



Foto: Sebastião José de Araújo

COMUNICADO
TÉCNICO

255

Santo Antônio de Goiás, GO
Agosto, 2020

Embrapa

BRS FC409: cultivar de feijoeiro-comum com alto valor comercial e nutricional, resistência à murcha de *Fusarium* e à murcha de *Curtobacterium*

Helton Santos Pereira, Leonardo Cunha Melo, Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza, Luís Cláudio de Faria, José Luis Cabrera Díaz, Hélio Wilson Lemos de Carvalho, Carlos Lásaro Pereira de Melo, Antônio Félix da Costa, Mariana Cruzick de Souza Magaldi, Adriano Moreira Knupp, Sheila Cristina Prucoli Posse, Joaquim Geraldo Cáprio da Costa, Adriane Wendland, Ângela de Fátima Barbosa Abreu, Israel Alexandre Pereira Filho, Maurício Martins, Julio Cesar Albrecht, Valter Martins de Almeida, Cleber Morais Guimarães, Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Marcos Aurélio Marangon, Abner José de Carvalho, Patrícia Guimarães Santos Melo, Nara Lúcia Souza Ribeiro Trindade, Nilda Pessoa de Souza, Josias Correa de Faria, Marcelo Calgato, Marcelo Sfeir de Aguiar

BRS FC409: cultivar de feijoeiro-comum com alto valor comercial e nutricional, resistência à murcha de *Fusarium* e à murcha de *Curtobacterium*¹

¹ Helton Santos Pereira, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Leonardo Cunha Melo, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Luís Cláudio de Faria, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. José Luis Cabrera Díaz, Engenheiro-agrônomo, especialista em Produção e Tecnologia de Sementes, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Ponta Grossa, PR. Hélio Wilson Lemos de Carvalho, Engenheiro-agrônomo, mestre em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju, SE. Carlos Lásaro Pereira de Melo, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Soja, Londrina, PR. Antônio Félix da Costa, Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador do Instituto Agronômico de Pernambuco, Recife, PE. Mariana Cruzick de Souza Magaldi, Engenheira-agrônoma, especialista em Produção de Sementes, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Adriano Moreira Knupp, Biólogo, doutor em Ciências do Solo, Analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Sheila Cristina Prucoli Posse, Engenheira-agrônoma, doutora em Produção Vegetal, pesquisadora do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, Vitória, ES. Joaquim Geraldo Cáprio da Costa, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Adriane Wendland, Engenheira-agrônoma, doutora em Fitopatologia, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Ângela de Fátima Barbosa Abreu, Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão, Lavras, MG. Israel Alexandre Pereira Filho, Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Maurício Martins, Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor da Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, MG. Julio Cesar Albrecht, Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Cerrados, Brasília, DF. Valter Martins de Almeida, Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, pesquisador da Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, Várzea Grande, MT. Cleber Moraes Guimarães, Engenheiro-agrônomo, doutor em Fisiologia Vegetal, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Antônio Joaquim Braga Pereira Braz, Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, professor da Universidade de Rio Verde, Rio Verde, GO. Marcos Aurélio Marangon, Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Ponta Grossa, PR. Abner José de Carvalho, Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, professor da Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG. Patrícia Guimarães Santos Melo, Engenheira-agrônoma, doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, professora da Universidade Federal de Goiás, Goiânia, GO. Nara Lúcia Souza Ribeiro Trindade, Engenheira-agrônoma, analista da Embrapa Hortaliças, Brasília, DF. Nilda Pessoa de Souza, Contadora, mestre em Ciência da Computação, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Josias Correa de Faria, Engenheiro-agrônomo, Ph.D. em Fitopatologia/Biotecnologia, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Marcelo Calgaro, Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia Agrícola, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE. Marcelo Sfeir de Aguiar, Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Ponta Grossa, PR.

