

VARIABILIDADE GENÉTICA DE ACESSOS DE FEIJÃO-CAUPI PARA OS TEORES DE FERRO, ZINCO E PROTEÍNA NOS GRÃOS

Maurisrael de Moura Rocha⁽¹⁾; Kaesel Jackson Damasceno e Silva⁽¹⁾; Francisco Rodrigues Freire Filho⁽¹⁾ e Luis José Duarte Franco⁽²⁾

⁽¹⁾Pesquisadores da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, mmrocha@cpamn.embrapa.br, kaesel@cpamn.embrapa.br, freire@cpamn.embrapa.br; ⁽²⁾Analista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, duarte@cpamn.embrapa.br

Resumo – O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma espécie de grande importância para as populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil, por ser um alimento fonte de proteínas, vitaminas e minerais. A biofortificação do feijão-caupi representa uma das estratégias de combate à desnutrição. Em um programa de biofortificação, uma das etapas iniciais é o “screening” rápido de germoplasma ou “fast track”. Este trabalho objetivou avaliar a variabilidade de 50 acessos de feijão-caupi do banco ativo de germoplasma da Embrapa Meio-Norte para os teores de ferro, zinco e proteína nos grãos. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Foram avaliados os caracteres teor de proteína, teor de ferro e teor de zinco. O teor de proteína foi determinado pelo método de Kjeldahl e os teores de ferro e zinco por meio de digestão nítrica-perclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica. O agrupamento entre médias de acessos foi realizado por meio do teste de Scott-Knott. Os acessos de feijão-caupi apresentam alta variabilidade genética para os teores de proteína, ferro e zinco. Os caracteres estudados mostram alto componente genético na expressão do fenótipo, com facilidade de seleção. O aumento no teor de proteína pode levar a ganhos também nos teores de ferro e zinco. O teor de proteína variou de 20,77% a 30,97%, o teor de ferro de 49,60 a 75,87 mg kg⁻¹ e o teor de zinco de 40,68 a 63,72 mg kg⁻¹. Os acessos IT00K-1263-1, IT98K-589-2, IT99K-529-2, IT99K-316-2 podem ser incluídos como parentais em um programa de biofortificação ou serem lançados como cultivares biofortificadas para os teores de proteína, ferro e/ou zinco.

Abstract – Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is a species of great importance for the populations of the North and Northeast regions of Brazil, because is a good source of proteins, vitamins and minerals. The biofortification of cowpea is one of the strategies to combat the malnutrition. In a biofortification program, one of the initial steps is the screening fast of germplasm or “fast track”. This work aimed to evaluate the variability of 50 cowpea accessions of the germplasm bank from Embrapa Mid North for protein, zinc, and iron contents in the grains. A completely randomized design with three replications was used. The following traits were measured: crude protein content, iron content and zinc content. Protein content was determined by the Kjeldahl method and iron and zinc content through of nitric-perchloric digestion and reading in atomic absorption spectrophotometer. Grouping between averages was accomplished by Scott-Knott test. Cowpea accessions presented high genetic variability for the three traits. There is a high genetic component in the expression of the phenotype. The increase in protein content can also lead gain in iron and zinc contents. Protein content varied from 20.77% to 30.97%, iron content from 49.60 to 75.87 mg.kg⁻¹ and zinc content from 40.68 to 63.72 mg.kg⁻¹. IT00K-1263-1, IT98K-589-2, IT99K-529-2, and IT99K-316-2 can be included as parental in a biofortification program or It can be released as biofortified cultivars for protein, iron and/or zinc contents.

Introdução

Para solucionar o problema da deficiência em micronutrientes, os países vêm adotando políticas públicas como programas de fortificação dos alimentos e/ou suplementação medicamentosas. Para complementar as intervenções em andamento surge como proposta a biofortificação, que consiste no desenvolvimento de cultivares que apresentem altos teores de minerais e vitaminas (NUTTI et al., 2010).

