

Humificação da matéria orgânica do solo em função da adição de lodo de esgoto em longo prazo¹

Victor Sanches Ribeirinho², Cristiano Alberto de Andrade³, Aline Renée Coscione⁴, Maria Lucia Silveira⁵, Adriana Marlene Moreno Pires⁶, Débora Marcondes Bastos Pereira Milori⁷, Otávio Antônio de Camargo⁸

(¹) Trabalho executado com recursos da FAPESP (2011/10619-8) e CAPES-Embrapa (99999.002253/2014-03)

(²) Doutorando; Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo, victor.ribeirinho@gmail.com

(³) Pesquisador, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, cristiano.andrade@embrapa.br

(⁴) Pesquisadora, Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo, aline@iac.sp.gov.br

(⁵) Professora, University of Florida, Ona, Flórida - EUA, mlas@ufl.edu

(⁶) Pesquisadora, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, São Paulo, adriana.pires@embrapa.br

(⁷) Pesquisadora, Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, São Paulo, debora.milori@embrapa.br

(⁸) Pesquisador, Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo, ocamargo@iac.sp.gov.br

Resumo

A adição contínua de lodo de esgoto no solo agrícola pode resultar em alterações na quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo (MOS). O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de doses de lodo de esgoto em longo prazo no grau de humificação e recalcitrância da matéria orgânica do solo por meio de Fluorescência Induzida por Laser (FIL) e fracionamento químico-físico e comparar as referidas técnicas. Foram coletadas amostras de solo (camadas 0-5 e 5-10 cm) em experimento de campo onde foram realizadas seis aplicações sucessivas de lodo de esgoto, seguidas de oito anos sem adição do resíduo. Utilizaram-se seis tratamentos: controle (0R), adubação mineral (NPK), dose de lodo recomendada (1R) e seus múltiplos 2R, 4R e 8R, em blocos ao acaso, com três repetições. Nestas amostras, determinaram-se os teores totais de carbono (C), grau de humificação (H_{FIL}), e as frações físicas da MOS com posterior determinação do C nestas. O aumento da dose de lodo de esgoto aplicada em longo prazo no solo resultou na redução do grau de humificação da MOS, tanto com o uso da técnica H_{FIL} como via fracionamento físico da matéria orgânica. A similaridade das duas técnicas foi confirmada por meio da correlação obtida entre os resultados de H_{FIL} e a proporção de carbono nas frações mineral e particulada da matéria orgânica.

Palavras Chave: Biossólido, Fluorescência Induzida por Laser, Fracionamento da Matéria Orgânica, Carbono Orgânico



Introdução

Humificação da matéria orgânica do solo (MOS) é a transformação de compostos orgânicos identificáveis, por exemplo amido e celulose, em compostos húmicos amorfos. Com o processo de humificação ocorre um enriquecimento de estruturas aromáticas que podem ser estabilizadas em radicais livres do tipo semiquinona, sendo que essas estruturas compõem compostos orgânicos recalcitrantes da MOS (Canellas et al., 2007). A avaliação do grau de humificação da MOS pode ser realizada com o uso da técnica de Fluorescência Induzida por Laser (FIL) (Milori et al., 2006).

O uso do lodo de esgoto em solos agrícolas pode alterar a quantidade e qualidade da MOS após repetidas aplicações. A recalcitrância à decomposição de parte do material orgânico aplicado via lodo é parcialmente responsável por tais incrementos e pode ser quantificada através de técnicas de fracionamento da matéria orgânica. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da adição de doses de lodo de esgoto em longo prazo no grau de humificação e recalcitrância da MOS por meio de FIL e fracionamento físico e comparar as referidas técnicas.