O Brasil ocupa, nos últimos anos, o primeiro lugar na produção (2,7 milhões de toneladas anuais) e no consumo mundial do feijão (*Phaseolus vulgaris*

L.). O grão, além de ser um dos alimentos básicos da população brasileira, é uma das principais fontes de proteína na dieta alimentar dos estratos sociais economicamente menos favorecidos. Entre os diversos tipos de grãos de feijão, merece destaque o do tipo carioca, que é o preferido pela maioria dos consumidores e ocupa cerca de 70% do mercado.

O ferro é um mineral essencial na formação da hemoglobina e a sua deficiência pode causar a anemia. Mundialmente, 29% das mulheres da faixa etária de 15 a 49 anos são atingidas por essa carência, e o percentual é ainda maior entre mulheres grávidas (38%) e crianças com até cinco anos (43%). O zinco é um componente catalítico essencial de 80 diferentes enzimas, necessário na maturação sexual, na fertilidade, na reprodução e no desenvolvimento do sistema nervoso. A deficiência de zinco pode provocar atraso no crescimento, perda de apetite e intolerância à glicose. Estima-se que 17,3% da população mundial sofre carência de zinco. Para contornar esses problemas algumas estratégias são utilizadas, tal qual a biofortificação, que consiste no aumento do conteúdo de nutrientes nos alimentos via melhoramento genético. Essa mostra-se a alternativa mais viável financeiramente, sem a necessidade de estímulo para o consumo e sem alterar as características organolépticas do alimento.

O feijão possui grande potencial para ser biofortificado para o teor de ferro (TFe) e de zinco (TZn) nos grãos porque é a leguminosa mais importante no consumo

humano direto e apresenta teores relativamente altos desses minerais. Em estudo realizado recentemente, as cultivares de feijão-comum carioca existentes no Brasil apresentaram TFe médio de 59 mg kg⁻¹, que variou entre 51,9 mg kg⁻¹ e 64,2 mg kg⁻¹, e TZn de 28,8 mg kg⁻¹, com uma variação entre 27,9 mg kg⁻¹ e 30,9 mg kg⁻¹. As cultivares BRS Sublime (TFe = 63,4 mg kg⁻¹ e TZn = 30,9 mg kg⁻¹) e BRS Cometa (TFe = 64,2 mg kg⁻¹ e TZn = 30,7 mg kg⁻¹) foram as que apresentaram maiores teores e são indicadas para produção, a fim de se obter grãos com maiores teores de ferro (Fe) e zinco (Zn). Entretanto, é possível aumentar ainda mais esses teores e, nesse sentido, foi desenvolvida a cultivar BRS FC409, que tem índices superiores às cultivares BRS Cometa e BRS Sublime, além de outros aspectos agrônômicos e comerciais desejáveis.

Métodos de melhoramento utilizados

A BRS FC409 originou-se do cruzamento entre as linhagens GX9792-251-2 e ESAL696, realizado na Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO, em 2002. O processo de desenvolvimento dessa linhagem (avaliação e seleção das populações segregantes e linhagens) foi realizado alternando-se os locais (Santo Antônio de Goiás, GO e Ponta Grossa, PR) e épocas de semeadura (da seca, de inverno e das águas), entre os anos de 2002 e 2007,

até a obtenção da linhagem que recebeu o nome de CNFC 15534. A partir dessa etapa, iniciou-se a avaliação em experimentos com repetições em múltiplos ambientes para os caracteres de importância agronômica, comercial e nutricional.

Em 2008, a linhagem CNFC 15534 foi avaliada no ensaio teste de progênies, em três ambientes, nos estados do Paraná e de Goiás; em 2009, no ensaio preliminar carioca, em cinco ambientes, nos estados do Paraná, Goiás, Minas Gerais e de Sergipe; e, em 2011, no ensaio intermediário carioca, em dez ambientes, no Paraná, Goiás, Minas Gerais, Sergipe e na Bahia. A análise conjunta dos dados dos ensaios preliminares e intermediários permitiram a seleção da linhagem CNFC 15534 para o ensaio de valor de cultivo e uso (VCU), com base na avaliação de 15 ambientes.

