

## Seleção de Genótipos Elite de Feijão Preto para Teores de Ferro e Zinco nos Grãos e Estimação de Parâmetros Genéticos.

Felipe Junio Almeida<sup>1</sup>, Renata Cristina Alvares<sup>2</sup>, Helton Santos Pereira<sup>3</sup>, Leonardo Cunha Melo<sup>4</sup>, Luís Cláudio de Faria<sup>5</sup>, Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza<sup>6</sup>, Adriane Wendland<sup>7</sup>, Maria José Del Peloso<sup>8</sup>.

### Resumo

A obtenção de cultivares com maior valor nutritivo tem obtido destaque nos programas de melhoramento genético, além de maximizar esse valor é preciso selecionar as melhores, visando tanto o valor nutricional, como a aceitação de mercado. Diante disso, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a variabilidade de genótipos elite de feijão preto e estimar parâmetros genéticos para os teores de ferro e zinco em grãos. Avaliaram-se 30 genótipos, que foram semeados no inverno de 2011, em Santo Antônio de Goiás. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso com duas repetições e parcela de 4,0 m<sup>2</sup>. As sementes obtidas foram analisadas para o teor de Ferro (TFe) e teor de Zinco (TZn) nos grãos. Observou-se, que existe variabilidade genética entre os genótipos para esses minerais. As estimativas de herdabilidade para os teores de ferro (83,82%) e zinco (69,55%) foram altas, o que propiciou a obtenção de ganhos com a seleção de 6,86% para TFe e 2,76% para TZn. A linhagem CNFP 15701 e a cultivar BRS Esplendor apresentaram altos teores dos dois minerais.

### Introdução

Dentre as diversas fontes de alimento para o consumo humano, as leguminosas possuem alto valor nutricional, constituindo-se em alternativa aos produtos de origem animal, por serem escassos ou possuir alto valor de compra. Do grupo das leguminosas, o feijão ganha destaque, pois está presente na culinária da maior parte da população brasileira e, além disso, acessível para a população de menor poder aquisitivo. Tal fato implica na necessidade de obtenção de cultivares com elevado valor nutricional e com adaptação aos diferentes ambientes.

O Brasil tem sido o principal produtor e consumidor mundial de feijão nos últimos anos. Esse grão representa importante fonte de proteína para a população brasileira, além de ser rico em minerais como o ferro e o zinco. As deficiências desses dois minerais estão entre as mais comuns em seres humanos, sendo problemas graves de deficiência nutricional no mundo.

As deficiências nutricionais desses dois minerais estão entre as mais comuns em seres humanos (Welch e Graham, 1999), sendo responsáveis por graves problemas de saúde pública no mundo (Black, 2003). O ferro é essencial à formação da hemoglobina e sua deficiência provoca anemia. O zinco, por sua vez é necessário para a mobilização hepática da vitamina A, atua na maturação sexual, na fertilidade e na reprodução, e a sua deficiência provoca atraso no crescimento, retardamento da maturação sexual, perda de apetite e intolerância à glicose (Franco, 1999; Ribeiro et al., 2008).

Assim, o objetivo deste trabalho foi selecionar linhagens elite de feijão preto que apresentem, além de caracteres agrônômicos favoráveis, altos teores de ferro e zinco e estimar parâmetros genéticos para esses caracteres.

### Material e Métodos

O experimento foi conduzido na cidade de Santo Antônio de Goiás - GO. Os tratamentos foram constituídos de 30 genótipos, sendo cinco cultivares comerciais (testemunhas - BRS Campeiro, BRS Esplendor, BRS

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia – UFG/Goiânia. Bolsista da iniciação científica CNPq/Embrapa. E-mail: [felipejunioufg@gmail.com](mailto:felipejunioufg@gmail.com)

<sup>2</sup> Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de Plantas – UFG/Goiânia. Bolsista do CNPq. E-mail: [renataalvares08@hotmail.com](mailto:renataalvares08@hotmail.com)

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: [helton.pereira@embrapa.br](mailto:helton.pereira@embrapa.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: [leonardo.melo@embrapa.br](mailto:leonardo.melo@embrapa.br)

<sup>5</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: [luis.faria@embrapa.br](mailto:luis.faria@embrapa.br)

<sup>6</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: [thiago.souza@embrapa.br](mailto:thiago.souza@embrapa.br)

<sup>7</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: [adriane.wendland@embrapa.br](mailto:adriane.wendland@embrapa.br)

<sup>8</sup> Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. E-mail: [mariajose.peloso@embrapa.br](mailto:mariajose.peloso@embrapa.br)

Valente, IPR Tiziu e IPR Uirapuru) e 25 linhagens oriundas da seleção de populações segregantes obtidas por cruzamentos entre linhagens elites.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições. As parcelas foram constituídas por duas linhas de 4,0 m de comprimento, com espaçamento de 0,45 m entre linhas. As plantas foram submetidas à irrigação. Após a colheita, os grãos das linhagens foram analisados quimicamente para quantificação dos teores nutricionais de ferro e zinco.

