

Aplicação de fósforo e zinco em cultivar biofortificada de feijão-caupi

Francisco de Brito Melo¹, Milton José Cardoso¹, Edson Alves Bastos¹, Valdenir Queiroz Ribeiro², Luis José Duarte Franco³

Phosphorus and zinc application in biofortified cultivation of cowpea

RESUMO - A baixa produtividade e qualidade de grãos do feijão-caupi é influenciada por vários fatores do processo produtivo, principalmente devido à ausência ou inadequada fertilização do solo, em especial com fósforo e zinco. O trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação com doses de fósforo e zinco na produção e qualidade de grãos de feijão-caupi. O experimento foi conduzido no município de Parnaíba, Piauí, ano 2016, utilizando-se a cultivar BRS Tumucumaque, em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 4, utilizando quatro doses de fósforo (0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) e quatro de zinco (0, 2, 4 e 6 kg de zinco ha⁻¹). A maior eficiência técnica na produtividade de grãos 1.655,1 kg ha⁻¹ é atingida com a aplicação de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ associado a 2,9 kg de Zn ha⁻¹. A dose de 6,0 kg de Zn ha⁻¹ elevou o teor de zinco de 37,4 para 41,3 mg de Zn kg⁻¹ de grãos. A aplicação de 2,9 kg de Zn ha⁻¹ proporciona o valor de 25,9 % de proteína bruta nos grãos, que corresponde a um acréscimo de 1,1 %.

PALAVRAS-CHAVES *Vigna unguiculata*. Mineral nutrition. Produtividade de grãos secos. Qualidade de grãos. Proteína bruta.

Phosphorus and zinc application in biofortified cultivation of cowpea

ABSTRACT - The low grain yield quality of the cowpea is influenced by several factors of the productive process, mainly due to the absence or inadequate fertilization of the soil, especially with phosphorus and zinc. The objective of this work was to evaluate the effect of fertilization with doses of phosphorus and zinc on the production and quality of cowpea beans. The experiment was conducted in the municipality of Parnaíba, Piauí, in 2016, using a cultivar BRS Tumucumaque, in a randomized complete block design, in a 4 x 4 factorial scheme, using four doses of phosphorus (0, 40, 80 and 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹) and four of zinc (0, 2, 4 and 6 kg of zinc ha⁻¹). The highest technical efficiency in grain yield of 1,655.1 kg ha⁻¹ is achieved with the application of 120 kg of P₂O₅ ha⁻¹ associated with 2.9 kg of Zn ha⁻¹. The 6.0 kg dose of Zn

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte. E-mail: Francisco.brito@embrapa.br
Milton.cardoso@embrapa.br edson.bastos@embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Embrapa Meio-Norte. E-mail: valdenir.queiroz@embrapa.br

³ Biólogo, M.Sc., Analista B da Embrapa Meio-Norte. Email: luis.franco@embrapa.br

ha⁻¹ raised the zinc content from 37.4 to 41.3 mg Zn kg⁻¹ of grains. The application of 2.9 kg of Zn ha⁻¹ gives the value of 25.9 % of crude protein in the grains, corresponding to an increase of 1.1 %.

KEY WORDS: *Vigna unguiculata*. Mineral nutrition. Dry grain yield. Grain quality. Crude protein.

INTRODUÇÃO

O fósforo é o nutriente extraído em menor quantidade pela cultura do feijão-caupi, porém é o que mais limita a produtividade da cultura nos solos brasileiros (MELO, et al., 2018).

Em um experimento com feijão-caupi conduzido em Latossolo Amarelo Distrófico de textura média sob diferentes doses de fósforo em Boa Vista, RR sob diferentes doses de fósforo. A máxima eficiência agrônômica foi obtida com a aplicação de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹, com produtividade de grãos de 1.343 kg ha⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2011).

Em relação aos micronutrientes, o zinco é um elemento em que frequentemente sintomas de deficiência são observados nas culturas cultivadas nos solos tropicais. Adicionando a isso o uso da calagem e da adubação fosfatada, práticas essenciais para aumentar a produtividade das culturas, constituem-se em processo indiretos de deficiência de zinco (MELO et al., 2018).

Melo et al. (2017) observaram que a aplicação das doses de 3,6 e 4,2 kg de Zn ha⁻¹ proporcionaram valores de concentrações de 47 e 50 mg de Zn kg⁻¹ de grãos, respectivamente, nas cultivares de feijão-caupi BRS Guariba e BRS Tumucumaque. Quanto aos teores de proteína bruta, as aplicações das mesmas quantidades de zinco ao solo proporcionam o valor de 26 % de proteína bruta, que correspondeu a um acréscimo de 3 %, no teor de proteína quando comparado com a testemunha, nas duas cultivares.

