

DEGRADAÇÃO DO CARBONO E MINERALIZAÇÃO DO NITROGÊNIO EM SOLO COM DIFERENTES HISTÓRICOS DE USO AGRÍCOLA DE LODO DE ESGOTO

LÍVIA F. M. SILVA¹; ALINE R. COSCIONE²; CRISTIANO A. ANDRADE³

Nº0900024

RESUMO

Pouco se conhece sobre alterações de padrão de degradação do carbono (C) e mineralização do nitrogênio (N) em função de repetidas aplicações de lodo de esgoto, sendo este aspecto de fundamental importância na definição de doses para aplicação, de modo a atender a necessidade das culturas, sem prejuízos ao ambiente.

Neste trabalho foram usadas amostras de solo de área experimental do Centro Experimental Central do IAC, em Campinas-SP, há seis anos recebendo 3 diferentes doses de lodo de esgoto e com cultivo de milho no verão. As amostras de solo depois de preparadas foram misturadas com novas doses de lodo. Os tratamentos foram incubados no escuro, à temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção de água do solo.

Ao avaliar a liberação de CO_2 e a taxa de degradação, percebe-se que, para degradação do carbono, nos tratamentos onde já havia histórico de aplicação de lodo, um remanescente do lodo ainda deve estar sendo degradado. A velocidade de mineralização do N foi alterada em relação aos históricos de uso do lodo, aumentando no solo onde já havia histórico de aplicação de lodo, o que aponta maior potencial de fornecimento de N às plantas nessas áreas, aumentando o risco de lixiviação.

ABSTRACT

Little is known about changes in standard of degradation of the carbon (C) and mineralization of nitrogen (N) due to repeated applications of sewage sludge, being this aspect crucial to define the dose for application in order to meet the need of the crop without damage the environment.

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Engenharia Ambiental, PUC-Campinas, Campinas-SP, livia.fms@hotmail.com.

² Orientadora: Pesquisadora do Centro de Solos e Recursos Ambientais do IAC, Campinas-SP.

³ Colaborador: Pesquisador do centro de Solos e Recursos Ambientais do IAC, Campinas-SP.

In this work we used soil samples from the experimental area of the Central Experimental Center of IAC, Campinas-SP, for six years receiving 3 different doses of sewage sludge and cultivated with maize in the summer. The soil samples after prepared were mixed with new doses of sludge. The treatments were incubated in dark ambient at temperature of $28 \pm 1^{\circ}\text{C}$ and humidity corresponding to 60% of soil water holding capacity.

In evaluating the CO_2 release and the degradation rate, we notice that for carbon degradation, where the treatments had a history of application of sewage sludge, a remaining sludge is still being degraded. The speed of N mineralization was changed based on historical of sludge use, increasing where the soil had a history of sludge application, which indicates greater potential to supply N for plants in these areas, increasing the risk of leaching.

INTRODUÇÃO

A utilização agrícola de lodos de esgoto encontra-se, de algum modo, alicerçada na degradação da fração orgânica do resíduo após aplicação no campo. O fornecimento de nutrientes como nitrogênio e fósforo (Ayuso et al., 1992; Franco-Hernández et al., 2003), efeitos na disponibilidade metais pesados (Pires, 2003) e alteração na dinâmica do carbono(C) do solo (Gilmour et al., 1996), são alguns exemplos relacionados com a degradação do resíduo no ambiente.

Taxas de degradação de lodos após aplicação no solo se situam comumente na faixa de 20 a 60% do total de carbono adicionado (Terry et al., 1979; Wiseman & Zibilske, 1988; Pires et al., 2003) e de lodos compostados esse valor pode ser inferior a 20% (Bernal et al., 1998), considerando em ambos os casos tempos de avaliação de até 130 dias.

A taxa de mineralização do N (TMN) pode ser obtida em ensaios de incubação sob condições controladas de temperatura e umidade, ou simplesmente adotados valores entre 10 e 40%, conforme o tipo de processo gerador do lodo. Os valores de TMN indicados na resolução CONAMA 375 (CONAMA, 2006), conforme o tipo de lodo, foram baseados nas recomendações da Agência Ambiental da Carolina do Norte, EUA, e podem não refletir o que ocorre em solos de regiões tropicais ou ainda com histórico de uso continuado de lodo ao longo dos anos. Tal fato é de suma

importância, uma vez que, na prática, a dose de lodo de esgoto tem sido calculada em função da TMN.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a degradação do carbono e a mineralização do nitrogênio em solo com diferentes históricos de aplicação de lodo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usadas amostras de solo (camada 0-20 cm) de área experimental do Centro Experimental Central do IAC, em Campinas-SP, há seis anos recebendo 3 diferentes doses de lodo de esgoto e com cultivo de milho no verão. A dose referência de lodo (1N) tem sido baseada no fornecimento de 120 kg ha^{-1} de N para o milho, no teor total de N do resíduo e na TMN igual a 30%, conforme recomendação da CETESB (1999) e CONAMA (2006). As outras doses aplicadas neste período corresponderam à zero (0N) e ao dobro da dose referência (2N). De modo geral, tais doses têm ficado em torno de 0, 7 e $14 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ (base seca) de lodo de esgoto.