Entre os anos de 2013 a 2015 a linhagem CNFC 15534 foi avaliada em 128 experimentos compostos de 14 tratamentos, sendo dez linhagens e quatro testemunhas (BRS Notável, BRS Estilo, Pérola e IPR 139), em delineamento estatístico de blocos completos casualizados, utilizando as tecnologias recomendadas para os diferentes ambientes e sistemas de cultivo, avaliando os seguintes aspectos relativos aos grãos: produtividade, rendimento de peneira, massa de cem grãos, avaliação visual, tempo de cocção e os teores de Fe, Zn e proteína. As análises foram realizadas nos laboratórios da Embrapa Arroz e Feijão. Também foram avaliadas, em

escala de notas que variaram de 1 (fenótipo totalmente favorável) a 9 (fenótipo totalmente desfavorável), a arquitetura de planta, a tolerância ao acamamento e a reação às doenças: crestamento-bacteriano-comum (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*); murcha de *Curtobacterium* (*Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*); mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*); antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*); ferrugem (*Uromyces appendiculatus*), murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*); podridões-radulares (*Fusarium solani* e *Rhizoctonia solani*); mosaico-comum (VMCF) e mosaico-dourado (VMDF).

A produtividade de grãos foi medida em kg ha⁻¹ e corrigida para 13% de umidade. O rendimento de peneira foi medido com a porcentagem de uma amostra de 300 g de sementes retida em peneira de furos oblongos de 4,5 mm de espessura, as quais foram utilizadas para estimar a massa de cem sementes.

Produtividade de grãos e potencial produtivo

Os dados de produtividade de 91 experimentos foram usados para o processo de registro da nova cultivar. Os 91 ensaios de VCU foram conduzidos de 2013 a 2015 na Região I (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul), nas épocas das águas e da seca; na Região

Tabela 1. Produtividade de grãos da BRS FC409 comparada com a média de duas testemunhas, BRS Estilo e Pérola, nos ensaios de VCU, por região de indicação e época de semeadura, de 2013 a 2015.

Região	Época	BRS FC409 (kg ha ⁻¹)	BRS Estilo (kg ha ⁻¹)	Pérola (kg ha ⁻¹)	Número de ambientes
I	Águas	2.495 a	2.515 a	2.580 a	19
	Seca	1.654 a	1.684 a	1.712 a	15
	Geral	2.124 a	2.149 a	2.198 a	34
II	Águas	2.181 b	2.529 a	2.563 a	11
	Seca	1.213 b	1.347 a	1.417 a	4
	Inverno	2.086 c	2.485 a	2.254 b	29
	Geral	2.031 c	2.392 a	2.255 b	44
III	Águas	1.910 b	2.061 a	2.193 a	13
Geral	-	2.048 b	2.254 a	2.192 a	91

Região I: RS, SC, PR, MS e SP; Região II: MG, ES, RJ, GO, MT, TO, BA, MA e DF; Região III: SE, AL, PE, PB, CE, RN e PB. Médias seguidas pelas mesmas letras, nas linhas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

II (Goiás, Mato Grosso, Espírito Santo, Minas Gerais, Bahia e Distrito Federal), nas épocas das águas, da seca e de inverno; e na Região III (Sergipe, Alagoas e Pernambuco), na época das águas. Nesses experimentos a cultivar BRS FC409 (CNFC 15534) apresentou produtividade média de 2.048 kg ha⁻¹ (Tabela 1), inferior à das testemunhas BRS Estilo, de 2.254 kg ha⁻¹, e Pérola, de 2.192 kg ha⁻¹, consideradas padrão, com alta produtividade. O desempenho relativo comparado à média das testemunhas foi de 92,1%, o que ocorreu também nas regiões II e III, com desempenhos relativos de 87,4% e 89,8%, respectivamente. Entretanto, a cultivar apresenta outras vantagens, principalmente no que se refere à qualidade nutricional dos grãos. A Região I apresentou a maior frequência de ocorrência de doenças importantes que acometem a cultura

do feijoeiro-comum, e a BRS FC409 teve produtividade semelhante à das testemunhas, o que pode ser explicado devido a cultivar mostrar bom nível de resistência a várias doenças na região.

