ₄ RC2-I-06	3R - 17S
São José/Rudá	3003F ₄ RC2-I-02	20 R
São José/AN9022180	3004F ₄ RC2-I-02	20 S
São José/AN9022180	3004F ₄ RC2-I-05	20 S
São José/FT Bonito	3005F ₄ RC2-I-02	20 R
São José/FT Bonito	3005F ₄ RC2-I-04	7R - 13S
São José/Goytacazes	3006F ₄ RC2-I-06	8R - 12S
São José/Goytacazes	3006F ₄ RC2-I-07	20 R
São José/Goytacazes	3006F ₄ RC2-I-08	16R - 4S

Tabela 4. Reação de 20 plantas de cada família da geração F₆RC2 inoculadas com o isolado FOP 46 de *Fusarium oxysporum* f.sp. *phaseoli*

Cruzamento (Doador x Recorrente)	Família	Reação ao FOP 46
FT Tarumã/Diamante Negro	2990F ₆ RC2-I-11/I-2/M	20 R
FT Tarumã/Diamante Negro	2990F ₆ RC2-I-11/I-3/M	20 R
Serrano/Diamante Negro	2996F ₆ RC2-I-5/I-2/M	16R - 4S
Serrano/Diamante Negro	2996F ₆ RC2-I-5/I-3/M	16R - 4S
Iapar 44/Diamante Negro	2998F ₆ RC2-I-3/I-2/M	20 R
Iapar 44/Diamante Negro	2998F ₆ RC2-I-9/I-1/M	20 R
Milionário 1732/Macanudo	2994F ₆ RC2-I-5/I-2/M	11R - 9S
Milionário 1732/Macanudo	2994F ₆ RC2-I-5/I-5/M	15R - 5S
São José/Corrente	3000F ₆ RC2-I-3/I-1/M	20 R
São José/Corrente	3000F ₆ RC2-I-3/I-2/M	20 R
São José/Corrente	3000F ₆ RC2-I-3/I-3/M	20 R
São José/Epaba 1	3001F ₆ RC2-I-3/I-4/M	20 R
São José/Epaba 1	3001F ₆ RC2-I-3/I-5/M	20 R
São José/Epaba 1	3001F ₆ RC2-I-5/I-1/M	20 R
São José/Epaba 1	3001F ₆ RC2-I-5/I-2/M	20 R
São José/Epaba 1	3001F ₆ RC2-I-6/I-2/M	16R - 4S
São José/AN9022180	3004F ₆ RC2-I-5/I-1/M	11R - 9S
São José/AN9022180	3004F ₆ RC2-I-5/I-2/M	16R - 4S
São José/FT Bonito	3005F ₆ RC2-I-4/I-4/M	20 R
São José/FT Bonito	3005F ₆ RC2-I-4/I-5/M	10R - 10S
São José/Goytacazes	3006F ₆ RC2-I-8/I-2/M	18R - 2S
São José/Goytacazes	3006F ₆ RC2-I-8/I-5/M	18R - 2S

Tabela 5. Produtividade (kg.ha⁻¹) das famílias de feijoeiro comum resistentes ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*.

Famílias	Produtividade
203714	3198
203706	2947
203709	2826
203708	2818
203713	2699
203707	2580
203718	2526
203711	2503
203710	2478
203716	2464
203715	2456
203712	2433
203717	2018
Pérola Testemunha	2821
BRS Valente - Testemunha	2607
D. Negro - Testemunha	2715

CV = 16,15.

Teste de Tukey: ns a 5%.

Torna-se difícil comparar os resultados obtidos neste trabalho com os de outros autores em razão de nos testes para resistência serem utilizados diferentes raças, isolados ou patótipos. Seria conveniente que fosse definido um único conjunto de cultivares diferenciadores e sistema de nomenclatura que permitam a identificação das raças fisiológicas ocorrentes a níveis nacional e internacional, à semelhança ao existente para *Colletotrichum lindemuthianum*.

CONCLUSÕES

A inoculação com FOP de genótipos do feijoeiro comum nas gerações F₁RC1 e F₂RC2 é imprescindível para, com segurança, selecionar famílias com resistência à murcha-de-fusário. A realização de dois retrocruzamentos com posterior seleção é suficiente para obtenção de famílias resistentes, com alta produtividade, boas características agrônômicas e alta qualidade do grão, quando são utilizados genitores doadores e recorrentes recomendados para o cultivo.

- Ito MF, Pompeu AS, Carbonell SAM, Sala GM (2002) Seleção de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*) com resistência à *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Fitopatologia Brasileira, 27(Suplemento):304.
- Maringoni AC & Lavretti RLB (1999) Reação de genótipos de feijoeiro comum à *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, *Macrophomina phaseolina* e *Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli*. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 34:535-542.
- Nascimento SRC, Kuruzawa C, Maringoni AC (1992) Fitopatologia Brasileira, 17:164.
- Pastor-Corrales MA & Abawi GS (1987) Reactions of selected bean germplasm to infection by *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Plant Disease, 71:990-993.
- Piza SMT (1993) Patogenicidade de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* e reação de cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). Summa Phytopathologica, 19:165-167.
- Rava CA, Sartorato A, Costa JGC da (1996) Reação de genótipos de feijoeiro comum ao *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli* em casa de vegetação. Fitopatologia Brasileira, 21:296-300.
- Ribeiro R de LD & Hagedorn DJ (1979b) Inheritance and nature of resistance in beans to *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Phytopathology, 69:859-861.
- Ribeiro R de LD & Hagedorn DJ (1979a) Screening for resistance to and pathogenic specialization of *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*, the causal agent of bean yellows. Phytopathology, 69:272-276.
- Rocha Júnior WC, Santos JB, Mendes-Costa MC (1998) Reação de cultivares e linhagens de feijão à *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Fitopatologia Brasileira, 23:407-409.
- Sala GM, Ito MF, Carbonell SAM (2001) Reação de cultivares de feijoeiro comum, recomendadas para o Estado de São Paulo, à raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Summa Phytopathologica, 27:425-428.
- Sala GM, Ito MF, Carbonell SAM (2006) Reação de genótipos de feijoeiro comum à quatro raças de *Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*. Summa Phytopathologica, 32:286-287.
- Sartorato A & Rava CA (1994) Murcha ou amarelecimento de Fusarium. In: Sartorato A & Rava CA (Eds.) Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle. Brasília, EMBRAPA-SPI. p.175-190.
- Silva MG de M, Pereira JM, Alzate-Marin AL, Mattos RN, Vieira RF (2002) Resistência de cultivares e linhagens de feijoeiro à murcha-de-fusarium. In: 7º Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, Viçosa. Resumos, UFV. p.377-379.