De cada parcela, foram retiradas amostras para determinação de TFe (Teor de ferro nos grãos) e TZn (Teor de zinco nos grãos). A análise de micronutrientes foi feita em triplicata por digestão ácida da matéria orgânica (com mistura nitro-perclórica 2:1), conforme técnica de espectrofotometria de absorção atômica por chama adaptada da Association of Official Analytical Chemists (1997). Após colheita, os grãos foram submetidos à lavagem rápida com água deionizada e à secagem posterior em estufa à 60°C por 12 horas (até umidade 6%). Os grãos secos foram moídos ( $\leq 200$  mesh) em moinho de esferas de óxido de zircônio (Retsch MM200) e recipientes em PTFE (Politetrafluoretileno) para evitar a contaminação de elementos metálicos, sendo a amostra pesada um dia após a moagem para equilíbrio da umidade.

Foi realizada a pré-digestão da amostra com a mistura ácida (50 °C/ 30 min.), seguida da digestão propriamente dita (100 °C/ 30 min.; 170 °C/ 3 horas; resfriamento a temperatura ambiente e nova adição de 2mL de mistura ácida e digestão à 170 °C/ 3 horas). O extrato obtido foi diluído adequadamente e lido em espectrofotômetro de absorção atômica (AGILENT/VARIAN modelo SpectrAA 50 B) previamente calibrado com curva padrão para ferro e zinco. Os dados médios foram expressos em base seca, com base no teor de umidade da amostra obtido por método gravimétrico a 105°C até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 1995). As vidrarias e materiais utilizados na análise passaram por processo de lavagem especial com uma etapa de descontaminação com solução de ácido nítrico ou clorídrico 5 % (V:V) para evitar fontes de contaminação.

Para a realização das análises estatísticas foi utilizado o aplicativo Genes, versão 2006 (Cruz, 2006). Os dados dos teores de Ferro e Zinco foram submetidos à análise de variância individual e foi estimada a acurácia seletiva (Rezende e Duarte, 2007), para verificação da precisão experimental dos ensaios. Também foram obtidas estimativas de parâmetros genéticos, como a herdabilidade e ganho esperado com a seleção, conforme apresentado por Ramalho et al. (1993).

## Resultados e Discussão

Observa-se na tabela 1 que o efeito de genótipos foi significativo, o que indica a presença de variabilidade entre as cultivares e linhagens em estudo para os teores de ferro e zinco. Essa variabilidade pode ser comprovada observando-se a amplitude das médias dos genótipos, que variou de 51,74mg/kg a 82,74mg/kg para TFe e de 28,78mg/kg a 40,80mg/kg para TZn.

O coeficiente de variação (CV) foi de 5,62% e 6,86%, respectivamente, para TFe e TZn, indicativo de ótima precisão experimental. As estimativas de AS (0,92 para TFe e 0,75 para TZn) foram altas, confirmando a boa precisão experimental. A média do ensaio para teor de ferro foi de 61,14 mg/kg e para o teor de zinco de 34,38 mg/kg. Esses resultados foram semelhantes aos teores de ferro e zinco observado sem cultivares e em linhagens de feijão semeadas em Londrina (PR) (Burato, 2012), no Rio Grande do Sul (Ribeiro, 2008) e em Lavras (MG) (Mesquita et al., 2006).

Tabela 1. Resumo das análises de variância e estimativa de parâmetros genéticos para teores de ferro e zinco (mg/kg), avaliados em cultivares e linhagens de feijoeiro-comum de grãos pretos, em Santo Antônio de Goiás-GO.

FV	GL	Ferro				Zinco			
		SQ	QM	F	p-valor	SQ	QM	F	p-valor
BLOCOS	1	1,03	1,03			0,52	0,52		
GENÓTIPOS	29	2113,25	72,87	6,18	0,0000	529,56	18,26	3,28	0,0010
RESÍDUO	29	341,90	11,78			161,22	5,55		
TOTAL	59	2456,20				691,31			

MÉDIA	61,14	34,38
AS	0,92	0,75
CV(%)	5,62	6,86
h <sup>2</sup> (%)	83,82	69,55
GS (%)	6,86	2,76

Tabela 2. Médias das linhagens com maiores e menores teores de ferro e de zinco, classificadas inicialmente pelo teor de ferro e posteriormente pelo teor de zinco, em mg/kg.