O potencial produtivo da BRS FC409, obtido a partir da média dos cinco ensaios de maior produtividade, foi de 3.755 kg ha⁻¹, demonstrando que, em ambiente favorável e boas condições de cultivo, altas produtividades podem ser alcançadas.

Qualidade comercial e nutricional dos grãos

Quanto às características de qualidade tecnológica e industrial dos grãos, a cultivar BRS FC409 possui ótimo rendimento de peneira (78%)

(Tabela 2) e massa de cem grãos de 25 g, semelhantes às da cultivar BRS Estilo e inferiores às da Pérola, que são referências no mercado no tocante à qualidade comercial dos grãos. Os grãos são do tipo carioca, creme com rajas marrons, na forma elíptica, sem brilho. A coloração dos grãos é creme-clara e rajas marrom-claras, semelhante à cultivar Pérola. O tempo médio de cocção é de 36 minutos, intermediário entre a BRS Estilo e a Pérola. O teor médio de proteína da BRS FC409 é de 24,6%, superior ao das testemunhas. A nova cultivar apresentou também teores médios de Fe (66,4 mg kg⁻¹) e de Zn (35,3 mg kg⁻¹) consideravelmente maiores do que os das testemunhas. Os grãos da cultivar têm, aproximadamente, 28% mais Fe, 23% mais Zn e 12,4% mais proteína que a cultivar BRS Estilo, uma das mais plantadas no Brasil. Comparada à BRS Sublime, cultivar com grãos do tipo carioca que apresenta os maiores teores de Fe, Zn e proteína entre as já disponíveis no mercado, a BRS FC409 é 6% superior em Fe, 15% em Zn e 10,4% em proteína.

Vale ressaltar que existe grande variação nos teores desses minerais das diferentes cultivares, em função dos ambientes. O de TFe variou entre 46 mg kg⁻¹ e 84 mg kg⁻¹ na BRS FC409, e entre 34 mg kg⁻¹ a 62 mg kg⁻¹ na BRS Estilo (Figura 1A). O teor de zinco variou entre 27 mg kg⁻¹ a 48 mg kg⁻¹ na BRS FC409, e entre 22 mg kg⁻¹ a 36 mg kg⁻¹ na BRS Estilo (Figura 1B). Mesmo com a grande variação observada, BRS FC409 apresentou teores de Fe e Zn superiores aos da BRS

Estilo, em 100% dos ambientes utilizados, e em 83% dos ambientes para o teor de Fe e em 100% para o de zinco relativamente à testemunha Pérola. Isso indica que, para a obtenção de grãos com maiores teores de minerais é necessário utilizar uma cultivar com alto potencial e um ambiente que os maximize.

A média diária de consumo de feijão no Brasil é de, aproximadamente, 48 g por pessoa. Considerando tal quantidade de consumo da BRS FC409 e os teores médios de Fe e Zn fornecidos pela cultivar, 22,9% e 24,2%, respectivamente, das necessidades diárias desses nutrientes seriam supridas.

Outras características

A cultivar BRS FC409, sob inoculação artificial, é resistente ao vírus do mosaico-comum (Tabela 3). Nos ensaios de campo mostrou-se moderadamente resistente à murcha de *Fusarium*, à murcha de *Curtobacterium* e à ferrugem, e moderadamente suscetível à antracnose, ao crestamento-bacteriano-comum e à mancha-angular. Entretanto, mostrou-se suscetível ao mosaico-dourado e às podridões-radiculares. A cultivar possui ciclo normal (85 a 94 dias, da emergência à maturação fisiológica), semelhante ao da BRS Estilo e da Pérola (Tabela 3). As plantas possuem arquitetura ereta, com hábito de crescimento indeterminado tipo II e boa tolerância ao acamamento, podendo ser utilizada a colheita mecânica, inclusive a direta. As flores são brancas e as vagens, nas

Tabela 2. Características dos grãos da cultivar BRS FC409 comparadas às testemunhas Pérola e BRS Estilo.

