

## Cu, Mn e Zn em solos e plantas em áreas de produção olerícola <sup>(1)</sup>.

**Rogério Otávio Schmidt** <sup>(2)</sup>; **Egon José Meurer** <sup>(3)</sup>; **Paulo César do Nascimento** <sup>(3)</sup>; **Marcelo Biassusi** <sup>(4)</sup>; **Fernando Arnutti** <sup>(5)</sup>; **Liane Bianchin** <sup>(6)</sup>.

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de CNPq

<sup>(2)</sup> Estudante; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; E-mail: rogeoschmidt@gmail.com;

<sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>(4)</sup> Engenheiro Agrônomo; Associação Sulina de Crédito e Assistência Rural (EMATER-ASCAR/RS); <sup>(5)</sup> Estudante; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; <sup>(6)</sup> Professora; Universidade FEEVALE.

**RESUMO:** O uso intensivo do solo para a produção agrícola com o emprego de fertilizantes orgânicos e minerais pode aumentar o teor de elementos-traço no solo e nas plantas. O objetivo deste trabalho foi: quantificar os teores de Cu, Mn e Zn em amostras de solos e plantas de alface de áreas de produção olerícola. Os teores de cobre e zinco em nenhuma das áreas cultivadas estiveram acima dos limites de prevenção estabelecido pelo CONAMA. O teor de Mn no solo variou de 41 a 843 mg kg<sup>-1</sup>, entretanto, por não haver limite estabelecido na legislação atual, não foi possível verificar se o teor está adequado ou não. Das 16 propriedades avaliadas, 7 apresentaram acúmulo de cobre, 10 de manganês e 15 de zinco no solo. Não foi observado teor de cobre acima do limite máximo para o consumo humano em nenhuma amostra de alface. Entretanto, o teor de cobre foi maior nas amostras oriundas do cultivo orgânico do que organomineral. O teor de zinco foi maior nas amostras de alface do tipo lisa e mimosa verde das áreas de cultivo organomineral do que as de produção orgânica.

**Termos de indexação:** elementos-traço, *Lactuca sativa*, acúmulo.

### INTRODUÇÃO

O acúmulo de elementos-traço (ETs) como Cu, Mn e Zn em áreas de produção agrícola é uma grande preocupação quanto ao meio ambiente e os alimentos (Zeng et al., 2011). O uso de fertilizantes orgânicos e minerais na produção olerícola pode resultar nesse acúmulo de ETs no solo (Upreti et al., 2009). O incremento e a biodisponibilidade dos ETs são influenciados pela textura do solo, pH, potencial redox (Eh), CO, CTC e pelos teores de óxidos de Fe, Al e Mn (Kabata-Pendias & Mukherjee, 2007; Hooda, 2010). Estes fatores controlam as concentrações de íons metálicos na solução do solo e exercem influência na absorção destes pelas plantas, resultando em maior ou menor acúmulo dos ETs no solo (Sposito et al., 1982). A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma planta cultivada e consumida em todo o território brasileiro. Entre as hortaliças, é a mais cultivada próxima dos centros urbanos. A alface possui capacidade de acumular Cd, Cr, Cu, Pb e Zn em maior quantidade na parte

aérea (Dinardi et al., 2003; Pereira et al., 2011). Essa característica da alface possibilita que ela seja utilizada como planta indicadora da disponibilidade de ETs em áreas de produção olerícola. O uso de plantas acumuladoras como indicadoras de contaminação do solo e do ambiente por ETs é uma ferramenta empregada na determinação da qualidade do solo. O objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de Cu, Mn e Zn em solos e plantas de áreas de produção olerícola sob cultivo orgânico e organomineral dos municípios de Novo Hamburgo e São Leopoldo/RS.

### MATERIAL E MÉTODOS

Nos meses de outubro e novembro de 2011 foram coletadas amostras de solo e de plantas de alface em 16 áreas de produção olerícola, sendo oito áreas sob sistema de cultivo orgânico não certificado (AO), e oito sob cultivo organomineral (OM).

