

AVALIAÇÃO DE POPULAÇÕES BIOFORTIFICADAS EM FEIJÃO-CAUPI POR MEIO DE CRUZAMENTOS DIALÉLICOS

Leonardo Castelo Branco Carvalho⁽¹⁾, Kaesel Jackson Damasceno e Silva⁽²⁾, Maurisrael de Moura Rocha⁽²⁾, Luis José Duarte Franco⁽²⁾, Lígia Renata Almeida da Silva⁽¹⁾, Jackeline dos Santos Carvalho⁽¹⁾, Carlos Misael Bezerra de Sousa⁽¹⁾ e Jéssica Danielle Lustosa da Silva⁽¹⁾

⁽¹⁾Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, leonardo@live.hk, lg_renata@hotmail.com, jackeline.s.carvalho@hotmail.com, misael_onex@hotmail.com, jessica.04lustosa@hotmail.com;

⁽²⁾Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, kaesel@cpamn.embrapa.br, mmrocha@cpamn.embrapa.br, duarte@cpamn.embrapa.br

Resumo – O feijão-caupi, *Vigna unguiculata* (L) Walp., é uma leguminosa possuidora de níveis ótimos de ferro, zinco e proteína, consumido principalmente sob a forma de grãos, e utilizado como parte da dieta básica em populações de vários países. O objetivo deste estudo foi avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, oito genótipos de feijão-caupi com elevado teor de ferro (Fe), zinco (Zn) e proteína (PTN), a fim de selecionar os melhores genitores capazes de gerar populações com altos teores desses nutrientes. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o aplicativo computacional SAS. Com base na capacidade de combinação, os genótipos parentais MNC05-843B-88, IT97K-1042-3 e Pretinho revelaram-se como os mais indicados para melhorar o teor de proteína. Para incrementar os teores de ferro e zinco nos grãos de feijão-caupi, os parentais mais recomendados foram Pretinho e IT89K-205-8, respectivamente.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, biofortificação, capacidade de combinação

Abstract – The cowpea, *Vigna unguiculata* (L) Walp., is a legume with optimal levels of iron (Fe), zinc (Zn) and protein(PTN), consumed mainly in the grain form, and used as part of the diet in several population countries. The aim of this study was to evaluate, by diallel design, eight genotypes of cowpea with high concentration of iron, zinc and protein in order to select the best parents able to generate populations with high levels of these nutrients. All analyses were performed using the SAS computer application. Based on combining ability, the parental genotypes MNC05-843B-88, IT97K-1042-3 and Pretinho turned out to be the most suitable for improving the protein level. To increase the levels of iron and zinc in the grains of cowpea, the parents Pretinho and IT89K-205-8 were the most recommended, respectively.

Keywords: *Vigna unguiculata*, Biofortification, combining ability

Introdução

A deficiência de certos minerais essenciais, principalmente ferro e zinco, é um problema de saúde mundial e, dentre as estratégias para o combate a essa deficiência, destaca-se a biofortificação dos alimentos via melhoramento genético, por meio da qual promove-se um maior acúmulo de elementos nutricionais importantes (THAVARAJAH et al., 2010). Alguns estudos pioneiros vêm sendo realizados visando à biofortificação em feijão-caupi via melhoramento genético.

Trabalhos desenvolvidos por Rocha et al. (2009), Franco et al. (2009) e Barreto et al. (2009) avaliaram os teores de ferro, zinco e proteína em alguns genótipos, com o intuito de fornecer informações prévias a respeito do teor nutricional e do potencial para a melhoria destes caracteres na cultura. A partir da identificação de genótipos com elevados teores desses elementos, avalia-se o

desempenho destes em cruzamentos e, conseqüentemente, a capacidade de transmissão das suas características superiores.

Dentre os métodos mais eficientes para a escolha de parentais, destaca-se o método de cruzamentos dialélicos que, além de fornecer informações a respeito dos genótipos mais indicados para serem utilizados como parentais, dão um indicativo a respeito do modo de herança dos caracteres avaliados (COMPONENTES..., 1993).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar, por meio de cruzamentos dialélicos, os genótipos parentais mais indicados para a obtenção de populações segregantes promissoras, visando ao desenvolvimento de linhagens biofortificadas para os teores de ferro, zinco e proteína.

Material e Métodos

Foram utilizados como genitores oito genótipos de feijão-caupi ricos em ferro, zinco e proteína, sendo duas cultivares melhoradas (BRS Tumucumaque e BRS Xiquexique), três linhagens (TE97-304G-4, MNC05-843B-88 e MNC99-541F-15) do Programa de Melhoramento de Feijão-caupi da Embrapa Meio-Norte, duas linhagens oriundas do IITA (IT89K-205-8 e IT97K-1042-3) e uma cultivar tradicional (Pretinho).

