



**Congrega**  
Urcamp 2016

13ª Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa

REVISTA DA JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA ISSN:1982-2960

## **13ª JORNADA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**

### **ARTIGO**

#### **Disponibilidade de Micronutrientes nas Lavouras de Soja da Região da Campanha**

#### **Availability of Micronutrients in the Soybean crops of Rio Grande do Sul Southernmost Plains Area**

**Paulo Ricardo Ebert Siqueira<sup>1</sup> Paulo Ricardo Baier Siqueira<sup>2</sup>**

#### **Resumo**

Na atualidade o Brasil apresenta a maior área de cultivo de soja no mundo, e esta cultura ocupa a maior área de lavouras anuais no país. As elevadas produtividades obtidas com a leguminosa requerem a utilização de uma série de insumos agrícolas e técnicas perfeitamente integradas. A nutrição da planta de forma adequada é um dos condicionantes preliminares para alcançar a potencialidade das atuais cultivares e os recursos naturais como a energia solar e o fluxo de água no solo. Alguns elementos minerais são demandados em quantidades reduzidas pela cultura e recebem a denominação de micronutrientes e apresentam a mesma essencialidade dos macronutrientes demandados em maiores quantidades. O presente trabalho consistiu no estudo da disponibilidade dos micronutrientes cobre, manganês e zinco em lavouras de soja da Região da Campanha destinadas ao cultivo de soja. Foram coletadas amostras de solo em 42 lavouras na safra 2014/2015 e em 46 lavouras na safra 2015/2016. As amostras foram obtidas com a mesma técnica de coleta e encaminhadas para um único laboratório de análise devidamente credenciado. Os níveis dos nutrientes foram categorizados conforme os parâmetros oficiais vigentes. No primeiro ano de estudo o nível de cobre foi alto em 93% das lavouras e em 7% dos casos este nutriente apresentou nível médio. No segundo ano da pesquisa, o nível de cobre foi alto em 96% das áreas, médio em 2% e, em 2%, foi considerado baixo. Os níveis de zinco e de manganês foram altos em 100% das lavouras nos dois anos de estudo. A condição de solos ácidos verificada nas lavouras estudadas contribui para a maior disponibilidade destes nutrientes à soja. Na atualidade os níveis encontrados de cobre, manganês e zinco nas

<sup>1</sup> Curso de Agronomia Urcamp, Eng. Agrônomo Dr. Professor Pesquisador. siqagro@uol.com.br

<sup>2</sup> Cooperativa Agrícola Mista Aceguá Ltda, Eng. Agrônomo M.Sc. agrosiqueira@yahoo.com.br

lavouras regionais são predominantemente altos e indicam haver baixa probabilidade de resposta econômica para o emprego destes elementos na fertilização da soja.

### **Abstract**

Nowadays Brazil has the largest soybean-growing area in the world and this culture occupies the largest area of annual crops in the country. The high yields obtained with legumes require the use of a supply agricultural range and perfectly integrated technics. The plant properly nutrition is one of the preliminary constraints to achieve the potentiality of the current cultivars and natural resources such as the solar energy and water flow in the ground. Some mineral elements are demanded in reduced quantities for the culture and they are called micronutrients and have the same essentiality of macronutrients demanded in larger quantities. This paper is the study of copper, manganese, and zinc micronutrients availability in soybean crops of Rio Grande do Sul Southernmost Plains Area destined to soybean cultivation. Soil samples were collected in 42 crops in 2014/2015 harvest and in 46 crops in 2015/2016 harvest. Samples were obtained with the same technique of collection and forwarded to a single properly accredited analysis laboratory. Nutrient levels were categorized according to the current official parameters. In the first year of study the copper level was high in 93% of crops and in 7% of cases this nutrient had an average level. In the second year of survey, the copper level was high in 96% of areas, average 2% and in 2%, was considered low. Zinc and manganese levels were high at 100% of crops in the two years of study. The condition of acid soils checked in the crops studied contributes to the increased availability of these nutrients to soybeans. In actuality, the levels found of copper, manganese, and zinc in the regional crops are predominantly high and indicate that there is low probability of economic response to the use of these elements in soybean fertilization.