Dada a importância do fósforo e zinco, faz-se necessário a avaliação desses nutrientes, isoladamente e em conjunto, pois embora a interação entre estes seja bastante mencionada na literatura em relação a diversas culturas, há uma notória escassez de informações em relação ao feijão-caupi.

O trabalho objetivou avaliar o efeito da adubação com doses de fósforo e de zinco sobre a produtividade e qualidade nutricional de grãos de feijão-caupi.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de 09/02 a 14/04/2016, na base física da Embrapa Meio-Norte, UEP Parnaíba no município de Parnaíba, PI, em área sob vegetação de Tabuleiros Litorâneos, apresentando coordenadas geográficas de 03° 05' S; 41° 47' W) e altitude de 65 m. A precipitação pluviométrica no período da execução do ensaio foi de 240 mm.

A caracterização inicial do solo, realizada na camada de 0-20 cm, constituiu de: determinação de pH em H₂O = 5,5; 0,4 mmol_c dm⁻³ de K⁺; 19 mmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 4 mmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 5 g dm⁻³ de fósforo (Mehlich); 44 % de saturação por bases; 1,0 mg dm⁻³ de Zn; 890 g kg⁻¹ da fração areia; 24 g kg⁻¹ da fração silte e 86 g kg⁻¹ da fração argila.

Utilizou-se um delineamento em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos no arranjo fatorial 4 x 4, ou seja, quatro níveis de fósforo (0, 40, 80 e 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹) e quatro de zinco (0, 2, 4 e 6 kg de Zn ha⁻¹), nas formas de superfosfato triplo (45 % de P₂O₅) e sulfato de zinco (20 % de Zn), respectivamente. Utilizando-se a cultivar BRS Tumucumaque com três repetições. A unidade experimental foi constituída de seis linhas de 5,0 m, espaçadas em 0,5 m, com densidade de cinco plantas m⁻¹.

Realizou-se uma adubação de fundação com as doses de P₂O₅ (tratamentos), zinco (tratamentos), e potássio (40 kg ha⁻¹).

As variáveis avaliadas foram: PGS (Produtividade de grãos secos, corrigido para 13% de umidade em kg ha⁻¹), NVP (Número de vagens por planta), TPF (Teores de fósforo nos grãos em g kg⁻¹), TZG (Teores de zinco nos grãos, em mg kg⁻¹) e PBG (Proteína bruta nos grãos em %).

Usou-se a regressão na análise de variância seguindo o método proposto por Pimentel-Gomes (2009) e Zimmermann (2014). As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o pacote R (2017).

RESUSTADOS E DISCUSSÃO

Houve interações ($p < 0,01$) em função da aplicação de doses de fósforo e de zinco para produtividade de grãos secos, número de vagens por planta, teores de fósforo nos grãos, teores de zinco nos grãos e teores de proteína bruta nos grãos na cultivar de feijão-caupi avaliada e foram obtidas produtividades de grãos máximas (13% de umidade) de 1.655,1 kg ha⁻¹, tendo como função de resposta $PGS = 1.053,5008 + 5,8067P - 36,6637Zn + 0,4095PZn^2 - 0,0038P^2Zn^2$ com $R^2 = 0,89^{**}$, com aplicações de doses de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e de 2,0 kg de zinco ha⁻¹ (Tabela 1). O componente de produção responsável pela produtividade de grãos máxima foi o número de vagens por planta, com valor de 7,0 vagens por planta e dose de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e de 2,3 kg de zinco ha⁻¹ (Tabela 1) e com coeficiente de correlação médio de 0,63 ($p < 0,01$), tendo as doses de fósforo apresentado comportamento diferenciado em relação às diferentes doses de zinco. Resultados semelhantes foram obtidos por vários autores em feijão-caupi e feijão comum, dentre estes, Silva et al. (2010), Oliveira et al. (2011), Carvalho et al. (2014), Melo et al. (2017) e Melo et al., (2018).

Tabela 1. Equações de regressões de produtividade de grãos secos (PGS em hg ha⁻¹), Raiz quadrada do número de vagens por planta (RQNVP), Fósforo nos grãos (PG em g kg⁻¹ de grãos) Zinco nos grãos (ZnG em mg kg⁻¹ de grãos) e Proteína bruta nos grãos (PBG em %), Cultivar BRS Tumucumaque, Parnaíba, PI, 2016¹.