Foram obtidas 28 combinações híbridas, sendo estas analisadas juntamente com os oito genótipos parentais, totalizando 36 tratamentos. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com três repetições e 36 tratamentos, durante o ano agrícola de 2010, em telado da Embrapa Meio-Norte, localizada na cidade de Teresina-PI, Brasil, situada a 05°05'05" S de latitude, 42°05' W de longitude e 72 m de altitude.

As análises dos teores de ferro, zinco e proteínas dos grãos, foram realizadas pela empresa CAMPO – Análises Agrícolas e Ambientais, no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal, em Paracatu, MG. Para a determinação do teor de proteína nos grãos, foi utilizado o método KJELDAHL (1883), descrito por Silva e Queiroz (2002).

As análises de variância foram realizadas com auxílio do aplicativo computacional SAS (SAS..., 1997), sendo realizada uma análise individual para cada caráter, considerando os efeitos de tratamentos como fixos. A análise dialélica individual para os componentes químicos dos grãos foi realizada seguindo-se o método 2 do modelo proposto por Griffing (1956).

Resultados e Discussão

Os efeitos das estimativas de capacidade geral de combinação foram significativos para todos os caracteres avaliados, o que indica a possibilidade de obtenção de linhagens capazes de gerar ganho na seleção para elevados teores de ferro, zinco e proteína. Para os teores de ferro, zinco e proteína, houve prevalência dos efeitos aditivos no controle da herança desses caracteres. Para o teor de proteína, ressalva-se que os efeitos aditivos foram quatro vezes superiores aos de dominância, fator este que favorece o processo seletivo (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância para os teores de ferro, zinco e proteína analisados em cruzamentos dialélicos envolvendo oito genótipos de feijão-caupi. Teresina, PI, 2010.

Quadrados Médios							
Caráter	Rep	Genótipos	CGC	CEC	Erro	CGC/ CEC	Φg/ Φs
Teor de ferro	32,33 ^{ns}	164,07 ^{**}	305, 11 ^{**}	149, 48 ^{**}	26, 04	2,04	0.30
Teor de zinco	0,48 ^{ns}	67,80 ^{**}	79, 41 ^{**}	68, 59 ^{**}	0, 071	1,15	0.19
Teor de proteína	0,33 ^{ns}	10,78 ^{**}	30, 01 ^{**}	7, 01 ^{**}	0, 66	4,29	0.89

^{ns}, * e ** indicam efeitos não significativos, significativos a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

QM: Estimativa do quadrado médio associada às respectivas fontes de variação (FV).

CGC e CEC: Capacidade geral e específica de combinação, respectivamente (GRIFFING, 1956).

CGC/CEC: valor da razão entre os quadrados médios de CGC e CEC.

Φg/Φs: razão entre as estimativas dos componentes quadráticos.

A razão entre as estimativas dos componentes quadráticos associados às capacidades geral e específica de combinação mostra que, para todos os caracteres avaliados, o componente associado à CGC foi inferior (Tabela 1). A superioridade do componente quadrático associado aos efeitos de CEC é verificada em situações nas quais os genitores parentais foram submetidos à seleção prévia para o caráter em questão (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação dos genótipos parentais mostram que para o teor de ferro o único genótipo parental que apresentou valor positivo e significativo foi o genótipo (8) Pretinho (Tabela 2). Para o teor de zinco, o parental (5) IT89K-205 apresentou valores positivos e significativos ($P \leq 0,01$), sendo o genótipo mais indicado para participar de cruzamentos que visem à melhoria nesse caráter. Os genótipos parentais (4) MNC05-843B-88, (6) IT97K-1042-3 e (8) Pretinho apresentaram valores positivos e significativos ($P \leq 0,01$) para o teor de proteína nos grãos. O genótipo parental que se destacou quanto às estimativas de CGC para os caracteres foi (8) Pretinho, que apresentou valores de CGC positivos e significativos para os teores de ferro e proteína, destacando-se principalmente para o teor de ferro, no qual obteve o valor mais elevado dentre os demais genótipos testados.

Os valores obtidos para a capacidade específica de combinação (CEC) dos cruzamentos entre os genótipos parentais mostram que dentre os mais promissores para propiciar um ganho no teor de ferro, destacaram-se (4) TE97-304G-4 x (8) Pretinho e (2) BRS Xiquexique x (5) IT89K-205-8, que obtiveram um valor de CEC bastante superior aos estimados para os demais cruzamentos (Tabela 3).

Os cruzamentos que apresentaram maiores valores para as estimativas da CEC referente ao teor de zinco foram: (1) BRS Tumucumaque x (7) MNC99-541F-15, (2) BRS Xiquexique x (5) IT89K-205-8, (3) TE97-304G-4 x (5) IT89K-205-8, (4) MNC05-843B-88 x (5) IT89K-205-8, (4) MNC05-843B-88 x (6) IT97K-1042-3 e (4) MNC05-843B-88 x (8) Pretinho. No que diz respeito ao teor de proteína nos grãos de feijão-caupi, alguns cruzamentos obtiveram estimativas de CEC positivas e significativas: (1) BRS Tumucumaque x (5) IT89K-205-8, BRS (2) Xiquexique x (5) IT89K-205-8, (4) MNC05-843B-88 x (6) IT97K-1042-3, (6) IT97K-1042-3 x (8) Pretinho e (7) MNC99-541F-15 x (8) Pretinho.

