

OBTENÇÃO DE LINHAGENS DE FEIJOEIRO COMUM COM TIPO DE GRÃO PRETO, RESISTENTES À ANTRACNOSE E COM BOAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS¹

JOAQUIM GERALDO CÁPRIO DA COSTA,
CARLOS AGUSTÍN RAVA e ALOÍSIO SARTORATO²

RESUMO - Foram realizados 105 cruzamentos entre linhagens de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), de grão preto, resistentes à antracnose, com linhagens de boa adaptação e tipo de planta desejável. As populações segregantes de F₂ a F₄ infectadas no campo com a raça alfa-Brasil de *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magn., na concentração de 1,2 x 10⁶ conídios/ml, foram submetidas a seleção massal negativa. As plantas com grau superior a 4 foram eliminadas. Na geração F₄ e por ocasião da colheita, foi realizada a seleção individual. As linhagens F₅ assim obtidas foram infectadas e avaliadas quanto à resistência à antracnose. As linhagens F₆ e F₇ foram avaliadas quanto a rendimento de grãos, utilizando a cultivar Diamante Negro como testemunha. As 143 linhagens com rendimento superior foram infectadas com quatro raças do fungo, resultando em 124 (86,7%) 117 (81,8%), 120 (3,9%), 129 (90,2%) e 88 (61,5%) linhagens resistentes às raças alfa-Brasil, delta, zeta, kappa, e a todas as quatro raças, respectivamente. Quando foi considerado o tipo de planta e a adaptação com graus menores ou iguais a 4, além da resistência às quatro raças do patógeno, somente 30 linhagens com rendimentos de 2.278 a 4.095 kg/ha foram selecionadas.

Termos para indexação: melhoramento genético, resistência a doenças, *Phaseolus vulgaris*, *Colletotrichum lindemuthianum*.

BREEDING BLACK SEEDED DRY BEAN LINES RESISTANT TO ANTHRACNOSE AND DESIRABLE AGRONOMICAL CHARACTERISTICS

ABSTRACT - Several crosses among black seeded common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) lines resistant to anthracnose and exhibiting desired adaptation and plant type were performed. Segregating populations F₂ to F₄ inoculated in the field with race alpha-Brazil of *Colletotrichum lindemuthianum* Sacc. & Magn. at a concentration of 1.2 x 10⁶ conidial/ml, were submitted to negative mass selection. Plants rating more than grade 4 were eliminated. In F₄, and at harvest time, individual selection was performed to generate F₅ lines. These lines were inoculated and evaluated for resistance to anthracnose as previously described. F₆ and F₇ lines were submitted to yield evaluations using the cultivar Diamante Negro as a control. The 143 selected lines with superior yield performance were tested using four races of the fungus. The results showed that 124 (86.7%), 117 (81.8%), 120 (83.9%), 129 (90.2%) and 88 (61.5%) lines were resistant to alpha-Brazil, delta, zeta, kappa and all four races, respectively. In addition to the resistance to these four races, when plant type and adaptation rating less than or equal to grade 4 were taken into consideration, only 30 lines with yields ranging between 2.278 and 4.095 kg/ha were selected.

Index terms: plant breeding, disease resistance, *Phaseolus vulgaris*, *Colletotrichum lindemuthianum*.

¹ Aceito para publicação em 26 de fevereiro de 1993.

² Eng.-Agr., Dr., EMBRAPA/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), Caixa Postal 179, CEP 74001-970, Goiânia, GO.

INTRODUÇÃO

A antracnose do feijoeiro comum, incitada por *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.)

Scrib., é uma das principais doenças que afetam esta leguminosa, especialmente em localidades com temperaturas moderadas e alta umidade relativa do ar. Constitui motivo de grande preocupação, não somente pelo seu efeito negativo no rendimento, mas também pela sua alta transmissibilidade através da semente e pela variabilidade patogênica do agente causal.

No Brasil, a doença apresenta uma ampla distribuição, principalmente nos estados produtores da região Sul, em algumas regiões do Estado de São Paulo, nas regiões serranas do Espírito Santo, Pernambuco, Sergipe e Paraíba, nordeste da Bahia e na zona da mata de Minas Gerais.

