

## APLICAÇÃO FOLIAR DE DOSES E FONTES DE COBRE E MANGANÊS NOS TEORES FOLIARES DESTES MICRONUTRIENTES E NA PRODUTIVIDADE DA SOJA

Felipe Augusto Reis Gonçalves<sup>1\*</sup>, Felipe Oliveira Xavier<sup>1</sup>, Thaísa Fernanda Oliveira<sup>2</sup>, João de Deus Godinho Júnior<sup>1</sup>, Leonardo Angelo de Aquino<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Mestrando, Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba. Rio Paranaíba – MG. \*E-mail: felipe.a.agro@gmail.com

<sup>2</sup> M.Sc. Engenheira Agrônoma, Doutoranda, Universidade Federal de Lavras. Lavras – MG.

<sup>3</sup> Professor Adjunto IV, Universidade Federal de Viçosa - Campus Rio Paranaíba. Rio Paranaíba – MG.

**RESUMO:** A aplicação foliar é usualmente utilizada em cultivos de soja visando o fornecimento de micronutrientes. A solubilidade das fontes de nutrientes e o uso de agentes quelantes podem influenciar a absorção e a translocação na planta e, por conseguinte, na resposta da soja à adubação foliar. Portanto, objetivou-se avaliar a aplicação foliar de doses e fontes de cobre e manganês nos teores foliares destes micronutrientes e na produtividade da soja. Foram conduzidos quatro experimentos, em duas áreas de cultivo, no ano agrícola 2015/16. Em cada área conduziram-se dois experimentos, sendo um referente a Cu e outro a Mn. Os experimentos foram em esquema fatorial (4 x 3) + 1, o primeiro fator foram as doses de Cu ou Mn e o segundo as fontes (sulfato, sulfato quelatizado com EDTA e óxido micronizado) e um adicional sem o uso destes micronutrientes. Observou resposta quadrática, positiva ou negativa, para as fontes que apresentaram diferença significativa entre doses. Houve aumento do teor foliar de Cu em função de doses em uma das áreas de cultivo, entretanto o mesmo não aconteceu para Mn. Na outra área de cultivo, as fontes óxido de Cu e sulfato de Mn proporcionaram maiores teores foliares destes nutrientes. As fontes e doses de Cu e Mn influenciaram seus respectivos teores foliares, porém não alteraram a produtividade da cultura da soja.

**Palavras-chave:** *Glycine max*. Óxidos. Quelatos. Sulfatos.

### FOLIAR APPLICATION OF COPPER AND MANGANESE DOSES AND SOURCES IN THE FOLIARY CONTENTS OF THESE MICRONUTRIENTS AND SOYBEAN PRODUCTIVITY

**ABSTRACT:** Leaf application is usually used in soybean crops to supply micronutrients. The solubility of nutrient sources and the use of chelating agents may influence plant uptake and translocation and hence soybean response to foliar fertilization. The objective of this study was to evaluate the foliar application of copper and manganese doses and sources in the foliary contents of these micronutrients and soybean productivity. Four experiments were conducted in two growing areas in the agricultural year 2015/16. In each area two experiments were conducted, one referring to Cu and the other to Mn. The experiments were in a factorial

scheme (4 x 3) + 1, the first factor was the Cu or Mn doses and the second was the sources (sulfate, sulphate chelated with EDTA and oxydomicronized) and an additional one without the use of these micronutrients. There was a quadratic response, positive or negative, for the sources that showed a significant difference between doses. There was an increase in leaf content of Cu in function of doses in one of the cultivation areas, but the same did not happen for Mn. In the other cultivation area, the Cu oxide and Mn sulfate sources provided higher leaf contents of these nutrients. The sources and doses of Cu and Mn influenced their respective leaf contents, but did not alter the productivity of the soybean crop.

**Key words:** Chelates. *Glycine max*. Oxides. Sulfates.

## INTRODUÇÃO

A adubação com micronutrientes catiônicos via solo pode apresentar baixa eficiência, principalmente em solos com pH relativamente alto. Nestas condições, as formas solúveis de cobre (Cu) e manganês (Mn) passam rapidamente a formas não solúveis no solo (VALADARES *et al.*, 2014). A aplicação foliar se apresenta como uma alternativa para fornecer o micronutriente de forma eficiente e de rápida absorção (NARIMANI *et al.*, 2010; ZAYED *et al.*, 2011), porque além de possuir menor custo de aplicação (YASSEN *et al.*, 2010) pode ser até 20 vezes mais eficiente que a aplicação via solo (ARIF *et al.*, 2006).

