

Foto: Sebastião José de Araújo



BRS FC402: Cultivar de Feijão-Comum Carioca com Alta Produtividade, Resistência à Antracnose e Murcha-de-Fusário

Leonardo Cunha Melo¹, Helton Santos Pereira¹, Luís Cláudio de Faria², Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza¹, Adriane Wendland³, José Luis Cabrera Díaz⁴, Hélio Wilson Lemos de Carvalho⁵, Carlos Lásaro Pereira de Melo⁶, Antônio Félix da Costa⁷, Mariana Cruzick de Souza Magaldi⁴, Joaquim Geraldo Cápio da Costa¹, Marcelo Sfeir de Aguiar¹, Ângela de Fátima Barbosa Abreu¹, Israel Alexandre Pereira Filho⁸, Sheila Cristina Prucoli Posse⁹, Maurício Martins¹⁰, Julio Cesar Albrecht¹¹, Benedito Fernandes de Souza Filho¹², Geraldo Estevam de Souza Carneiro¹³, Cleber Moraes Guimarães¹⁴, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz¹⁵, Marcos Aurélio Marangon¹⁶, Nara Lúcia Souza Ribeiro Trindade¹⁷, Nilda Pessoa de Souza¹⁸, Josias Correa de Faria¹⁹, Maria José Del Peloso¹

Introdução

Os programas de melhoramento de feijão-comum no Brasil buscam, prioritariamente, associar características desejáveis, como resistência a doenças, baixa perda na colheita mecanizada, precocidade, maior potencial produtivo e estabilidade de produção, contribuindo para o aumento na produtividade da cultura, de 810 kg ha⁻¹, no ano 2000, para 1.353 kg ha⁻¹, no ano de 2013, o que representa um incremento de 67,0%.

A recomendação de cultivares específicas para uma região de cultivo ou época de semeadura tem sido dificultada pela baixa taxa de utilização de sementes, uma vez que o pequeno volume demandado não gera escala de produção que

garanta retorno econômico satisfatório para a indústria sementeira. Desta forma, a estratégia adotada no desenvolvimento de novas cultivares de feijão-comum é a seleção de linhagens que possuam ampla adaptação, possibilitando a sua recomendação para a maioria das regiões produtoras, aumentando a demanda por sementes dessas novas cultivares e permitindo a manutenção de sua competitividade nas mais diferentes condições de cultivo e sistemas de produção.

A Embrapa possui parceria estabelecida com os principais programas de melhoramento de feijão-comum do Brasil e do mundo. Essas parcerias permitem que o melhoramento da cultura no país seja amplamente integrado, gerando vantagens técnico-científicas para todas as instituições

- ¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
- ² Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.
- ³ Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
- ⁴ Engenheiro-agrônomo, especialista em Produção e Tecnologia de Sementes, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
- ⁵ Engenheiro-agrônomo, mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE.
- ⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR.
- ⁷ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco, Recife, PE.
- ⁸ Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG.
- ⁹ Engenheira-agrônoma, doutora em Produção e Tecnologia de Sementes, pesquisadora do Incaper, Linhares, ES.
- ¹⁰ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG.
- ¹¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.
- ¹² Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitopatologia, pesquisador da Pesagro, Niterói, RJ.
- ¹³ Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF.
- ¹⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
- ¹⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO.
- ¹⁶ Engenheiro-agrônomo, especialista em Ciência e Tecnologia de Sementes, analista da Embrapa Produtos e Mercado, Canoinhas, RS.
- ¹⁷ Engenheira-agrônoma, analista da Embrapa Produtos e Mercado, Brasília, DF.
- ¹⁸ Contadora, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.
- ¹⁹ Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia/Biotecnologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

envolvidas e, principalmente, para os produtores e a sociedade brasileira. No período de 1984 a 2015 a Embrapa e parceiros lançaram 55 cultivares de diversos tipos de grãos, com média de 1,8 por ano, sendo 32 após a Lei de Proteção de Cultivares.