#### Amostragem de solos e plantas

Foram coletadas amostras de solos das áreas cultivadas e de áreas de referência. A área de referência é definida como sendo o local mais próximo possível da área de produção, a qual se situa na mesma cota ou em cota superior à área de produção, e que não esteja sendo utilizada para produção olerícola. As classes de solos ocorrentes nas propriedades são: Argissolo Vermelho nas áreas de cultivo orgânico 1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8, e organomineral 1, 5 e 6; Planossolo Háptico nas áreas de cultivo orgânico 6, e organomineral 2, 3, 4, 7a, 8a e 8b; e Nitossolo Vermelho na área de cultivo organomineral 7b. As amostras de solos foram coletadas conforme método descrito em Embrapa (2009), na profundidade de 0-20 cm. Foram coletadas 49 amostras de plantas (27 das áreas AO e 22 das áreas OM), que estavam prontas para o consumo humano. As amostras de alface foram cortadas à altura de 0,02 m da superfície do solo, e separadas por tipo. Os teores de ETs (Cu, Mn e Zn) do solo e da parte aérea das plantas foram determinados segundo método EPA 3050b (USEPA, 1996). Cada amostra de solo e planta foi avaliada em triplicata. A quantificação dos teores de Cu, Mn e

Zn nos extratos foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica por chama (EAAC).

### Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparação entre médias (Teste t,  $p < 0,05$ ) e à análise de correlação de Pearson (r), por meio do programa ASSISTAT versão 7.6 beta.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 16 propriedades avaliadas, foi observado acúmulo de Cu no solo cultivado em 7 propriedades (5 sob cultivo orgânico e 2 sob cultivo organomineral), em 10 foi verificado acúmulo de Mn (5 sob cultivo orgânico e 5 sob cultivo organomineral) e também em 15 verificou-se acúmulo de Zn (7 sob cultivo orgânico e 8 sob cultivo organomineral). Além disso, observou-se que 4 propriedades apresentaram acúmulo de Cu, Mn e Zn concomitantemente (Cultivo orgânico: AO6 e AO8; Cultivo organomineral: OM7a, OM8a e OM8b). Os teores de Cu, Mn e Zn variaram nas áreas de produção em geral entre 2,9 a 32,3 mg kg<sup>-1</sup>, 41 a 843 mg kg<sup>-1</sup> e 14 a 93 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Não foi observado acúmulo de Cu e Zn nos solos em nenhuma das áreas cultivadas das propriedades de produção olerícola, acima do nível de prevenção estabelecido pelo CONAMA (2009), de 60 mg kg<sup>-1</sup> e 300 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente (**Figura 1**).

O incremento nos teores de Cu, Mn e Zn observado nas áreas de cultivo é resultado do uso de cama de aves na adubação do solo. Este resultado foi observado por Uprety et al. (2009) em experimento de mais de 50 anos de duração, aplicando diferentes tipos de fertilizantes orgânicos e minerais, verificaram acúmulo de Cu, Mn e Zn no solo onde foi aplicado cama de aves.

Não foi observado teor de Cu acima do limite máximo de 10 mg kg<sup>-1</sup> de massa úmida (considerando-se 95,8% de umidade na alface *in natura* pronta para a colheita) estabelecido como sendo seguro para o consumo humano na parte aérea de na maioria das amostras de alface (ANVISA, 1998). O teor médio de Cu nas amostras de plantas coletadas nas áreas de cultivo orgânico e organomineral foi de 7,3 mg kg<sup>-1</sup> e de 4,9 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Também se verificou teor médio de Cu maior ( $p < 0,05$ ) nas amostras de alface oriundas de áreas de cultivo orgânico do que das áreas de cultivo organomineral (**Tabela 1**). Malavolta et al. (2003) obtiveram maior teor de Cu na alface organomineral do que na orgânica. Kirkby & Römheld (2007) afirmam que a adubação nitrogenada diminui a disponibilidade do Cu dentro

da planta, ocorrendo maior acúmulo nas raízes. Esta afirmação confirma o teor médio de Cu menor na parte aérea das plantas oriundas de cultivo organomineral, as quais recebem adubação mineral nitrogenada. O teor médio de Mn nas amostras de alface coletadas nas áreas de cultivo orgânico e organomineral foi de 77,9 mg kg<sup>-1</sup> e de 45,2 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca, respectivamente (**Tabela 1**).