Cultivar	TC (min)	TP (%)	TFe (mg kg ⁻¹)	TZn (mg kg ⁻¹)	RP (%)	M100 (g)
BRS FC409	35,9 b	24,6 a	66,4 a	35,3 a	77,6 a	25,1 b
BRS Estilo	30,9 a	21,7 c	51,6 c	28,8 b	78,1 a	24,6 b
Pérola	39,6 c	22,8 b	59,3 b	30,0 b	75,3 a	25,9 a

TC: Tempo de cocção; TP: Teor de proteína; TFe: Teor de ferro; TZn: Teor de zinco; RP: Rendimento de peneira, utilizando peneira de 4,5 mm; M100: Massa de cem grãos. Médias seguidas pelas mesmas letras, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott, a 5%.

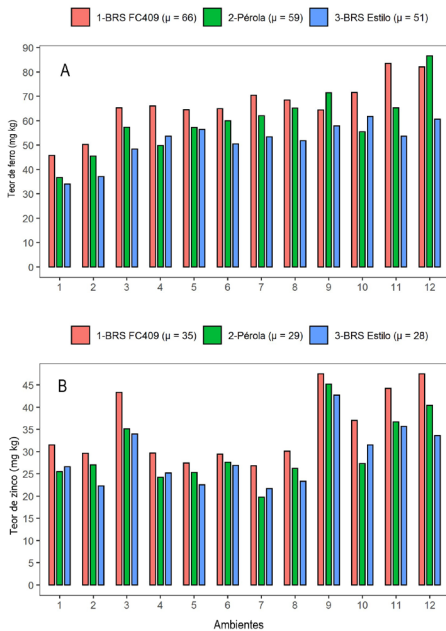


Figura 1. Teores de Fe (A) e de Zn (B) das cultivares BRS FC409, BRS Estilo e Pérola, em função do ambiente de avaliação (local, época de semeadura/ano): 1- Brasília, DF, águas/2013; 2- Ponta Grossa, PR, seca/2013; 3- Brasília, DF, inverno/2013; 4- Araucária, PR, águas/2013; 5- Dourados, MS, seca/2013; 6- Wenceslau Braz, PR, águas/2013; 7- Ponta Grossa, PR, águas/2013; 8- Ponta Grossa, PR, seca/2014; 9- Planaltina, DF, inverno/2013; 10- Canoinhas, SC, águas/2013; 11- Anápolis, GO, inverno/2013; 12- Santo Antônio de Goiás, GO, inverno/2013.

Tabela 3. Características agrônômicas e de reação a doenças da cultivar BRS FC409, comparadas às cultivares de grãos carioca BRS Estilo, Pérola e BRS Sublime.

Cultivar	Ciclo	ARQ	AN	CBC	FE	MA	MC	MD	FUS	CUR	POD
BRS FC409	N	Ereta	MS	MS	MR	MS	R	S	MR	MR	S
BRS Estilo	N	Ereta	MS	S	MR	S	R	S	S	S	S
Pérola	N	Semiprostrada	MS	S	MR	MS	R	S	MS	S	MS
BRS Sublime	N	Ereta	MS	S	MR	MR	R	S	S	S	S

ARQ: Arquitetura de planta; AN: Antracnose; CBC: Crestamento-bacteriano-comum; FE: Ferrugem; MA: Mancha-angular; MC: Mosaico-comum; MD: Mosaico-dourado; FUS: Murcha de *Fusarium*; CUR: Murcha de *Curtobacterium*; POD: Podridões radiculares; N: Ciclo normal; R: Resistente; MR: Moderadamente resistente; MS: Moderadamente suscetível; S: Suscetível.

maturações fisiológica e de colheita, são amareladas.

