

Imobilização microbiana de fósforo no solo após adição de cama de aviário⁽¹⁾.

Francisco Alexandre de Morais⁽²⁾, Luciano Colpo Gatiboni⁽³⁾, Jéssica Schafascheck⁽⁴⁾, Bárbara Mafra de Araújo⁽⁵⁾, Isabela Letícia Pessenti⁽⁴⁾, Jéssica Diandra Stringari⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da CAPES e do CNPq

⁽²⁾ Doutorando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Departamento de Solos e Recursos Naturais, Lages, CEP 88520-000, Brasil, E-mail: morais@scientist.com; ⁽³⁾ Professor da UDESC, Departamento de Solos e Recursos Naturais; ⁽⁴⁾ Estudantes de Graduação da UDESC; ⁽⁵⁾ Estudante de Pós-graduação da UDESC.

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da adição de cama de aviário sobre o fósforo e o carbono contidos na biomassa microbiana do solo. O experimento foi realizado em ambiente protegido com controle da temperatura do ar e da umidade do solo. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo que os tratamentos foram as épocas de coleta das amostras após adição da cama de aviário (1, 20, 40 e 60 dias). As unidades experimentais constaram de colunas de PVC preenchidas com solo, as quais foram incubadas e destruídas para análise nas épocas supracitadas (não foram realizadas avaliações repetidas no tempo). Em cada coluna foram amostradas as camadas de 0-2,5, 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm abaixo da zona da cama de aviário. O aumento da imobilização microbiana de P foi restrito às adjacências dos grânulos (camada de 0-2,5 cm). A adição da cama de aviário aumentou temporariamente o P microbiano, com pico de 101 mg dm⁻³ ocorrendo aos 30 dias. Nas camadas de 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm, a imobilização microbiana de P decresceu ao longo do tempo. O C microbiano apresentou comportamento semelhante ao P microbiano, nas três camadas.

Termos de indexação: Adsorção de fósforo. Biomassa microbiana do solo. Eficiência da fertilização fosfatada.

INTRODUÇÃO

De uma forma geral, a aplicação no solo de matéria orgânica e de nutrientes resulta em picos populacionais de microrganismos que utilizam substratos simples e prontamente disponíveis, porém ocorre declínio da população microbiana na medida em que os substratos e os nutrientes são consumidos (Moreira & Siqueira, 2006).

O aumento do carbono da biomassa microbiana é acompanhado pelo acréscimo na imobilização microbiana de fósforo. Baseados na técnica de diluição isotópica com ³³P, alguns autores observaram que a baixa disponibilidade de fósforo no solo estimula a rápida imobilização microbiana após aplicação de fertilizantes fosfatados solúveis,

inclusive esse comportamento pode ser considerado um fenômeno comum em solos tropicais e subtropicais muito intemperizados (Bünemann et al., 2012).

Com adição de fertilizante fosfatado solúvel, Conte et al. (2002) observaram que o fósforo da biomassa microbiana aumentou apenas com aplicação recente, sem efeito residual de fertilizações anteriores (provavelmente porque o fósforo já foi adsorvido pelos colóides inorgânicos do solo). Chauhan et al. (1979) também verificaram que a adição de gramínea, celulose e fertilizante fosfatado no solo aumentou o fósforo microbiano, com decréscimo ao longo do tempo, demonstrando que o efeito é passageiro. Resultados semelhantes foram reportados por Martinazzo et al. (2007).

Levando-se em consideração que esse fenômeno biológico pode retardar a adsorção de fósforo no solo, aumentando a eficiência da fertilização, objetivou-se avaliar a influência da adição de cama de aviário sobre o fósforo e o carbono contidos na biomassa microbiana do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi baseado no monitoramento de alguns atributos biológicos do solo, em diferentes épocas após adição de cama de aviário.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, sendo que os tratamentos foram as épocas de coleta das amostras após adição da cama de aviário (1, 20, 40 e 60 dias), com quatro repetições. Foi utilizada a dose arbitrária de 154 kg ha⁻¹ de P.

