

INTERAÇÃO GENÓTIPOS X SAFRAS NO TEOR DE FERRO EM LINHAGENS DE FEIJÃO COMUM

CAMILA ANDRADE SILVA¹, LUCAS GONTIJO SILVA MAIA², ÂNGELA DE FÁTIMA BARBOSA ABREU³, MAGNO ANTONIO PATTO RAMALHO⁴

INTRODUÇÃO: O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é a mais importante leguminosa utilizada na alimentação diária para mais de 300 milhões de pessoas (Beebe, 2010). A sua importância na alimentação humana se dá por ser importante fonte de proteína, além de possuir elevado teor de vários minerais, entre eles o ferro. Em humanos, o ferro é essencial na prevenção de anemia e no funcionamento de vários processos metabólicos (BOUIS, 2003). Esse mineral é muito importante, principalmente porque uma grande parte da população não tem acesso a alimentos, muitos deles de origem animal, que supram a necessidade diária de ferro. Tem sido verificado que, além da variação genética, os teores de minerais nas sementes são influenciados pelas condições ambientais de cultivo, especialmente pelo tipo e composição química do solo e pela interação genótipos x ambientes (CICHY et al., 2005). Entretanto, nenhum relato foi encontrado sobre a influência da safra de cultivo no teor desse mineral. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo verificar se o teor de ferro é afetado pela safra de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS: Em avaliação prévia foram identificadas por Silva et al. (2010) dez linhagens que apresentam teores elevados de ferro e dez linhagens com baixos teores. As vinte linhagens foram avaliadas durante três safras: “águas” de 2009/2010 (semeadura em novembro), “seca” de 2010 (semeadura em fevereiro) e “inverno” de 2010 (semeadura em julho), na área experimental do Departamento Biologia da Universidade Federal de Lavras. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições e parcelas constituídas de duas linhas de dois metros, espaçadas de 0,50 metro. Após a colheita, as sementes foram secas naturalmente até atingirem aproximadamente 13% de umidade e foram avaliadas quanto ao teor do mineral ferro. As análises foram realizadas no Laboratório de Análise Foliar, localizado no Departamento de Química/UFLA. Para realização das análises químicas dos minerais, foi retirada uma amostra de aproximadamente 50 gramas de cada parcela, e estas foram moídas em micro moinho de facas, até obter tamanho de partícula inferior a 1 mm e foram armazenadas em embalagens plásticas, devidamente vedadas e identificadas, e conservadas em câmara fria até o momento da realização das análises laboratoriais. As análises foram realizadas segundo procedimento descrito por Malavolta et al. (1997). Após a realização das análises, os dados foram corrigidos para base seca, por meio do método de dosagem de umidade, que consiste na perda de água da amostra por dessecação em temperaturas de 100 a 105 °C (AOAC, 2005). Os dados foram submetidos à análise de variância. Para as análises dos dados, todos os efeitos foram considerados fixos. Posteriormente foi realizada a análise de variância conjunta dos dados referentes às três safras. O componente da interação linhagens x safras foi decomposto em partes simples e complexa pela metodologia apresentada por Cruz et al. (2004). Para estimar a contribuição de cada linhagem para a interação na média das safras foi utilizada a metodologia apresentada por Wricke (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Constatou-se diferença significativa entre os ambientes (safras), condição essa indispensável para o que se propõe nesse trabalho (Tabela 1). Os maiores teores de ferro foram observados na safra do inverno e os menores na safra da seca, semeadura em fevereiro

¹ Engenheira agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas DBI/UFLA

¹ Biólogo, Mestrando em Fisiologia Vegetal, Departamento de Biologia (DBI) da UFLA.

¹ Engenheira agrônoma, Pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão – Embrapa Arroz e Feijão/UFLA

⁴ Engenheiro agrônomo, Professor do Departamento de Biologia (DBI) da UFLA.