**Tabela 1** - Teores de Cu, Mn e Zn na massa seca da parte aérea das amostras de plantas de alface

Tipo de alface	Orgânica		Organomineral	
	Média	$\sigma$	Média	$\sigma$
----- mg kg <sup>-1</sup> -----				
Cobre				
Americana	6,4 <sup>ns</sup>	2,2	5,0 <sup>ns</sup>	1,3
Lisa	8,8 <sup>ns</sup>	2,7	4,6 <sup>ns</sup>	2,3
Mimosa roxa	8,8 <sup>ns</sup>	4,9	5,7 <sup>ns</sup>	2,1
Crespa	5,8 <sup>ns</sup>	1,9	4,6 <sup>ns</sup>	1,4
Mimosa verde	8,8 <sup>ns</sup>	1,7	5,1 <sup>ns</sup>	0,0
Média	7,3 a	2,4	4,9 b	1,5
Manganês				
Americana	40,1 <sup>ns</sup>	18,6	33,8 <sup>ns</sup>	31,5
Lisa	54,9 <sup>ns</sup>	28,3	94,2 <sup>ns</sup>	46,4
Mimosa roxa	98,4 <sup>ns</sup>	121,0	39,7 <sup>ns</sup>	32,0
Crespa	103,7 <sup>ns</sup>	141,0	30,0 <sup>ns</sup>	16,5
Mimosa verde	101,8 <sup>ns</sup>	83,2	193,4 <sup>ns</sup>	0,0
Média	77,9 <sup>ns</sup>	93,8	45,2 <sup>ns</sup>	44,8
Zinco				
Americana	50,9 <sup>ns</sup>	7,0	55,1 <sup>ns</sup>	17,5
Lisa	55,4 b	11,0	80,6 a	4,2
Mimosa roxa	55,2 <sup>ns</sup>	8,2	60,4 <sup>ns</sup>	19,1
Crespa	50,2 <sup>ns</sup>	9,7	43,9 <sup>ns</sup>	6,2
Mimosa verde	52,8 b	10,4	110,5 a	0,0
Média	52,3 <sup>ns</sup>	9,0	56,1 <sup>ns</sup>	24,6

$\sigma$  = Desvio Padrão. Teores de Cu, Mn e Zn obtidos pelo método EPA 3050b. Teste t  $p < 0,05$  entre amostras de alface do mesmo tipo; <sup>ns</sup> não significativo pelo Teste t  $p < 0,05$ ; Letras minúsculas na mesma linha diferem o teor de elemento-traço entre as amostras de alface do mesmo tipo.

As amostras de alface das áreas de cultivo orgânico apresentaram tendência de teor médio de Mn da parte aérea maior do que as áreas de cultivo organomineral. O uso de glifosato repetidas vezes na área de produção organomineral inibe a absorção de Mn pelas plantas (Kirkby & Römheld, 2007). Os resultados desta pesquisa confirmam a hipótese de Kirkby & Römheld (2007), visto que, nessas áreas, o controle de plantas daninhas é realizado com o uso de glifosato. Entretanto, Malavolta et al. (2003) obtiveram maior teor de Mn na alface organomineral do que na orgânica. O teor de Mn na parte aérea das plantas correlacionou-se negativamente com o pH do solo em ambos os