O solo utilizado foi retirado da camada de 0-10 cm de profundidade de um "Nitisol" (FAO, 2006) cultivado com milho em sistema plantio direto, localizado no município de Lages-SC. A sua secagem foi realizada ao ar livre, seguida de peneiramento em malha de 2 mm. A caracterização química e física do solo antes da instalação do experimento está apresentada na **Tabela 1**.

O experimento foi realizado entre março e abril de 2012 em uma sala fechada com as dimensões de 2,1 x 1,8 x 2,2 m (comprimento x largura x altura), localizada na Universidade do Estado de

Santa Catarina, no município de Lages. A temperatura foi controlada com ar condicionado no verão e aquecedor a partir da segunda semana do outono (início das baixas temperaturas). Durante o período experimental, a temperatura mínima média foi de 18°C, enquanto a máxima foi de 24°C.

Cada unidade experimental foi constituída de uma coluna, formada por quatro seções de cano de PVC com 10 cm de diâmetro e alturas de 10, 2,5, 2,5 e 5 cm. Nesta ordem, as quatro seções foram justapostas e unidas por fita adesiva externamente. No fundo da seção inferior (10,0 cm de altura) foi colada uma tela de poliéster (malha de 500 µm) e sobre esta foi adicionada uma folha de papel filtro quantitativo, a fim de compor o fundo capaz de suportar o solo, mas que permitisse os fluxos de água ascendente e descendente. As colunas foram preenchidas totalmente com solo nas três seções inferiores e, na sequência, os fertilizantes (previamente moídos e peneirados em malha de 1 mm) foram distribuídos no fundo da seção superior (5,0 cm de altura), entre duas folhas de papel filtro quantitativo, sendo colocada uma camada de 1 cm de solo sobre os fertilizantes. Em cada unidade experimental foram utilizados aproximadamente 1.100 g de solo e foram amostradas as camadas de 0-2,5, 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm abaixo da zona dos fertilizantes.

Depois da montagem, as colunas foram acondicionadas em ambiente protegido e mantidas suspensas em estrados de madeira sobre bandejas plásticas. A localização das unidades experimentais foi alterada diariamente, atendendo às exigências do delineamento. O solo foi mantido com umidade próxima a 90% da capacidade de campo, através de pesagens diárias das colunas e reposição da umidade perdida com água destilada. As plantas daninhas emergidas foram retiradas todos os dias.

Nas épocas de 1, 20, 40 e 60 dias após adição da cama de aviário, parte das colunas foi destruída e o solo de cada seção foi amostrado para análise. O fósforo e o carbono contidos na biomassa microbiana do solo foram avaliados nas camadas de 0-2,5, 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm.

Para determinação do fósforo e do carbono contidos na biomassa microbiana foram utilizadas as metodologias de Brookes et al. (1982) e de Vance et al. (1987), respectivamente.

Para a interpretação dos dados foi realizada análise de variância (teste F) com a utilização do software SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011). O teste de regressão foi aplicado para analisar o efeito das "épocas de coleta das amostras" após adição da cama de aviário. Cada camada foi considerada isoladamente. Na escolha dos modelos mais adequados entre aqueles com significância

estatística, utilizou-se o princípio da parcimônia, no qual é preferível o ajuste de menor grau. O fluxo anual de fósforo através da biomassa foi calculado pela divisão entre o P imobilizado e o tempo médio de renovação da população microbiana, considerando uma taxa de 80% para ambientes tropicais e subtropicais (Srivastava & Singh, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de cama de aviário influenciou o fósforo (Pmic) e o carbono (Cmic) da biomassa microbiana na camada de 0-2,5 cm. A variação temporal foi quadrática (concauidade da parábola voltada para baixo). O pico de Pmic foi de 101 mg dm⁻³ ocorrendo aos 30 dias, enquanto o de Cmic foi de 870 µg g⁻¹ aos 24 dias (**Figura 1**).

