

Santo Antônio de Goiás, GO / Setembro, 2024

BRS FC423: cultivar de feijão-comum carioca com escurecimento lento, resistência à antracnose e podridões radiculares



Helton Santos Pereira⁽¹⁾, Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza⁽²⁾, Marcelo Sfeir de Aguiar⁽¹⁾, Luís Cláudio de Faria⁽¹⁾, Pedro Henrique Lopes Sarmiento⁽³⁾, Luciene Froes Camarano de Oliveira⁽³⁾, Julio Cesar Albrecht⁽⁴⁾, Paula Pereira Torga⁽¹⁾, Abner José de Carvalho⁽⁵⁾, Leonardo Cunha Melo⁽¹⁾

⁽¹⁾ Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁽²⁾ Diretor de pesquisa, Limagrain Field Seeds, Curitiba, PR. ⁽³⁾ Analista, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO ⁽⁴⁾ Pesquisador, Embrapa Cerrados, Brasília, DF. ⁽⁵⁾ Professor, Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.

Introdução

Nos últimos anos, o Brasil tem figurado entre os maiores produtores (2,7 milhões de toneladas anuais em 2021) e consumidores mundiais do feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) (FAO, 2023). Entre os diversos grupos comerciais de feijão-comum, merece destaque o carioca (bege com rajas marrons), que é o preferido por cerca de 70% do mercado consumidor. O mercado brasileiro tem se tornado cada vez mais exigente com relação às características relacionadas a qualidade comercial dos grãos carioca, como rendimento de peneira, massa de 100 grãos e coloração dos grãos, entre outras. Durante o período entre a colheita e comercialização dos grãos, ocorre o escurecimento do tegumento nos grãos do tipo carioca, e isso faz com que o valor comercial dos grãos diminua, pois, grãos com coloração mais clara tem maior valor comercial. Assim, o agricultor tem que fazer a comercialização do produto rapidamente, independentemente do preço de mercado.

Nesse sentido, uma das demandas mais importantes tem sido a de obtenção de novas cultivares que apresentem escurecimento lento dos grãos,

pois essa característica permite ao agricultor maior flexibilidade no momento da venda da produção. Diversos estudos já descreveram aspectos importantes do controle genético do escurecimento dos grãos e já há alguns marcadores moleculares disponíveis para realização de seleção assistida por marcadores.

Já existem algumas cultivares de grão carioca que apresentam escurecimento lento, obtidas por diferentes instituições, como BRSMG Madrepérola, IAC 2051 e BRS FC415. Entretanto, essas cultivares ainda são em número muito inferior às de escurecimento normal, e ainda são agronomicamente inferiores às melhores cultivares que apresentam escurecimento normal dos grãos, principalmente em relação à arquitetura de plantas, resistência ao acamamento e resistência à doenças.

Assim, a BRS FC423 é uma nova cultivar, desenvolvida em parceria público privada com 11 empresas produtoras de sementes de feijão (Sementes JHS, Sementes Marambaia, Sementes Aliança, BJ Sementes, Sementes Orient, Sementes Campolina,

Shanap Sementes, Di Solo sementes, Sementes Lagoa Bonita, Menarin Sementes e Cooprossel) com o objetivo de obter cultivares com adaptação específica a determinadas condições. A BRS FC423 apresenta como destaques o escurecimento lento dos grãos, aliado ao alto rendimento de peneira, alta produtividade média, principalmente na região Central (região II de indicação de cultivares de feijão). Além disso, a BRS FC423 apresenta alta resistência à antracnose e às podridões radiculares. Essa cultivar deve contribuir para a redução do uso de defensivos agrícolas e, conseqüentemente, do impacto para o meio ambiente e para a saúde humana, contribuindo para o aumento da sustentabilidade na produção agrícola, de acordo com os objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, Fome Zero e Agricultura Sustentável e Consumo e Produção Responsáveis.