sistemas de adubação. O efeito antagonístico causado pelo pH do solo na disponibilidade do Mn é confirmado por Kabata–Pendias & Murkherjee (2007). O teor médio de Zn nas amostras de plantas coletadas nas áreas de produção orgânica e organomineral foi de 52,3 mg kg<sup>-1</sup> e de Zn foi de 56,1 mg kg<sup>-1</sup> de massa seca, respectivamente (**Tabela 1**). As amostras de alface do tipo lisa e mimosa verde das áreas de cultivo organomineral apresentaram teor médio de Zn maior ( $p < 0,05$ ) do que as de cultivo orgânico. Malavolta et al. (2003) também observaram maior teor de Zn na alface organomineral do que na orgânica. O teor de Zn na parte aérea das plantas correlacionou-se negativamente com o pH H<sub>2</sub>O do solo (Orgânico:  $r = -0,9285$ ; Organomineral:  $r = -0,8673$ ) em ambos os sistemas de cultivo. Esta correlação negativa, resulta do aumento do pH do solo, dissociando íons H<sup>+</sup> dos grupos carboxílicos da MOS, reagindo com o Zn, diminuindo a sua disponibilidade.

### CONCLUSÕES

Os teores de cobre e zinco em nenhuma das áreas cultivadas estiveram acima dos limites de prevenção estabelecido pelo CONAMA. O teor de Mn variou de 41 a 843 mg kg<sup>-1</sup>, entretanto, por não haver limite estabelecido na legislação atual, não foi possível verificar se o teor está adequado ou não. Das 16 propriedades avaliadas, 7 apresentaram acúmulo de cobre, 10 de manganês e 15 de zinco no solo. Não foi observado teor de cobre acima do limite máximo para o consumo humano em nenhuma amostra de alface. Entretanto, o teor de cobre foi maior nas amostras oriundas do cultivo orgânico do que organomineral. O teor de zinco foi maior nas amostras de alface do tipo lisa e mimosa verde das áreas de cultivo organomineral do que as de produção orgânica.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES, ao CNPq, pelo apoio financeiro e bolsas concedidas, à EMATER/RS pelo apoio e pela intermediação com os agricultores, e a FEEVALE pelo apoio na determinação dos metais.

### REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Portaria n°685, de 27 de agosto de 1998. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 28 ago. 1998.  
CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). Resolução n° 420, de 28 de dezembro de

2009. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 249:81-84, 30 dez. 2009.

DINARDI, A.L. et al. Fitorremediação. III Fórum de Estudos Contábeis, UNICAMP – SP, 2003. 14 p.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, DF: Embrapa Solos, 2009. 627 p.

FERNANDES, R.B.A. et al. Avaliação da concentração de metais pesados em áreas olerícolas no Estado de Minas Gerais. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 11:81-93, 2007.

HOODA, P.S. Trace elements in soils. Londres: Willey, 2010. 618p.

KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A. B. Trace elements from soil to human. New York: Springer, 2007. 550 p.

KIRKBY, E. A.; RÖMHELD, V. Micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade. Geórgia: International Plant Nutrition Institute 2007. 24 p. (Encarte, 118).

MALAVOLTA, M. et al. Estudo comparativo da produção e composição mineral da alface cultivada em cinco sistemas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43., 2003, Recife. Anais... Brasília, DF: Horticultura Brasileira, 2003. 4 p. 1 CD-ROM.