Sugere-se que a dinâmica da biomassa microbiana do solo foi determinada pelo aumento temporário da disponibilidade de P (Gatiboni et al., 2008) e de C lábil proporcionado pela adição da cama de aviário.

O valor do fluxo anual de P, calculado a partir do pico de imobilização microbiana, na camada de 0-2,5 cm, foi de 20 kg ha⁻¹ ano⁻¹. Admitindo-se que uma lavoura de milho exporta 20 kg ha⁻¹ de P para produzir 6.000 kg ha⁻¹ de grãos (Coelho & França, 1995), fica evidenciado o potencial da biomassa microbiana em imobilizar o P adicionado, retardando a adsorção.

Nas camadas de 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm, a biomassa microbiana não foi afetada pela adição de cama de aviário, decrescendo ao longo do tempo (**Figuras 2 e 3**). O Pmic apresentou variação temporal quadrática (concauidade da parábola voltada para cima), atingindo os valores mínimos estimados de 3 mg dm⁻³ aos 47 dias nas camadas de 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm (**Figura 2**). O Cmic variou de 424 até 200 µg g⁻¹ na camada de 2,5-5,0 cm e de 392 até 167 µg g⁻¹ na camada de 5,0-15,0 cm (**Figura 3**).

A dinâmica do Pmic e do Cmic nessas camadas pode estar relacionada com a ausência de efeito da cama de aviário sobre a disponibilidade de P (em razão da sua pequena difusão no solo), associada com a redução na aeração do solo pela maior distância em relação à superfície e pela existência de camadas sobrejacentes, que diminuem a macroporosidade em profundidade em virtude da pressão exercida sobre as camadas inferiores (Moreira & Siqueira, 2006).

CONCLUSÕES

O aumento da imobilização microbiana de P foi restrito às adjacências dos grânulos (camada de 0-

2,5 cm). A adição da cama de aviário aumentou temporariamente o P microbiano, com pico de 101 mg dm⁻³ ocorrendo aos 30 dias. Nas camadas de 2,5-5,0 e 5,0-15,0 cm, a imobilização microbiana de P decresceu ao longo do tempo.

O C microbiano apresentou comportamento semelhante ao P microbiano, nas três camadas.

AGRADECIMENTOS

Ao professor Paulo Roberto Ernani e ao pesquisador Juliano Corulli Corrêa pelas valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS

BROOKES, P. C.; POWLSON, D. S.; JENKINSON, D. S. Measurement of microbial biomass phosphorus in soil. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 14, p. 319-329, 1982.

BÜNEMANN, E. K. et al. Rapid microbial phosphorus immobilization dominates gross phosphorus fluxes in a grassland soil with low inorganic phosphorus availability. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 51, p. 84-95, 2012.

CHAUHAN, B. S.; STEWART, J. W. B.; PAUL, E. A. Effect of carbon additions on soil labile inorganic, organic and microbially help phosphate. *Canadian Journal of Soil Science*, v. 59, p. 387-396, 1979.

COELHO, A. M.; FRANÇA, G. E. **Seja o doutor do seu milho**: nutrição e adubação. 2. ed. Piracicaba: Potafos, 1995. 25 p.

CONTE, E.; ANGHINONI, I.; RHEINHEIMER, D. S. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatase ácida após aplicação de fosfato em solo no sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 925-930, 2002.

DICK, W. A.; TABATABAI, M. A. Determination of orthophosphate in aqueous solutions containing labile

organic and inorganic phosphorus compounds. *Journal of Environmental Quality*, v. 6, p. 82-85, 1977.

FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). **World reference base for soil resources**. Rome: FAO, ISRIC, IUSS, 2006. 132 p. (World Soil Resources Report, 103)

FERREIRA, D. F. SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042, 2011.

GATIBONI, L. C.; KAMINSKI, J.; RHEINHEIMER, D. S.; BRUNETTO, G. Fósforo da biomassa microbiana e atividade de fosfatases ácidas durante a diminuição do fósforo disponível no solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 1085-1091, 2008.