Métodos de melhoramento utilizados

A CNFC 16902 originou-se do cruzamento entre as cultivares BRS Notável e BRSMG Madrepérola, com escurecimento lento dos grãos, realizado na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás (GO), no ano de 2009. Todo o processo de desenvolvimento foi realizado alternando-se locais (Santo Antônio de Goiás e Ponta Grossa, PR) e épocas de semeadura (seca, inverno e águas), entre 2009 e 2011, até a obtenção da linhagem que recebeu o nome de CNFC 16902. A partir dessa etapa, iniciou-se a avaliação em experimentos com repetições em múltiplos ambientes para os caracteres de importância agrônômica, comercial e nutricional.

Em 2012, a linhagem CNFC 16902 foi avaliada no experimento teste de linhagens para escurecimento de grãos carioca, junto com outras linhagens e testemunhas em três ambientes, em Goiás (GO) e no Distrito Federal (DF), na época de inverno, para vários caracteres de importância agrônômica e comercial. Nos anos de 2013 e 2014, a linhagem CNFC 16902 foi avaliada no experimento avançado para escurecimento de grão carioca, junto com outras linhagens e testemunhas, em 12 ambientes nos Estados de GO, DF, Minas Gerais (MG), Mato Grosso (MT), Paraná (PR), Sergipe (SE) e Pernambuco (PE), nas épocas de inverno, águas e seca. A análise conjunta dos dados dos experimentos teste de linhagens para escurecimento do grão carioca e avançado para escurecimento do grão carioca permitiu que a linhagem CNFC 16902 fosse selecionada para o Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU),

com base na avaliação de 15 ambientes. Em 2015, na época de inverno em Santo Antônio de Goiás foi realizada a multiplicação para obtenção de sementes suficientes para preparo dos ensaios de VCU.

Nos anos de 2016 e 2017 a linhagem CNFC 16902 foi avaliada em 86 ensaios compostos por 20 tratamentos, sendo 15 novas linhagens com ciclo normal e cinco testemunhas: BRS FC402, BRS Estilo, Pérola, IPR Bem-te-vi e ANFC09. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições e parcelas de quatro fileiras de 4 m, utilizando as tecnologias recomendadas para os diferentes ambientes e sistemas de cultivo, com exceção ao controle de doenças. Nesses experimentos, foi possível avaliar os seguintes aspectos relativos aos grãos: produtividade, rendimento de peneira 12 (4,5 mm), massa de 100 grãos, coloração recém-colhido, coloração após armazenamento, uniformidade, escurecimento, tempo de cocção, concentração de ferro, zinco e proteína. Para a avaliação da coloração dos grãos foi utilizada escala de notas variando de 1 (grãos com fundo bege muito claro e rajas marrom claras) a 5 (grãos com fundo bege escuro e rajas escuras). Também foram avaliadas, por meio de escala de notas variando de 1 (fenótipo totalmente favorável) a 9 (fenótipo totalmente desfavorável) (Melo, 2009), a arquitetura de planta, resistência ao acamamento e reação à doenças: crestamento bacteriano comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*); murcha de curtobacterium (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*); mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*); antracnose (*Colletotrichum lindemutianum*); ferrugem (*Uromyces appendiculatus*), murcha de fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*); podridões radiculares (*Fusarium solani* e *Rizoctonia solani*) vírus do mosaico comum do feijoeiro (VMCF); e vírus do mosaico dourado do feijoeiro (VMDF).

Dos 86 experimentos instalados, 62 foram colhidos e atingiram os padrões de qualidade experimental necessários para serem considerados no processo de registro de cultivares, com relação aos dados de produtividade. Esses 62 experimentos de VCU foram conduzidos na Região I (Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul) nas épocas das águas e seca, na Região II (Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais e Bahia), nas épocas das águas, seca e inverno, e na Região III (Sergipe, Alagoas e Pernambuco), na época das águas. A produtividade de grãos foi medida em kg ha⁻¹ e corrigida para 13% de umidade dos grãos. O rendimento de peneira foi medido da seguinte forma: retirou-se amostra de 300 g de cada parcela; em seguida essa amostra foi peneirada em

peneira de furos oblongos de 4,5 mm de espessura; as sementes retidas na peneira foram pesadas; o peso das sementes retidas na peneira foi dividido pelo peso inicial da amostra. Das sementes retidas foi retirada nova amostra de 100 sementes para pesagem e obtenção da massa de 100 sementes. Para a determinação do tempo de cocção foi utilizado o cozedor de Mattson. As análises de concentração de proteína foram realizadas determinando-se a concentração de nitrogênio, pelo método de micro kjedal. As análises de concentração de ferro e de zinco foram realizadas por digestão ácida da matéria orgânica, conforme técnica de espectrofotometria de absorção atômica por chama.

