



Acta Scientiarum. Agronomy

ISSN: 1679-9275

eduem@uem.br

Universidade Estadual de Maringá
Brasil

Teixeira, Itamar Rosa; Borém, Aluizio; Guerra da Silva, Alessandro; Kikuti, Hamilton
Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura

Acta Scientiarum. Agronomy, vol. 30, núm. 2, 2008, pp. 255-259

Universidade Estadual de Maringá

Maringá, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026578015>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal

Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura

Itamar Rosa Teixeira^{1*}, Aluizio Borém², Alessandro Guerra da Silva³ e Hamilton Kikuti⁴

¹Universidade Estadual de Goiás, Rod. GO330, km 241, Anel Viário, 75780-000, Ipameri, Goiás, Brasil. ²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. ³Departamento de Agronomia, Universidade de Rio Verde, Rio Verde, Goiás, Brasil. ⁴Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia, Mato Grosso do Sul, Brasil.

*Autor para correspondência. E-mail: itamar.teixeira@ueg.br

RESUMO. Este trabalho teve por objetivo avaliar, em diferentes épocas de cultivo a produção do feijoeiro, submetido à aplicação foliar de fontes e doses de zinco. Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos envolveram a combinação de três safras de cultivo (inverno, águas e seca), duas fontes de zinco (sulfato e cloreto de zinco) e cinco doses de zinco (0, 100, 200, 400 e 800 g ha⁻¹), aplicadas via foliar, aos 25 e 35 dias após emergência da cultura. Na safra de inverno, foram obtidos os maiores rendimentos de grãos e de seus componentes (número de vagens por planta e número de grãos por vagem) e teor foliar de zinco, comparativamente, às safras das águas e seca. Não houve efeito da interação entre épocas de semeadura, doses e fontes de zinco. Em solos com teor de Zn próximo de 2,1 mg dm⁻³, não houve aumento de produtividade para o feijoeiro com a utilização de cloreto ou sulfato de zinco, aplicados via foliar.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, rendimento, adubação, micronutriente.

ABSTRACT. Sources and doses of zinc in common bean cultivated in different sowing seasons. This work was carried out with the objective of evaluating dry bean yield in different seasons, submitted to foliar application of different sources and doses of zinc. A randomized block design with four replications was used in a 3 x 2 x 5 factorial arrangement. The treatments were formed by the combination of three growing seasons ("fall/winter", "spring/summer" and "fall/summer" seasons), two zinc sources (zinc sulfate and zinc chloride) and five zinc doses (0, 100, 200, 400 and 800 g ha⁻¹), divided into leaf sprayings at 25 and 35 days after emergence (DAE). For the winter crop, a greater increase was observed in grain yield, its main components (number of pods per plant and number of grains per plant) and leaf-zinc content, as compared to the other two seasons. There was no interaction between growing seasons, doses and sources of zinc. In soils with zinc content of 2.1 mg dm⁻³, the addition of this nutrient by foliar application did not result in increase of bean yield.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, yield, fertilization, micronutrient.

Introdução

No Brasil, apesar de a produtividade média do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) ser de apenas 715 kg ha⁻¹ (Conab, 2006), a cultura apresenta característica empresarial em determinadas situações, com o emprego de alto nível tecnológico, especialmente na terceira época de cultivo, denominada inverno, quando é possível obter produtividades superiores a 3.500 kg ha⁻¹. Esta época de cultivo ocorre na região de cerrado, sendo realizada por médios e grandes produtores. Há outras duas épocas tradicionais de cultivo dessa leguminosa (Fabacea), "águas" e "seca", que ainda são responsáveis, em grande parte pela produção brasileira, com predominância de

pequenos produtores, com adoção de baixo nível tecnológico na atividade.

Neste aspecto, a nutrição mineral de plantas destaca-se como um dos fatores mais importantes para a obtenção de elevadas produtividades, entretanto, muitas vezes, é negligenciada por técnicos e produtores.

Nos solos tropicais, em especial os de cerrado, o zinco destaca-se como o micronutriente mais limitante ao desenvolvimento das plantas (Teixeira *et al.*, 2004a e b; Gonçalves Jr. *et al.*, 2006), daí a necessidade de sua adição, visando maximizar a produção. Sua essencialidade para as plantas ocorre em razão da sua participação como cofator funcional, estrutural ou regulador de grande número de

enzimas (Marschner, 1995). É essencial para a síntese do triptofano que, por sua vez, é o precursor do ácido indolacético, uma auxina (Taiz e Zeiger, 1998). Segundo Römheld (2001), o sintoma típico de deficiência de Zn é caracterizado pela clorose das folhas novas, por causa de distúrbios na formação de cloroplastos e de degradação da clorofila, associado à deformação das mesmas, a exemplo da chamada “folha pequena”, que ocorre em função da remobilização limitada desse nutriente nas plantas.