(Tabela 2). Como a área experimental e o manejo das três safras foram os mesmos, a principal diferença entre elas deve ser atribuída às condições climáticas, que foram bem contrastantes entre elas. As diferenças mais marcantes foram observadas na precipitação e umidade relativa. Apesar dos experimentos das safras da “seca” e inverno terem recebido irrigação suplementar por aspersão, o microclima que se forma com a irrigação não é comparável àquele propiciado pela ocorrência de chuva, principalmente na safra do inverno conduzida de julho a outubro, quando a umidade relativa é muito baixa. Além do mais, as temperaturas médias na safra do inverno quase sempre estiveram abaixo de 20 °C. A fonte de variação linhagens foi significativa ($P \leq 0,01$). Na sua decomposição verificou-se que o efeito dos grupos foi também altamente significativo ($P \leq 0,01$). Observou-se que, na média das três safras, as linhagens identificadas anteriormente como de alto teor de ferro, apresentaram quantidade de ferro 11,0% acima das de baixo teor (Tabela 2). Foi constatado também que a interação safras x grupos foi significativa ($P \leq 0,05$), entretanto, o grupo classificado como de alto teor sempre apresentou maior média nas três safras, indicando que essa interação não deve afetar o trabalho dos melhoristas. Ocorreu diferença entre as linhagens tanto do grupo de alto como de baixos teores de ferro (Tabela 1). A interação linhagens x safras foi significativa ($P \leq 0,05$). Na sua decomposição foi verificado que ela foi predominantemente complexa (Tabela 1). Essa é uma condição desfavorável para a seleção, pois altera a classificação das linhagens nos diferentes ambientes (CRUZ et al., 2004). Essa alteração na classificação das linhagens pode ser observada na Tabela 2. Entretanto, embora houvesse alteração na classificação das linhagens de uma safra para outra, foram muito restritos os casos em que uma linhagem considerada de alto teor foi classificada no grupo de baixo ou vice-versa. Uma constatação que reforça essa observação é que a triagem das linhagens na etapa anterior foi apenas na safra da seca (SILVA et al., 2010). Mesmo assim, a maioria das linhagens classificadas como de alto ou baixo teor de ferro manteve essa performance, reforçando a idéia de que, nesse caso, a interação não deve afetar o trabalho dos melhoristas. Para melhor elucidar a interação, a contribuição de cada linhagem para esse parâmetro foi estimada (Tabela 3). Observa-se que o comportamento de poucas linhagens é que foi expressivo na contribuição para a interação. A ‘Batatinha’ foi a que mais contribuiu para a interação. Essa linhagem obteve os menores teores de ferro na safra em que foi selecionada (SILVA et al., 2010), enquanto na safra das águas 2009/2010, por exemplo, esteve entre as de maior teor. Esses resultados confirmam que, embora a interação fosse significativa e com maior parte complexa, o efeito dessa interação na identificação das linhagens com alto ou baixo teor de ferro foi pequeno.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta do teor de ferro (mg kg^{-1}), média e acurácia (\hat{r}_{gg} (%)), obtidas na avaliação de 20 linhagens de feijão selecionadas para alto e baixo teor de ferro, nas safras das “águas” 2009/2010, “seca” 2010 e inverno 2010 e partição da interação linhagens x safras em parte simples e complexa.

FV	GL	QM
Linhagens	19	414,342**
Entre grupos	1	4764,720**
Entre linhagens alto	9	231,820**
Entre linhagens baixo	9	113,440 **
Safras	2	11033,219**
Linhagens x safras	38	103,921**
(Entre grupos) x safras	2	60,450*
(Entre linhagens alto) x safras	18	83,280 *
(Entre linhagens baixo) x safras	18	129,390**
Erro	120	23,619
\hat{r}_{gg} (%)		86,56
Média		88,39
Parte simples da interação		2,57
Parte complexa da interação		97,43

* ** Significativo pelo teste F, ao nível de 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

Tabela 2. Médias para o teor de ferro (mg kg⁻¹) de vinte linhagens de feijoeiro selecionadas para alto e baixo teor de ferro em três safras de cultivo (“águas” 2009/2010, “seca” de 2010 e inverno de 2010).