### **Palavras-chave**

Adubação de soja, fertilidade do solo, micronutrientes

### **Keywords**

Soybean fertilization, soil fertility, micronutrients

### **Introdução**

A cultura da soja *Glycine max* L. (Merrill) na safra 2015/2016 foi cultivada em escala mundial em um total de  $120 \times 10^6$  hectares, área superada apenas pelo trigo que ocupou  $224 \times 10^6$ ha, pelo milho com  $177 \times 10^6$ ha, e pelo arroz com  $158 \times 10^6$ ha. As maiores lavouras de soja foram estabelecidas no Brasil ( $33,3 \times 10^6$ ha), nos Estados Unidos da América ( $33,1 \times 10^6$ ha), na Argentina ( $20,0 \times 10^6$ ha) e na Índia ( $11,6 \times 10^6$ ha) (USDA, 2016). Na mesma safra, a soja ocupou 59% da área total de culturas destinadas à produção de grãos no Brasil, seguida pelo milho, pelo feijão e pelo arroz, que ocuparam respectivamente  $15,5$ ,  $3,0$  e  $2,0 \times 10^6$ ha. Os estados brasileiros maiores produtores de soja são: Mato Grosso ( $9,1 \times 10^6$ ha), Rio Grande do Sul ( $5,4 \times 10^6$ ha), Paraná ( $5,4 \times 10^6$ ha) e Goiás ( $3,4 \times 10^6$ ha) e (CONAB, 2016). No Brasil o Estado de Santa Catarina possui a mais elevada produtividade, com  $3,350\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a produtividade média nacional é  $3,043\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  enquanto o Rio Grande do Sul produziu na safra 2015/2016 em média  $2,800\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (CONAB, 2016).

Apesar da capacidade de fixar simbioticamente o nitrogênio do ar, dispensado a adubação com este nutriente, a soja é bastante exigente no suprimento dos demais elementos essenciais e o fornecimento insuficiente destes ao cultivo resulta em baixas produtividades, como verificado em vários países africanos, onde apesar do suprimento satisfatório de luz, água e calor as produtividades do continente são em média de  $1,410\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  enquanto a média mundial é de  $2,650\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (USDA, 2016). Conforme Anieke e Mbah (2014) o emprego reduzido de fertilizantes na África ocorre pelo alto custo destes insumos, variando de duas a seis vezes ao praticado em outros continentes.

## **Material e métodos**

O experimento consistiu no estudo comparativo dos resultados de análises de solo provenientes de lavouras localizadas nos municípios de Aceguá e Bagé, na Região da Campanha do Estado do Rio Grande do Sul e destinadas ao cultivo de soja nas safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. Foram incluídas análises provenientes a partir de um mesmo coletor, obtidas com calador de solo e realizadas em um mesmo laboratório credenciado, resultando em estudo conjunto de 42 e 46 análises, respectivamente para as safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016.

Para os parâmetros considerados foram determinados a média e o erro padrão da média, constituindo desse modo, a lavoura representativa da amostra (Tabelas 1, 2 e 3).

A interpretação dos resultados foi realizada pela frequência das classes e as categorias baseadas em SOCIEDADE (2004).

## **Resultados e Discussão**

As lavouras de soja estudadas na safra 2014/15 foram conduzidas em condições de acidez desfavorável à cultura, havendo potencial hidrogeniônico (pH) em 98% das áreas menor ou igual a 5,4 (parâmetro abaixo do qual o solo é considerado ácido) (SOCIEDADE, 2004). Na primeira safra considerada o pH foi em média  $5,04 \pm 0,04$ . Similarmente na safra 2015/16 as áreas estudadas possuíam em média pH  $5,07 \pm 0,05$  e 89% das áreas apresentou pH menor ou igual a 5,4.