O feijoeiro é classificado com planta altamente sensível à deficiência de zinco (Martens e Westermann, 1991), fazendo com que, em condições em que este nutriente seja limitante ao desenvolvimento da cultura, seja necessário o seu fornecimento via adubação. Para Martinez *et al.* (2005), mesmo que a deficiência de zinco ocorra nos estádios iniciais de crescimento da planta, pode contribuir para substancial redução na produtividade.

Com relação à recomendação de zinco para o feijoeiro, constata-se que a mesma é bastante variável. O teor de zinco encontrado nas plantas também sofre grande variação, em função especialmente dos fatores do solo e das espécies e/ou cultivares. Geralmente, os teores adequados encontrados nas plantas situam-se em torno de 3 a 150 mg kg⁻¹, em que comumente são encontrados sintomas de deficiência quando estes estão abaixo de 20 mg kg⁻¹ (Malavolta *et al.*, 1997).

As pesquisas referentes a micronutrientes são raras, comparativamente às investigações envolvendo o uso de macronutrientes; especificamente no caso do feijoeiro, poucos são os trabalhos que abordam o assunto, e, em muitos casos, com resultados contraditórios. No caso do zinco, por exemplo, há casos em que a sua adição promoveu acréscimo significativo de produção (Silveira *et al.*, 1996; Teixeira *et al.*, 2004a) e, em outros, ausência de resposta (Lima *et al.*, 1999). Outro fator que contribui para agravar a problemática dos estudos, envolvendo a aplicação do zinco, é que grande parte dos trabalhos desenvolvidos, geralmente, utilizam misturas, tornando difícil distinguir o seu real efeito sobre a planta do feijoeiro.

Este trabalho teve como objetivo avaliar, nas três safras de cultivo do feijoeiro, o efeito de diferentes fontes e doses de zinco sobre a produtividade e seus componentes primários, bem como os teores foliares de zinco.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental pertencente à Universidade Estadual

de Goiás - Unidade Ipameri, em Ipameri, Estado de Goiás, nas safras de “inverno”, de 2004; “águas” de 2004/2005; e “seca”, de 2005, na mesma localidade. As coordenadas geográficas da área são 17°43'19" latitude Sul e 48°09'35" longitude Oeste. A altitude do município é de 820 m e o clima regional é classificado como Cwa-Mesotérmico Úmido, com precipitação e a temperatura média anual de 1.750 mm e 25°C, respectivamente (Seplan, 2005).

Uma amostra composta da camada de 0-20 cm do solo foi coletada e analisada. Os resultados das análises químicas foram: pH (H₂O) 6,0; P (mg dm⁻³) 2,0; K (mg dm⁻³) 58; Ca (cmol dm⁻³) 4,0; Mg (cmol dm⁻³) 1,2; Al (cmol dm⁻³) 0,0; H+Al (cmol dm⁻³) 2,0; m (%) 0,0; V (%) 65; B (mg dm⁻³) 0,7; Cu (mg dm⁻³) 1,5; Fe (mg dm⁻³) 32,0; Mn (mg dm⁻³) 10,2 e Zn (mg dm⁻³) 2,1. O extrator utilizado para quantificar os teores dos micronutrientes catiônicos do solo, incluindo o zinco, foi o Mehlich-1.

Adotou-se o delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 3 x 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três épocas de cultivo (inverno, águas e seca), combinadas com duas fontes de zinco (cloreto e sulfato de zinco) e cinco doses de zinco (0, 100, 200, 400 e 800 g ha⁻¹), aplicadas via foliar.

As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, sendo utilizadas as duas linhas centrais como área útil.

Nas três safras, os solos foram preparados de maneira convencional (uma aração e duas gradagens), e a calagem foi dispensada. A adubação básica foi realizada integralmente na semeadura, empregando-se 20 kg ha⁻¹ de N (úrea), 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (superfosfato simples) e 60 kg ha⁻¹ de K₂O (cloreto de potássio). Durante a semeadura, foi aplicado, juntamente com o fertilizante, o inseticida Forate. Aos 20 dias após emergência (DAE), foi realizada a adubação de cobertura na dose de 40 kg ha⁻¹ de N, na forma de sulfato de amônio, aplicado manualmente em filete contínuo, ao lado das plantas.

