

Teores foliares de macronutrientes em plantas de milho e pH do Solo após aplicação e queima de resíduos orgânicos

Giovanni Barth Camolezzi¹, Osmar Rodrigues Brito², Nagib Jorge Melém Júnior^{3,5}, Alfredo Richart^{2,3}, Cristine Elizabeth Alvarenga Carneiro³, Sinval Xavier Aguiar³, Eliam Ferreira¹, Armando Morisada Fujimura¹, Ruan Felipe Simão⁴, Delma de Oliveira Vidal⁴, Inês Cristina Batista Fonseca², Marcelino Carneiro Guedes⁵

Resumo - Nas cidades, os restos de poda das árvores têm se tornado um problema. O aproveitamento agrícola deste resíduo na forma de composto ou *in natura* tem sido apontado como uma destinação adequada para os mesmos. Mediante a compostagem há uma degradação parcial dos resíduos, possibilitando reduções nas quantidades a serem aplicadas e facilita a liberação dos nutrientes para plantas. Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de doses e queima de resíduos orgânicos sobre os teores de macronutrientes foliares em plantas de milho. O experimento foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina em área de Latossolo Vermelho eutrófico. O delineamento experimental utilizado 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), duas técnicas de manejo (com e sem queima) e dois níveis de adubação química (com e sem). A adubação química correspondeu à aplicação de 160, 60 e 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Utilizou-se milho híbrido como planta teste. O resíduo orgânico foi obtido da trituração de ramos de poda de árvores da cidade de Londrina-PR. Aos 55 dias após a emergência das plantas, folhas opostas e abaixo da espiga de 15 plantas por parcela foram colhidas, lavadas, secadas e submetidas à análises químicas para avaliação dos teores foliares de macronutrientes, seguindo a metodologia descrita em Malavolta et al. (1997). Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância, ajustados a equações de regressão ou comparados pelo teste de Tukey a 5%. O pH do solo aumentou com o aumento das doses de resíduo orgânico aplicados. Os teores foliares de fósforo aumentaram linearmente com as doses de resíduo orgânico aplicados. Os teores foliares de enxofre reduziram nos tratamentos com queima. Os teores foliares de magnésio aumentaram com o aumento das doses de resíduo orgânico.

Palavras chave: adubação orgânica, *Zea mays*, resíduo orgânico, queima

Introdução

O Estado do Paraná está localizado no centro geográfico de uma das mais desenvolvidas regiões da América do Sul. Apresenta uma extensa área de solos argilosos derivados de rochas basálticas que cobre cerca de 40% da superfície do Estado. O perfil econômico atual da agricultura paranaense fundamenta-se principalmente na produção de culturas anuais mecanizadas, com destaque para a cultura do milho na safra de verão, quando chega a ocupar cerca 2,2 milhões de hectares e produz aproximadamente, 7,4 milhões de toneladas de grãos Muzilli [1].

Com a necessidade de produzir cada vez mais alimentos, observa-se que alguns sistemas de produção vêm esgotando e empobrecendo rapidamente os solos. Sendo assim, atualmente as buscas têm sido voltadas na direção de se obter novas práticas que preserve mais os solos. Estudos realizados por Martins [2] e Longo & Espíndola [3] indicam as alterações ocorridas nas características químicas dos solos em função dos sistemas de uso e manejo adotados, bem como a importância de conservá-las.

Nas cidades, os restos de poda das árvores têm se tornado um problema. O aproveitamento agrícola destes resíduos na forma de composto ou *in natura* tem sido apontado como uma destinação adequada para os mesmos. Além dos benefícios econômicos e sociais, é uma forma racional de aproveitamento de resíduo orgânicos que apresenta baixo impacto ambiental (Kiehl) [4].

