

# FONTES E DOSES DE ZINCO PARA ADUBAÇÃO FOLIAR DA CULTURA DA SOJA

João Victor Silva BERNARDES<sup>(1)\*</sup>; Valdeci ORIOLI JÚNIOR<sup>(2)</sup>; Leonardo Queiroz de MELO<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Estudante, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

<sup>(2)</sup> Professor, Instituto Federal do Triângulo Mineiro, IFTM, Uberaba, Minas Gerais, Brasil.

\* Autor Correspondente: E-mail: [joaovictorsilvabernardes@gmail.com](mailto:joaovictorsilvabernardes@gmail.com)

**RESUMO:** A fertilização foliar com micronutrientes é uma prática bastante usual na cultura da soja, visando fornecimento de um ou mais nutrientes. Contudo, informações que permitam auxiliar na tomada de decisão quanto à fonte do nutriente, doses e tamanho de partículas no caso de suspensões fluidas, são escassas. Objetivou-se, por meio deste estudo, avaliar a eficiência de fontes com tamanho de partícula diferentes e doses de zinco em aplicação foliar na cultura da soja. Para tal, foi conduzido um experimento no IFTM – *Campus* Uberaba durante dois anos consecutivos, em um Latossolo Vermelho distrófico com teor inicial de  $1,02 \text{ mg dm}^{-3}$  de Zn. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial  $3 \times 5 + 1$ , sendo três fontes de Zn, cinco doses (0, 50, 100, 200, 400  $\text{g ha}^{-1}$  de Zn) aplicadas via foliar e um tratamento adicional onde foi aplicado, via solo, 2  $\text{kg ha}^{-1}$  de Zn. O número de vagens por planta foi avaliado, bem como a massa de mil grãos e o rendimento de grãos da cultura. No primeiro ano de cultivo, as fontes e doses de zinco não exerceram influência significativa nas variáveis analisadas. Contudo, no segundo cultivo, o número de vagens por planta foi influenciado pelas doses de Zn, sendo a dose de 157,77  $\text{g ha}^{-1}$  a que proporcionou o maior número de vagens por planta. As demais variáveis analisadas não foram influenciadas pelos tratamentos.

**Palavras-Chave:** Nanopartículas; micropartículas; óxido de zinco.

## INTRODUÇÃO

O zinco é o micronutriente que mais limita o desenvolvimento vegetal na condição natural dos solos brasileiros, sendo, seu fornecimento, de particular importância para o cultivo de plantas. Inocêncio et al. (2012), estudaram a resposta da soja a adubação com zinco e notaram que a aplicação foliar com óxido e sulfato de zinco proporcionaram incremento na produtividade de grãos, mesmo em solos com teores de zinco acima do nível crítico para a cultura. Os mesmos autores apontam para a necessidade de readequação das recomendações de manejo da adubação com zinco em solos da região do Cerrado e que os estudos da avaliação agrônômica de novas fontes de zinco ainda são escassos e não oferecem informações conclusivas quanto à sua eficiência.

Diferentes fontes de micronutrientes são encontradas na agricultura. Dessas fontes, os quelatos, nitratos, sulfatos e cloretos podem ser solúveis em água, enquanto que no grupo das fontes insolúveis encontram-se os carbonatos, fosfatos, óxidos, dentre outras (ALCARDE e VALE, 2003). A eficiência do óxido de zinco provavelmente é dependente do tamanho da partícula. Segundo Mortvedt (1992), o menor

tamanho da partícula possibilita o aumento da superfície específica do fertilizante e da taxa de dissolução de fertilizantes com baixa solubilidade em água, como o óxido de zinco.

Partículas de menor tamanho, em escala nanométrica, podem melhorar as práticas agrícolas, como a nutrição vegetal. Estas têm propriedades novas com base em características específicas, tais como tamanho, distribuição e morfologia, quando comparadas com partículas maiores do material de origem. Essas características de solubilidade das nanopartículas de óxido de zinco podem ser exploradas para melhorar a eficiência dos fertilizantes fornecedores de zinco (RUTTKAY-NEDECKY et al., 2017).

Embora novas fontes e formulações tenham sido utilizadas e estudadas nos últimos anos, existe a necessidade do conhecimento das fontes insolúveis, tal como o óxido de zinco. Além disso, estudos de doses e métodos mais eficientes de aplicação de suspensões concentradas a base de óxidos, por exemplo, são necessários.

Dessa forma, objetivou-se avaliar os componentes de produção e a produtividade da soja em função de fontes, com diferentes solubilidade e tamanho de partículas, e doses de zinco aplicadas via foliar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante dois anos (safra 2016/ 2017 e 2017/ 2018) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro na cidade de Uberaba – MG.