Classificação pelo teor de ferro				Classificação pelo teor de zinco			
Classificação	Linhagem	TFe	TZn	Classificação	Linhagem	TFe	TZn
1	BRSEsplendor	82,64	37,74	1	CNFP 15701	71,51	40,80
2	CNFP 15701	71,51	40,80	2	CNFP 15685	64,98	38,65
3	BRS Valente	66,13	33,25	3	CNFP 15678	64,97	38,03
4	IPR Uirapuru	65,35	36,78	4	CNFP 15676	65,15	37,84
5	CNFP 15684	65,16	35,58	5	BRS Esplendor	82,64	37,74
6	CNFP 15676	65,15	37,84	6	CNFP 15658	58,41	37,07
-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	8	IPR Uirapuru	65,35	36,78
-	-	-	-	19	BRS Valente	66,13	33,25
-	-	-	-	-	-	-	-
25	BRS Campeiro	56,90	30,05	25	CNFP 15669	58,03	31,96
26	CNFP 15662	54,91	28,78	26	CNFP 15666	51,74	31,89
27	CNFP 15661	54,10	29,94	27	BRS Campeiro	56,90	30,05
28	IPR Tiziu	53,46	28,86	28	CNFP 15661	54,10	29,94
29	CNFP 15665	53,11	32,03	29	IPR Tiziu	53,46	28,86
30	CNFP 15666	51,74	31,89	30	CNFP 15662	54,91	28,78

A existência de variabilidade entre as linhagens para TFe, detectada na análise de variância, foi confirmada pela alta estimativa de herdabilidade(83,82%), que é indicativo de boa possibilidade de seleção de linhagens superiores (Tabela 1). O ganho esperado com a seleção (GS) das 20% melhores linhagens (seis melhores) foi de 6,86%, demonstrando a possibilidade de ganhos genéticos com a seleção. A média das 20% melhores linhagens (69,32) foi 13,4% superior à média geral (61,14mg/kg).

A estimativa de herdabilidade(69,55%) também foi alta para o TZn, indicando boa chance de sucesso com a seleção. O ganho esperado com a seleção (GS) das 20% melhores linhagens (seis melhores) foi de 2,76%, inferior ao GS obtido para TFe. Mesmo assim, o GS obtido demonstrou possibilidade de sucesso com a seleção. A média das 20% melhores linhagens (38,35mg/kg) foi 11,5% superior à média geral (34,38 mg/kg).

Observando os resultados da Tabela 2, nota-se que o maior TFe encontrado foi para a cultivar BRS Esplendor (82,64 mg/kg), 26,5% acima da cultivar IPR Uirapuru, que é a cultivar de feijão preto mais plantada no país. Já para o TZn, a melhor linhagem foi a CNFP 15701 (40,80 mg/kg), 10,9% superior a IPR Uirapuru. Entre os genótipos avaliados, merece destaque a linhagem CNFP15701, pois apresenta o segundo maior TFe e o maior TZn entre as linhagens avaliadas. Além dessa, a CNFP 15676 e a cultivar BRS Esplendor estiveram entre os seis melhores genótipos para os teores dos dois minerais.

Essas linhagens devem ser testadas em mais ambientes, juntamente com outras linhagens que conhecidamente apresentam maiores TFe e TZn, para que possam ser comparadas e caso se mantenham com altos teores desses minerais, podem ser utilizadas como genitores para programas de desenvolvimento

de novas cultivares com altos TFe e TZn.

### Agradecimentos

À Universidade Federal de Goiás pela oportunidade de estudo, ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor, de bolsa de produtividade em desenvolvimento tecnológico e extensão inovadora ao terceiro, quarto e sétimo autores e pela concessão de bolsa de doutorado a segunda autora. À Embrapa Arroz e Feijão e ao programa Harvest Plus pelo financiamento do trabalho.

### Referências

- AOAC /ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1997) “**Metals in Plants and Pet Foods – Atomic Absorption Spectrophotometric Method. First Action 1975.Final Action 1988**”.AOAC – Official Methods of Analysis, 16<sup>th</sup> Edition, Vol. I, Chapter 03, p. 03. AOAC International, Arlington. Gaithersburg – Maryland – U.S.A. ISBN: 0-935584-54-4.
- Black MM (2003) Micronutrient deficiencies and cognitive functioning. *The Journal of Nutrition*, v.133, p.3927-3931.
- Burato JS (2012) **Teores de minerais e proteínas em grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. 147p. Tese de doutorado, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- Cruz CD (2006) Programa **GENES: estatística experimental e matrizes**. UFV.
- Franco G (1999) **Tabela de composição química dos alimentos**. 9.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 307p.
- Jost E (2008) **Genética dos teores de cálcio e de ferro em grãos de feijão comum**. 44p. Tese de mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.
- Mesquita FR, Corrêa AD, De Abreu CMP, Lima RAZ and Abreu A. de FB (2007) Linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.): composição química e digestibilidade protéica. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 31, n. 4, p. 1114-1121, jul./ago.
- Ramalho MAP, Santos JB and Zimmermann MJO (1993). **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: UFG, 271p.
- Rezende MDV and Duarte JB (2007) Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.37, p.182-194.
- Ribeiro ND, Joest E, Cerutti T, Maziero SM and Poersch NL (2008) Composição de microminerais em cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. *Revista Bragantia*, Campinas, v.67, n.2, p.267-273.
- Welch RM, Graham RD (1999) A new paradigm for world agriculture: productive, sustainable and nutritious food systems to meet human needs. *Field Crops Research*, v.60, p.1–10.