OLIVEIRA, C. M. B. **Comportamento dos métodos mehlich 1, mehlich 3 e resina trocadora de ânions frente ao poder tampão do solo e à utilização de fosfatos naturais**. 2010. 70 p. Dissertação (Manejo do Solo) - Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2010.

MARTINAZZO, R.; RHEINHEIMER, D. S.; GATIBONI, L. C.; BRUNETTO, G.; KAMINSKI, J. Fósforo microbiano do solo sob sistema plantio direto em resposta à adição de fosfato solúvel. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 31, p. 563-570, 2007.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

SRIVASTAVA, S. C.; SINGH, J. S. Microbial C, N and P in dry tropical forest soils: effects of alternate land-uses and nutrient flux. *Soil Biology Biochemistry*, v. 23, p. 117-124, 1991.

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 19, p. 703-707, 1987.

Tabela 1 - Caracterização química e física do solo antes da instalação do experimento.

Caracterização química									
pH (H ₂ O)	CE μS cm ⁻¹	P _{RTA}	P _{M1}	CMAP	Ca ²⁺	Mg ²⁺	(H+Al)	CTC pH 7	MO
		----- mg dm ⁻³	----- mg dm ⁻³	-----	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	g kg ⁻¹
5,1	171,57	29,10	2,2	1060	7,09	4,14	3,90	15,13	45,8
Caracterização física									
Ds	Dp	P _{Total}	CC	Areia (2-0,05 mm)	Silte (0,05-0,002 mm)	Argila (<0,002 mm)			
g cm ⁻³	g cm ⁻³	%	g g ⁻¹	-----	----- g kg ⁻¹	-----			
0,80	2,65	69,81	0,42	303	286	411			

CE = condutividade elétrica; P_{RTA} = fósforo disponível extraído por resina trocadora de ânions; P_{M1} = fósforo disponível extraído pela solução de Mehlich-1; CMAP = capacidade máxima de adsorção de fósforo, baseada no estudo de Oliveira (2010); (H+Al) = Acidez potencial a pH 7; CTC = capacidade de troca de cátions a pH 7; MO = matéria orgânica; Ds = densidade do solo; Dp = densidade de partículas; P_{Total} = porosidade total do solo; CC = umidade gravimétrica na capacidade de campo; As proporções de areia, silte e argila foram determinadas pela metodologia da pipeta

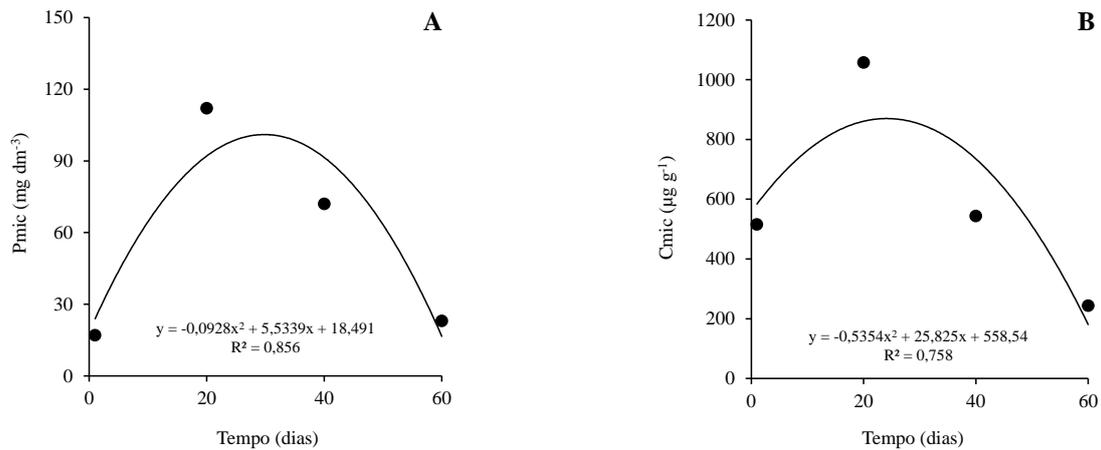


Figura 1 - Fósforo (A) e carbono (B) contidos na biomassa microbiana do solo, na camada de 0-2,5 cm abaixo da zona da cama de aviário, nas épocas de 1, 20, 40 e 60 dias após a adição.