As amostras de solo (L0, L1 e L2), representando os diferentes históricos de aplicação do resíduo, e após o devido preparo (secagem ao ar, e peneiramento em malha 2 mm) foram misturadas com novas doses de lodo correspondentes a D0 (sem lodo), D1 (dose para fornecer 120 kg ha^{-1} de N, considerando 30% de TMN) e D2 (o dobro de D1) para as incubações previstas. No experimento para avaliação da degradação do carbono, utilizou-se um tratamento com glicose em dose equivalente a D1.

A degradação do carbono foi avaliada usando 300 g de cada solo com os respectivos tratamentos, acondicionados em potes de vidro (1,5 L) e incubadas durante 176 dias, no escuro, à temperatura de $28 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade correspondente a 60% da capacidade de retenção de água (CMRA) do solo ou das misturas. Durante o período de incubação foi quantificada a liberação de carbono na forma de CO_2 (C- CO_2) por meio de método respirométrico com captura do CO_2 emanado em solução padronizada de NaOH $0,5 \text{ mol L}^{-1}$ e posteriormente quantificado usando leitura da condutividade elétrica (Coscione & Andrade, 2006).

Para o ensaio de mineralização do nitrogênio o procedimento adotado foi o sem lixiviação conforme descrito em (Coscione & Andrade, 2006). Periodicamente (0, 7, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, 126 dias de incubação) três repetições de cada tratamento foram avaliadas quanto ao teor de N inorgânico (Raij et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve estímulo à atividade microbiana do solo, avaliada por meio da liberação de CO₂, em função dos diferentes históricos de uso do lodo de esgoto, bem como da adição de novas doses (Figura 1).

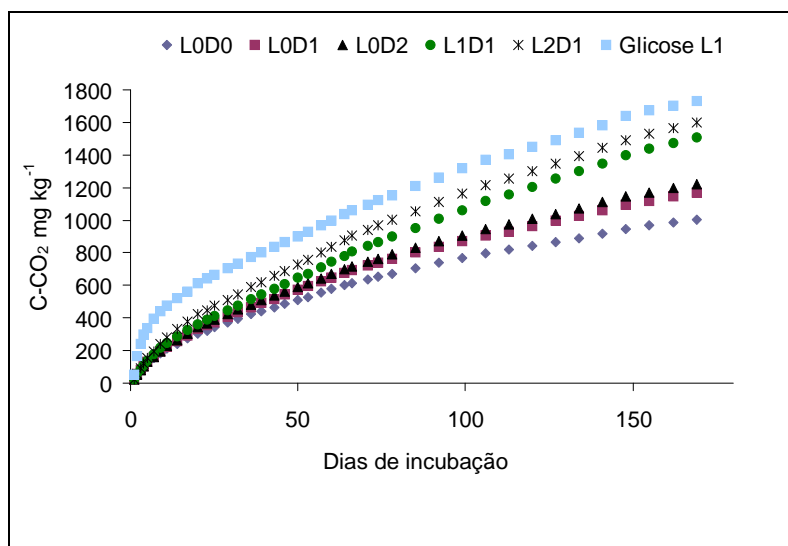


Figura1. Liberação de carbono na forma de CO₂ (C-CO₂) a partir da incubação de solos com diferentes históricos de uso de lodo de esgoto e aplicação de novas doses.

As taxas de degradação do carbono do lodo, calculadas em relação ao adicionado (D0, D1 e D2), foram reduzidas em função do aumento dos históricos com maiores doses de lodo aplicadas (Tabela 1). No tratamento L0D1 a taxa de degradação do carbono foi igual a 38%, decrescendo para 20 e 5%, respectivamente, para os solos com históricos de aplicação L1 e L2. Comportamento semelhante foi verificado para a maior dose de lodo recém adicionada (D2).