Cultivares de soja (*Glycine max*) com resistência ao glifosate, apresentam menor eficiência de absorção de alguns micronutrientes, principalmente do Mn (MOREIRA *et al.*, 2016). O uso de fontes com maior eficiência de uso pela soja é de suma importância para o alcance de altas produtividades. Dentre as fontes de micronutrientes disponíveis no mercado para aplicação foliar citam-se os sais (sulfatos e cloretos), o quelatizados (sulfatos ou cloretos com quelantes como EDTA) e os óxidos micronizados ou nanoparticulados (KHALEDIAN *et al.*, 2014; PRATO; GÓMEZ, 2014).

As fontes de micronutrientes diferem quanto à solubilidade, translocação na planta, retenção pela cutícula com a possível perda do nutriente pelas chuvas e eficiência na disponibilização do nutriente específico, além de questões econômicas, frente à grande disponibilidade e variabilidade de fertilizantes (BENETT *et al.*, 2012). Diante disso, objetivou-se avaliar a produtividade da soja e teores foliares de micronutrientes em função de doses e fontes de Cu e de Mn aplicados via foliar.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos quatro experimentos, em duas áreas de cultivo no município de Ibiá-MG, no ano agrícola 2015/16. Em cada área conduziram-se dois experimentos, sendo um referente a Cu e outro a Mn. O clima da região é classificado com Cwa, com duas estações bem definidas, segundo Köppen-Geiger. Os solos das áreas de cultivo são classificados como Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa (EMBRAPA, 2013).

Na área 1 o solo apresentou as seguintes características químicas: pH (em H<sub>2</sub>O) = 6,0; P = 8,0 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 4,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,2 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 2,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B = 0,2 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 6,9 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 44,9 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 7,9 mg dm<sup>-3</sup>; M.O = 3,2 g kg<sup>-1</sup>; T = 8,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 66,8 %. A cultivar NS 7000 Ipro foi semeada em 09/11/2015, visando obter população final de 340 mil plantas ha<sup>-1</sup> e colhida em 07/03/2016. A adubação de semeadura constou de 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (11 - 52 - 00) e a de cobertura de 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

Na área 2 o solo apresentou as seguintes características químicas: pH (em H<sub>2</sub>O) = 6,3; P = 13,9 mg dm<sup>-3</sup>; K<sup>+</sup> = 0,34 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca<sup>2+</sup> = 4,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 1,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 1,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; B = 0,2 mg dm<sup>-3</sup>; Cu = 2,5 mg dm<sup>-3</sup>; Mn = 9,5 mg dm<sup>-3</sup>; Zn = 2,0 mg dm<sup>-3</sup>; M.O = 3,1 g kg<sup>-1</sup>; T = 8,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 76,7 %. A cultivar M-Soy 7110 Ipro foi semeada em 15/12/2015, visando obter população final de 360 mil plantas ha<sup>-1</sup> e colhida em 11/04/2016. A adubação de semeadura constou de 200 kg ha<sup>-1</sup> de MAP (11 - 52 - 00) e a de cobertura de 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl.

Em todos os experimentos adotou-se esquema fatorial (4 x 3) + 1, sendo o primeiro fator correspondente as doses, o segundo as fontes e um adicional sem aplicação dos nutrientes via foliar. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. Nos experimentos com Cu utilizaram-se as fontes sulfato de Cu, sulfato quelatizado com EDTA e óxido de Cu moído em partículas de escala micrométrica em suspensão. As doses testadas de Cu foram de 25, 50, 100 e 150 g ha<sup>-1</sup>. Nos experimentos de Mn as fontes utilizadas foram sulfato de Mn, sulfato de Mn quelatizado com EDTA e óxido de Mn moído em partículas de escala micrométrica em suspensão. As doses de Mn testadas foram de 125, 250, 375 e 500 g ha<sup>-1</sup>. Cada unidade experimental foi composta por quatro linhas de 10 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m. As duas linhas centrais foram consideradas úteis, menos 1 m em cada extremidade.