Entretanto, quando se adota a prática da queima destes resíduos orgânicos, pode acarretar mudanças na dinâmica dos cátions trocáveis do solo. Conforme Rheinheimer [5] a queima enriquece o solo da camada superficial na maioria dos nutrientes, por ser um processo rápido de mineralização e liberação dos nutrientes contidos nos resíduos. Comparando áreas queimadas, com ou sem influência de pastejo, no Estado do Kansas, USA, Owensby & Wyrill [6] observaram aumentos nas concentrações de cálcio (Ca), magnésio (Mg) e potássio (K), diminuição do nitrogênio (N) e nenhuma mudança para o fósforo (P) na camada de 0-3cm do solo. Coutinho [7] e Kauffman et al. [8] verificaram que em curto prazo,

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

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

³ Pós-Graduando em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina (UEL)

⁴ Graduando do Curso de Agronomia da Fundação Faculdades Luiz Meneghel (FFALM)- Bandeirantes/PR

⁵ Pesquisador Embrapa Amapá

o fogo aumenta a disponibilidade de nutrientes para o crescimento das plantas, especialmente em profundidades menores que 0-5cm de solo, devido as altas concentrações de P, K e Ca normalmente encontradas nas cinzas. Khanna *et al.* [9] verificaram que a adição de diferentes tipos de cinzas ao solo coletadas de florestas de *Eucalyptus pauciflora* e *Eucalyptus dives*, o principal efeito nos cátions trocáveis consistiu na substituição do alumínio (Al) do solo por K, Ca e Mg.

Smyth & Bastos [10] verificaram que existem diferenças na fertilidade entre os solos sob vegetação de mata e capoeira antes da queima, entretanto, com a queima há um paridade nos teores de nutrientes, sendo que para ambos os solos, após a queima ocorreram aumentos do pH, da soma de bases e do P, e redução no alumínio trocável, na saturação por Al e no carbono orgânico (C). Os cátions básicos das cinzas promovem grandes incrementos nos níveis de Ca, Mg e K trocáveis depois da queima, seguidos de uma diminuição gradual durante o período de cultivo devido a lixiviação e a absorção pela plantas cultivadas.

Este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar os efeitos de doses e queima de resíduos orgânicos sobre os teores de macronutrientes em milho.

Material e métodos

O experimento foi conduzido na fazenda escola da Universidade Estadual de Londrina – (Londrina/PR - 23° 19' S; 51°11' W), em um Latossolo Vermelho eutroférico. O desenho experimental empregado foi o de 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), duas técnicas de manejo (com e sem queima) e dois níveis de adubação química (com e sem). A adubação química empregada correspondeu à aplicação de 160, 60 e 40 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. A planta teste utilizada foi o milho variedade IPR 114. O resíduo orgânico 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. Aos 55 dias após a emergência das plantas, folhas opostas e abaixo das espigas de 15 plantas foram colhidas, lavadas, secadas e analisadas seguindo a metodologia descrita em Malavolta *et al.* [11]. Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância, comparados pelo teste de Tukey a 5% ou ajustados a equações de regressão.

Resultados e discussão

O pH do solo foi alterado significativamente (p<0,05) pelo efeito de doses de resíduos (Figura 1) ajustando-se ao modelo $y = 5.2424 - 0.0201x$

+0.0004x² (R² = 0,90). Estes resultados estão de acordo com o que foi observado por Smyth & Bastos [10] que verificaram que o pH do solo aumenta depois da queima e diminui gradualmente com o tempo devido a lixiviação das bases trocáveis. Brinkmann & Nascimento [12] também observaram que o pH de um Latossolo Amarelo aumentou na superfície de 3,8 a 4,5 após a queima de resíduos. Khanna *et al.* [9] utilizaram cinza de liteira de eucalipto e verificaram que o incremento do pH do solo é proporcional a quantidade de cinza incorporada.

A exceção do N e do Mg, para os demais macronutrientes, os teores foliares na planta de milho apresentaram diferenças significativas (p<0,05) em função das doses de resíduo orgânico testadas.

Os teores foliares de P (Figura 2) na planta de milho aumentaram com as doses de resíduos ($y = 3,0765 + 0.017x$ (R² = 0,72), entretanto, nem a queima dos resíduos nem a adubação química influenciaram diretamente os teores foliares de P).

Para o cálcio (Figura 3), os teores foliares destes nutrientes reduziram linearmente com as doses de resíduos.

Os teores foliares de magnésio (Tabela 1) só foram influenciados significativamente pelo efeito da adubação química com N, P e K, uma vez que, nas parcelas adubadas foram observados menores teores. Entretanto os teores foliares encontrados encontram-se na abaixo da faixa adequada para a cultura de milho que é de 2,5 a 4,0 g kg⁻¹ (Malavolta *et al.* [11]).