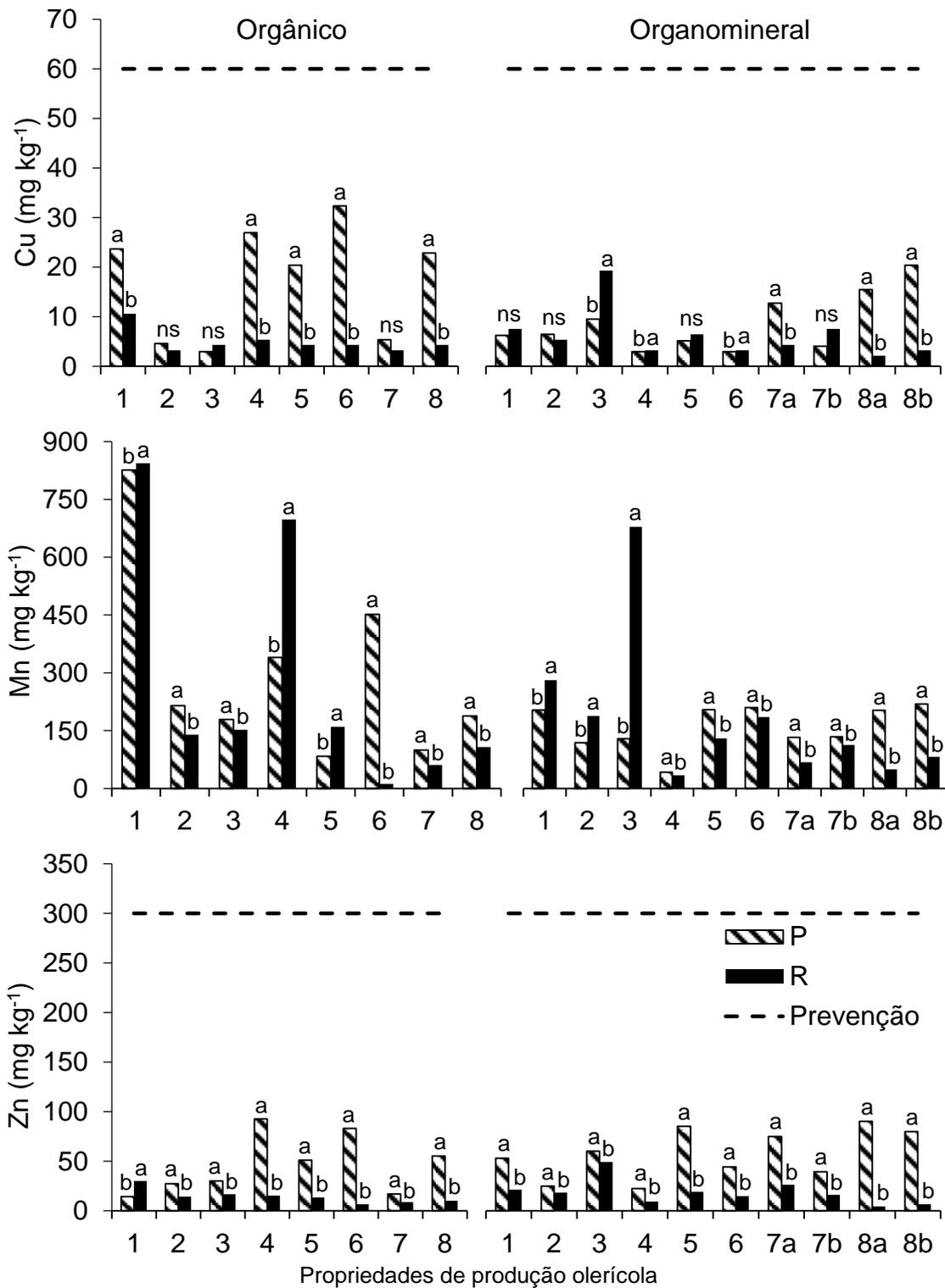
PEREIRA, B.F.F. et al. Cadmium availability and accumulation by lettuce and rice. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 35:645-654, 20 11.

SPOSITO, G. et al. Trace metal chemistry in arid zone field soils amended with sewage sludge: fractionation of Ni, Cu, Zn, Cd and Pb in solid phases. Soil Science Society of American Journal, 46:260-264, 1982.

UPRETY, D. et al. Concentration of trace elements in arable soil after long-term application of organic and inorganic fertilizers. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 85:241–252, 2009.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). USEPA 3050b: acid digestion of sediments, sludges, and soils. Washington: USEPA, 1996.

ZENG, F. et al. The influence of pH and organic matter content in paddy soil on heavy metal availability and their uptake by rice plants. Environmental Pollution, 159:84-91, 2011.



**Figura 1** – Concentração de Cu, Mn e Zn no solo das áreas de produção olerícola. (P = Produção; R = Referência; Teste t p<0,05 entre área de produção e referência; ns não significativo pelo Teste t p<0,05; Letras minúsculas diferem o teor de elemento-traço entre a área de produção e referência; Teores pseudototais de CU, Mn e Zn determinados conforme método USEPA 3050b).



# XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC