

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

# V Reunião de Biofortificação no Brasil

Hotel Bourbon | São Paulo – SP | 13 a 15 de outubro de 2015



Embrapa  
Brasília – DF, 2015  
Editora técnica: Marília Regini Nutti

## BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA COM ZINCO EM FEIJÃO-CAUPI

### AGRONOMIC BIOFORTIFICATION OF COWPEA WITH ZINC

Steve Jasson Fernandes Alves<sup>1</sup>, João Augusto Lopes Pascoalino<sup>2</sup>, Milton Ferreira Moraes<sup>3</sup>, Maurisrael de Moura Rocha<sup>4</sup>, Giovana Orso<sup>5</sup>, Henrique Lovatel Villetti<sup>5</sup>

<sup>1,2</sup>Estudante Pós-Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba, PR CEP: 80035-050, Brasil, e-mails: stevejasson@gmail.com; joaumpascoalino@hotmail.com

<sup>3</sup>Professor, Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Valdon Varjão, 6390, Barra do Garças, MT CEP 78600-000, Brasil, e-mail: moraesmf@yahoo.com.br

<sup>4</sup>Pesquisador, Embrapa Meio-Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Bairro Buenos Aires, Teresina, PI CEP 64006-220, Brasil, e-mail: maurisrael.rocha@embrapa.br

<sup>5</sup>Estudante Graduação, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Pioneiros, 2153, Palotina, PR CEP: 89950-000, Brasil, e-mails: henrique.l.villetti@hotmail.com; giovanaorso@hotmail.com

**RESUMO** - O trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agronômicos em cultivares de feijão-caupi. Para isso, conduziu-se experimento em dois ambientes: Palotina-PR e Rio Verde-GO, obedecendo delineamento em blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de feijão-caupi: BRS Guariba e BRS Xiquexique. A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos, sendo as aplicações Zn-F e Zn-S+F as formas mais eficientes. O cultivar BRS Guariba apresentou maior produtividade, já o BRS Xiquexique mostrou maior concentração de nutrientes nos grãos. Entre as variáveis houve correlação positiva entre concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa entre concentração de Zn e produtividade.

**Palavras-chave:** micronutrientes, biofortificação, qualidade de alimentos, fertilizantes.

**ABSTRACT** - The study aimed to evaluate forms of Zn application and its relation with the nutritional quality of grains and agronomic aspects of cowpea cultivars. The experiment was developed in two environments: Palotina-PR and Rio Verde-GO, following a randomized complete block in a factorial 4 x 2, with four replications. Treatments were obtained by the combinations of zinc application forms: (i) without Zn application (control); (ii) Zn soil application (Zn-S); (iii) Foliar Zn application (Zn-F) and (iv) Soil plus foliar application (Zn-S+F) and two cowpea genotypes BRS Guariba and BRS Xiquexique. The application of Zn increased its concentration in the grains and Zn-F and Zn-S+F applications were the most efficient ways. The BRS Guariba showed higher productivity and the BRS Xiquexique the highest concentration of nutrients in the grains. Among the variables there was a positive correlation between concentration of Zn and Fe in the grain and negative between concentration of Zn and yield.

**Keywords:** micronutrients, biofortification, food quality, fertilizers.

### INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) desempenha importante papel na nutrição humana, pois é fonte de proteínas, nutrientes, tais como: ferro (Fe), cálcio, magnésio e zinco, vitaminas (principalmente do complexo B), carboidratos e fibras. Desta forma, o caupi é foco de estudos de biofortificação, juntamente com: trigo, milho, arroz, mandioca, abóbora e batata doce.

A biofortificação do feijão-caupi baseia-se principalmente no melhoramento genético convencional, com seleção de genótipos que acumulam maiores teores de nutrientes nos grãos. Em trabalhos desenvolvidos no banco de germoplasma de feijão-caupi da coleção do Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), na Colômbia, constatou-se que há variabilidade genética suficiente para aumentar em 80% o conteúdo de Fe nos grãos e em 50% o teor de Zn (Beebe et al., 2000). Para complementar as ações do melhoramento genético convencional, outras intervenções visando aumentar a concentração de nutrientes nos grãos de feijão também estão

sendo realizadas, com destaque para a adubação com micronutrientes, ou seja, biofortificação agronômica.