A aplicação dos tratamentos foi realizada com auxílio de pulverizador costal manual, equipado com ponta leque 11002 e regulador de pressão, com volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup>. Realizou-se a aplicação foliar dos micronutrientes quando as plantas de soja encontravam-se nos estádios V5 (quatro trifólios expandidos e o quinto não tocando os bordos) e R1 (50 % das plantas com pelo menos uma flor), aplicando-se metade das doses preconizadas de cada tratamento em cada estágio. Aos 15 dias após a segunda aplicação, aproximadamente no estágio R3 (50 % das plantas com a presença de pelo menos uma vagem), procedeu-se a coleta da terceira folha completamente expandida, do ápice para base, para determinação dos teores de Cu e Mn, segundo métodos descritos em Malavolta *et al.* (1997). Para tal, coletaram-se 10 folhas por parcela. Ao final do ciclo determinou-se a produtividade de grãos livre de impurezas e com umidade corrigida para 13 % (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativas, as interações foram desdobradas. As médias das fontes de micronutrientes testadas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade. O tratamento adicional foi comparado à média do fatorial pelo teste de Dunnett a 5 % de probabilidade. Realizou-se análise de regressão para as

doses dos nutrientes. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio dos softwares Assistat 7.7 beta e Sigma Plot versão 11.0.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interação significativa entre fonte e dose para os teores foliares de Cu e Mn em ambas as áreas (Tabelas 1 e 2). As fontes que apresentaram diferença significativa de doses demonstraram resposta quadrática, seja ela positiva ou negativa (Figura 1). Em trabalho com café, Dias *et al.* (2015) também notaram resposta quadrática dos teores foliares de Cu, em função das doses, para as fontes de sulfato de Cu e sulfato cúprico amoniacal, aplicadas via foliar. Entretanto, nota-se que no presente trabalho essa resposta quadrática não foi de grande expressão, pois a variação de teores tem pouca aplicação dentro do contexto das faixas adequadas relatadas para Cu e Mn na literatura (URANO *et al.*, 2007; KURIHARA *et al.*, 2015).

**Tabela 1.** Desdobramento de teor foliar de cobre, nas áreas 1 e 2, dentro de cada dose aplicada via foliar.

Fontes de Cu	Doses de Cu aplicadas (g ha <sup>-1</sup> )					Média	
	0	25	50	100	150		
Teor foliar de Cu (mg kg <sup>-1</sup> )							
Área 1							
Sulfato	8,5 <sup>ns</sup>	7,9 A	8,2 A	7,9 A	7,8 B	7,9 A	
Quelato		8,2 A	7,7 A	8,1 A	8,9 A	8,3 A	
Óxido		7,9 A	7,8 A	8,2 A	8,7 A	8,2 A	
	F <sub>F</sub> = 2,88 <sup>ns</sup>		F <sub>D</sub> = 5,11 <sup>**</sup>		F <sub>F*D</sub> = 3,01 *		CV (%) = 4,28
Área 2							
Sulfato	11,8 <sup>ns</sup>	11,4 A	11,7 A	12,1 A	11,5 B	11,7 AB	
Quelato		11,4 A	11,5A	12,2 A	10,9 B	11,5 B	
Óxido		12,2 A	11,6 A	11,9 A	12,6 A	12,1 A	
	F <sub>F</sub> = 5,03 *		F <sub>D</sub> = 1,94 <sup>ns</sup>		F <sub>F*D</sub> = 3,23 *		CV (%) = 4,00

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo (p > = 0.05). \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 = < p < 0.05). \*\* significativo ao nível de 1 % de probabilidade (p < 0.01). F<sub>F</sub>: F calculado para fator fonte. F<sub>D</sub>: F calculado para fator dose. F<sub>F\*D</sub>: F calculado para interação fonte x dose.

O teor foliar de Cu não foi influenciado pelas fontes na área 1 (Tabela 1). Na área 2 houve influência das fontes, e o óxido de Cu promoveu maior teor foliar em detrimento do quelato. Na dose de 150 g ha<sup>-1</sup>, o sulfato de Cu proporcionou menor teor foliar do nutriente em relação ao óxido em ambos os experimentos. Houve uma diferença na cinética de absorção e translocação do nutriente na folha. Assim, o quelato EDTA, com menor absorção pela cutícula, pode ter ficado mais retido na mesma, não sendo translocado ao interior da folha.