Produtividade de grãos e potencial produtivo

Nesses ensaios, a cultivar BRS FC423 (CNFC 16902) apresentou produtividade média de 2.209 kg ha⁻¹, superior à das testemunhas que também apresentam escurecimento lento dos grãos, BRS FC415 (2.143 kg ha⁻¹) e ANFC09 (2.097 kg ha⁻¹), e também à BRS Estilo (2.012 kg ha⁻¹) (Tabela 1). Isso representa 3,1% de superioridade em relação à testemunha mais produtiva (BRS FC415) e 9,8% em relação à BRS Estilo. Com relação às diferentes regiões, a BRS FC423 também apresentou produtividade superior às três testemunhas na região II (Central) (2.117 kg ha⁻¹), com 3,4% de superioridade em

relação à BRS FC415 e 7,7% em relação à BRS Estilo. Já na região I (Centro Sul), a BRS FC423 apresentou produtividade (2.472 kg ha⁻¹) semelhante à das cultivares BRS FC415 e ANFC09, e 13,5% superior à da BRS Estilo. Na região III (Nordeste), a produtividade da BRS FC423 (1.838 kg ha⁻¹) foi semelhante à da BRS FC415 e 6,6% e 6,7% superior à ANFC09 e BRS Estilo, respectivamente.

A produtividade máxima em experimentos de VCU, obtida a partir da média dos cinco experimentos em que essa cultivar apresentou as maiores produtividades, foi de 3.843 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, produtividades superiores podem ser alcançadas, já que nos experimentos de VCU não ocorre controle de doenças. A produtividade média esperada em lavoura com bom nível tecnológico e boas condições ambientais da BRS FC423 é de 4.500 kg ha⁻¹. Já o potencial produtivo, em condições ótimas é de 6.300 kg ha⁻¹.

Qualidade dos grãos

Com relação a características de qualidade tecnológica e industrial dos grãos, a cultivar BRS FC423 possui alto rendimento de peneiras de 4,5 mm (89%), semelhante ao da cultivar ANFC09, e superior ao das cultivares BRS Estilo e BRS FC415. A BRS FC423 apresenta massa média de 100 grãos de 24 gramas, inferior às das cultivares BRS Estilo,

Tabela 1. Produtividade de grãos (kg ha⁻¹) da cultivar BRS FC423 comparada com três testemunhas (BRS FC415, ANFC09 e BRS Estilo) nos experimentos de valor de cultivo e uso, nas regiões de recomendação de cultivares de feijão e épocas de semeadura, nos anos de 2016 e 2017.

Região	Época	BRS FC423	BRS FC415	ANFC09	BRS Estilo	Número de ambientes
I	Águas	2.838 a	2.883 a	2.736 a	2.797 a	17
	Seca	1.694 a	1.378 b	1.335 b	861 c	8
	Geral	2.472 a	2.402 a	2.288 a	2.178 b	25
II	Águas	2.291 a	2.223 a	2.385 a	2.247 a	12
	Seca	1.707 a	1.617 a	1.560 a	1.319 b	7
	Inverno	2.159 a	2.095 a	2.017 b	2.024 b	19
	Geral	2.117 a	2.047 b	2.049 b	1.965 c	38
III	Águas	1.838 a	1.790 a	1.725 b	1.723 b	8
Geral	-	2.211 a	2.143 b	2.097 c	2.012 d	71

Região I - SC, PR, MS, SP; Região II - MG, ES, GO, DF, MT; Região III - SE, PE. Médias seguidas pela mesma letra nas linhas não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