A aplicação de resíduos em quantidades crescentes e a queima dos mesmos influenciaram significativamente os teores foliares de S nas plantas de milho. Com o aumento das doses houve redução dos teores foliares de enxofre, cujo comportamento foi melhor descrito pela função $y = 2.5205 - 0.0197x + 0.0003x^2$ (R² = 0,61) com ponto de mínimo definido para a dose de 32,83 Mg ha⁻¹ (Figura 4). A queima dos resíduos resultou em redução significativa dos teores foliares de S nas plantas de milho (Tabela 2). Este efeito pode ser atribuído à perda de S devido a queima dos resíduos e resultados semelhantes foram obtidos por Hölscher *et al.* [13] que estimaram em uma capoeira de sete anos de idade a perda de 14 kg ha⁻¹ do enxofre contido na vegetação.

Conclusões

- O pH do solo aumentou com o aumento das doses de resíduo orgânico aplicados.
- Os teores foliares de fósforo aumentaram linearmente com as doses de resíduo orgânico aplicados.
- Os teores foliares de enxofre reduziram nos tratamentos com queima.
- Os teores foliares de magnésio aumentaram com o aumento das doses de resíduo orgânico.

Referências

- [1] MUZILLI, O. Ocupação e uso do solo agrícola no Paraná. In: Castro Filho, C. & Muzilli, O. (ed.) *Uso e manejo dos solos de baixa aptidão*. Londrina, 1999, pg. 8-12 (IAPAR, Circ. Tec. 108).
- [2] MARTINS, P.F.S. 1992. Utilização de leguminosas visando o cultivo contínuo de culturas alimentares. In: *Mesa redonda sobre recuperação de solos através do uso de Leguminosas*. Belém, EMBRAPA/CPATU. (EMBRAPA/CPATU. Trabalhos e Recomendações). p.89-100.
- [3] LONGO, R.M.; ESPÍNDOLA, C.R. 2000. Alterações em características químicas de solos da região amazônica pela introdução de pastagens. *Acta Amazonica*, 30: 71-80.
- [4] KIEHL, E. J. *Fertilizantes orgânicos*. Piracicaba: Ceres, 1985. 492 p
- [5] RHEINHEIMER, D.S., SANTOS, J.C.P., FERNANDES, V.B.B., MAFRA, A.L., ALMEIDA, J.A. Modificações nos atributos químicos de solo sob campo nativo submetido à queima. *Ciência Rural*, 33:49-55, 2003.
- [6] OWENSBY, C.; WYRILL, J. Effects of range burning on Kansas Flint Hills Soil. *Journal of Range Management*, v.26, n.3, p.185-188, 1973.
- [7] COUTINHO, L.M. O cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência Hoje*, Brasília, v.12, n.68, p.22-30, 1990.
- [8] KAUFFMAN, D.; CUMMINGS, D.; WARD, D. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along vegetation gradient in the Brazilian Cerrado. *Journal of Ecology*, Oxford, v.82, n.3, p.519-531, 1994.
- [9] KHANNA P. K. ; RAISON R. J. ; FALKINER R. A. ; Chemical properties of ash derived from Eucalyptus litter and its effects on forest soils. *Forest ecology and management* . vol. 66, nº 1-3 p. 107-125, 1994
- [10] SMITH, T.J.; BASTOS, J.B. Alterações na fertilidade de um Latossolo Amarelo álico pela queima da vegetação. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, 8: 127-132. 1984
- [11] MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. de. *Avaliação do estado nutricional das plantas :princípios e aplicações*. 2ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997, 319p.
- [12] BRINKMMAN, W.L.F.; NASCIMENTO, J.C. The effect of slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary Region of Central Amazonia. *Acta Amazonica*, 3: 55-61. 1973
- [13] HÖLSCHER, D., MÖLLER, M. R. F., DENICH, M. e FÖLSTER, H. Nutrient input-output budget of shifting agriculture in Eastern Amazonia. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.47, p.49-57, 1997.