Materiais e métodos

Amostras de Solo

Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm em experimento instalado em 1999, no qual foram aplicadas anualmente, até 2003, doses de lodo de esgoto (0, 1, 2, 4 e 8 vezes a dose recomendada). As amostras foram coletadas em 2011, portanto, há oito anos não é realizada a adição do resíduo. Além dos tratamentos com lodo de esgoto, há um tratamento com adubação mineral (NPK). Foram coletados 15 pontos por parcela, formando uma amostra composta, que foi homogeneizada, seca ao ar e peneirada em malha de 2 mm.

Análises químicas

Em subamostras de solo moídas e passadas em peneiras de 0,150 mm de abertura (100 meshes) foi quantificado o teor total de carbono (C) em analisador elementar - LECO CN.

Para obtenção do grau de humificação (H_{FIL}) da MOS foram realizadas determinações dos espectros de emissão da FIL nas amostras de solo segundo metodologia proposta por Milori et al (2006). Com base nos dados obtidos, foi calculado o grau de humificação da MOS dividindo-se a área espectral de emissão da FIL pelo teor de C da amostra de solo.

O fracionamento da MOS empregado foi o proposto por Cambardella & Elliott (1992). O método consiste na combinação de dispersão química do solo, seguida de separação física com base no tamanho e na densidade das partículas de matéria orgânica, obtendo-se, assim, a fração mineral do solo (silte + argila), a fração particulada da MOS (FP) e a fração leve (FL) da MOS. O teor de C nestas frações (C-Min, C-FP e C-FL) foi determinado por meio de combustão seca, e o cálculo da porcentagem de C em cada fração foi baseado no teor total de C.

Estatística



Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, nos casos em que o teste F foi significativo ($p < 0,05$), aplicou-se análise de regressão para as doses de lodo de esgoto. A relação entre as técnicas foi avaliada por meio da análise de regressão entre os resultados (dados de H_{Fil} e proporção de C nas frações do fracionamento), obtendo-se o coeficiente de correlação de Pearson.

Resultados e discussões

Observou-se um aumento linear dos teores totais de C do solo, porém com redução linear no grau de humificação com o aumento da dose de lodo de esgoto (Tabela 1). Esta diminuição do grau de humificação pode ser atribuída à incorporação de compostos menos humificados provenientes do lodo de esgoto (González-Pérez et al., 2004).

Tabela 1. Efeito das aplicações de lodo de esgoto sobre o Grau de Humificação e na proporção de carbono associado às frações mineral, particulada e leve da matéria orgânica do solo fertilizado com lodo de esgoto em longo prazo.

Profundidade (cm)	Tratamentos ⁽¹⁾						Regressão ⁽²⁾	r ²	
	NPK	0R	1R	2R	4R	8R			
	<i>C total (g kg⁻¹ de solo)</i>								
0-5	15,2	14,6	14,7	16,8	17,9	20,0	$y = 14,7 + 0,699x$	0,94	
5-10	15,1	14,9	15,1	16,6	18,3	19,7	$y = 15,0 + 0,626x$	0,93	
	<i>Grau de humificação (u. x 10³)</i>								
0-5	22,8	23,4	22,7	18,7	16,6	15,8	$y = 22,4 - 966,1x$	0,78	
5-10	23,2	21,9	22,2	19,5	16,6	15,2	$y = 21,9 - 929,4x$	0,87	
	<i>% C na fração mineral da matéria orgânica do solo</i>								
0-5	87,5	87,7	87,2	86,1	83,5	79,1	$y = 88,1 - 1,12x$	0,99	
5-10	85,9	86,5	87,5	84,0	84,3	79,2	$y = 87,1 - 0,95x$	0,88	
	<i>% C na fração particulada da matéria orgânica do solo</i>								
0-5	3,14	3,7	4,0	4,5	8,2	10,1	ns	ns	
5-10	5,2	4,0	4,4	6,6	7,6	11,2	$y = 4,04 + 0,90x$	0,98	
	<i>% C na fração leve da matéria orgânica do solo</i>								
0-5	9,4	8,5	8,8	9,4	8,3	10,8	ns	ns	
5-10	8,9	9,5	8,1	9,5	8,1	9,6	ns	ns	

⁽¹⁾ NPK = adubação mineral; Dose de lodo de esgoto recomendada (1R) e seus múltiplos 2 (2R), 4 (4R) e 8 (8R). ⁽²⁾ Modelo de regressão ajustado para efeito das doses de lodo de esgoto. ns = não significativo.