O solo da área é caracterizado, segundo Embrapa (2006), como Latossolo Vermelho distrófico de textura média. Os atributos químicos do solo da área são: pH (H<sub>2</sub>O) 5,22; MO = 1,43 dag kg<sup>-1</sup>; P = 1,95 mg dm<sup>-3</sup>; P-rem = 19,87 mg L<sup>-1</sup>; K<sup>+</sup> = 0,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 0,76 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,35 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B = 0,08 mg dm<sup>-3</sup>, Cu = 1,53 mg dm<sup>-3</sup>, Fe = 101,81 mg dm<sup>-3</sup>, Mn = 72,29 mg dm<sup>-3</sup>, Zn = 1,02 mg dm<sup>-3</sup>.

O arranjo experimental foi em blocos ao acaso em esquema fatorial 3x5+1, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em três fontes de zinco, sendo sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub> – 210 g kg<sup>-1</sup> de Zn), suspensão de óxido de zinco com 90% das partículas até 1,8 µm (ZnO<sub>m</sub> – 1.000 g L<sup>-1</sup> de Zn) e suspensão de óxido de zinco com 50% de suas partículas com até 0,4 µm (ZnO<sub>n</sub> – 1.100 g L<sup>-1</sup> de Zn), e cinco doses do micronutriente (0; 50; 100, 200 e 400 g ha<sup>-1</sup>), as quais foram aplicadas em duas pulverizações foliares, sendo metade da dose fornecida no estádio V4 e metade em V8 em ambos os anos de cultivo. Além disso, adotou-se também, um tratamento adicional onde o zinco foi fornecido via solo na dose de 2 kg ha<sup>-1</sup>, utilizando-se o sulfato de zinco como fonte.

As parcelas experimentais foram compostas por seis linhas com cinco metros de comprimento. A área útil das parcelas correspondeu aquela das quatro linhas centrais, desconsiderando um metro de cada extremidade. No primeiro ano, foi utilizada a cultivar RK 6316 IPRO a uma população de 250.000 plantas ha<sup>-1</sup> enquanto que, no segundo ano, foi utilizada a cultivar Monsoy 6410 IPRO a uma população de 320.000 plantas ha<sup>-1</sup>.

Após a maturação fisiológica das plantas, foi avaliado o número de vagens. Posteriormente a colheita e a trilhagem de grãos, foi avaliada massa de mil grãos e o rendimento de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste F ( $\alpha = 0,05$ ) e, quando constatada diferenças, realizou-se o teste Tukey ( $\alpha = 0,05$ ) para comparação de fontes e análise de regressão polinomial para o estudo dos efeitos de dose.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 é possível verificar que durante o primeiro ano de cultivo as fontes utilizadas não influenciaram o número de vagens por planta, independentemente da dose de zinco aplicada. Diferentemente, no segundo ano, houve influência das doses, como é possível observar na Tabela 1 e Figura 1. A dose que proporcionou o maior número de vagens foi de 157,77 g ha<sup>-1</sup>. O fato de haver resposta em função das doses pode relacionado ao teor de Zn no solo e exigência da cultura pelo nutriente. A soja não se caracteriza como cultura altamente exigente em Zn. Assim, embora o teor de Zn no solo antes do início do experimento estivesse baixo, no primeiro cultivo é possível que a disponibilidade do nutriente tenha sido suficiente para a cultura. No entanto, após a exportação de Zn decorrente da colheita dos grãos no primeiro ano, a disponibilidade de Zn no solo pode não ter sido suficiente para promover adequada formação de vagens.

Independentemente da fonte e da dose de zinco utilizada, as aplicações não influenciaram a massa de mil grãos nem o rendimento de grãos. Gonçalves Júnior et al. (2009), testando doses de zinco, utilizando como fonte o sulfato de zinco, verificaram que as doses aplicadas não influenciaram o rendimento de grãos. Contrastante a isso, Inocêncio et al. (2012), notaram que o fornecimento de zinco a cultura da soja, mesmo em solo com teor inicial de 3,6 mg dm<sup>-3</sup> de Zn, houve aumento da produtividade da cultura.

Oliveira et al. (2017), avaliando doses de zinco em duas épocas de aplicação, notaram que houve incremento na produtividade assim como na massa de 100 grãos, sobretudo quando as doses foram aplicadas quando a cultura se apresentava em estágio fenológico V9.

## CONCLUSÃO

A aplicação de Zn, via foliar ou via solo, independentemente da fonte do nutriente, não influenciou a produtividade de grãos de soja.

O número de vagens por planta foi influenciado pela adubação foliar no segundo cultivo de soja. A dose de 157,77 g ha<sup>-1</sup> de Zn propiciou o maior número de vagens por planta.

A massa de 1000 grãos não foi influenciada pelo fornecimento de Zn.

## REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C.; VALE F. Solubilidade de micronutrientes contidos em formulações de fertilizantes, em extratores químicos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa-MG, v.27, n. 2, p.363-372 2003.

EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: Embrapa Produção de Informação, 2006. 306p.

GONÇALVES JÚNIOR, A. C.; NACKE, H.; MARENGONI, N. G.; CARVALHO, E. A.; COELHO, G. F. Produtividade e componentes de produção da soja adubada com diferentes doses de fósforo, potássio e zinco. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 34, n. 3, p. 660-666, 2010

INOCÊNCIO, M. F.; RESENDE, Á. V. R., FURTINI NETO, A. E.; VELOSO, M. P.; FERRAZ, F. M.; HICKMANN, C. Resposta da soja à adubação com zinco em solo com teores acima do nível crítico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n.10, p.1550-1554, 2012.