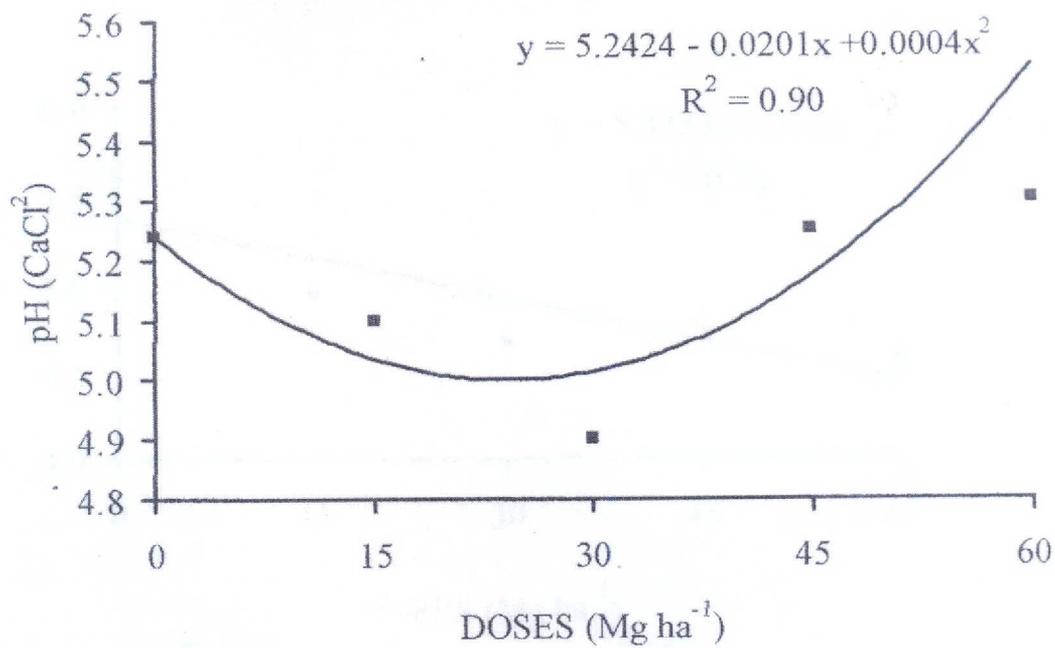


Figura 1. Valores médios para o pH do solo em função das doses de resíduos orgânicos

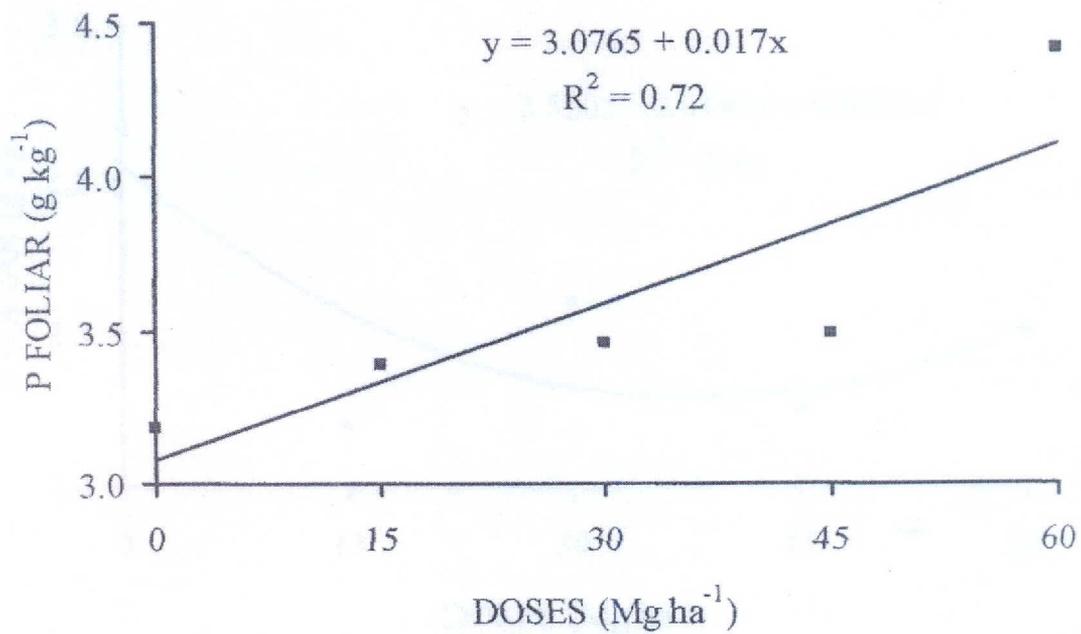


Figura 2. Teores foliares de fósforo nas plantas de milho em função das doses de resíduos orgânicos