Mastenbroek (1960), citado por Krueger et al. (1977), determinou que a cultivar Cornell 49-242, originária da Venezuela, possui o gene dominante ARE, o qual lhe conferia resistência a todas as raças conhecidas na época. A partir de então, esta cultivar passou a ser utilizada como fonte de resistência na maioria dos programas de melhoramento do feijoeiro visando resistência à antracnose. Entretanto, já foram identificadas novas raças capazes de "quebrar" a resistência do gene ARE, incluindo a alfa-Brasil (Fouilloux 1976) e a kappa (Krueger et al. 1977).

Fouilloux (1976) determinou novos genes de resistência à antracnose em materiais introduzidos do México. Os genes Mex 2 e Mex 3, que conferem resistência às raças alfa-Brasil e kappa, foram introduzidos em cultivares francesas mediante retrocruzamento, dando origem às cultivares To e Tu, respectivamente. Porém, já foi identificada a raça zeta, pertencente ao grupo Brasileiro I, a qual induz reação de compatibilidade com o gene Mex 2 (Menezes 1985).

O objetivo do presente trabalho foi a obtenção de linhagens de feijoeiro comum, de grão preto, resistentes à antracnose, com alto rendimento, de bom porte, alta inserção de vagens e com resistência ao acamamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos foram conduzidos no Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão (CNPAP), da EMBRAPA, no município de Goianira, Estado de Goiás.

A relação dos 105 cruzamentos entre as fontes de resistência e as linhagens e cultivares selecionadas por rendimento e tipo de planta consta na Tabela 1.

TABELA 1. Cruzamentos realizados para à obtenção das populações utilizadas nos trabalhos de seleção.

Nº de cruzamento	Genealogia
1016	Capixaba Precoce x AN 710.988
1017	Capixaba Precoce x AN 710.950
1018	Capixaba Precoce x A 475
1019	Capixaba Precoce x AB 136
1020	IAC Col 10103 x AN 710.988
1021	ICA Col 10103 x AN 710.950
1022	AN 512.575 x XAN 30
1023	AN 512.575 x XAN 112
1024	AN 512.575 x AN 512.879
1025	AN 512.575 x MÉXICO 168
1026	AN 512.575 x MÉXICO 29
1027	AN 512.575 x CB 511.687-1
1028	AN 512.575 x AN 3484
1029	AN 512.575 x AN 512.586
1030	AN 512.575 x AN 512.519
1031	84 VAN 18 x XAN 30
1032	84 VAN 18 x AN 512.879
1033	84 VAN 18 x MÉXICO 168
1034	84 VAN 18 x MÉXICO 29
1035	84 VAN 18 x AN 3484
1037	EMGOPA 201 OURO x MÉXICO 167
1038	EMGOPA 201 OURO x MÉXICO 29
1039	EMGOPA 201 OURO x CB 511.687-1
1040	EMGOPA 201 x AN 3484
1041	EMGOPA 201 OURO x AN 512.586
1043	RIO NEGRO x AN 3484
1044	RIO NEGRO x AN 512.519
1045	FT 83-120 x AN 512.879
1046	FT 83-120 x CB 511.687-1
1047	FT 83-120 x AN 512.586
1048	FT 83-120 x CB 512.519
1050	RIO DOCE x CB 511.687-1
1051	RIO DOCE x AN 3484
1053	AN 512.567 x XAN 30
1054	AN 512.567 x XAN 112
1055	AN 512.567 x AN 512.875
1056	AN 512.567 x MÉXICO 168
1057	AN 512.567 x MÉXICO 29
1058	AN 512.567 x CB 511.687-1
1059	AN 512.567 x AN 3484
1060	AN 512.567 x AN 512.586
1061	AN 512.567 x AN 512.519

ABELA 1. Continuação.