A proporção de C associado a fração mineral (C-Min) diminuiu em função do aumento da dose de lodo de esgoto (Tabela 1). Mesmo considerando que o C dessa fração é mais recalcitrante, esses resultados demonstram que ainda há material menos humificado no solo proveniente do lodo de esgoto, principalmente nas doses mais elevadas (4R e 8R). Os resultados corroboram com os obtidos nas análises de H_{Fil} , que apresentou uma redução grau de humificação da MOS com o aumento das doses de lodo de esgoto. A proporção de C-FP teve um aumento linear em função da dose na camada 5-10 cm (Tabela 1). Não foi observado efeito do lodo de esgoto na porcentagem de C-FL (Tabela 1), que é predominantemente composta por resíduos vegetais.



A proporção de C associado às frações mineral e particulada da MOS apresentou correlação com os valores de H_{Fil} em todas as camadas analisadas, sendo que os valores de H_{Fil} foram considerados como variáveis dependentes dos valores de proporção de C nas frações (Tabela 2).

Tabela 2: Correlações entre os valores de H_{Fil} e porcentagem de C associados às frações mineral, particulada e leve da MOS nas profundidades 0-5 e 5-10 cm.

Profundidade (cm)	Coefficiente de correlação de Pearson	r^2	Teste P
<i>% C na fração mineral da matéria orgânica do solo</i>			
0-5	0,651	0,424	0,003
5-10	0,689	0,474	0,002
<i>% C na fração particulada da matéria orgânica do solo</i>			
0-5	-0,697	0,489	0,001
5-10	-0,746	0,557	< 0,001
<i>% C na fração leve da matéria orgânica do solo</i>			
0-5	-0,057	0,003	0,821
5-10	0,182	0,033	0,470

Conclusões

O aumento da dose de lodo de esgoto aplicada em longo prazo no solo resultou na redução do grau de humificação da MOS, tanto com o uso da técnica H_{Fil} como via fracionamento da matéria orgânica.

A similaridade das duas técnicas foi confirmada por meio da correlação obtida entre os resultados de H_{Fil} e a proporção de carbono nas frações mineral e particulada da matéria orgânica.

Referências

- CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Participate Soil Organic-Matter Changes across a Grassland Cultivation Sequence. **Soil Science Society of America Journal**, v. 56, p. 777-783, 1992.
- CANELLAS, L.P.; BALDOTTO, M.A.; BUSATO, J.G.; MARCIANO, C.R.; MENEZES, S.C.; SILVA, N.M.; RUMJANEK, V.M.; VELLOSO, A.C.X.; SIMÕES, M.L. & MARTIN-NETO, L. Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p.331-340, 2007.
- GONZÁLEZ-PÉREZ, M.; MARTIN-NETO, L.; SAAB, S. C.; NOVOTNY, E. H.; MILORI, D. M. B. P.; BAGNATO, V. S.; COLNAGO, L. A.; MELO, W. J.; KNICKER, H. Characterization of humic acids from a Brazilian Oxisol under different tillage systems by EPR, ^{13}C NMR, FTIR and fluorescence spectroscopy. **Geoderma**, v. 118, p. 181-190, 2004.
- MILORI, D. M. B. P.; GALETI, H. V. A.; MARTIN-NETO, L.; DIEKOW, J.; GONZÁLEZ-PÉREZ, M.; BAYER, C.; SALTON, J. Organic matter study of whole soil sample using laserinduced fluorescence spectroscopy. **Soil Science Society American Journal**, v. 70, p. 57-63, 2006.