As semeaduras foram realizadas manualmente, em 15/6/2004, 20/11/2004 e 15/2/2005 nas safras de inverno, águas e seca. A cultivar Pérola foi utilizada na densidade de 12 plantas por metro.

As doses de zinco foram divididas em duas aplicações, aos 25 e 35 dias após emergência - DAE. Para maior precisão das doses, as aplicações dos tratamentos com Zn foram realizadas com pulverizador costal, com pressão constante de CO₂ (45 lb pol⁻²) e haste de um bico, conduzido à altura de 50 cm acima das plantas. O volume de calda

utilizado foi equivalente a 300 L ha⁻¹, adicionando-se 1% (v/v) de Assist como espalhante adesivo.

Após cada aplicação, foi constatado um período mínimo de 72 horas, sem a ocorrência de chuvas, possibilitando o maior aproveitamento dos produtos. Durante as aplicações, com auxílio de lonas plásticas (6,0 x 1,8 m), nos dois lados da parcela, evitou-se a deriva das pulverizações.

O experimento de inverno foi conduzido com irrigação por aspersão convencional, e o da seca foi realizada apenas com irrigação complementar. Os demais tratos culturais, nas três safras, foram os usualmente aplicados à cultura.

Por ocasião do pleno florescimento, foram coletados 20 trifólios, em cada parcela, para determinação do teor de zinco, conforme recomendação de Malavolta *et al.* (1997). Após a coleta, as folhas foram lavadas em água deionizada, secadas e levadas para estufa de circulação forçada de ar, a 72°C, até massa de equilíbrio, sendo, posteriormente, moídas para o preparo da amostra.

Na maturação, nas três safras, as seguintes características agrônômicas foram avaliadas: rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa de 100 grãos).

Os componentes do rendimento foram determinados a partir de amostra aleatória de dez plantas tomadas na área útil de cada parcela. O rendimento de grãos foi determinado pela pesagem da totalidade dos grãos colhidos na área útil, após a trilha de todas suas plantas, incluindo a referida amostra de dez plantas. Também foi determinada a umidade dos grãos, e, então, o valor obtido foi corrigido para 13% de umidade.

Todas as características foram submetidas à análise de variância. Quando constatada significância, empregou-se o teste de Tukey, a 5% de probabilidade para comparação entre as médias de épocas de cultivo e fontes de zinco. Para as doses de zinco, empregou-se a análise de regressão, para comparação dos resultados obtidos. A escolha das equações foram baseadas na significância dos termos da regressão, no coeficiente de determinação e no comportamento biológico das características avaliadas.

Resultados e discussão

O teor foliar de Zn, o número de vagens por planta, o número de grãos por vagem, a massa de 100 grãos e o rendimento de grãos foram influenciados pelas safras de cultivo; enquanto o teor foliar de Zn, pelas doses de zinco isoladamente. Não foi observado qualquer efeito das fontes de zinco

utilizadas, bem como da ocorrência de interações entre safras de cultivo e fontes e doses de Zn ($p > 0,05$). Verifica-se que os coeficientes de variação obtidos com as características avaliadas foram compatíveis com os normalmente obtidos em experimentos com feijoeiros (Abreu *et al.*, 1994).

As maiores produtividades foram obtidas na safra de inverno (1.738 kg ha⁻¹), seguido pela da seca (1.504 kg ha⁻¹) e das águas (1.268 kg ha⁻¹) (Tabela 1), valores acima da média brasileira, que segundo a Conab (2006), situa-se em torno de 803; 542 e 901 kg ha⁻¹, respectivamente, para o inverno, águas e seca. O elevado rendimento de grãos obtido nas safras de inverno e seca resultou certamente da utilização de irrigação quando necessária. Além disso, a menor incidência de pragas e doenças associada aos menores problemas com plantas daninhas também contribuiu decisivamente para obtenção dos referidos patamares de produtividades. Estas observações condizem com as afirmações de Araújo e Ferreira (2006), de que o cultivo de feijão da seca e de inverno proporciona menores problemas fitossanitários e obtém-se um produto de melhor qualidade pelo fato da ausência de chuva na colheita, o que leva, conseqüentemente, à obtenção de melhores preços no mercado.

Tabela 1. Valores médios do teor foliar de Zn (TFZ), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de 100 grãos (MCG) e rendimento de grãos (RG) do feijoeiro submetido a diferentes fontes de zinco em três safras de cultivo.