Nº de cruzamento	Genalogia
1064	HONDURAS 35 x MÉXICO 29
1065	HONDURAS 35 x AN 512.519
1066	84 VAN 163 x AN 512.879
1067	84 VAN 163 x MÉXICO 168
1068	84 VAN 163 x MÉXICO 29
1069	84 VAN 163 x CB 511.687-1
1070	84 VAN 163 x AN 3484
1071	AN 512.572 x XAN 30
1072	AN 512.572 x XAN 112
1073	AN 512.572 x AN 512.879
1074	AN 512.572 x MÉXICO 168
1075	AN 512.572 x MÉXICO 29
1076	AN 512.572 x CB 511.687-1
1077	AN 512.572 x AN 3484
1079	AN 3508 x XAN 30
1080	AN 3508 x XAN 112
1081	AN 3508 x AN 512.879
1082	AN 3508 x MÉXICO 29
1083	AN 3508 x CB 511.687-1
1085	BAT 67 x AN 512.879
1086	BAT 67 x AN 512.586
1087	MILIONÁRIO 1721 x XAN 30
1088	MILIONÁRIO 1732 x AN 3484
1089	LM 20771 x AN 3484
1090	LM 20771 x A 248
1091	LM 20771 x A 252
1092	W 22-55 x CB 511.687-1
1093	W 22-55 x A 252
1094	LM 30074 x CB 511.687-1
1095	LM 30074 x AN 3484
1096	LM 30074 x AN 512.586
1097	LM 30074 x AN 512.519
1100	LM 21303 x CB 511.687-1
1101	LM 21303 x AN 3484
1105	EMGOPA 202 RUBI x AN 3484
1106	EMGOPA 202 RUBI x AN 512.586
1108	EMGOPA 202 RUBI x A 248
1109	EMGOPA 202 RUBI x A 252
1110	LM 21135 x CB 511.687-1
1111	LM 21135 x AN 3484
1112	LM 21135 x AN 512.586
1113	LM 21135 x AN 512.519
1114	LM 21135 x A 248
1115	LM 21135 x A 252
1116	LM 10363 x CB 511.687-1
1117	LM 10363 x AN 3484
1118	LM 10363 x AN 512.586
1119	LM 10363 x A 248

Continua...

TABELA 1. Continuação.

Nº de cruzamento	Genalogia
1120	LM 10363 x A 252
1121	ICTA QUETZAL x CB 5411.687-1
1122	ICTA QUETZAL x AN 512.586
1123	ICTA QUETZAL x A 252
1124	BAT 1061 x CB 511.687-1
1125	BAT 1061 x AN 3484
1126	BATA 1061 x AN 512.586
1127	BAT 1061 x A 252
1128	A 55 x CB 511687-1
1129	A 55 x AN 3484
1130	A 55 x AN 512.586
1132	CAPIXABA PRECOCE x CB 511.687-1
1133	AN 710.950 x CB 511.687-1
1134	AN 710.950 x AN 512.567
1151	A 176 x LM 10363

O número de plantas das populações F_2 a F_4 variou de 300 a 4.700, e foram semeadas no campo, em linhas de 5 m. Foram utilizadas 3 x 10^5 sementes por hectare (0,50 m entre linhas e 15 sementes por metro), intercalando-se, a cada cinco linhas, uma da cultivar suscetível CNF 0010. Quando as plantas apresentavam a primeira folha trifoliolada completamente expandida, foram infectadas com uma suspensão de $1,2 \times 10^6$ conídios/ml da raça alfa-Brasil de *C. lindemuthianum*, obtida segundo metodologia descrita por Rava et al. (1988).

Dez dias após infecção, fez-se a seleção massal negativa (SMN), eliminando-se as plantas que apresentavam intensidade de sintomas superior ao grau 4 segundo a escala de 1 a 9 descrita por Rava et al. (1988). As populações F_2 e F_3 foram avançadas mediante o plantio de uma semente da vagem colhida por cada planta resistente.

Nas populações F_4 , após a seleção massal negativa, e por ocasião da colheita, fez-se a seleção individual. As linhagens F_5 assim obtidas foram semeadas em linhas de 2 m, utilizando-se para a semeadura e inoculação o mesmo método descrito para as populações segregantes. Foram selecionadas as linhagens com intensidade de sintomas de antracnose menor ou igual ao grau 4 e com graus menores ou iguais a 7 para tipo de planta e adaptação segundo uma escala de 1 a 9, onde 1 = excelente e 9 = péssimo.