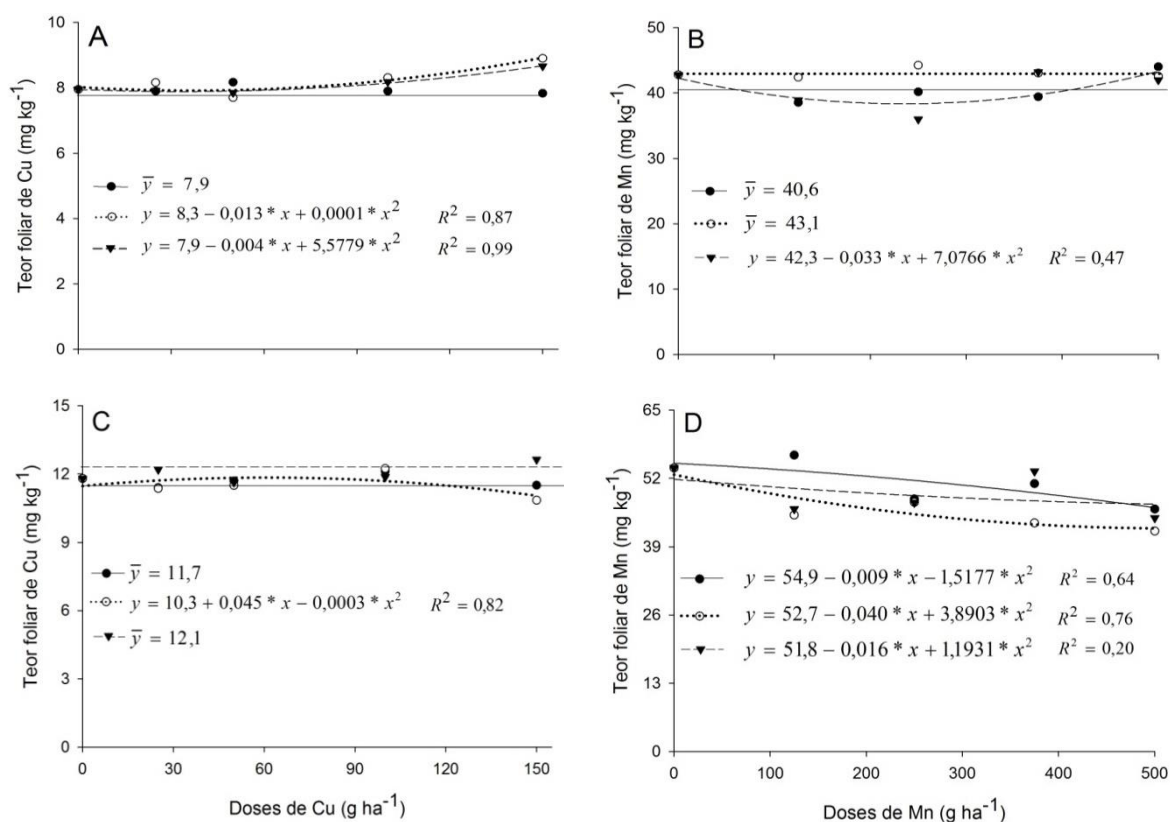
O teor foliar de Mn, na área 1, foi influenciado pelas fontes somente na dose de 250 g ha<sup>-1</sup> (Tabela 2). Nesta, o óxido de Mn proporcionou menor teor foliar deste nutriente. Na área 2, o quelato propiciou o menor teor de Mn na folha. Esses resultados concordam com os encontrados por Benett *et al.* (2012), que observaram menor acúmulo de Mn na palhada de cana de açúcar em plantas tratadas com quelato. Isso reforça que a cinética de absorção de quelato EDTA é menor em comparação com as outras fontes. A dose de Mn influenciou no teor foliar somente na área 2, que de forma geral, foi reduzido em função do aumento da dose (Figura 1).

**Tabela 2.** Desdobramento do teor foliar de manganês nas áreas 1 e 2, dentro de cada dose aplicada via foliar.

Fontes de Mn	Doses de Mn aplicadas (g ha <sup>-1</sup> )					Média
	0	125	250	375	500	
Teor foliar de Mn (mg kg <sup>-1</sup> )						
Área 1						
Sulfato	42,8 <sup>ns</sup>	38,6 A	40,2 AB	39,4 A	44,0 A	40,6 AB
Quelato		42,4 A	44,3 A	43,1 A	42,6 A	43,1 A
Óxido		38,9 A	36,0 B*	43,3 A	42,0 A	40,1 B
	F <sub>F</sub> = 5,08*		F <sub>D</sub> = 2,88 <sup>ns</sup>	F <sub>F*D</sub> = 2,73*		CV (%) = 6,03
Área 2						
Sulfato	54,1 <sup>ns</sup>	56,4 A	48,1 A*	51,0 A	46,2 A*	50,4 A
Quelato		45,0 B*	47,5 A*	43,5 B*	42,0 A*	44,5 C
Óxido		46,2 B*	47,4 A*	53,4 A	44,5 A*	47,9 B
	F <sub>F</sub> = 19,01**		F <sub>D</sub> = 9,11 **	F <sub>F*D</sub> = 6,26 **		CV (%) = 4,92

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de \* diferem do tratamento adicional pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade. <sup>ns</sup> não significativo (p >= 0.05). \* significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 =< p < 0.05). \*\* significativo ao nível de 1 % de probabilidade (p < 0.01). F<sub>F</sub>: F calculado para fator fonte. F<sub>D</sub>: F calculado para fator dose. F<sub>F\*D</sub>: F calculado para interação fonte x dose.