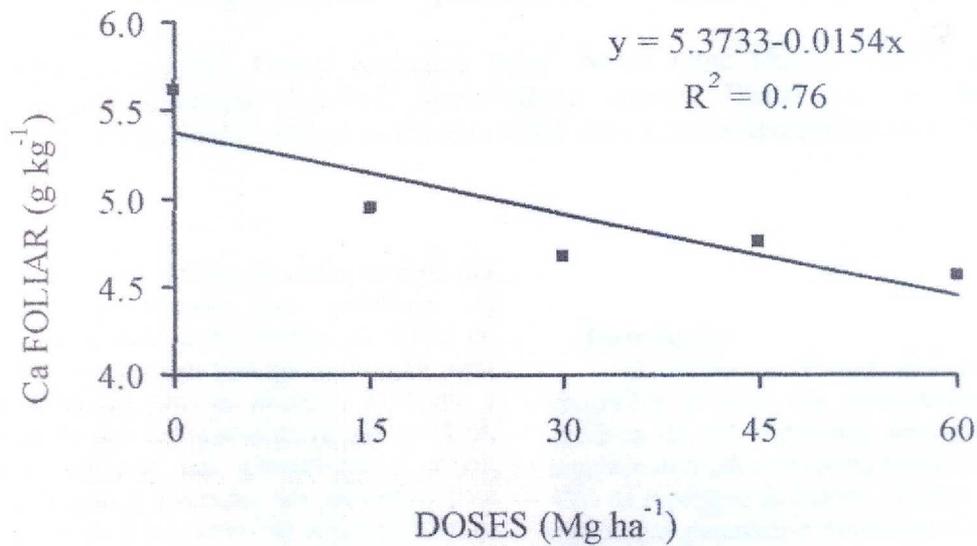


Figura 3. Teores foliares de cálcio nas plantas de milho em função das doses de resíduos orgânicos

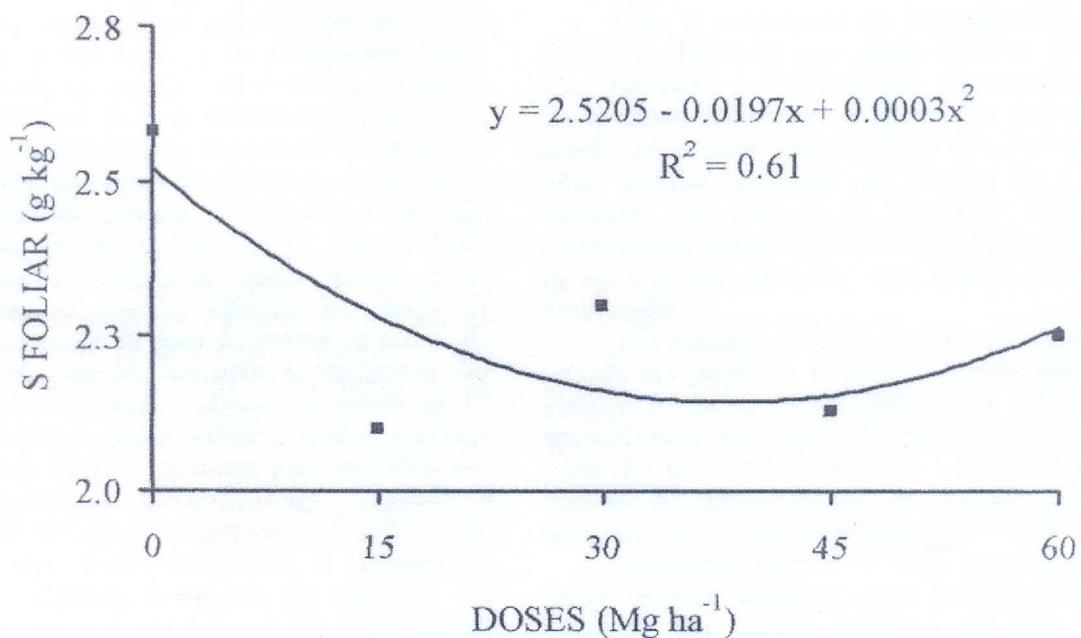


Figura 4. Teores foliares de enxofre nas plantas de milho em função das doses de resíduos orgânicos

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

Adubação	Magnésio (g kg ⁻¹)
Sem adubo	2,29 a
Com adubo	2,08 b

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

Tabela 2. Teores foliares de enxofre nas plantas de milho em função da queima dos resíduos

Queima	Enxofre (g kg ⁻¹)
Queimado	2,18 b
Sem queima	2,37 a

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