As linhagens selecionadas foram avaliadas quanto a rendimento, no CNPAF, no mês de julho dos anos 1990 e 1991. No primeiro ensaio de avaliação, a cada dez linhagens-teste foi intercalada como testemunha uma fileira da cultivar Diamante Negro (linhagem CB 720160

criada no CNPAF e recomendada em 1992 para cultivo nos estados de MS, GO e DF). O espaçamento e o número de sementes por metro foram idênticos aos utilizados nas populações segregantes. Foi avaliada a incidência natural do crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas campestris* pv. *phaseoli* (Smith) Dye.) (CBC), ferrugem (*Uromyces phaseoli* var. *typica* Arth) e mancha-angular (*Isariopsis griseola* Sacc.), eliminando-se as linhagens que apresentaram intensidade de sintomas superior ao grau 5 e com avaliações quanto a tipo de planta e adaptação superior ao grau 6.

Entre cada duas testemunhas intercalares consecutiva planta e adaptação superior ao grau 6, v as foi calculado o coeficiente de regressão linear, e, a partir da produção estimada e a efetivamente obtida em cada parcela, foram calculados os valores diferenciais (Δ), sendo:

$$Li - (j \cdot b + T_{i-1})$$

em que:

Li = rendimento das linhagens compreendidas entre duas testemunhas consecutivas,

j = número de linhagens entre duas testemunhas consecutivas,

$$b = \frac{T_i - T_{i-1}}{j + 1}$$

em que:

T_i = rendimento da testemunha posterior às linhagens a serem corrigidas, e

T_{i-1} = rendimento da testemunha anterior às linhagens a serem corrigidas.

Foram selecionadas as linhagens com valores de $\Delta > 0$.

No segundo ensaio de avaliação foram utilizadas parcelas de duas fileiras de 3 m de comprimento com espaçamento e número de plantas por metro idênticos aos do teste anterior. A cada duas parcelas-teste foi intercalada uma parcela da cultivar Diamante Negro como testemunha, selecionando-se apenas as linhagens cujo rendimento superou a testemunha contígua. Foi avaliada a incidência natural de CBC, o tipo de planta e sua adaptação, utilizando-se os mesmos critérios de seleção descritos no ensaio anterior.

Para avaliação da reação das linhagens selecionadas às raças alfa-Brasil, kappa, delta e zeta de *C. lindemuthianum*, essas linhagens foram semeadas em canteiros, em fileiras com dez plantas a intervalos de 0,20 m, intercalando-se, a cada dez delas, uma da cultivar suscetível, CNF 0010. O método de preparo da suspensão de esporos, inoculação e avaliação foi idêntico ao utilizado

no campo, com a diferença de que logo após a inoculação, os canteiros foram cobertos com polietileno preto, e descobertos na manhã seguinte.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas gerações segregantes F_3 e F_4 foram eliminadas 38 populações, uma vez que a totalidade de suas plantas estavam acamadas, com adaptação deficiente (vagens malformadas, folhas encarquilhadas, ciclo superior a 110 dias), ou por serem suscetíveis ao CBC, á antracnose e ao mosaico-dourado. Das populações eliminadas pela sua alta suscetibilidade ao CBC, oito, de um total de 18, tiveram como progenitor resistente ao CBC a linhagem CB 511.687-1. Desse total de oito cruzamentos, resultaram somente 21 linhagens com rendimento superior ao da testemunha no segundo ensaio de avaliação, sendo apenas duas selecionadas. Das linhagens restantes, 14 foram eliminadas, pela sua suscetibilidade às quatro raças de *C. lindemuthianum*; uma, pela sua suscetibilidade ao CBC, e quatro, pelo tipo de planta e adaptação deficientes (Tabela 2). Estes resultados conduziram à eliminação da linhagem CB 511.687-1, do grupo de progenitores utilizados como fontes de resistência conjunta à antracnose e ao CBC no programa de melhoramento genético do CNPAF.

Das 379 linhagens incluídas no primeiro ensaio de avaliação quanto ao rendimento, 174 (45,91%) foram eliminadas por apresentarem $\Delta < 0$, e 22 (5,80%), pelas características não comerciais dos grãos (brilhantes e/ou descoloridos).