No Brasil, a biofortificação do feijão-caupi tem sido implementada por meio de alguns programas, destacando-se o HarvestPlus e o BioFORT, sob a coordenação da Embrapa. Esses programas têm concentrado esforços inicialmente no *screening* do germoplasma existente na coleção de trabalho e depois em acessos do banco ativo de germoplasma da Embrapa Meio-Norte, com ênfase nos teores de ferro e zinco nos grãos, aliado à produtividade e adaptabilidade às regiões de cultivo. O feijão-caupi tem mostrado bastante variabilidade para os teores de proteína, ferro e zinco (Rocha et al., 2008; Carvalho, 2011; Moura, 2011). Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar a variabilidade genética de acessos de feijão-caupi para os teores de proteína, ferro e zinco nos grãos.

Material e Métodos

Avaliaram-se 50 acessos de feijão-caupi do banco ativo de germoplasma da Embrapa Meio-Norte. Os acessos compreendem 49 linhagens provenientes do International Institute of Tropical Agriculture (IITA), em Ibadan, Nigéria, e uma linhagem do programa de melhoramento da Embrapa Meio-Norte.

Os acessos foram avaliados em condições de telado na Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, durante o primeiro semestre de 2010. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado, com três repetições. A parcela experimental constou de uma fileira de 5,0 m de comprimento, com 10 plantas, com 0,80 m entre fileiras.

Os caracteres estudados foram: teor de proteína (TP), teor de ferro (TFe) e teor de zinco (TZn). As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte. O TP foi determinado pelo método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1990) e os TFe e TZn, por digestão nítrico-perclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, segundo Sarruge e Haag (1974). Os dados foram submetidos a uma análise de variância e foram estimados adicionalmente os seguintes parâmetros: coeficiente de variação genético, coeficiente de determinação genotípico e as correlações genéticas entre caracteres. As médias dos acessos foram agrupadas pelo teste de Scott-knott ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas por meio do programa GENES (CRUZ, 2006).

Resultados e Discussão

O efeito de acessos foi significativo para todos os caracteres ($P < 0,01$), evidenciando a existência de diferenças entre eles e, portanto, a possibilidade de ganhos por meio de seleção (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância e estimativas de parâmetros genéticos¹ para os teores de proteína (TP), ferro (TFe) e zinco (TZn) avaliados em 50 acessos de feijão-caupi. Teresina, PI, 2010.

F.V	G. L.	Quadrado Médio		
		TP (%)	TFe (mg kg ⁻¹)	TZn (mg kg ⁻¹)
Acessos	49	9,97**	130,56**	80,64**
Resíduo	100	0,37	117,56	0,74
CV%		2,41	3,13	1,64
Média geral		25,05	62,42	52,36
CVg (%)		7,14	10,41	9,85
H ² (%)		96,32	97,07	99,08
rTP-TZn	0,51**			
rTP-TFe	0,41**			
rTFe-TZn	0,33*			

^{ns}Não significativo; * e ** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F (anova) e, pelo teste t (correlação genética); ⁽¹⁾Coeficiente de variação genética (CVg), coeficiente de determinação genotípico (H²), coeficiente de correlação genético entre TP e TZn (rTP-TZn), entre TP e TFe (rTP-TF) e entre TFe e TZn (rTFe-TZn).

Observou-se boa precisão experimental para todos os caracteres, com valores concordantes com os observados por Rocha et al. (2009), para os TFe e TZn; e Carvalho (2011) para o TP, TFe e TZn. As estimativas de médias foram superiores àquelas encontradas por Iqbal et al. (2006), para o TP, e por Moura (2011), para TP, TFe e TZn, e semelhantes aos teores observados por Rocha et al. (2008), para TP, TFe e TZ, avaliando outros grupos de genótipos/populações de feijão-caupi.

Variabilidade genética foi observada para todos os caracteres, notadamente para teor de ferro (CVg = 10,41%) (Tabela 1). As estimativas de H² indicam alto componente genético na expressão desses caracteres, principalmente para o teor de zinco (H² = 99,08%). As estimativas de herdabilidades encontradas neste trabalho são superiores àquelas obtidas por Andrade (2010) e Moura (2011).

As estimativas de correlação genética entre os caracteres foram positivas e significativas (p<0,5 e p<0,01), indicando que a biofortificação do teor de proteína pode levar a biofortificação dos teores de ferro e zinco, via seleção indireta. Rocha et al. (2009) e Moura (2011) encontraram correlação positiva entre TFe e TZn, porém de baixa magnitude.