O pH indica a quantidade de íons hidrogênio ( $\text{H}^+$ ) presente no solo, desse modo, quanto menor o pH, mais ácido é o solo e, de forma inversa, menor a disponibilidade de cálcio ( $\text{Ca}^{2+}$ ), magnésio ( $\text{Mg}^{2+}$ ) e potássio ( $\text{K}^+$ ) (RONQUIM, 2010). Nas condições de pH baixo, como o encontrado nas lavouras estudadas há a redução no desenvolvimento radicular em consequência da acidez elevada, e menor capacidade de absorção de nutrientes e de água, reduzindo o potencial produtivo e a tolerância das plantas aos frequentes déficits hídricos da

região (FAGERIA, 1998). Já os micronutrientes cobre, manganês e zinco, por sua vez, tem a disponibilidade aumentada em condições de pH baixo (FAGERIA, 1998), o que explica em parte os níveis predominantemente altos destes micronutrientes nas amostras realizadas.

No primeiro ano de pesquisa o nível de cobre nas amostras variou de 0,4 até 3,1 mg.dm<sup>-3</sup> e foi em média 1,33 ± 0,08 (Tabela 1), nível considerado alto (superior a 0,4) (MANUAL, 2004). No segundo ano de estudo a variação do nível de cobre ocorreu de 0,2 até 2,2 mg.dm<sup>-3</sup> e, em média os teores foram 1,29 ± 0,06 (Tabela 2), nível igualmente alto. Conforme Mascarenhas et al. (2013) o elemento nutricional cobre desempenha função de ativar diversas enzimas e está mais concentrado nos cloroplastos. Os sintomas decorrentes da deficiência deste nutriente são clorose, morte dos brotos apicais e a redução do comprimento dos internós e, a deficiência é verificada predominantemente em condições de solos alcalinos.

O excesso de cobre nas plantas, por sua vez é frequentemente relacionado com a substituição do magnésio no centro da molécula de clorofila por aquele elemento, resultando na inativação da fotossíntese. Pesquisas realizadas com células de soja em meio de cultivo na presença de níveis supostamente tóxicos de cobre evidenciaram a capacidade adaptativa destas células e o aumento da capacidade fotossintética (BERNAL et al., 2006).

Tabela 1. Frequência de nutrientes em amostras de solo de lavouras destinadas ao cultivo de soja na Região da Campanha na Safra 2014/2015. Bagé, 2016.

Nutriente	Intervalo da Categoria e Frequência das Amostras			Parâmetro Médio (Média ± EP)
	Baixo <sup>1</sup>	Médio	Alto	
Cobre	(≤0,2) 0%	(0,2-0,4) 7%	(>0,4) 93%	1,33 ± 0,08
Zinco	(≤0,2) 0%	(0,2-0,5) 0%	(>0,5) 100%	9,49 ± 1,42
Manganês	(≤2,5) 0%	(2,5-5,0) 0%	(>5,0) 100%	84,80 ± 5,24

<sup>1</sup>Unidades expressas em mg.dm<sup>-3</sup>

No primeiro ano de estudo o nível de zinco variou de 0,8 até 45,4 mg.dm<sup>-3</sup> e foi em média 9,49 ± 1,42 (Tabela 1), nível considerado alto (superior a 0,5) e, no segundo ano a variação ocorreu de 0,9 até 13,4 e foi em média 5,02 ± 0,38 mg.dm<sup>-3</sup> (Tabela 2) (MANUAL, 2004).

A absorção do zinco pela soja é diminuída em condições de alta concentração de cátions bivalentes como Ca<sup>2</sup>, alto valor de pH e altas adubações de adubo fosfatado (MASCARENHAS et al., 2013).

Tabela 2. Frequência de nutrientes em amostras de solo de lavouras destinadas ao cultivo de soja na Região da Campanha na Safra 2015/2016. Bagé, 2016.

Nutriente	Intervalo da Categoria e Frequência das Amostras			Parâmetro Médio (Média ± EP)
	Baixo <sup>1</sup>	Médio	Alto	

Cobre	(≤0,2) 2%	(0,2-0,4) 2%	(>0,4) 96%	1,29 ± 0,06
Zinco	(≤0,2) 0%	(0,2-0,5) 0%	(>0,5) 100%	5,02 ± 0,38
Manganês	(≤2,5) 0%	(2,5-5,0) 0%	(>5,0) 100%	51,61 ± 3,11

<sup>1</sup>Unidades expressas em mg.dm<sup>-3</sup>

De modo semelhante ao verificado com o zinco, o nível manganês foi considerado alto (superior a 5,0) (MANUAL, 2004), e variou no primeiro ano desde 18 até 186 e em média ocorreu na concentração de 84,80 ± 5,24 mg.dm<sup>-3</sup> (Tabela 1). Na safra 2015/2016 o nível de manganês novamente foi considerado alto e variou de 19 a 127 e foi em média 51,61 ± 3,11 mg.dm<sup>-3</sup> (Tabela 2).