Métodos de Melhoramento Utilizados

A cultivar BRS FC402 originou-se do cruzamento entre as linhagens LM 96200246 e LP 9632, realizado no ano 2000, na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. Em 2001, foram semeadas as gerações F_1 , F_2 e F_3 , nas safras “da seca”, “do inverno” e “das águas”, respectivamente. Em 2002 foi realizado o avanço com seleção massal na geração F_4 e plantas individuais em F_5 , ambas em Ponta Grossa, PR, com seleção para arquitetura de planta ereta e resistência à antracnose, à ferrugem, ao crestamento bacteriano comum e à mancha-angular. No inverno de 2003, as linhagens $F_{5,6}$ foram avaliadas em Santo Antônio de Goiás, GO, sendo selecionadas para grãos com padrão comercial carioca, arquitetura de planta ereta, resistência à antracnose, à ferrugem, ao crestamento bacteriano comum e à mancha-angular. Entre as linhagens selecionadas estava a LM 203200638.

A partir dessa etapa, em ensaios de repetições, a linhagem LM 203200638 foi avaliada quanto à produtividade de grãos e outros caracteres de importância, como reação a doenças e arquitetura de plantas. No ano de 2004, a LM 203200638 foi avaliada com outras 159 linhagens e nove testemunhas, em Ponta Grossa, PR (seca) e em Santo Antônio de Goiás, GO (inverno), para resistência à antracnose, à mancha-angular e à ferrugem, e quanto à arquitetura de plantas e produtividade de grãos.

No ano de 2005, esta linhagem foi avaliada no Ensaio Preliminar (EPL), junto com 59 linhagens e quatro testemunhas, em quatro ambientes.

Em 2007, a LM 203200638, a partir de então identificada como CNFC 11948, foi avaliada no Ensaio Intermediário (EI) com outras 29 linhagens e cinco testemunhas, conduzido em oito ambientes. Os resultados das análises conjuntas dos dados de produtividade de grãos e outras características agrônomicas evidenciaram o potencial da linhagem CNFC 11948, que foi promovida para o ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU).

Em 2008 foi realizada a multiplicação de sementes para subsidiar o preparo dos ensaios de VCU. Nos anos de 2009 e 2010, a linhagem CNFC 11948 foi avaliada em 78 ensaios, com quatro testemunhas.

A produtividade de grãos foi corrigida para 13% de umidade. A porcentagem de grãos com tamanho comercial foi medida por meio de amostras de 300 g de cada parcela, as quais foram peneiradas em peneira de furos oblongos de 4,25 mm de espessura. As sementes retidas na peneira foram pesadas, sendo esta massa dividida pela massa inicial da amostra, obtendo-se, assim, a porcentagem de sementes com tamanho comercial. A partir das sementes retidas na peneira, foi subtraída uma nova amostra para pesagem e obtenção da massa de 100 sementes. Para aumentar a confiabilidade das informações, dos melhores ensaios foram retiradas amostras para a realização de análises de tempo de cocção e de teor de proteína.

Também foram avaliadas as seguintes características agrônomicas: tolerância ao acamamento, arquitetura de plantas, reação ao crestamento bacteriano comum e à murcha-de-curtobacterium, resistência à mancha-angular, à antracnose, à ferrugem, à murcha-de-fusário, ao mosaico comum e ao mosaico dourado. Estas avaliações foram realizadas utilizando escalas de notas, as quais variaram de 1 (fenótipo mais favorável) a 9 (fenótipo mais desfavorável).

Produtividade de Grãos

Em 78 ensaios de VCU, conduzidos nos anos de 2009 e 2010, nas épocas de semeadura “das águas”, em Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Bahia e São Paulo; “da seca”, em Mato Grosso do Sul e Rio Grande do Sul; “das águas” e “da seca”, em Santa Catarina e Paraná; e “das águas”, “da seca” e “do inverno”, em Goiás e no Distrito Federal, a cultivar BRS FC402 (CNFC 11948) apresentou 10,1% de superioridade em produtividade de grãos, quando comparada à média das testemunhas BRS Estilo e Pérola, pelo Teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Considerando cada uma das três regiões de indicação de cultivares para o feijão-comum, a superioridade foi de 4,5% na região 3 (Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará e Piauí), 15,0% na região 1 (São Paulo, Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) e 6,7% na região 2 (Mato Grosso, Goiás, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito

Santo, Bahia, Tocantins, Maranhão e o Distrito Federal) (Tabela 1).

Tabela 1. Produtividade de grãos da cultivar BRS FC402 e das testemunhas, nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso, por região de indicação e época de semeadura, nos anos de 2009 e 2010.