O TP variou de 20,77% a 30,97% (IT00K 1263-1), o TFe de 49,60 a 75,87 mg kg⁻¹ (IT98K-589-2) e o TZn de 40,68 a 63,72 mg kg⁻¹ (IT98K 1103-13) (Tabela 2).

Tabela 2. Estimativas de médias para os caracteres teor de proteína (TP), teor de ferro (TF) e teor de zinco (TZ), obtidas a partir da avaliação de 50 acessos de feijão-caupi. Teresina, PI, 2010.

No	Acesso	TP (%)	Agrupamento Scott-Knott	No	TF (mg kg ⁻¹)	Agrupamento Scott-Knott	No	TZ (mg kg ⁻¹)	Agrupamento Scott-Knott
17	IT00K-1263-1	30,97	a	8	75,87	a	28	63,72	a
4	IT97K-1042-3	29,21	b	13	75,11	a	46	63,14	a
47	IT91K-118-2	28,72	b	10	74,53	a	17	61,05	b
10	IT99K-316-2	28,28	c	5	72,56	b	45	59,51	c
33	IT00K-1263-2	28,06	c	39	71,75	b	38	58,67	c
5	IT98K 205-8	26,81	d	4	71,28	b	48	58,29	c
38	IT85F 1380	26,63	d	28	71,21	b	13	58,22	c
32	IT00K 1217	26,29	e	35	70,64	b	49	58,21	c
25	IT98K 205-15	26,09	e	17	69,38	b	32	57,24	d
16	IT00K 901-5-1	26,02	e	9	68,40	c	33	57,08	d
46	IT87D 611-3	25,90	e	1	67,96	c	47	56,71	e
45	IT87D 1627	25,86	e	7	67,04	c	11	56,40	e
18	IT93K-625	25,84	e	19	66,93	c	35	55,89	e

Continua...

Tabela 2. Continuação.

No	Acesso	TP (%)	Agrupamento Scott-Knott	No	TF (mg kg ⁻¹)	Agrupamento Scott-Knott	No	TZ (mg kg ⁻¹)	Agrupamento Scott-Knott
20	IT97K 1069-6	25,66	e	38	66,52	c	5	55,44	f
28	IT98K 1103-13	25,60	e	20	65,92	c	40	54,84	f
35	IT845-2135	25,55	e	32	65,31	d	1	54,68	f
13	IT99K-529-2	25,55	e	40	65,06	d	4	54,38	g
42	IT87D-1627	25,46	e	26	64,78	d	8	54,37	g
11	IT99K-491-7	25,42	e	33	64,65	d	26	54,16	g
19	IT97K-499-35	25,36	e	47	63,49	d	15	53,82	g
9	IT98K-1111-1	25,24	e	42	63,40	d	21	53,54	g
49	MNC03-720C-11	25,04	f	21	63,39	d	42	53,00	h
48	IT82D-889	25,04	f	24	62,82	e	23	52,73	h
27	IT98K-1092-1	24,74	f	25	62,64	e	19	52,65	h
43	IT87D-611-3	24,73	f	18	62,09	e	10	52,60	h
21	IT98K-128-3	24,72	f	11	61,90	e	36	52,18	i
50	IT82D 889	24,71	f	36	61,78	e	25	51,84	i
24	IT98K-205-9	24,64	f	15	61,30	e	39	51,71	i
41	IT92KD-279-3	24,63	f	6	60,64	e	12	51,49	i
7	IT98K-506-1	24,62	f	37	60,58	e	9	51,34	i
1	IT93K-452-1-0	24,59	f	3	60,49	e	37	51,18	i
12	IT99K-494-6	24,57	f	29	60,26	e	31	51,16	i
26	IT98K-503-1	24,52	f	2	60,24	e	20	50,73	i
14	IT99K-1060	24,44	f	50	59,10	f	43	50,47	i
15	IT99K-1122	24,37	f	30	58,88	f	24	50,29	i
22	IT98K-128-4	24,28	f	48	58,59	f	3	49,73	j
39	IT85F-2687	24,21	f	27	58,11	f	29	49,64	j
8	IT98K-589-2	24,19	f	34	57,99	f	27	49,48	j
34	IT03K-316-1	23,91	g	12	57,60	f	41	49,23	j
29	IT99K 718-6	23,89	g	16	56,26	g	14	48,07	k
40	IT93K-93-10	23,88	g	14	56,10	g	7	47,80	k
31	IT00K-1207	23,67	g	23	55,87	g	18	47,62	k
23	IT98K-131-2	23,64	g	43	55,51	g	44	46,90	l
37	IT87D-697-2	23,63	g	31	55,38	g	30	45,51	m
3	IT97K-568-18	23,03	h	41	54,63	g	34	45,46	m
6	IT98K-491-4	22,80	h	45	53,39	g	6	45,44	m
2	IT96D-610	22,73	h	22	52,66	h	50	44,35	m
44	IT91K-118-2	22,27	i	46	51,51	h	22	43,42	n
30	IT00K-901-5-2	21,93	i	44	49,95	h	2	41,95	o
36	IT89KD-245	20,77	j	49	49,60	h	16	40,68	o
Média		25,05			62,42			52,36	