O manganês é o micronutriente mais frequentemente deficitário para a cultura da soja no Cerrado brasileiro e a deficiência deste elemento reduz a eficiência fotossintética, interfere negativamente na utilização do nitrogênio além de comprometer a síntese de aminoácidos aromáticos e hormônios de crescimento, o que limita o crescimento da planta e a produção da lavoura (MANN et al., 2001).

Respostas produtivas da soja à aplicação de manganês principalmente por via foliar foram observadas por Mann et al. (2001) em solos com pH 6,8, condição na qual a disponibilidade deste nutriente é reduzida. Conforme Lavres Junior et al. (2008) o manganês é um nutriente muito abundante no solo cuja disponibilidade para as plantas aumenta com a diminuição do pH.

No presente trabalho todas as amostras de solos apresentaram níveis de manganês considerados altos, superando em média, entre 10 (segundo ano) e 16 (primeiro ano) vezes o nível de 5mg.dm<sup>3</sup>, considerado como alto (MANUAL, 2004) (Tabelas 1 e 2). Pesquisa realizada no Rio Grande do Sul em solo com teor de manganês considerado alto, não apresentou resposta na produtividade da soja quando da aplicação suplementar deste micronutriente para atenuar os efeitos adversos causados pela aplicação de glifosato sobre a cultura já emergida (BASSO et al., 2011).

Os altos níveis dos micronutrientes Manganês e Zinco nas amostras de solo das lavouras pesquisadas se reveste de especial importância uma vez que na região em estudo o cultivo de soja se dá com variedades geneticamente modificadas e tolerantes ao glifosato. A aplicação deste herbicida nas plantas de soja RR (tolerante ao herbicida glifosato) e RR2 (tolerante ao herbicida glifosato e com a expressão de toxinas da bactéria entomopatogênia *Bacillus thuringiensis*) pode interferir na disponibilidade de zinco e manganês, comprometer a atividade dos cloroplastos e diminuir a fotossíntese além de reduzir a população de microrganismos redutores de manganês no solo (ZOBIOLE, 2011). Deste modo, o suprimento alto destes cátions no solo observado nas presentes análises minimiza a

possibilidade de efeitos prejudiciais do uso de glifosato na cultura, corroborando com o verificado por Basso et al. (2011).

De acordo com Zobiole (2011) as cultivares RR apresentam menor eficiência fisiológica que as convencionais e deste modo necessitam de níveis maiores de nutrientes para expressarem a mesma eficiência fisiológica e produtiva.

As características originais dos solos da região, resultantes do tipo de material de origem e do processo de intemperismo a que foram expostos, proporcionou a geração de solos ácidos e com suprimento de cobre, manganês e zinco em níveis suficientes ao bom desenvolvimento das explorações agropecuárias. Caires e Fonseca (2000) estudaram o efeito da calagem em superfície na cultura da soja em sistema de semeadura direta e concluíram que esta forma de aplicação do corretivo reduz de forma significativa a extração de manganês e de zinco pela leguminosa. O não emprego, na atualidade, na Região da Campanha, da prática de calagem com volumes de corretivos suficientemente altos para elevar o pH do solo até a neutralidade (pH 7,0) ou mesmo à alcalinidade (pH superior a 7,0), mantém estes solos em condições de suprirem adequadamente à necessidade das espécies trabalhadas e, neste caso em particular, a cultura da soja. Alguns nutrientes são necessários à cultura da soja em elevadas proporções, assim com base na matéria seca da planta tem-se a necessidade, por exemplo, de 1,5% de nitrogênio e 1% de potássio, enquanto os nutrientes considerados neste estudo são demandados em partes por milhão (ppm): cobre 6ppm, zinco 20ppm e manganês 50ppm (DOMINGOS et al., 2015). O monitoramento dos níveis destes micronutrientes através de análises de solo frequentes constitui uma ferramenta fundamental para a tomada de decisão para a adoção da fertilização com tais elementos. Estudos realizados sobre a resposta econômica da aplicação de micronutrientes indicaram que há uma estreita relação do retorno econômico positivo com a elevação do preço de venda de soja no mercado e, as respostas favoráveis são esperadas em lavouras de elevada produtividade (CERETTA et al., 2005). Na atualidade os níveis encontrados de cobre, manganês e zinco nas lavouras regionais indicam não haver probabilidade de resposta econômica para o emprego destes elementos na fertilização da soja.