Região	Época	BRS FC402 (kg ha ⁻¹)	Testemunhas (kg ha ⁻¹)	Rendimento relativo (%)	Número de ambientes
I	Águas	2.955	2.575	117,7	23
	Seca	2.119	1.946	110,2	13
	Geral	2.653	2.348	115,0	36
II	Águas	2.594	2.467	108,4	16
	Seca	1.770	1.437	123,0	4
	Inverno	2.196	2.410	93,5	7
	Geral	2.368	2.299	106,7	27
III	Águas	2.171	2.096	104,5	15
Geral	-	2.462	2.283	110,1	78

Região I - SP, MS, PR, SC e RS; Região II - MT, GO, MG, RJ, ES, BA, TO, MA e DF; Região III - SE, AL, PE, PB, RN, CE e PI.

A média geral de produtividade da BRS FC402 foi de 2.462 kg ha⁻¹, contra 2.238 kg ha⁻¹ das testemunhas Pérola e BRS Estilo. Considerando os dados para cada região de indicação, a BRS FC402 apresentou superioridade em relação às testemunhas acima de 10%, nas épocas “das águas” e “da seca”, na região 1, com destaque para os 17,7% na época “das águas”. Na região 2, a BRS FC402 apresentou superioridade média de 6,7%, atingindo até 23% na época “da seca” (Tabela 1). Na região 3, a superioridade foi de 4,5%, indicando que a BRS FC402 é uma cultivar com adaptação ampla, que pode ser cultivada, com vantagens, nas principais regiões produtoras de feijão do Brasil.

O potencial produtivo da BRS FC402, obtido a partir da média dos cinco ensaios em que esta cultivar apresentou as maiores produtividades, foi de 4.479 kg ha⁻¹. Essa estimativa demonstra que a cultivar tem potencial genético elevado e que, se o ambiente for favorável e existirem boas condições de cultivo, altas produtividades podem ser alcançadas.

Com base no seu desempenho, a BRS FC402 foi registrada para cultivo nas épocas “das águas” e “de inverno”, nos estados da Bahia, Mato Grosso e Tocantins; “das águas”, “da seca” e “de inverno”, nos estados de Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro e no Distrito Federal; para a época “da seca” em Mato Grosso do Sul; “das águas” e “da seca” nos estados do Paraná, Santa Catarina, São Paulo e

Rio Grande do Sul; e, para a época “das águas”, nos estados do Maranhão, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará e Paraíba.

Outras Características

Com relação às características de qualidade de grãos, a cultivar BRS FC402 possui alto valor nutricional, com uniformidade de coloração e tamanho dos grãos (Tabela 2). Em ensaios sem aplicação de fungicidas, a cultivar apresentou rendimento de peneira de 87% e massa média de 26 g 100 grãos⁻¹, valores semelhantes aos das cultivares Pérola e BRS Estilo (Tabela 2), indicando tratar-se de uma cultivar com grãos de alto valor comercial. O tempo médio de cocção da BRS FC402 é de 32 minutos; pouco superior ao apresentado pelas testemunhas Pérola e BRS Estilo (31 e 28 minutos, em média, respectivamente). Com relação à porcentagem de proteína, o teor médio da BRS FC402 foi praticamente idêntico ao das testemunhas (Tabela 2). A BRS FC402 possui grãos com teor de zinco 7% superior ao das duas testemunhas e teores de ferro com 4,5% de superioridade em relação à Pérola e 19% à BRS Estilo, pelo Teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade, indicando um forte potencial para utilização em programas de biofortificação, visando a complementação nutricional em populações carentes.

Tabela 2. Características dos grãos das cultivares BRS FC402, Pérola e BRS Estilo, nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso, em 2009 e 2010.

Cultivar	Teor de Ferro (mg k ⁻¹)	Teor de Zinco (mg k ⁻¹)	Tempo de cocção (min.)	Teor de proteína (%)	Rendimento de peneira (%)*	Massa de 100 grãos (g)*
BRS FC402	61,8	30,8	32,0	21,3	87,3	26,0
Pérola	59,1	28,8	27,8	21,1	84,0	25,6
BRS Estilo	51,9	28,7	30,9	21,8	86,0	24,2

*Estimativa obtida em experimentos sem controle de doenças, utilizando peneira 11 (4,25 mm).

A cultivar BRS FC402, sob inoculação artificial, é resistente ao mosaico comum. Nos ensaios de campo, mostrou-se moderadamente resistente à antracnose, à ferrugem e à murcha-de-fusário. Entretanto, mostrou-se suscetível à mancha-angular, ao crestamento bacteriano comum, à murcha-de-curtobacterium e ao mosaico dourado (Tabela 3).