MORTVEDT, J. J. Crop response to level of water soluble zinc in granular zinc fertilizers. **Fertilizer Research**, n. 33, p.249–255. 1992.

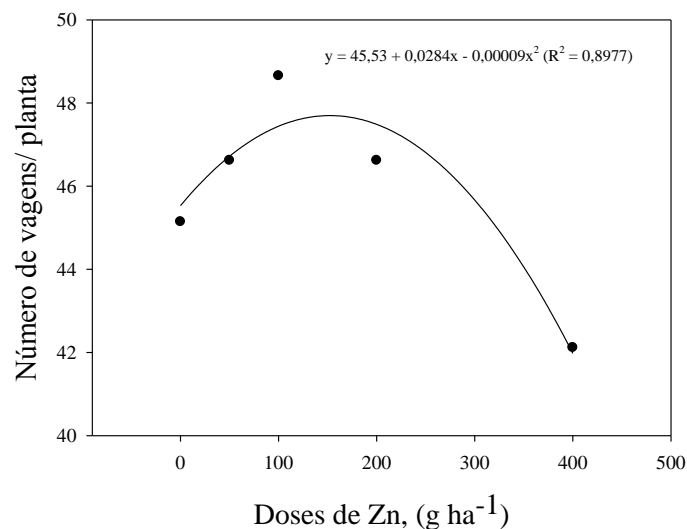
OLIVEIRA, F.C.; BENETT, C.G.S; BENETT, K.S.S; SILVA, L. M.; VIEIRA, B.C. Diferentes doses e épocas de aplicação de zinco na cultura da soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia -MS, v.4, p.28-35, 2017.

RUTTKAY-NEDECKY, B.; KRYSTOFOVA, O.; NEJDL, L.; ADAM, V. Nanoparticles based on essential metals and their phytotoxicity. **Journal of Nanobiotechnology**. p.15:33, 2017.

**Tabela 1.** Número de vagens por planta (NVP), massa de mil grãos (g) e rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) em função de fontes e doses de zinco.

	1º Ano			2º Ano		
	NVP	MMG (g)	RG (kg ha <sup>-1</sup> )	NVP	MMG (g)	RG (kg ha <sup>-1</sup> )
<b>Fonte (F)<sup>1</sup></b>						
ZnSO <sub>4</sub>	50,3	166,7	4630,9	46,2	132,9	3666,5
ZnO <sub>m</sub>	51,2	162,8	4692,9	46,0	132,4	3617,5
ZnO <sub>n</sub>	53,7	165,5	4613,2	45,3	131,9	3573,2
<b>Teste F</b>	0,75 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>
<b>DMS (α = 0,05)</b>	6,9	5,6	311,6	3,7	4,5	343,3
<b>Dose (D)<sup>2</sup></b>						
0	52,4	166,0	4618,6	45,1	134,0	3842,5
50	48,0	159,0	4516,9	46,6	133,7	3741,7
100	54,7	166,3	4588,7	48,7	132,7	3549,5
200	52,3	165,7	4708,8	46,6	131,5	3531,9
400	51,1	167,9	4795,4	42,1	130,1	3429,9
<b>Teste F</b>	0,87 <sup>ns</sup>	2,67 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	3,00*	0,90 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>
<b>Regressão</b>	L <sup>ns</sup> Q <sup>ns</sup>	L <sup>ns</sup> Q <sup>ns</sup>	L <sup>ns</sup> Q <sup>ns</sup>	L* Q*	L <sup>ns</sup> Q <sup>ns</sup>	L <sup>ns</sup> Q <sup>ns</sup>
<b>F x D</b>	1,49 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,30 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	1,72 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>
<b>TA<sup>3</sup> x Fatorial</b>	0,20 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>
<b>Média</b>	51,6	164,9	4641,2	45,8	132,3	3612,1
<b>Média fatorial</b>	51,7	165,0	4645,7	45,8	132,4	3619,1
<b>Média TA</b>	49,6	164,2	4574,0	45,3	131,3	3507,0
<b>CV (%)</b>	17,5	4,4	8,8	10,5	5,9	12,4

<sup>1</sup> Fontes de Zn = ZnSO<sub>4</sub>: sulfato de zinco dissolvido em água; ZnO<sub>m</sub>: suspensão líquida contendo micropartículas de ZnO; ZnO<sub>n</sub>: suspensão líquida contendo nanopartículas de ZnO; <sup>2</sup> Doses de Zn aplicadas via foliar, em g ha<sup>-1</sup>, dividido em duas aplicações; <sup>3</sup> Tratamento adicional: aplicação de 2 kg ha<sup>-1</sup> de Zn no solo, utilizando ZnSO<sub>4</sub>; \*Significativo a 5 % de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.



**Figura 1:** Número de vagens por planta em função das doses de Zn.