Fatores	Características avaliadas				
	TFZ (mg kg ⁻¹)	NVP	NGV	MCG (g)	RG (kg ha ⁻¹)
Safras de cultivo					
Inverno	32 a	8,8 a	5,2 a	25,9 a	1738,3a
Águas	25 b	7,4 b	4,6 b	24,0 b	1267,9c
Seca	26 b	7,9 ab	4,3 b	24,7 b	1504,5b
Fontes de zinco					
Cloreto de zinco	29	7,9	4,7	25,0	1499,4
Sulfato de zinco	28	8,2	4,6	24,8	1507,7
Médias	28	8,0	4,7	24,9	1463,6
C.V. (%)	15,2	20,7	16,0	5,2	25,6

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não difere significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O componente do rendimento de grãos mais estreitamente relacionado com o rendimento de grãos é o número de vagens por plantas, que foi maior na safra de inverno (8,8) e da seca (7,9), corroborando, assim, os acréscimos do rendimento de grãos, resultados estes condizentes com os de Teixeira *et al.* (2004a). Nas águas, são mais frequentes as ocorrências de temperaturas elevadas, as quais, conforme relato de Andrade *et al.* (2006), constituem o fator climático de maior influência no vingamento de flores e retenção final de vagens do

feijoeiro.

Apesar de o número de grãos por vagem e massa de 100 grãos serem característica genética, com menor variação em função do ambiente, constatarem maiores valores no inverno. Este resultado é justificado pela melhor disponibilidade de água e por temperaturas mais amenas, que freqüentemente favorecem o enchimento de vagens, diminuindo a ocorrência de vagens mal formadas. (Tabela 1). Para as referidas características, não foi notada diferença entre as safras das águas e da seca, o que pode ser atribuído ao fornecimento da irrigação complementar na seca, atenuando a insuficiência de água antes da etapa R8, ou formação de grãos (Silveira e Stone, 1994).

Os teores de zinco, nas folhas do feijoeiro, foram maiores no inverno (32 mg kg^{-1}), comparativamente às épocas das águas e da seca, com valores de 25 e 26 mg kg^{-1} , respectivamente (Tabela 1). Conforme Fageria (2000), os teores foliares de zinco considerados adequados para o bom desenvolvimento do feijoeiro situam-se em torno de 35 mg kg^{-1} . Desta maneira, pode-se constatar que o teor de Zn obtido está próximo ao valor considerado adequado para o bom desenvolvimento do feijoeiro, o que foi justificado pela ausência de sintoma de deficiência.

Houve resposta significativa do feijoeiro à adição de doses de zinco somente sobre o teor foliar deste nutriente (Tabela 2), tendo sido obtido 58 mg kg^{-1} de Zn, com a dose de 800 g ha^{-1} de zinco, independente da fonte usada. Ressalta-se que, nas três safras de cultivo, as aplicações foliares de ambas as fontes ocasionaram lesões nas folhas, nas maiores doses usadas, o que se deve provavelmente, a problemas de fitotoxidez, pois o teor de Zn obtido estava bem acima daquele considerado adequado (35 mg kg^{-1}). Frissa-se, entretanto, que este problema não promoveu redução de rendimento de grãos.

Tabela 2. Equações de regressão ajustadas e médias do número de vagens por planta e de grãos por vagem, massa de 100 grãos, teor foliar de zinco e rendimento de grãos do feijoeiro, em função de doses de zinco.

Características avaliadas	Unidade	Equação de regressão	R ²
Zn na folha	mg kg^{-1}	$\hat{y} = 23,6 + 0,0425^{**}N$	0,97
Vagens por planta	n.º	$\hat{y} = \bar{y} = 8,0$	-
Grãos por vagem	n.º	$\hat{y} = \bar{y} = 5,0$	-
Massa de 100 grãos	g	$\hat{y} = \bar{y} = 25,0$	-
Rendimento de grãos	kg ha^{-1}	$\hat{y} = \bar{y} = 1504,0$	-

** Significativo a $p < 0,01$.

A aplicação foliar de zinco foi eficaz em

aumentar os teores foliares desse nutriente nas folhas dos feijoeiros. Estes resultados corroboram as afirmações de Martinez et al. (2005) e Franco et al. (2005), de que o zinco apresenta alta mobilidade no floema das plantas, sendo retranslocado da parte aérea para o sistema radicular e vice-versa. Neste contexto, pode-se dizer que, para os casos de comprovada deficiência de zinco em lavouras implantadas, a aplicação foliar torna-se eficaz em solucionar o problema, entretanto, nos plantios posteriores, é recomendável que se promova a adubação com zinco na base, ou seja, via solo.