BRS FC409 apresenta como destaque a excelente qualidade dos grãos, no que concerne aos aspectos comerciais e nutricionais. Os teores de Fe, Zn e proteína da cultivar são superiores aos das disponíveis no mercado atualmente. A nova cultivar apresenta arquitetura ereta e moderada resistência à murcha de *Fusarium* e à murcha de *Curtobacterium*, doenças cujo controle químico não é eficiente. Portanto, é uma cultivar indicada para utilização com o objetivo de obter grãos com maior qualidade nutricional, por exemplo, programas de fornecimento de grãos para merenda escolar e regiões onde a população sofre de carência alimentar e deficiência de minerais. Outrossim, a BRS FC409 pode possibilitar a grandes empresas o empacotamento de grãos com maior valor agregado, visto que apresenta valor nutricional diferenciado em relação às cultivares atualmente comercializadas.

Produção de sementes

ABRS FC409 foi registrada, em 2019, sob o número 41.057, no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). A produção de sementes básicas para disponibilização aos produtores, será de responsabilidade da Embrapa e de parceiros selecionados via editais públicos de cooperação técnica. Informações adicionais podem ser obtidas por meio do link <https://www.embbrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas>, ou telefone (62) 3533-2110.

[embbrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas](https://www.embbrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas), ou telefone (62) 3533-2110.

Conclusões

- A cultivar de feijão-comum BRS FC409 tem grãos do tipo carioca, com alto valor comercial e nutricional, apresentando bom nível de resistência à murcha de *Fusarium* e à murcha de *Curtobacterium*, e resistência intermediária à antracnose, ao crestamento-bacteriano-comum e à mancha-angular.
- BRS FC409 é indicada para semeadura nos seguintes estados e épocas de cultivo: época das águas, da seca e de inverno, nos estados de Goiás, Espírito Santo, Rio de Janeiro, Bahia, Mato Grosso, Tocantins e no Distrito Federal; época das águas e da seca, em Mato Grosso do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo e Rio Grande do Sul; e época das águas, em Sergipe, Alagoas e Pernambuco.

Agradecimentos

Às instituições parceiras e demais Unidades da Embrapa que contribuíram na avaliação da cultivar: Secretaria de Inovação e Negócios (SIN), Embrapa Tabuleiros Costeiros, Embrapa Agropecuária Oeste, Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (Empaer),

Instituto Agrônômico de Pernambuco (IPA), Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper), Instituto de Inovação para o Desenvolvimento Rural Sustentável de Alagoas (Emater), Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária (Emater), Universidade de Rio Verde (UniRV), Centro Universitário de Goiás (UniGoiás), Embrapa Cerrados, Embrapa Milho e Sorgo, Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Embrapa Soja, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS) e Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS).

Ao CNPq, ao Programa de Biofortificação HarvestPlus e à Embrapa pela disponibilização de recursos.

Exemplares desta edição
podem ser adquiridos na:

Embrapa Arroz e Feijão

Rod. GO 462 Km 12 Zona Rural,
Caixa Postal 179
CEP 75375-000,
Santo Antônio de Goiás, GO
Fone: (62) 3533 2105
Fax: (62) 3533 2100
www.embrapa.br
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

On-line (2020)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



PÁTRIA AMADA
BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Comitê de Publicações
da Embrapa Arroz e Feijão

Presidente

Roselene de Queiroz Chaves

Secretário-Executivo

Luiz Roberto Rocha da Silva

Membros

Ana Lúcia Delalibera de Faria, Luís Fernando

Stone, Newton Cavalcanti de Noronha Júnior,

Tereza Cristina de Oliveira Borba

Supervisão editorial

Luiz Roberto Rocha da Silva

Revisão de texto

Luiz Roberto Rocha da Silva

Normalização bibliográfica

Ana Lúcia D. de Faria (CRB 1/324)

Editoração eletrônica

Luiz Roberto Rocha da Silva

Foto da capa

Sebastião José de Araújo