Das 183 linhagens incluídas no segundo ensaio de avaliação quanto ao rendimento, apenas 30 (16,39%) tiveram rendimento inferior ao da testemunha Diamante Negro, 5 (2,73%) foram eliminadas por não possuírem tipo comercial de grão, e 4 (2,19%), pela sua suscetibilidade ao CBC. As avaliações das linhagens selecionadas neste ensaio apresentam-se na Tabela 2. Das 143 linhagens selecionadas, 88 (61,54%) possuem resistência às quatro raças de *C. lindemuthianum*, considerando-se como resistentes as linhagens com intensidade de sintomas ≤ 3 . Apresentam resistência à raça alfa-Brasil 124 linhagens (86,71%); à raça delta, 117 (81,82%); à raça zeta 120 (83,92%), e à raça kappa, 129 (90,21%).

TABELA 2. Comportamento das linhagens de feijoeiro comum superiores à testemunha cv. Diamante Negro no segundo ensaio de avaliação de rendimento.

Linhagem	Número do cruzamento	Rendimento (kg/ha)	TPi	AD2	CBC3	Raças de <i>C. lindemuthianum</i>			
						delta	alfa Brasil	zeta	kappa

Nos programas para resistência a outras doenças que não o CBC, são selecionadas linhagens que sob condições de inoculação natural no campo apresentam intensidade de sintomas \leq ao grau 5. Seguindo este critério, foram selecionadas as 143 linhagens apresentadas na Tabela 2. Destas, as 30 linhagens (20,98%) que apresentaram grau \leq 3 para o CBC e para as quatro raças de *C. lindemuthianum* e avaliações quanto ao tipo de planta e adaptação menor que o grau 4, tiveram origem em 16 cruzamentos, sendo que, em nove deles, um dos progenitores foi a linhagem AN 3484 (Tabela 1).

A linhagem AN 3484 apresenta resistência à antracnose, ao CBC, assim como alta produtividade, em várias regiões do Brasil, e, como foi constatado no presente estudo, possui a capacidade de transmitir estas características à descendência. Entretanto, apresenta percentagens variáveis de descoloração de seus grãos pretos, característica que, apesar de ter inviabilizado sua recomendação para cultivo, não foi detectada nas suas progênies.

O método de inoculação com *C. lindemuthianum*, no campo e em canteiros, mostrou-se eficiente para a realização tanto da SMN como para a avaliação das linhagens. A SMN realizada nas gerações de F_2 e F_4 utilizando a raça alfa-Brasil aumentou significativamente tanto a frequência de linhagens resistentes a esta raça, cuja frequência teórica na ausência de seleção seria de aproximadamente 50%, como para as raças delta, kappa e zeta.

As 30 linhagens selecionadas com grau \leq 3 para CBC e as quatro raças de *C. lindemuthianum*, com grau \leq 4 para tipo de planta e adaptação, integrarão os ensaios avançados de rendimento em cada região e serão incluídas no conjunto de progenitores a serem utilizados pelo programa de melhoramento do CNPAF.

REFERÊNCIAS

- FOUILLOUX, G. L'antracnose du haricot (*Colletotrichum lindemuthianum*, Sacc. et Magn.): Nouvelles sources de résistance et nouvelles races physiologiques. *Annales de L'amélioration des Plantes*, Paris, v.26, n.3, p.443-453, 1976.
- KRUEGER, J.; HOFFMANN, G.M.; HUBBELING, N. The kappa race of *Colletotrichum lindemuthianum* and sources of resistance to anthracnose in *Phaseolus beans*. *Euphytica*, Wageningen, v.26, p.23-25, 1977.
- MENEZES, J.R. Variabilidade patogênica de *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. et Magn.) Scrib. em *Phaseolus vulgaris* L. Brasília: Universidade de Brasília, 1985. 65p. Tese de Mestrado.
- RAVA, C.A.; COSTA, J.G.C. da; SARTORATO, A.; PURISSIMO, J.D. *Catálogo do feijoeiro comum (Phaseolus vulgaris L.)*: reação de linhagens e cultivares às principais doenças. Goiânia: EMBRAPA-CNPAF, 1988. 122p.