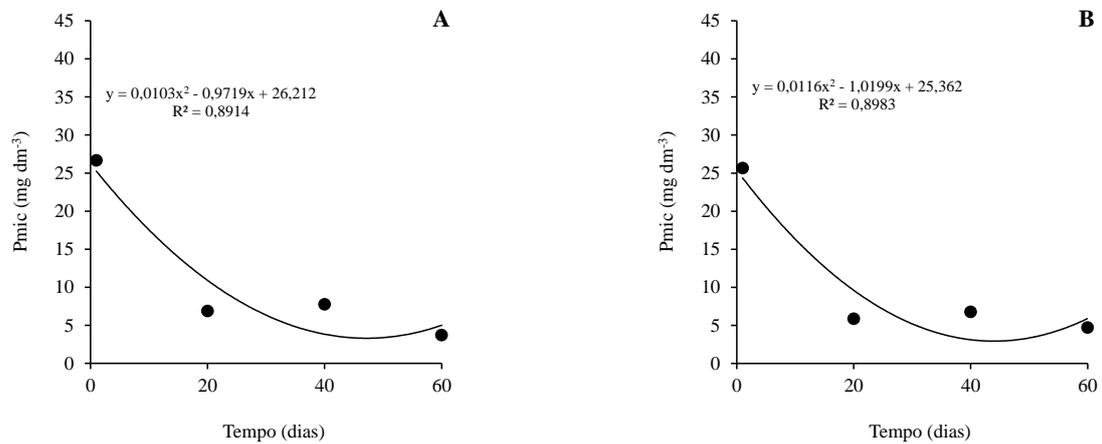


Figura 2 - P contido na biomassa microbiana do solo, nas camadas de 2,5-5,0 (A) e 5,0-15,0 (B) cm abaixo da zona da cama de aviário, nas épocas de 1, 20, 40 e 60 dias após a adição.

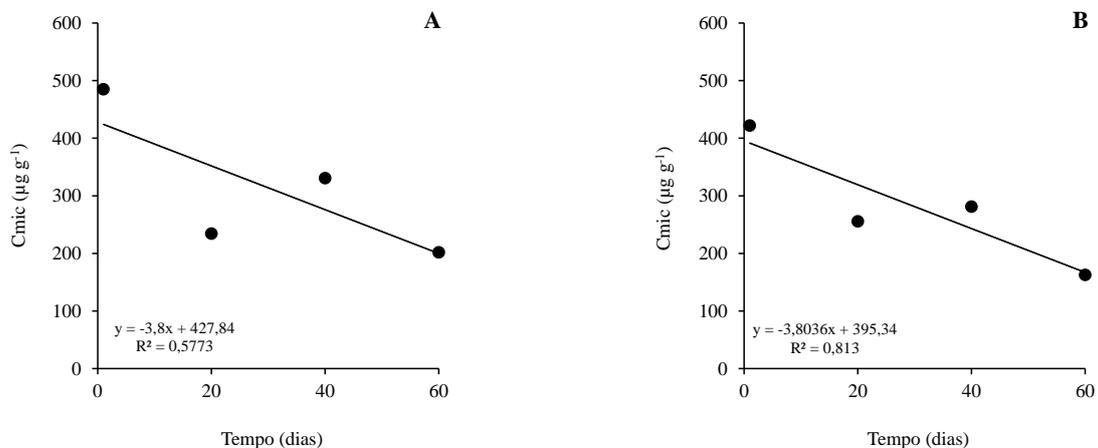


Figura 3 - C contido na biomassa microbiana do solo, nas camadas de 2,5-5,0 (A) e 5,0-15,0 (B) cm abaixo da zona da cama de aviário, nas épocas de 1, 20, 40 e 60 dias após a adição.