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Scott-Knott.

Em termos de médias, maior variabilidade foi apresentada pelo caráter TZn, já que foram distinguidos um maior número de grupos (15). A linhagem IT00K-1263-1 foi superior para o TP. As linhagens IT98K-589-2, IT99K-529-2 e IT99K-316-2 destacaram-se pelos altos TFe. As linhagens IT98K 1103-13 e IT87D 611-3 apresentaram as maiores médias para o TZn.

Conclusão

Os acessos de feijão-caupi apresentam alta variabilidade genética para os teores de proteína, ferro e zinco. Os caracteres estudados mostram alto componente genético na expressão do fenótipo, com facilidade de seleção. Os acessos IT00K-1263-1, IT98K-589-2, IT99K-529-2, IT99K-316-2 podem ser incluídos como parentais em um programa de biofortificação ou serem lançados como cultivares biofortificadas para os teores de proteína, ferro e/ou zinco.

Agradecimentos

Ao Fundo de Pesquisa Embrapa-Monsanto pelo apoio financeiro ao projeto BioFORT, ao HarvestPlus e AgroSalud.

Referências

- ANDRADE, F. N. Avaliação e seleção de linhagens de tegumento e cotilédones verdes para o mercado de feijão-caupi verde. 2010, 109 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods of analysis**. 15.ed. Washington: AOAC, 1990.
- CARVALHO, L. C. B. Potencial de cruzamentos dialélicos visando a obtenção de populações biofortificadas para teores de ferro, zinco e proteína em feijão-caupi. 2011. 111 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Estatística experimental e matrizes. Editora UFV. Viçosa (MG). 2006. 285p.
- IQBAL, A.; KHALIL, I. A.; ATEEQ, N.; KHAN, M. S. Nutritional quality of important food legumes. **Food Chemistry**, v. 97, n. 2, p. 331-335, 2006.
- NUTTI, M.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. A biofortificação como ferramenta para combate a deficiências em micronutrientes. Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geo_med7.pdf. Acesso em: 18/dez/2010.
- MOURA, J. O. Potencial de populações segregantes de feijão-caupi para biofortificação e produção de grãos. 2011, 93f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.
- ROCHA, M. M.; SANTOS, A. M. F.; VILARINHO, A. A.; BARRETO, A. L. H.; FRANCO, L. J. D.; SILVA, A. B.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; FREIRE FILHO, F. R.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. Estimativas de parâmetros genéticos (g), ambientais (a) e da interação G x A para os conteúdos de ferro e zinco em germoplasma elite de feijão-caupi. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009. Aracaju. **Anais**. Rio de Janeiro/Aracaju: Embrapa Agroindústria de Alimentos/Embrapa Tabuleiros Costeiros. 1 CD-ROM.
- ROCHA, M. de M.; FREIRE FILHO, F. R.; DAMASCENO-SILVA, K. J.; RIBEIRO, V. Q.; BARRETO, A. L. H.; FRANCO, L. J. D.; BASSINELLO, P. Z.; NUTTI, M. R.; CARVALHO, J. L. V. **Avaliação dos conteúdos de proteína, ferro e zinco em germoplasma elite de feijão-caupi**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2008. 3p. (Embrapa Meio-Norte. Comunicado Técnico, 212).
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ. 1974. 54p.