Variável	Função de resposta	Pontos críticos	Valor estimado	R ²
PGS	$1.053,5008 + 5,8067^{***}P - 36,6637^{\circ}Zn + 0,4095^{***}PZn^2 - 0,0038^{***}P^2Zn^2$	120, 0 ; 2,0	1.655,1	0,89**
RQNVP	$2,4794 - 0,0871^{***}Zn + 0,0004^{***}PZn^2 + 0,0001^{***}P^2Zn^2$	120,0 ; 2,3	7,0	0,63**
PG	$2,6306 + 0,0205^{***}P - 0,0001^{**}P^2 + 0,0099^{***}Zn^2$	120,0 ; 6,0	4,5	0,91**
ZnG	$41,5773 - 0,0574^{***}P + 0,3393^{*}Zn^2$	0,0 ; 6,0	43,6	0,90**
PBG	$24,5503 + 0,0039^{***}P + 0,6219^{***}Zn - 0,1089^{***}Zn^2$	120,0 ; 2,9	25,9	0,68**

¹ o: Significativo (0,10 ≥ P > 0,05); *: Significativo (0,05 ≥ P > 0,01); **: Significativo (0,01 ≥ P > 0,001); ***: Significativo (P ≤ 0,001); RQNVP: Dados transformados em raiz quadrada.

Os teores de zinco e proteína bruta nos grãos se ajustaram a funções de respostas quadráticas, com valores variando de 43,6 g kg⁻¹ de grãos e 25,9 %, com aplicações de 0,0 kg de P₂O₅ ha⁻¹ com 6 kg de Zn ha⁻¹ e de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ com 2,9 kg de Zn ha⁻¹, respectivamente, para (ZnG) e (PBG). Os teores de fósforo nos grãos se ajustaram, também a uma função de resposta quadrática, com valores, variando de 2,7 a 4,5 g kg⁻¹ (Tabela 1).

Outro aspecto a ser considerado é que a aplicação do insumo adubo químico com a presença dos dois nutrientes, na quantidade equilibrada para cada condição de solo e material genético é de suma importância tanto para o aumento de produtividade quanto para a melhoria na qualidade bromatológica dos grãos, ou seja, na qualidade nutricional dos grãos.

A aplicação da dose de 6,0 kg de Zn ha⁻¹ proporciona valor de concentração de 41,3 mg de Zn kg⁻¹ de grãos. Quanto aos teores de proteína bruta, a aplicação de apenas 2,9 kg de Zn ha⁻¹ proporciona o valor de 25,9 % de proteína bruta, que correspondeu a um acréscimo de 1,1 %, no teor de proteína quando comparado com a ausência de zinco.

Quanto aos resultados obtidos na composição dos grãos, Frota et al. (2008) encontraram, com a variedade BRS Milênio em média resultados inferiores aos obtidos neste trabalho (24,5% de proteína bruta e 41 mg de Zn kg⁻¹ de grãos.). Melo et al. (2017) com as cultivares BRS Guariba e BRS Aracê encontraram resultado máximo semelhante para proteína bruta e superiores para, zinco nos grãos, aos obtidos neste trabalho, para as duas cultivares, com valores máximos de 47 e 50 mg de Zn kg⁻¹ de grãos, respectivamente.

CONCLUSÕES

1. A maior eficiência técnica na produtividade de grãos 1.655,1 kg ha⁻¹ é obtida com a aplicação de 120 kg de P₂O₅ ha⁻¹ associado a 2,0 kg de Zn ha⁻¹;

2. A dose de 6,0 kg de Zn ha⁻¹ elevou o valor de concentração de zinco de 37,4 para 41,3 mg de Zn kg⁻¹ de grãos.
3. A aplicação de 2,9 kg de Zn ha⁻¹ proporciona o valor de 25,9 % de proteína bruta, que corresponde a um acréscimo de 1,1 %.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, J. J. et al. Produtividade e teores de nutrientes em grãos de feijão sob diferentes manejos do solo e da irrigação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 8, n. 3, p. 296-307, 2014.
- FROTA, K. M. G. et al. Cholesterol-lowering properties of whole cowpea seed and its protein isolate in hamsters. **Journal of Food Science**, v. 73, n. 9, p. 235-240, 2008.
- MELO, F. de B. et al. Zinc fertilization in cowpea cultivars. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 5 (especial), p. 739-744, 2017.
- MELO, F. de B. et al. Cowpea response to phosphorus and zinc. **Revista Caatinga**, Mossoró. v. 31, n. 1, p. 240-245, 2018.
- OLIVEIRA, G. A. et al. Resposta do feijão-caupi às lâminas de irrigação e às doses de fósforo no cerrado de Roraima. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 872-882, 2011.
- PIMENTEL-GOMES, F. Curso de estatística experimental. 15. ed. Piracicaba: ESALQ, 2009. 451 p. (Biblioteca de Ciências Agrárias “Luiz de Queiroz”, 15).
- R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- SILVA, A. J. da. et al. Respostas do feijão-caupi à doses e formas de aplicação de fósforo em Latossolo Amarelo. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 40, n.1, p. 31-36, 2010.
- ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2. Ed. Ver. Ampl. Brasília. DF: Embrapa; Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. 582 p.