ANFC09 e BRS FC415 (Tabela 2). A BRS Estilo é referência no mercado, em relação à qualidade comercial dos grãos. Os grãos da BRS FC423 são do tipo carioca, de forma elíptica semicheia, sem brilho. Em relação ao aspecto visual dos grãos, a BRS FC423 apresenta grãos com escurecimento lento e coloração (bege clara e rajas marrons) não tão clara quanto à de BRS FC415 e ANFC09 (coloração bege muito clara e rajas marrons claras). Em contrapartida, os grãos da BRS FC423 são muito uniformes com relação a coloração e não ficam acinzentados, o que ocorre com os da BRS FC415, ANFC09 e a maioria das cultivares que apresentam escurecimento lento. O tempo médio de cocção da BRS FC423 é de 32 minutos, semelhante ao das cultivares ANFC09 e BRS FC415. Com relação à porcentagem de proteína nos grãos, a BRS FC423 (24%) foi semelhante à ANFC09 e superior as cultivares BRS FC415 e BRS Estilo. A BRS FC423 apresentou ainda concentração de ferro (61 mg kg^{-1}) nos grãos superior à da cultivar BRS Estilo e semelhante às das cultivares ANFC09 e BRS FC415. A concentração de zinco (36 mg kg^{-1}) foi semelhante às da BRS Estilo e BRS FC415 e inferior à da ANFC09.

Outras características

Nos experimentos de campo, a BRS FC423 mostrou-se resistente ao vírus do mosaico comum do feijoeiro e a ferrugem, moderadamente resistente à antracnose e podridões radiculares (Tabela 3). Entretanto, mostrou-se suscetível ao vírus do mosaico dourado do feijoeiro, murcha de fusário, murcha de *curtobacterium*, crestamento bacteriano comum e à mancha-angular. De modo geral, até o presente momento, as cultivares com escurecimento lento dos grãos disponíveis no mercado não apresentam nível geral de resistência às doenças muito alto. Nesse sentido, a BRS FC423 apresentou maior resistência à antracnose do que BRS FC415 e ANFC09, resistência às podridões radiculares semelhante à da BRS FC415 e menor resistência à murcha de fusário do que a BRS FC415.

A BRS FC423 apresenta ciclo semi-precoce (entre 75 a 84 dias da emergência à maturação fisiológica), inferior ao das testemunhas. As plantas são arbustivas, com hábito de crescimento indeterminado tipo III. Com relação à arquitetura de plantas, a BRS FC423 é semi-prostrada e apresenta resistência

Tabela 2. Comparação das características relacionadas aos grãos da cultivar BRS FC423 e das testemunhas BRS FC415, ANFC09 e BRS Estilo.

Cultivar	TC (minutos)	CP (%)	CFe (mg kg^{-1})	CZn (mg kg^{-1})	RP (%)	M100 (g)	Cor	Uniformidade da cor	ESC
BRS FC423	32 b	24 a	61 a	36 b	89 a	24 b	bege claro	alta	lento
BRS FC415	31 b	23 b	61 a	36 b	84 b	25 a	bege muito claro	média	lento
BRS Estilo	26 a	22 b	55 b	34 b	82 c	25 a	bege muito claro	alta	normal
ANFC09	31 b	27 a	59 a	38 a	87 b	25 a	bege muito claro	média	lento

TC – Tempo de cocção; CP – Concentração de proteína; CFe – Concentração de ferro; CZn – Concentração de zinco; RP – Rendimento de peneira (4,5 mm); M100 – Massa de 100 grãos; Cor- Cor predominante; ESC- escurecimento. Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente entre si, de acordo com o teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Características agrônômicas e resistência às doenças da cultivar BRS FC423 e das testemunhas BRS FC415, BRS Estilo e ANFC09.

