

Carbono orgânico, pH do solo e teores foliares de cobre e zinco na planta de milho, em resposta a doses de resíduos orgânicos

Armando Morisada Fujimura¹, Osmar Rodrigues Brito², Nagib Jorge Melém Júnior^{3,4}, Alfredo Richart^{2,3}, Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro³, Sinval Xavier Aguiar³, Eliann Ferreira¹, Giovanni Barth Camolezzi¹, Inês Cristina Batista Fonseca², Diego Scapim Pissinati¹, Fabiana Schlumberger da Cunha¹, Danilo Demarchi¹, Marcelino Carneiro Guedes⁴

Resumo – O papel desempenhado pelos micronutrientes na cultura do milho está diretamente relacionado às suas funções no metabolismo das plantas, principalmente como ativadores enzimáticos. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de doses e queima de resíduos orgânicos sobre os teores foliares de cobre e zinco em plantas de milho. O experimento foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina – (Londrina/PR - 23° 19' S; 51°11' W) em área de Latossolo Vermelho eutroférico. O desenho experimental foi em blocos inteiramente casualizados e os tratamentos foram distribuídos em um arranjo fatorial 5x2x2, em que os fatores foram 5 doses de resíduos orgânicos (0, 15, 30, 45, e 60 Mg ha⁻¹), dois tipos de manejo (com e sem queima) e com ausência e presença de adubação química (N = 160 P₂O₅ = 60 e K₂O = 40 kg ha⁻¹), utilizando-se milho como planta teste. A aplicação de resíduos orgânicos afetaram significativamente tanto propriedades químicas do solo com teor de carbono orgânico total e pH, bem como os teores foliares de zinco e cobre da planta de milho. Os teores de carbono orgânico e o pH do solo aumentaram com as doses de resíduo orgânico aplicadas, enquanto os teores foliares de cobre e zinco das plantas de milho reduziram com ao aumento das doses de resíduo orgânico.

Palavras chave: adubação orgânica, Zea mays, queima, cobre, zinco.

Introdução

O papel desempenhado pelos micronutrientes na cultura do milho está diretamente relacionado às suas funções no metabolismo das plantas, principalmente como ativadores enzimáticos.

A disponibilidade de micronutrientes para as plantas depende, entre outros fatores, da textura, matéria orgânica e principalmente, do pH do solo. O aumento do pH do solo reduz a disponibilidade de cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) (Marschner [1]).

Abreu et al. [2], citam que o Cu tem sua disponibilidade controlada pela reação do solo, por altos teores de matéria orgânica que podem complexar este elemento e também pela pobreza natural dos do

solos. Ainda de acordo com estes autores, além da acidez baixa, solos com elevados teores de fósforo (P) (natural ou resultante de adubações fosfatadas), podem apresentar baixa disponibilidade de Zn.

Nas cidades, os restos de poda das árvores têm se tornado um problema. O aproveitamento agrícola destes resíduos na forma de composto orgânico ou *in natura* tem sido apontado como uma solução adequada, uma vez que proporciona a liberação de macro e micronutrientes para as plantas, sem causar grande impacto ambiental.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de doses e queima de resíduos orgânicos de poda sobre os teores foliares de cobre e zinco em plantas de milho cultivadas em um Latossolo Vermelho eutroférico.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina – (Londrina/PR - 23° 19' S; 51°11' W) em área de Latossolo Vermelho eutroférico. O desenho experimental foi em blocos inteiramente casualizados e os tratamentos foram distribuídos em um arranjo fatorial 5x2x2, em que os fatores foram cinco doses de resíduos orgânicos (0, 15, 30, 45, e 60 Mg ha⁻¹), dois tipos de manejo (com e sem queima) e com ausência e presença de adubação química (N = 160 P₂O₅ = 60 e K₂O = 40 kg ha⁻¹), utilizando-se milho como planta teste. O resíduo orgânico utilizado foi obtido da trituração de ramos de poda de árvores da cidade de Londrina-PR, e apresentava as seguintes características: relação carbono/nitrogênio (C/N) = 52/1, matéria orgânica resistente (MOR) = 33%, demanda química de oxigênio (DQO) = 1109 mg g⁻¹, teores de Cu e Zn de 9,8 e 33,4 mg kg⁻³ respectivamente. A planta teste utilizada foi o milho variedade IPR 114. Aos 55 dias após a emergência, as folhas opostas e abaixo das espigas de 15 plantas por parcela foram colhidas, lavadas, secadas e analisadas seguindo a metodologia preconizada por Malavolta et al. [3]. Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância e ajustados a equações de regressão.