Nesse contexto, os trabalhos de biofortificação do feijão-caupi partiram de teores comuns nos grãos (em torno de 20 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 40 mg kg<sup>-1</sup> de Fe), chegando a 40 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 70 mg kg<sup>-1</sup> de Fe (MORAES et al., 2009). Porém, os teores alvos para Zn e Fe no feijão-caupi, estipulados no Programa HarvestPlus, é de 50 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 100 mg kg<sup>-1</sup> de Fe. Para que seja possível obter os teores nutricionais exigidos, são necessários novos estudos envolvendo cultivares com potencial para biofortificação e manejo da aplicação de Zn. Dessa forma, o trabalho objetivou avaliar formas de aplicação de Zn e sua relação com a qualidade nutricional dos grãos e aspectos agronômicos em cultivares de feijão-caupi.

## MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na área experimental da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola (COODETEC), e consistiram na avaliação de duas cultivares de feijão-caupi a campo, em sistema de plantio direto, no ano de 2012, em dois ambientes: Palotina-PR e Rio Verde-GO.

Os solos solos de Palotina e Rio Verde foram caracterizados como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico e LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Eutroférico, respectivamente, ambos com teores de Zn acima do nível crítico: 3,01 mg dm<sup>-3</sup> em Palotina e 1,97 mg dm<sup>-3</sup> em Rio Verde.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos foram obtidos por combinações de formas de aplicação de Zn: (i) sem aplicação de Zn (controle); (ii) aplicação de Zn no solo (Zn-S); (iii) aplicação de Zn na folha (Zn-F) e (iv) aplicação de Zn no solo e na folha (Zn-S+F) e dois genótipos de feijão-caupi: BRS Guariba, selecionado por ser o cultivar comercial mais plantado no Brasil e BRS Xiquexique, por apresentar potencial para biofortificação.

A aplicação de Zn no solo foi realizada no plantio, com fornecimento de 250 kg ha<sup>-1</sup> do formulado N(8)-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(30)-K<sub>2</sub>O(20), que continha 4% de Zn (equivalente a 10 kg ha<sup>-1</sup> de Zn) na forma de óxido. Para aplicação de Zn foliar, foi utilizada uma solução com 2% de sulfato de zinco penta hidratado (ZnSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), em taxa de aplicação de 200 L ha<sup>-1</sup> (equivalente a 910 g ha<sup>-1</sup> de Zn) aplicado no início do enchimento dos grãos.

Ao final do ciclo da cultura, realizou-se as avaliações de produtividade e qualidade nutricional dos grãos, com quantificação de Zn e Fe por ICP-OES. Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e quando significativos, foram comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para determinar o grau de associação entre as variáveis, calculou-se a correlação linear de Pearson.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As formas de aplicação de Zn aumentaram a concentração do nutriente nos grãos de feijão-caupi de ambos os cultivares e ambientes de produção (Tabela 01). Nota-se que as aplicações Zn-F e Zn-S+F proporcionaram as maiores concentrações de Zn nos grãos, sendo mais eficientes que a aplicação isolada de Zn no solo (Zn-S). Esses resultados corroboram os de Cakmak et al. (2010), que obtiverem menor eficiência da aplicação de Zn no solo, em relação às aplicações foliares e de ambas conciliadas em trigo.

A aplicação de Zn influenciou a concentração de Fe nos grãos de feijão-caupi de ambos os cultivares em Rio Verde (Tabela 01). O aumento da concentração de Fe nos grãos caracteriza um efeito indireto da aplicação do Zn, como também relatado por Moraes et al. (2009). Para a produtividade não houve efeito da aplicação de Zn, em ambos os cultivares e ambientes.

Comparando os cultivares, observa-se que o BRS Xiquexique apresentou maior concentração de Zn nos grãos, enquanto BRS Guariba teve maior produtividade, em ambos os ambientes (Tabela 01). Esse comportamento permite inferir que cultivares com características de biofortificação, como BRS Xiquexique, tendem a ser mais nutritivas, porém, menos produtivas, fato que pode caracterizar um efeito de diluição.

Observou-se correlação positiva para concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa para concentração de Zn e produtividade (Tabela 02), concordando com os resultados de Zhao et al. (2009).

**Tabela 01** - Valores médios da concentração de Zn e Fe nos grãos e produtividade de cultivares de feijão-caupi, em função de formas de aplicação de Zn.

Cultivar	Formas aplicação Zn			
	Controle	Zn-S	Zn-F	Zn-S+F
Palotina				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	40,6 b B	42,3 b B	43,4 a B	45,6 a B
BRS Xiquexique	44,6 b A	44,8 b A	54,0 a A	48,0 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	63,7 a A	64,0 a A	66,2 a A	65,7 a A
BRS Xiquexique	69,2 a A	67,3 a A	64,6 a A	66,3 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	1156 a A	1183 a A	1033 a A	1110 a A
BRS Xiquexique	769 a B	830 a B	715 a B	878 a A
Rio Verde				
Concentração de Zn nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	32,0 b B	33,8 b B	38,0 a B	38,8 a B
BRS Xiquexique	32,0 b A	34,1 b A	48,8 a A	46,6 a A
Concentração de Fe nos grãos (mg kg <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	63,7 b A	63,4 b A	70,5 a A	66,3 a A
BRS Xiquexique	63,7 b A	63,8 b A	67,9 a A	69,4 a A
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )				
BRS Guariba	1199 a A	1234 a A	1186 a A	1213 a A
BRS Xiquexique	803 a B	865 a B	792 a B	830 a B

Valores médios seguidos pela mesma letra, minúsculas entre formas de aplicação e maiúsculas entre cultivares, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Tabela 02** - Correlação entre as variáveis respostas de feijão-caupi, em dois ambientes.

Variável	Produtividade	Teor Zn	Teor Fe
Palotina			
Produtividade	100		
Teor de Zn	-0,54***	100	
Teor de Fe	-0,09 <sup>ns</sup>	0,41**	100
Rio Verde			
Produtividade	100		
Teor de Zn	-0,36**	100	
Teor de Fe	-0,04 <sup>ns</sup>	0,36**	100

\*\* , \* , <sup>ns</sup>, significativo ao nível de 5% e 10% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Zn aumentou a concentração do nutriente nos grãos, sendo as aplicações Zn-F e Zn-S+F as formas mais eficientes. O cultivar BRS Guariba apresentou maior produtividade e o BRS Xiquexique maior concentração de nutrientes nos grãos. Houve correlação positiva entre concentração de Zn e Fe nos grãos e negativa entre concentração de Zn e produtividade.

## REFERÊNCIAS

- BEEBE, S.; GONZALEZ, A.V.; RENGIFO, J. Research on trace minerals in the common bean. Food and Nutrition Bulletin, Boston, v.21, n.4, p.387-391, 2000.
- CAKMAK, I.; KALAYCI, M.; KAYA, Y.; TORUN, A.A.; AYDIN, N.; WANG, Y.; ARISOY, Z.; ERDEM, H.; YAZICI, A.; GOKMEN, O.; OZTURK, L.; HORST, W.J. Biofortification and localization of zinc in wheat grain. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, v.58, n.16, p.9092-9102, 2010.
- MORAES, M.F.; NUTTI, M.R.; WATANABE, E.; CARVALHO, J.L.V. Práticas agrônômicas para aumentar o fornecimento de nutrientes e vitaminas nos produtos agrícolas alimentares. In: LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B.; GUIMARÃES, G.; SOUZA, M.R.M. (Eds.). I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE AGROPECUÁRIA SUSTENTÁVEL. Viçosa: Departamento de Zootecnia - UFV, 2009. p.299-312.

ZHAO, F.J.; SU, Y.H.; DUNHAM, S.J.; RAKSZEGI, M.; BEDO, Z.; McGRATH, S.P.; SHEWRY, P.R. Variation in mineral micronutrient concentrations in grain of wheat lines of diverse origin. *Journal of Cereal Science*, London, v.49, n.2, p.290-295, 2009.