A BRS FC402 apresenta ciclo normal (de 85 a 94 dias, da emergência à maturação fisiológica), semelhante ao das cultivares BRS Estilo e Pérola (Tabela 3). As plantas possuem

Tabela 3. Características agrônômicas e de reação a doenças das cultivares BRS FC402, BRS Estilo e Pérola.

Cultivar	Ciclo	ARQ	AN	CBC	FE	MA	BCMV	BGMV	FOP	CUR
BRS FC402	N	Semiereta	MR	S	MR	S	R	S	MR	S
BRS Estilo	N	Ereta	MS	S	MR	S	R	S	S	S
Pérola	N	Semiprostrada	S	S	S	S	R	S	MS	S

ARQ - Arquitetura de planta; AN - Antracnose; CBC - Crestamento bacteriano comum; FE - Ferrugem; MA - Mancha-angular; BCMV - Mosaico comum; BGMV - Mosaico dourado; FOP - Murcha-de-fusário; CUR - Murcha-de-curtobacterium; N - Ciclo normal; R - Resistente (nota 1); MR - Moderadamente resistente (notas 2 e 3); MS - Moderadamente suscetível (notas 4 a 6); S - Suscetível (notas 7 a 9).

arquitetura semiereta, com hábito de crescimento indeterminado (tipo II). A cultivar tem tolerância intermediária ao acamamento, podendo ser utilizada para colheita mecânica, inclusive direta. As flores são brancas e, na maturação fisiológica, as vagens são amarelo-avermelhadas. Já na maturação de colheita, as vagens têm coloração amarelo-areia. Os grãos são bege-claros, com estrias marron-claras, de forma elíptica semicheia e sem brilho.

A BRS FC402 se destaca em relação à BRS Estilo, pela sua maior produtividade de grãos, resistência à antracnose e à murcha-de-fusário, mantendo a mesma qualidade comercial dos grãos presente na BRS Estilo. Desta forma, espera-se que a BRS FC402 possa ser adotada como uma nova solução tecnológica pelos produtores de feijão em todo o Brasil. Essa cultivar pode contribuir de forma eficiente para a sustentabilidade da cultura do feijão-comum no agronegócio brasileiro. O maior impacto da adoção dessa cultivar deve ocorrer, principalmente, no cultivo de inverno, sob pivô-central e em áreas antigas e de uso intenso, devido à sua resistência à murcha-de-fusário, e na época “das águas”, nas regiões com altitude elevada e em todo o Centro-Sul do Brasil, em virtude de sua resistência à antracnose.

Produção de Sementes

A cultivar BRS FC402 foi registrada junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, em 30/09/15, sob o número 34531, e protegida sob o número 20160087, em 06/05/2016.

Agradecimentos

Embrapa Produtos e Mercado; Embrapa Tabuleiros Costeiros; Embrapa Agropecuária Oeste; Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural; Instituto Agronômico de Pernambuco; Instituto de Inovação para o Desenvolvimento Rural Sustentável de Alagoas; Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária; Fundação de Ensino Superior de Rio Verde; Instituto Federal Goiano; Universidade Estadual de Goiás; UNI-Anhanguera; Embrapa Cerrados; Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina; Embrapa Milho e Sorgo; Universidade Federal de Lavras; Universidade Federal de Uberlândia; Universidade de Cruz Alta; Embrapa Soja; Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”; Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

Comunicado Técnico, 237

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
 Endereço: Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural, Caixa Postal 179 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
 Fone: (62) 3533 2238
 Fax: (62) 3533 2100
 www.embrapa.br
 www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição
 On-line (2017)

Comitê de publicações

Presidente: Lineu Alberto Domiti
Secretário-executivo: Pedro Marques da Silveira
Membros: Aluísio Goulart Silva, Ana Lúcia Delalibera de Faria, Êlcio Perpétuo Guimarães, Luciene Fróes Camarano de Oliveira, Luís Fernando Stone, Márcia Gonzaga de Castro Oliveira, Orlando Peixoto de Moraes, Roselene de Queiroz Chaves

Expediente

Supervisão editorial: Luiz Roberto R. da Silva
Revisão de texto: Henrique César de Oliveira Ferreira
Normalização bibliográfica: Ana Lúcia Delalibera de Faria
Editoração eletrônica: Fabiano Severino