Resultados e discussão

Os teores foliares de cobre e zinco nos tecidos foliares da planta de milho foram influenciados significativamente ($P < 0.05$) pela doses de resíduos, entretanto não houve efeito da queima. O efeito da

¹ Graduando do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL) Londrina, PR- Caixa Postal: 6001/CEP: 86051-990 - Londrina - PR. Email: armandofujimura@gmail.com

² Docentes do Departamento de Agronomia, UEL, Londrina, PR

³ Pós-Graduando em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR

adubação da química com N, P e K só afetou significativamente, e de forma isolada, o teor foliar de cobre das plantas de milho, que foi maior nas plantas adubadas (Tabela 1).

Os teores foliares de cobre, foram também influenciados pelo efeito de doses, uma vez que, reduziram linearmente com o aumento das doses de resíduos (Figura 1). Este efeito esteve diretamente associado ao aumento linear do teor de carbono orgânico total do solo (Figura 2) e com a elevação do pH do solo (Figura 3). As alterações na acidez do solo, em função da aplicação dos resíduos, ajustaram-se a uma função quadrática, observando-se que o pH foi menor nas doses menores e aumentou com a elevação das mesmas, com o mínimo valor do pH estimado para a dose de 25,13 Mg ha⁻¹ (Figura 3). Os tratamentos que receberam adubação química apresentaram teor de cobre maior que os que não receberam (Tabela 1), este efeito provavelmente pode ser atribuído à redução do pH do solo. (Tabela 2).

No caso do zinco observou-se que ocorreram aumentos dos teores foliares para doses de até 34,8 Mg ha⁻¹ e reduções para as maiores doses, ou seja, as variações dos teores de foliares de zinco com as doses de resíduos orgânico, ajustou-se a uma função quadrática do tipo $y = 20,613 + 0,89x - 0,0128x^2$ ($R^2=0,73$). Neste caso o comportamento do zinco foi coerente com as variações da acidez do solo.

O aumento no teor de carbono orgânico (C) e conseqüentemente da matéria orgânica do solo podem explicar em grande parte as reduções observadas nos teores foliares de Cu e Zn das plantas de milho. Os efeitos da matéria orgânica sobre a complexação e a conseqüente redução na disponibilidade destes nutrientes já foi constatada por diferentes autores como Martinez & Motto [4], McBride [5], Hsu [6], entre outros. Segundo McBride [5], a complexação do cobre pela matéria orgânica do solo é a mais forte entre os metais divalentes. Para Martinez & Motto [4], além do efeito da matéria orgânica a disponibilidade do Zn no solo é controlada por outros fatores como pH, conteúdo de argila e capacidade de troca catiônica.

A elevação do pH associada ao aumento da matéria orgânica resulta no aumento das cargas negativas do solo e, conseqüentemente, sua capacidade de adsorção de Cu e Zn, afetando diretamente suas disponibilidades para as plantas, como indica as observações de Wang & Harrell [7] e que foram confirmadas pelos resultados obtidos neste trabalho.

Conclusões

Os teores de carbono orgânico e o pH do solo aumentaram com as doses de resíduo orgânico aplicadas;

Os teores foliares de cobre e zinco reduziram com ao aumento das doses de resíduo orgânico.

A adubação química com N, P e K aumentou os teores foliares de cobre das plantas de milho.

Referências

- [1] MARSCHNER, H. *Mineral Nutrition of high plants*. 2. ed. London: Academic, 1995. 889 p.
- [2] ABREU, C.A. de; FERREIRA, M.E; BORKERT, C.M. Disponibilidade e avaliação de elementos catiônicos: zinco e cobre. In: FERREIRA, M.E; CRUZ, M.C. P. da; RAIJ, B. van.; ABREU, C. A. de. *Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura*. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.6, p. 125 - 150.
- [3] MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A de. *Avaliação do estado nutricional das plantas :princípios e aplicações*. 2ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.
- [4] MARTINEZ, C.E.; MOTTO, H.L. *Solubility of lead, zinc and copper added to mineral soils*. Environmental Pollution, Essex, v.107, n.1, p.153-158, 2000
- [5] MCBRIDE, M. B.; *Environmental Chemistry of Soils*; Oxford University Press; New York, 1994.
- [6] HSU, P.H. Aluminium oxides and oxyhydroxides. In: DIXON, J. B.; WEED, S. B. (eds) *Minerals in soil environments*. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, 1989. cap.7, p.331-378.
- [7] WANG, J.F. HARRELL, D.L. Effect of ammonium, potassium, and sodium cations and phosphate, nitrate and chloride anions on zinc sorption and lability in selected acid and calcareous soils. *Soil Science Society America Journal*, Madison, v.69, n.4, p.1036-1046, 2005.