Tabela 2. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) para oito genótipos de feijão-caupi utilizados como genótipos parentais, para os teores de ferro (Fe), zinco (Zn) e proteína (PTN) dos grãos. Teresina, PI, 2010.

Caracteres	Genótipos parentais ^{1/}							
	1	2	3	4	5	6	7	8
T. ferro	-4,47**	0,89	-1,18	1,47	0,72	-0,85	-3,10*	6,52**
T. zinco	-0,89	-0,27	1,19	-1,10	3,14**	-0,81	-2,27**	1,02
T. proteína	-0,83**	-1,04**	-0,64**	0,55**	-0,33*	1,51**	-0,70**	1,50**

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

^{1/} (1) BRS Tumucumaque, (2) BRS Xiquexique, (3) TE97-304G-4, (4) MNC05-843B-88, (5) IT89K-205, (6) IT97K-1042-3, (7) MNC99-541F-15, (8) Pretinho.

Tabela 3. Resumo das estimativas da capacidade específica de combinação (CEC) para os teores de ferro, zinco e proteína nos grãos de 28 híbridos de feijão-caupi, Teresina, PI, 2010.

Cruzamento ^{1/}	Caracteres avaliados						
	Teor de ferro		Teor de zinco		Teor de proteína		Erro
	A	B	Valor	Erro	Valor	Erro	
1	5	-1,57	2,56	-0,39	1,81	2,13**	0,41
1	7	2,94	2,56	6,69**	1,81	-2,38**	0,41
2	5	11,73**	2,56	4,31*	1,81	1,76**	0,41
3	5	-0,86	2,56	4,18*	1,81	-0,25	0,41
4	5	-0,52	2,56	3,81*	1,81	-1,59**	0,41
4	6	5,06	2,56	4,43*	1,81	1,14**	0,41
4	8	20,36**	2,56	5,94**	1,81	-0,78	0,41
5	5	1,90	2,86	-5,10*	2,03	1,20*	0,46
6	8	3,69	2,56	2,31	1,81	3,13**	0,41
7	8	1,27	2,56	2,77	1,81	1,95**	0,41

* e ** significativos a 5% e 1% de probabilidade, pelo teste F, respectivamente.

A e B, representam os genótipos parentais paternos e maternos, respectivamente.

^{1/} (1) BRS Tumucumaque; (2) BRS Xiquexique; (3) TE97-304G-4; (4) MNC05-843B-88; (5) IT89K-205-8; (6) IT97K-1042-3; (7) MNC99-541F-15; (8) Pretinho.

Conclusões

Os efeitos aditivos foram mais importantes que os não-aditivos para os teores de proteína, ferro e zinco nos genótipos de feijão-caupi estudados, possibilitando a obtenção direta de ganhos com a seleção desses caracteres. O genótipo parental Pretinho e o cruzamento entre TE97-304G-4 x Pretinho são os mais indicados para propiciarem ganhos satisfatórios no teor de ferro nos grãos de feijão-caupi. O parental IT89K-205 e os cruzamentos BRS Xiquexique x IT89K-205-8, TE97-304G-4 x IT89K-205-8 e MNC05-843B-88 x IT89K-205 são indicados para incrementar o teor de zinco nos grãos. Para a melhoria do teor de proteína nos grãos de feijão-caupi, os genótipos parentais: MNC05-843B-88, IT97K-1042-3 e Pretinho; e os cruzamentos: IT97K-1042-3 x Pretinho, MNC05-843B-88 x IT97K-1042-3, e MNC99-541F-15 x Pretinho, são os mais adequados.

Referências

BARRETO, A. L. H. et al. Avaliação dos conteúdos de ferro, zinco e proteína em linhagens de feijão-caupi tipo verde. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 148).

COMPONENTES de médias, variâncias e covariâncias. In: RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; ZIMMERMANN, M. J. de O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro.** Goiânia: UFG, 1993. Cap. 3, p. 29-75.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. v. 1, 480 p.

FRANCO, L. J. D. et al. Avaliação dos conteúdos de ferro, zinco e proteína em linhagens de feijão-caupi tipo fradinho. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 148).

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v. 9, p. 463-493, 1956.

ROCHA, M. M. et al. Biofortificação do feijão-caupi no Brasil: estado atual e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DE BIOFORTIFICAÇÃO NO BRASIL, 3., 2009, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 148).

SAS/STAT user's guide. Version 8. 6th ed. Cary: SAS Institute, 1997. 2 v.

SILVA, D. J. da; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.