A falta de resposta do feijoeiro à aplicação foliar das doses de zinco, apresentado pelo rendimento e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos), pode ser atribuído ao teor adequado deste nutriente encontrado no solo ($2,1 \text{ mg dm}^{-3}$), pois, de acordo com Fageria et al. (2000), solos com teor de zinco acima de $0,7 \text{ mg dm}^{-3}$, quantificado pelo extrator Mehlich 1, podem ser considerados adequados para a cultura do feijão. Esta afirmativa está consonante aos resultados de Teixeira et al. (2004a e b) que encontraram resposta dos feijoeiros à adubação com zinco em solo, no qual o teor desse nutriente estava em torno de $0,5 \text{ mg dm}^{-3}$, e que foi classificado como deficiente.

Conclusão

Comparativamente às safras das águas e da seca, a de inverno destacou-se como a mais produtiva.

Em solo com teor de zinco próximo de $2,1 \text{ mg dm}^{-3}$, a aplicação foliar de cloreto ou sulfato de Zn promove acréscimo linear do seu teor nas folhas do feijoeiro, mas não influencia o rendimento de grãos.

Referências

- ABREU, A.F.B. et al. Progresso do melhoramento genético do feijoeiro nas décadas de setenta e oitenta nas regiões sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 105-112, 1994.
- ANDRADE, M.J.B. et al. Exigências edafoclimáticas. In: VIEIRA, C. et al. (Ed.). *Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 67-86.
- ARAÚJO, G.A.A.; FERREIRA, A.C.B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C. et al. (Ed.). *Feijão*. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 87-114.
- CONAB-Companhia Nacional de Abastecimento. *Safra 2004/2005*. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.br/safras.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2006.
- FAGERIA, N.K. Níveis adequados e tóxicos de zinco na produção de arroz, feijão, milho, soja e trigo em solo de cerrado. *Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.*, Campina Grande,

v. 4, n. 3, p. 390-395, 2000.

FRANCO, I.A.L. *et al.* Translocação e compartimentalização de Zn plicado via ZnSO₄ e ZnEDTA nas folhas de cafeeiro e feijoeiro. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 2, p. 332-339, 2005.

GONÇALVES JUNIOR, A.C. *et al.* Avaliação de extratores e fitodisponibilidade de zinco para a cultura do milho em Latossolo Vermelho eutroférico. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 28, n. 1, p. 7-12, 2006.

LIMA, S.F. *et al.* Resposta do feijoeiro à adubação foliar de boro, molibdênio e zinco. *Cienc. Agrotec.*, Lavras, v. 23, n. 2, p. 462-467, 1999.

MALAVOLTA, E. *et al.* Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997.

MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. 2nd ed. New York: Academic Press, 1995.

MARTENS, D.C.; WESTERMANN, D.T. Fertilizer applications for correcting micronutrient deficiencies. In: MORTVEDT, J.J. *et al.* (Ed.). *Micronutrients in agriculture*. 2nd ed. Madison: Soil Science Society of America, 1991. p. 549-591.

MARTINEZ, H.E.P. *et al.* Translocação e compartimentalização de Zn em função de doses aplicadas em feijoeiro e cafeeiro via radicular. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 491-497, 2005.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de

deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M.E. *et al.* (Ed.). *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq, 2001. p. 70-84.

SEPLAN-Secretária de Planejamento do Estado de Goiás. *Coordenadas geográficas dos municípios*. Disponível em: <<http://portalsepin.seplan.go.gov.br/anoario/situacao fisica/tabela1.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2005.

SILVEIRA, P.M. *et al.* Resposta do feijoeiro irrigado a boro, zinco e molibdênio. *Cienc. Agrotec.*, Lavras, v. 20, n. 2, p. 198-204, 1996.

SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação do feijoeiro por aspersão. *Inf. Agropecu.*, Belo Horizonte, v. 17, n. 178, p. 28-34, 1994.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. 2nd ed. Redwoodcy: Benjamin/Cummings, 1998.

TEIXEIRA, I.R. *et al.* Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a "cerrado" soil. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 61, n. 1, p. 77-81, 2004a.

TEIXEIRA, I.R. *et al.* Teores de clorofila em plantas de feijoeiros influenciadas pela adubação com manganês e zinco. *Acta Sci. Agron.*, Maringá, v. 26, n. 2, p. 147-152, 2004b.

Received on October 19, 2006.

Accepted on August 08, 2007.