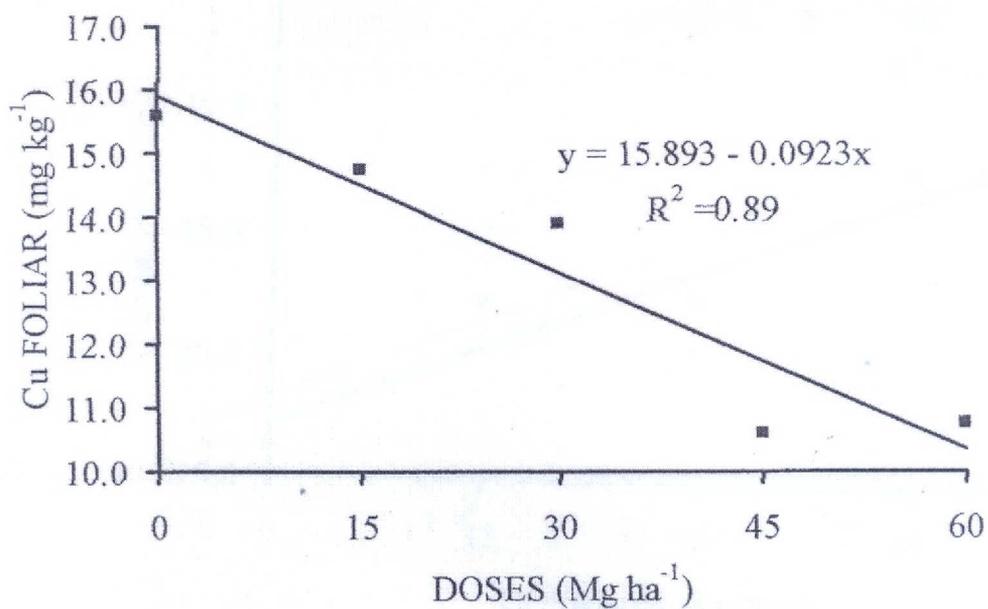


Figura 1. Teores foliares de cobre nas plantas de milho em função das doses de resíduos orgânicos

Tabela 1. Teores foliares de cobre nas plantas de milho em função da adubação química

Adubação	Cobre (mg kg ⁻¹)
Com adubo	13,6 a
Sem adubo	12,6 b

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey

Tabela 2. Valores do pH (CaCl₂) do solo em função da adubação química

Adubação	pH (CaCl ₂)
Com adubo	5,0 b
Sem adubo	5,3 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si a 5% de significância pelo teste de Tukey

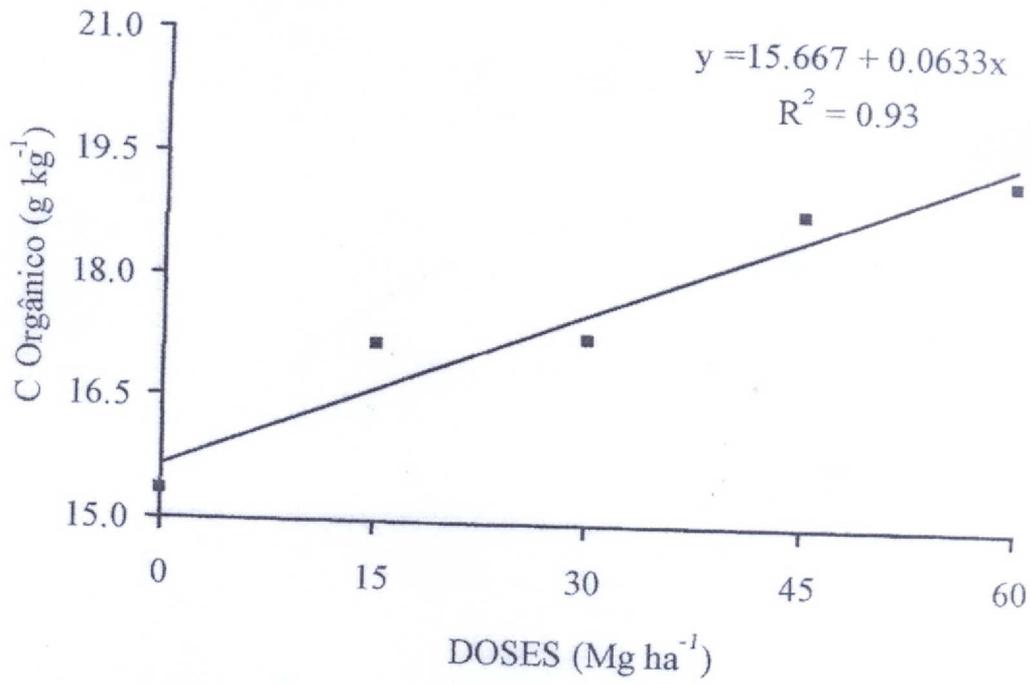


Figura 2. Teores de carbono orgânico do solo em função das doses de resíduos orgânicos

