

EFEITO MATERNO NA EXPRESSÃO DOS TEORES DE PROTEÍNA, FERRO E ZINCO NO GRÃO DE FEIJÃO-CAUPI

Jeane de Oliveira Moura⁽¹⁾, Maurisrael de Moura Rocha⁽²⁾, Regina Lúcia Ferreira Gomes⁽³⁾, Kaesel Jackson Damasceno e Silva⁽²⁾, Francisco Rodrigues Freire Filho⁽²⁾, Luis José Duarte Franco⁽⁴⁾, Jéssica Daniele Lustosa da Silva⁽⁵⁾ e Mario Henrique Rodrigues Mendes Torres⁽⁶⁾

⁽¹⁾Mestranda do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, PI, jeaneprofessora@hotmail.com; ⁽²⁾Pesquisadores da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, mmrocha@cpamn.embrapa.br, kaesel@cpamn.embrapa.br, freire@cpamn.embrapa.br; ⁽³⁾Professora do Departamento de Fitotecnia da UFPI, Teresina, PI, rlfomes@ufpi.edu.br; ⁽⁴⁾Analista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, duarte@cpamn.embrapa.br; ⁽⁵⁾Graduanda em Engenharia Agrônômica da UFPI, jessica.04lustosa@hotmail.com; ⁽⁶⁾Graduando em Ciências Biológicas da UFPI

Resumo – O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma excelente fonte nutricional e representa o alimento básico, principalmente da população carente do Nordeste brasileiro. O desenvolvimento de genótipos de feijão-caupi com maiores teores de proteínas, ferro e zinco é uma alternativa para minimizar os problemas nutricionais em populações carentes. A escolha da melhor estratégia de seleção para biofortificação depende do controle genético desses caracteres. O objetivo desse trabalho foi investigar se existe efeito materno na expressão dos teores de proteína, ferro e zinco em grãos de feijão-caupi. Foram realizados cruzamentos entre os genótipos parentais BRS Xiquexique, IT-98K-205-8 e IT-97K-1042-3, incluindo os seus recíprocos e retrocruzamentos das gerações F₁ com o parental BRS Xiquexique. As gerações F₁, resultantes dos cruzamentos e dos retrocruzamentos, foram avançadas para a geração F₂. As populações F₂ resultantes de cruzamentos e de retrocruzamentos, juntamente com seus recíprocos, foram avaliadas em blocos inteiramente casualizados, com oito tratamentos e três repetições. 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 contraste entre as médias de recíprocos foi realizado por meio do teste t. Existe variabilidade genética entre as populações para os teores de proteína, ferro e zinco em ambos os cruzamentos e efeito materno na expressão desses caracteres nas populações de feijão-caupi estudadas.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; controle genético; caracteres nutricionais

Abstract – Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) is an excellent source of nutrition and represents the staple food mainly of the poor people in Northeastern Brazil. The development of cowpea genotypes with higher protein, iron and zinc is an alternative to minimize the nutritional problems in population's com nutritional deficiency. The choose of the best strategy of selection for biofortification depends on the genetic control these traits. The aim of this work was to investigate whether there is maternal effect on the expression of protein, iron, and zinc content in grain of cowpea. Crosses were done between BRS Xiquexique, IT-98K-205-8, and IT-97K-1042-3 parents, including its reciprocal, and backcrossing the F₁ with the parental BRS Xiquexique. The F₁ generation resulting from crosses and backcrosses were advanced to F₂. F₂ populations resulting crosses and backcrosses, together with their reciprocals, were evaluated in a completely randomized design with eight treatments and three replications. Protein content was determined by the Kjeldahl method and iron and zinc content through of nitric-perchloric digestion and reading in atomic absorption

spectrophotometer. There is genetic variability among populations for protein, iron and zinc content in both crosses and maternal effect on expression of these traits at cowpea populations studied.

Keywords: *Vigna unguiculata*; genetic control; nutritional traits

Introdução

O feijão-caupi é uma excelente fonte de nutrientes e representa alimento básico para as populações de baixa renda do nordeste brasileiro (ANDRADE JÚNIOR et al., 2003).

O problema da fome e da baixa qualidade alimentar é bastante acentuado nas populações das regiões Norte e Nordeste do Brasil. Uma maneira de amenizar essa situação seria fornecer alimentos naturais, biofortificados, acessíveis e de tradição (NUTTI et al., 2009).

O acúmulo de minerais no grão de feijão ocorre de maneira diferenciada no tegumento e nos cotilédones; assim, a investigação de efeito materno na expressão dos teores de minerais no grão faz-se necessária. Isso porque tegumento é tecido materno e os cotilédones são produtos da fecundação, ou seja, são tecidos que estão presentes em gerações diferentes (RAMALHO et al., 2008).

Em feijão-comum, efeito materno foi constatado na expressão do teor de proteína (TP) e do teor de ferro (TFe) por Jost et al. (2009). Ribeiro (2010), investigando o potencial de aumento da qualidade nutricional do feijão-comum via melhoramento genético, também observou efeito materno na expressão do TFe e do TP nos grãos e, segundo este autor, isso tem implicação direta na seleção e na condução das populações segregantes obtidas por programas de melhoramento.

A genética do teor de zinco (TZn) em feijão comum foi estudada por Rosa (2009), que não encontrou efeito materno na expressão desse caráter.

Em feijão-caupi, a herança do TP nos grãos de dois cruzamentos foi investigada por Emebiri (1991) e este concluiu que em ambos os cruzamentos, a comparação do TP nos grãos de gerações de segregação recíproca indicou a influência de fatores citoplasmáticos.

Genótipos parentais de feijão-caupi com altos TFe e TZn nos grãos estão sendo usados em estudos genéticos para elucidar o modo de herança de diferentes caracteres relacionados à qualidade e também para o melhoramento e seleção de novas variedades biofortificadas e com alta produtividade (SINGH e AWIKA, 2010).

O potencial de cruzamentos dialélicos em feijão-caupi, visando a biofortificação dos TFe, TZn e TP, foi avaliado por Carvalho (2011). Esse autor encontrou que os efeitos aditivos foram mais importantes que os não-aditivos no controle desses caracteres.

Este trabalho teve o objetivo de investigar se existe efeito materno na expressão dos teores de proteína, ferro e zinco no grão de feijão-caupi.

Material e Métodos

Foram utilizados nesse estudo, como parentais, os genótipos: BRS Xiquexique (P_1), cultivar rica em Fe e Zn, procedente do Programa de Melhoramento da Embrapa Meio-Norte; IT-98K-205-8 (P_2), linhagem rica em Fe; e IT-97K-1042-3 (P_3), linhagem rica em zinco, ambas provenientes do Internacional Institute of Tropical Agriculture (IITA), em Ibadan, Nigéria.

Os cruzamentos entre os genótipos parentais (P_1 , P_2 e P_3), incluindo os recíprocos, foram realizados em condições de telado na Embrapa Meio-Norte, durante o segundo semestre de 2009. Foram feitos quatro cruzamentos: C_1 - BRS Xiquexique x IT-98K-205-8, C_2 - IT-98K-205-8 x BRS Xiquexique, C_3 - BRS Xiquexique x IT-97K-1042-3, C_4 - IT-97K-1042-3 x BRS Xiquexique; quatro retrocruzamentos, utilizando a BRS Xiquexique como parental feminino; e obtidas as gerações F_1 e F_2 .

Nesse estudo foram avaliados os caracteres TP, TFe e TZn, na geração F_2 (semente) resultantes dos cruzamentos e retrocruzamentos, totalizando oito populações. Os tratamentos foram representados por uma parcela contendo 10 plantas.

As análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Embrapa Meio-Norte. Três amostras de grãos de cada população foram lavadas em água destilada e secadas em estufa a 65°C. Posteriormente cada amostra foi triturada em moinho de bolas de zircônio. O TP foi determinado pelo método de Kjeldahl (A.O.A.C., 1990) e o TFe e TZn, por meio de digestão nítrico-perclórica e leitura em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme Sarruge e Haag (1974).

As populações F_2 resultantes de cruzamentos e retrocruzamentos foram avaliadas em delineamento de blocos inteiramente casualizado com três repetições, sendo considerado como fixo o efeito de populações. Adotou-se o modelo de acordo com a equação abaixo:

$$Y_{ij} = u + P_i + E_{ij}$$

onde:

u = média geral

P_i = efeito da i -ésima população, com $i = 1, 2, \dots, p$.

E_{ij} = erro experimental médio, com $E_{ij} \sim \text{NID}(0, \sigma_e^2)$

Com o objetivo de investigar o efeito materno na expressão dos caracteres TP, TFe e TZn, foram estimados os contrastes entre médias das populações F_2 e seus recíprocos, por meio do teste t ($P < 0,05$) para dados não-pareados, ou seja, comparação entre médias de duas populações quaisquer, com aplicação do teste de homogeneidade de variâncias. Neste caso, se a herança do caráter é controlada por genes nucleares, as médias de cruzamentos/retrocruzamentos e de seus recíprocos serão idênticas ($h_o = 0$). Porém, se o caráter é devido a efeitos citoplasmáticos, as médias dos cruzamentos recíprocos serão diferentes ($h_o \neq 0$). Adicionalmente, as médias das populações também 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

As análises de contraste entre médias dos cruzamentos e retrocruzamentos e seus recíprocos mostraram que pelo menos um dos contrastes testados foi significativo ($P < 0,05$) para todos os caracteres (Tabela 1), destacando-se o contraste $F_2RC_{1(P_1 \times P_2)}$ vs $F_2RC_{2(P_2 \times P_1)}$. Maior evidência de efeito materno foi observada para o TP e para o TZn, onde dos quatro contrastes analisados, três foram significativos. O TFe apresentou apenas um dos contrastes significativos.

Tabela 1. Estimativas de médias de populações F₂ de feijão-caupi e do contraste entre médias de cruzamentos/retrocruzamentos e seus recíprocos para os caracteres nutricionais¹. Teresina, PI, 2009.

População	TP (%)	TFe (mg kg ⁻¹)	TZn (mg kg ⁻¹)
F ₂ C ₁ (P ₁ x P ₂)	26,55c	65,95a	56,20a
F ₂ C ₂ (P ₂ x P ₁)	26,77b	62,13b	53,91b
F ₂ C ₁ (P ₁ x P ₂) vs F ₂ C ₂ (P ₂ x P ₁)	5,82 ^{(2)*}	1,66 ^{ns}	2,16 ^{ns}
F ₂ C ₃ (P ₁ x P ₃)	26,62c	65,21a	56,77a
F ₂ C ₄ (P ₃ x P ₁)	27,04a	60,80b	55,39a
F ₂ C ₃ (P ₁ x P ₃) vs F ₂ C ₄ (P ₃ x P ₁)	17,14 ^{(2)*}	2,14 ^{ns}	2,91*
F ₂ RC ₁ (P ₁ x P ₂)	26,45d	64,86a	55,40a
F ₂ RC ₂ (P ₂ x P ₁)	24,90e	60,82b	53,09b
F ₂ RC ₁ (P ₁ x P ₂) vs F ₂ RC ₂ (P ₂ x P ₁)	19,04 ^{(2)*}	12,43*	7,75*
F ₂ RC ₃ (P ₁ x P ₃)	26,65c	63,77a	54,21b
F ₂ RC ₄ (P ₃ x P ₁)	26,27d	59,82b	54,99a
F ₂ RC ₃ (P ₁ x P ₃) vs F ₂ RC ₄ (P ₃ x P ₁)	1,89 ^{(2)ns}	1,82 ^{ns}	3,38*
Média geral	26,40	62,93	55,00

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott (P<0,05); ^{ns}Não significativo; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste t; ⁽¹⁾Teor de proteína (TP), teor de ferro (TFe) e teor de zinco (TZn); ⁽²⁾Valor de t.

Constatou-se diferenças entre médias de cruzamentos e seus recíprocos (p<0,05) em todos os casos, exceto entre médias de F₂C₃(P₁ x P₃) e F₂C₄(P₃ x P₁) para o TZn. A ocorrência de diferenças entre cruzamentos e seus recíprocos comprova que o fenótipo do descendente é dependente do genótipo materno (JOST et al., 2009), ou seja, de acordo com os resultados da Tabela 1, ocorre efeito materno na expressão dos TP, Fe e Zn em feijão-caupi. Segundo Ramalho et al. (2008), o efeito materno é um caso especial de herança controlada por genes nucleares da mãe, porém que são responsáveis por certas condições do citoplasma do óvulo.

Os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com os obtidos por Emebiri (1991), que observou efeito materno na expressão do TP em feijão-caupi; e com Jost et al. (2009), que observaram efeito materno na expressão do TFe em feijão comum. No entanto, estes discordam dos resultados obtidos Rosa (2009), que não encontrou efeito materno na expressão do TZn em feijão comum.

Conclusão

Os teores de ferro, zinco e proteína apresentam efeito materno na expressão do genótipo nas populações de feijão-caupi avaliadas.

Referências

- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A. dos; ATHAYDE SOBRINHO, C.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**. Teresina: Embrapa-Meio Norte, 2003. 110 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistema de Produção, 2).
- 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.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2006. 585 p.
- EMEBIRI, L. C. Inheritance of protein content in seeds of selected crosses of cowpea (*Vigna unguiculata*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 54, p. 1-7, 1991.
- JOST, E.; RIBEIRO, N. D.; CERUTTI, T.; POERSCH, N. L.; MAZIERO, S. M. Potencial de aumento do teor de ferro em grãos de feijão por melhoramento genético. **Bragantia**, v. 68, n.1, p. 35-42, 2009.
- NUTTI, M.; CARVALHO, J. L. V.; WATANABE, E. **Biofortificação do feijão-caupi no Brasil**. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI, 2., 2009. Belém. Da agricultura de Subsistência ao Agronegócio. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. 1 CD-ROM.
- RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. dos; PINTOS, C. A. B. P. **Genética na agropecuária**. 4º ed. Lavras: UFLA. 2008, 463p.
- RIBEIRO, N. D. Potencial de aumento da qualidade nutricional do feijão por melhoramento. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, suplemento 1, p. 1367-1376, 2010.
- ROSA, S. S. Genética dos teores de fósforo e de zinco em sementes de feijão. 2009. 45 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, H. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ. 1974. 54p.
- SINGH, B. B.; AWIKA, J. Breeding high-yielding cowpea varieties with enhanced nutritional and health traits. In: WORLD COWPEA CONFERENCE, 5., 2010, Saly. **Abstracts**. Ibadan: IITA, 2010. p.16.