Cultivar	Ciclo	Arquitetura	ACA	AN	CBC	FER	MA	VMCF	VMDF	MF	CUR	POD
BRS FC423	SP	Semi-prostrado	I	MR	S	MR	S	R	S	S	S	MR
BRS FC415	N	Semi-ereto	I	I	S	MR	S	R	S	MR	S	MR
BRS Estilo	N	Ereto	MR	I	S	MR	S	R	S	S	S	S
ANFC09	N	Semi-ereto	I	I	S	MR	S	SI	S	S	S	I

ACA- Resistência ao acamamento; AN- Antracnose; CBC- Crestamento bacteriano comum; FER- Ferrugem; MA- Mancha-angular; VMCF- Vírus do mosaic comum do feijoeiro; VMDF- Vírus do mosaic dourado do feijoeiro; MF- Murcha de fusário; CUR- Murcha de *curtobacterium*; POD- Podridões radiculares; N- ciclo normal; SP- ciclo semi-recoce; R- Resistente; MR- Moderadamente resistente; I- Intermediário; S- Suscetível.

intermediária ao acamamento, sendo adaptada a colheita mecânica, inclusive direta, de forma semelhante a BRS FC415 e ANFC09, sendo inferior à BRS Estilo. As flores são brancas e na maturação fisiológica e de colheita as vagens são amareladas.

Produção de sementes

A BRS FC423 foi registrada em 2022, sob o número 51154, para as épocas das: águas e seca na Região I (Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul); águas, seca e inverno na Região II, nos estados de Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Mato Grosso, Tocantins, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Bahia e Maranhão; águas na Região III, nos estados de Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Rio Grande do Norte, Piauí, Ceará e Paraíba. A BRS FC423 foi protegida em 2024, sob o número 20240130, junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa).

A produção de sementes genéticas será de responsabilidade da Embrapa e a produção para atender os produtores de grãos será realizada exclusivamente pelas 11 empresas produtoras de sementes (Sementes JHS, Sementes Marambaia, Sementes Aliança, BJ Sementes, Sementes Orient, Sementes Campolina, Shancap Sementes, Di Solo sementes, Sementes Lagoa Bonita, Menarin Sementes e Coprossel) signatárias em um contrato de parceria público privada para o desenvolvimento de novas cultivares de feijão-comum.

A BRS FC423 apresenta como destaques o escurecimento lento dos grãos, aliado ao alto rendimento de peneira e o ciclo semi-precoce. A BRS FC423 apresenta também alta produtividade média, destacando-se na região Central (Região II),

superando as testemunhas que também apresentam escurecimento lento. Além disso, a BRS FC423 apresenta ótimo nível de resistência à antracnose e às podridões radiculares.

Agradecimentos

Às demais unidades da Embrapa e às instituições parceiras na avaliação da cultivar, em especial: Embrapa Arroz e Feijão; Secretaria de Inovação e Negócios da Embrapa, Embrapa Tabuleiros Costeiros; Embrapa Agropecuária Oeste; Embrapa Milho e Sorgo; Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Mato Grosso; Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Emater Alagoas; Emater Goiás; Fundação de Ensino Superior de Rio Verde; Universidade Federal de Goiás; Universidade Federal de Lavras; Universidade Federal de Uberlândia; Universidade Estadual de Montes Claros; Sementes JHS; Sementes Marambaia; Sementes Aliança; BJ Sementes; Sementes Orient; Sementes Campolina; Shancap Sementes; Di Solo sementes; Sementes Lagoa Bonita; Menarin Sementes; e Cooprossel.

Referências

FAO. **Faostat**. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>. Acesso em: 16 jan. 2023.

MELO, L. C. (ed.). **Procedimentos para condução de ensaios de valor de cultivo e uso em feijoeiro-comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 104 p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 239). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/696972>. Acesso em: 13 ago. 2024.

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462, Km 12, Zona Rural
Caixa Postal 179
75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
www.embrapa.br/arroz-e-feijao
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente: *Isaac Leandro de Almeida*

Membros: *Ana Lúcia Delalibera de Faria, Luís Fernando Stone, Newton, Cavalcanti de Noronha Júnior e Tereza Cristina de Oliveira Borba*

Comunicado Técnico 270

ISSN 1677-910X / e-ISSN 1678-961X
Setembro, 2024

Edição executiva e revisão de texto: *Tereza Cristina de Oliveira Borba*

Normalização bibliográfica: *Ana Lucia Delalibera de Faria (CRB-1/324)*

Projeto gráfico: *Leandro Sousa Fazio*

Diagramação: *Maria Goreti Braga dos Santos*

Publicação digital: PDF



Ministério da
Agricultura e Pecuária

Todos os direitos reservados à Embrapa.