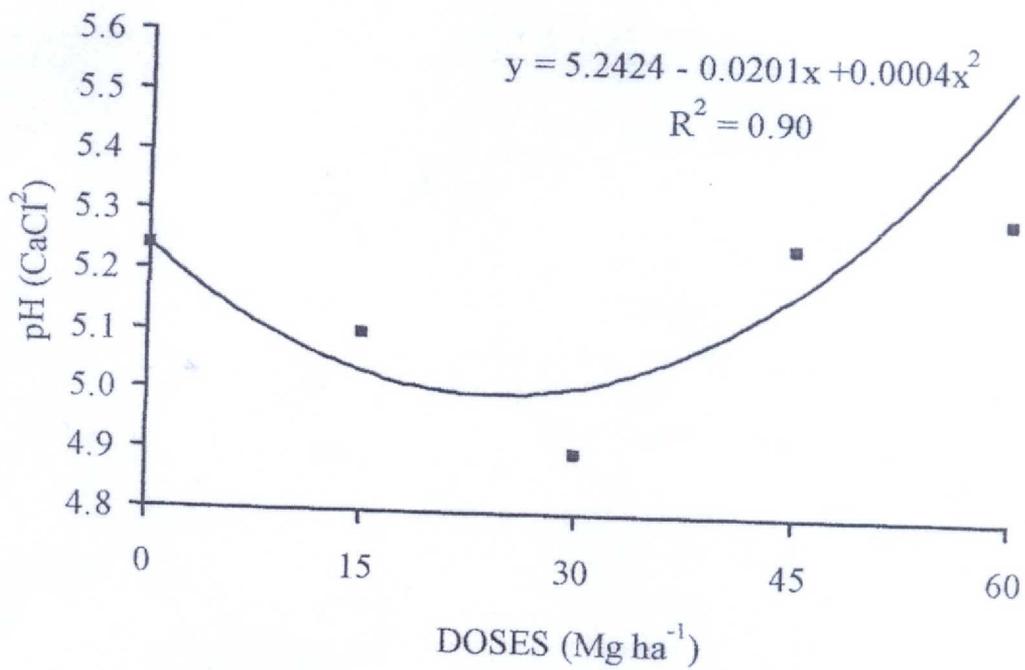


Figura 3. Valores médios para o pH do solo em função das doses de resíduos orgânicos

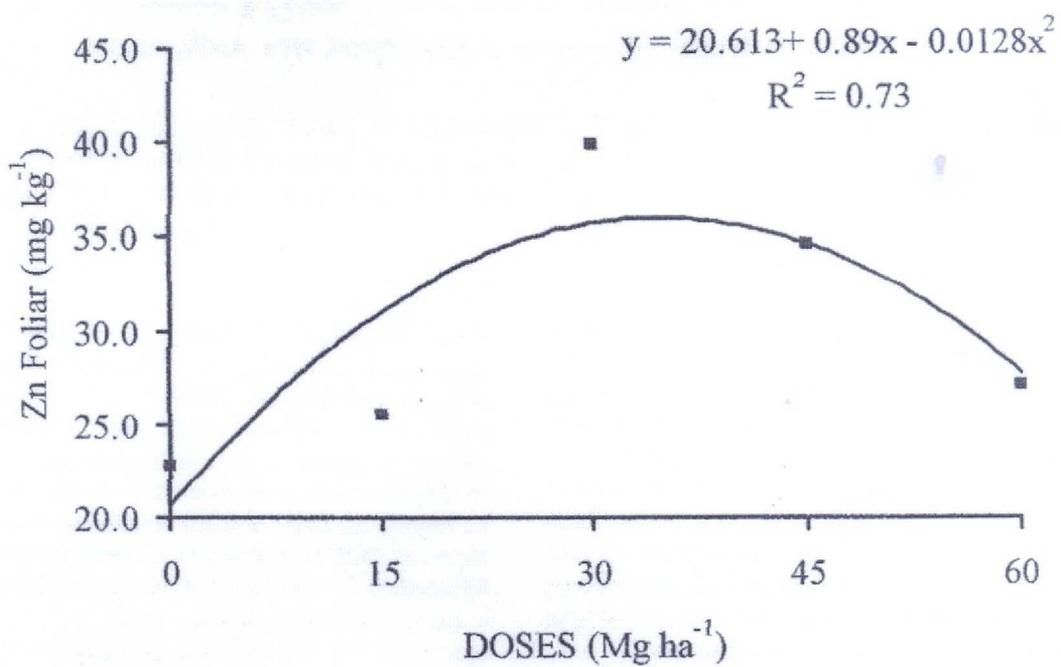


Figura 4. Teores foliares de zinco nas plantas de milho em função das doses de resíduos orgânicos