## **Conclusão**

Os elementos manganês e zinco apresentaram nos dois anos agrícolas níveis altos em todas as amostras.

Cobre apresenta níveis altos no solo e raramente ocorrem níveis baixos.

Os solos das lavouras destinadas ao cultivo de soja na Região da Campanha possuem níveis predominantemente satisfatórios de cobre, manganês e zinco.

Não são esperadas respostas produtivas pela adubação com estes nutrientes nas lavouras de soja da região.

## **Referências**

ANIEKWE, N.L.; MBAH, B.N. Growth and yield responses of soybean varieties to different soil fertility management practices in Abakaliki, Southeastern Nigeria. *European Journal of Agriculture and Forestry Research*. v.2, n.4, p.12-31, 2014.

BASSO, C.J. et al. Aplicação foliar de manganês em soja transgênica tolerante ao glyphosate. *Ciência Rural*, v.41, n.10, p.1726-1731, 2011.

BERNAL, M. et al. Excess copper effect on growth, chloroplast ultrastructure, oxygen-evolution activity and chlorophyll fluorescence in *Glycine max* cell suspensions. *Physiologia Plantarum*, v.127, p.312-325, 2006.

CERETTA, C.A. et al. Micronutrientes na soja: produtividade e análise econômica. *Ciência Rural*, v.35, n.3, p.576-581, 2005.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F. Absorção de nutrientes pela soja cultivada no sistema de plantio direto em função da calagem na superfície. *Bragantia*, v.59, n.2, p.213-220, 2000.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. v.3., n.6 Brasília: CONAB, 2016. 140p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_03\\_11\\_15\\_20\\_36\\_boletim\\_graos\\_março\\_2016.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_03_11_15_20_36_boletim_graos_março_2016.pdf)> Acesso em: 1 abr. 2016.

DOMINGOS, C.S.; LIMA, L.H.S.; BRACCINI, A.L. Nutrição mineral e ferramentas para o manejo da adubação na cultura da soja. *Scientia Agraria Paranaensis*, v.14, n.13, p.132-140, 2015.

FAGERIA, N.K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.6, p.6-16, 1998.

LAVRES JUNIOR, J. et al. Influência genotípica na absorção de manganês em soja. Revista Brasileira de Ciência do Solo, n.32, p.173-181, 2008.

MANN, E.N. et al. Efeito da adubação com manganês em diferentes épocas na cultura da soja *Glycine max* Merrill. Ciência e Agrotecnologia, v.25, n.2, p.264-273, 2001.

MASCARENHAS, H.A.A. et al. Deficiência e toxicidade visuais de nutrientes em soja. Nucleus, v.10, n.2, p.281-306, 2013.

RONQUIM, C.C. Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais. Campinas: Embrapa monitoramento por satélite, 2010. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n.8)

SOCIEDADE BRASILEIRA de CIÊNCIA do SOLO. Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 400p.

USDA - United State Department of Agriculture. World Agricultural Production. Foreign Agricultural Series. 28p. Mar. 2016. Disponível em: <  
<http://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf> > Acesso em: 18 mar. 2016.

ZOBIOLE, L.H.S. Glyphosate afeta parâmetros fisiológicos e nutricionais na soja RR e RR2. 2011. 151f. Tese (Doutorado: Agronomia) – Maringá, Universidade Estadual de Maringá, 2011.