Ambos os experimentos conduzidos na área 2 obtiveram maiores teores foliares, tanto de Cu quanto de Mn, quando comparado com os teores dos experimentos realizados na área 1. Isso pode ter acontecido em função da eficiência de absorção de cada cultivar, visto que vários trabalhos mostram que a resposta da soja à aplicação de micronutrientes varia em função do genótipo utilizado (GORDON, 2007; LOECKER *et al.*, 2010).



**Figura 1.** Desdobramento do efeito de doses de cobre (A e C) ou manganês (B e D) em função das fontes sulfato (●), quelato (○) e óxido (▼), aplicadas via foliar, sobre teores desses nutrientes nas folhas de soja, nas áreas 1 (A e B) e 2 (C e D).

Os tratamentos testados não influenciaram a produtividade em todos os experimentos (Tabela 3). Apesar do maior pH do solo e da possível resposta da soja resistente ao glyphosate à aplicação de micronutrientes metálicos, os teores foliares de Cu e Mn obtidos, estão dentro da faixa considerada adequada para a cultura da soja (URANO *et al.*, 2007; KURIHARA *et al.*, 2015). Nota-se também que não houve diferença significativa entre o fatorial e o adicional (Tabelas 1 e 2), reforçando a não resposta de produtividade em função das fontes e doses estudadas.

Os nutrientes Cu e Mn não estão sendo limitantes à soja, mesmo quando cultivada em solo com pH maior, nos quais se esperaria alguma limitação. Isso pode ter acontecido por menor pH em maiores profundidades do perfil do solo, o que favoreceria a absorção de Mn e de Cu. Também a acidificação da rizosfera da soja causada pela extrusão de prótons no processo de fixação biológica (ILLMER *et al.*, 1995) pode condicionar microsítios de menor pH e favorecer a absorção de micronutrientes metálicos (HINSINGER *et al.*, 2003; TAIZ e ZEIGER, 2004).

**Tabela 3.** Produtividade de soja em função de doses e fontes de cobre e manganês, aplicados via foliar, nas áreas 1 e 2.

Fontes de Cu	Doses de Cu aplicadas (g ha <sup>-1</sup> )					Média
	0	25	50	100	150	
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )						
Área 1						
Sulfato	3845	3455	3533	3393	3569	3487
Quelato		3557	3512	3505	3532	3527
Óxido		3112	3623	3825	4348	3727
		$F_F = 0,55^{ns}$	$F_D = 0,83^{ns}$	$F_{F*D} = 0,71^{ns}$	$CV (%) = 16,63$	
Área 2						
Sulfato	3221	3067	2342	3331	2302	2761
Quelato		2512	2625	3374	3109	2905
Óxido		3664	2805	2706	2882	3014
		$F_F = 0,34^{ns}$	$F_D = 1,08^{ns}$	$F_{F*D} = 1,12^{ns}$	$CV (%) = 25,78$	
Fontes de Mn	Doses de Mn aplicadas (g ha <sup>-1</sup> )					Média
	0	125	250	375	500	
Produtividade (kg ha <sup>-1</sup> )						
Área 1						
Sulfato	3561	3462	3842	3486	3498	3572
Quelato		3714	3778	3539	3441	3618
Óxido		3488	2754	4550	3564	3589
		$F_F = 0,51^{ns}$	$F_D = 0,53^{ns}$	$F_{F*D} = 1,34^{ns}$	$CV (%) = 20,89$	
Área 2						
Sulfato	2863	2895	2638	2439	2447	2605
Quelato		2600	2504	3491	2892	2872
Óxido		2723	3105	2553	2941	2831
		$F_F = 0,57^{ns}$	$F_D = 0,73^{ns}$	$F_{F*D} = 1,03^{ns}$	$CV (%) = 23,71$	

<sup>ns</sup> não significativo ( $p \geq 0.05$ ).  $F_F$ : F calculado para fator fonte.  $F_D$ : F calculado para fator dose.  $F_{F*D}$ : F calculado para interação fonte x dose.

## CONCLUSÃO

As fontes e doses de Cu e Mn influenciam seus respectivos teores foliares, porém não alteram a produtividade da cultura da soja.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARIF, M.; CHOHAN, M. A.; ALI, S.; GUL, R; KHAN S. Response of wheat to foliar application of nutrients. **Journal of Agricultural and Biological Science**, Islamabad, v. 1, n. 4, p.30-34, 2006.

**Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.384-392, 2017



BENETT, C. G. S.; BUZETTI, S.; SILVA, K. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; GARCIA, C. M. P.; ANDREOTTI, M. Fontes e doses de manganês no acúmulo de nutrientes na palhada em cana-de-açúcar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 1, p.8-16, 2012.

DIAS, K. G. L.; CARMO, D.L.; POZZA, A. A. A.; POZZA, E. A; GUIMARÃES, P.T.G. Cobre via foliar na nutrição e na produção de mudas de cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 10, n. 4, p.516-526, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

GORDON, B. Manganese nutrition of glyphosate-resistant and convention also y beans. **Better Crops**, Georgia, v. 91, n. 4, p.12-13, 2007.

HINSINGER, P.; PLASSARD, C.; TANG, C.; JAILLARD, B. Origins of root- mediated pH changes in the rhizosphere and their responses to environmental constraints: A review. **Plant and Soil**, Crawley, v. 248, n. 1, p.43-59, 2003.

ILLMER, P.; BARBATO, A.; SCHINNER, F. Solubilization of hardy soluble  $AlPO_4$  with P-solubilizing microorganims. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 27, n. 1, p.265-270, 1995.

KHALEDIAN, M. S.; MOHAMMADI, K.; JAVAHERI, M. Grain yield and yield componentes of soybean affected by integrated fertilization methods. **International Journal of Agriculture and Forestry**, Elobied, v. 4, n. 3A, p.1-3, 2014.

KURIHARA, C. H.; VENEGAS, V. H. A.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F.; STAUT, L. A. Faixas de suficiência para teores foliares de nutrientes em algodão e em soja, definidas em função de índices DRIS. **Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p.412-419, 2015.

LOECKER, J. L.; NELSON, N. O.; GORDON, W. B.; MADDUX, L. D.; JANSSEN, K. A.; SCHAPAUGH, W. T. Manganese response in conventional and glyphosate resistant soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 102, n. 2, p.606-611, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; SOUZA, L. G. M.; BRUNO, I. P. Bioavailability of nutrients in seeds from tropical and subtropical soybean varieties. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 47, n. 7, p.888-898, 2016.

NARIMANI, H.; RAHIMI, M. M.; AHMADIKHAH, A.; VAEZI, B. Study on the effects of foliar spray of micronutriente on yield and yield componentes of durum wheat. **Archives of Applied Science Research**, Udaipur, v. 2, n. 6, p.168-176, 2010.

PRATO, A. I.; GÓMEZ, M. I. Foliar and soil application of manganese in spinach (*Spinacia oleraceae* L.) grown in a vermicompost substrate. **Revista Colombiana de Ciências Hortícolas**, Bogotá, v. 8, n. 2, p.262-271, 2014.

---

**Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.26, n.3, p.384-392, 2017



TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. São Paulo: Artmed, 2004. 719 p.

URANO, E. O. M.; KURIHARA, C. H.; MAEDA, S.; VITORINO, A. C. T.; GONÇALVES, M. C.; MARCHETTI, M. E. Determinação de teores ótimos de nutrientes em soja pelos métodos chance matemática, sistema integrado de diagnose e recomendação e diagnose da composição nutricional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p.63-72, 2007.

VALADARES, R. V.; VALADARES, S. V.; FERNADES, L. A.; SAMPAIO, R. A. Teores de nutrientes no solo e nutrição mineral do milho em áreas irrigadas com água calcária. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p.169-176, 2014.

YASSEN, A.; ABOU EL-NOUR, E. A. A.; SHEDEED, S. Response of wheat to foliar Spray with urea and micronutrients. **Journal of American Science**, New Haven, v. 6, n. 9, p.14-22, 2010.

ZAYED, B. A.; SALEM, A. K. M.; EL SHARKAWY, H. M. Effect of different micronutrient treatments on rice (*Oriza sativa* L.) growth and yield under saline soil conditions. **World Journal of Agricultural Sciences**, Ithaca, v. 7, n. 2, p.179-184, 2011.