Linhagem	Águas 09/10	Seca 2010	Inverno 2010	Média
	Ferro	Ferro	Ferro	Ferro
P-180	99,84 b ¹	82,62 a	116,47 a	99,64a
R-1	89,33 d	87,21 a	116,04 a	97,53a
Linea 29	96,23 c	86,72 a	100,03 b	94,33a
ICA-Pijão	105,90 a	83,29 a	103,68 a	97,62a
AN 910523	95,92 c	88,62 a	105,25 a	96,60a
Milionário	89,13 d	83,88 a	112,63 a	95,20a
RP-1	79,76 f	75,66 b	104,07 a	86,50b
Capixaba Precoce	91,17 d	77,57 b	103,37 a	90,70a
Esal 651	80,31 f	72,55 c	99,10 b	84,00b
Ouro	92,78 d	79,60 b	107,05 a	93,14a
Média alto	92,04	81,77	106,77	93,53
MA-II-22	84,51 e	64,39 c	91,92 b	80,27b
Paraná	77,61 f	65,56 c	100,94 b	81,40b
Negrilo	84,51 f	75,33 b	101,80 b	87,20b
Esal 543	74,43 e	66,76 c	97,60 b	79,60b
BP-28	79,41f	63,90 c	96,50 b	79,90b
BRS Pitanga	79,41 f	69,88 c	93,10 b	80,80b
BRS Valente	78,86 f	77,45 b	108,74 a	88,35b
Batatinha	95,92 c	63,72 c	84,98 b	81,54b
IAC-Aruã	86,15 e	70,58 c	99,17 b	85,30b
Esal 516	77,37 f	76,86 b	109,64 a	87,96b
Média baixo	81,82	69,44	98,44	83,23
Média geral	86,93	75,61	102,62	88,40

¹Médias seguidas da mesma letra, na vertical, pertencem ao mesmo grupo, pelo teste de Scott e Knott (1974), P ≤ 0,05.

Tabela 3. Contribuição, em %, de 20 linhagens de feijão selecionadas para alto e baixo teor de ferro avaliadas nas safras das “águas” 2009/2010, “seca” 2010 e inverno 2010, para a interação linhagens x safras.

Linhagem	Classificação	Ferro
P-180	alto	2,09
R-1	alto	3,26
Linea 29	alto	8,40
ICA-Pijão	alto	12,40
AN 910523	alto	4,15
Milionário	alto	2,56
RP-1	alto	3,26
Capixaba Precoce	alto	0,47
Esal 651	alto	0,57
Ouro	alto	0,14
MA-II-22	baixo	3,70
Paraná	baixo	3,28
Negrilo	baixo	0,19
Esal 543	baixo	2,13
BP-28	baixo	1,29
BRS Pitanga	baixo	0,54
BRS Valente	baixo	8,07
Batatinha	baixo	29,80
IAC-Aruã	baixo	0,70
Esal 516	baixo	10,70

CONCLUSÕES: Os teores de ferro são afetados pelo ambiente de cultivo, safra agrícola. Os maiores teores foram observados na safra do inverno e os menores na safra da seca. Na média das três safras, as linhagens classificadas como de alto teor de ferro apresentaram quantidade de ferro 11,0% acima das de baixo teor. A interação linhagens x safras ocorre, porém, a sua interferência na identificação dos grupos com alto e baixo teor de ferro não é elevada.

AGRADECIMENTOS: À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelas bolsas de pesquisa e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of Association of Official Analytical Chemists**. 18 ed. Maryland: AOAC, 2005. 1094 p.

BEEBE, S. Feijão Biofortificado. **HarvetPlus**, Colômbia, Disponível: <<http://www.harvetplus.org/publications>> Acesso em: 27 jan. 2010.

BOUIS, H.E. Micronutrient fortification of plants through plant breeding: can it improve nutrition in man at low cost? **Proceedings of the Nutrition Society**, Cambridge, v. 62, n. 1, p. 403-411, Jan. 2003.

CICHY, K.A. et al. Inheritance of seed zinc accumulation in navy bean. **Crop Science**, Madison, v. 45, n. 3, p. 864-870, Mar. 2005.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2004, v. 1, 480p.

SILVA, C.A.; ABREU, A.F.B.; RAMALHO, M.A.P., CORREA, A.D.; MAIA, L.G.S. Genetic variability for protein and minerals content in common bean lines (*Phaseolus vulgaris* L.). **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Michigan, v. 53, n. 1, p. 144-145, Mar. 2010.

WRICKE G. Zur Berechnung der Ökovalenz bei Sommerweizen und Hafer. **Pflanzenzüchtung**. Sonderabdruck, v. 52, n. 1, p. 127-138, Jan. 1965.