Os resultados de nitrogênio mineralizado foram ajustados ao modelo de cinética química de primeira ordem, em função do tempo de incubação: $N\text{-mineralizado} = N_0 \cdot (1 - e^{-kt})$, em que: N-mineralizado corresponde a quantidade de nitrogênio (mg kg⁻¹) mineralizado no tempo t, N₀ é igual ao nitrogênio (mg kg⁻¹) potencialmente mineralizável em 126 dias de incubação, k corresponde a constante de velocidade da reação de mineralização do nitrogênio orgânico (dia⁻¹), e t é igual ao tempo em dias. Aumentos do N potencialmente mineralizável (N₀) com a aplicação das novas doses de lodo (Tabela 2) foram mais evidentes no solo onde nunca se aplicou este tipo de resíduo (L0) e naquele em que se tem aplicado o dobro da dose (L2). Em relação aos diferentes históricos, o N₀ aumentou em média 40 e 100% nos tratamentos L1 e L2, respectivamente, em comparação com o L0, evidenciando incrementos no

compartimento de N passível de ser disponibilizado às plantas e, conseqüentemente, possibilidade de redução de doses futuras de lodo.

Tabela1. Taxas de degradação do carbono para os diferentes tratamentos.

Tratamentos	C-adicionado	C-CO ₂	C-CO ₂ do resíduo	Taxa de degradação
	mg kg ⁻¹			%
L ₀ D ₀	-	1026	-	-
L ₀ D ₁	465	1201	175	38
L ₀ D ₂	930	1250	224	24
L ₁ D ₀	-	1451	-	-
L ₁ D ₁	465	1545	94	20
L ₁ D ₂	930	1530	79	9
L ₂ D ₀	-	1613	-	-
L ₂ D ₁	465	1637	24	5
L ₂ D ₂	930	1705	92	10
Glicose L ₀	467	1432	406	87
Glicose L ₁	467	1766	315	67
Glicose L ₂	467	1960	347	74

Tabela2. Dados da mineralização do N em função dos históricos de aplicação e de novas aplicações.

	N ₀	k	T _{1/2}	r
	mg kg ⁻¹	dia ⁻¹	dias	
L ₀ D ₀	60,46	0,03187	21,75	0,947
L ₀ D ₁	69,08	0,03457	20,05	0,957
L ₀ D ₂	82,74	0,02722	25,46	0,943
L ₁ D ₀	96,9	0,01636	42,37	0,972
L ₁ D ₁	95,48	0,02178	31,83	0,917
L ₁ D ₂	102,7	0,01238	55,99	0,961
L ₂ D ₀	130,52	0,01522	45,54	0,960
L ₂ D ₁	145,36	0,01013	68,42	0,955
L ₂ D ₂	150,1	0,01157	59,90	0,935

A velocidade de mineralização do N também foi alterada em relação aos históricos de uso do lodo, com aumento de cerca de duas vezes nos tratamentos L1 e L2. Tal aspecto confirma o maior potencial de fornecimento de N às plantas nessas áreas, não devendo-se esquecer que esse maior potencial de fornecimento é sinônimo de maior risco de lixiviação de nitrato para águas subterrâneas.

CONCLUSÃO

1. Áreas com histórico de uso de lodo de esgoto apresentam compostos de carbono remanescentes e que tendem a reduzir a degradação de novas cargas orgânicas aplicadas; e
2. Aplicações anuais de lodo de esgoto aumentam o potencial de N disponível no solo, o que representa maior reservatório para suprimento às plantas, maior risco ambiental relacionado ao nitrato e necessidade de redução das doses desse resíduo em novas aplicações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYUSO, M.; HERNANDEZ, T.; GARCIA, C.; COSTA, F. Utilización d'un lodo aerobio como sustitutivo de fertilizantes fosforados inorgánicos. **Suelo y Planta**, v.2, p.271-280, 1992.

BERNAL, M.P.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M.A.; PAREDES, C.; ROIG, A. Carbon mineralization from organic wastes at different composting stages during their incubation with soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.69, p.175-189, 1998a.

CETESB - COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **Aplicação de biossólido em áreas agrícolas**: critérios para projeto e operação (Manual Técnico). São Paulo, 1999. 35p.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE. Resolução nº 375, de 29 de agosto de 2006. Define critérios e procedimentos para uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário e seus produtos derivados, e dá outras providências. 32p.

COSCIONE, A.R.; ANDRADE, C.A. Protocolos para avaliação da dinâmica de resíduos orgânicos no solo. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. *Análise Química de Resíduos Sólidos para Monitoramento e Estudos Agroambientais*. Campinas: Instituto Agrônomo, p.159-177, 2006.

GILMOUR, T.J.; CLARK, M.D.; DANIEL, S.M. Predicting long-term decomposition of biosolids with a seven day test. **Journal of Environmental Quality**, v.25, p.766-770, 1996.

PIRES, A.M.M. Ácidos orgânicos da rizosfera : aspectos qualitativos e quantitativos e fitodisponibilidade de metais pesados originários de biossólidos. Piracicaba, 2003. 94p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

RAIJ, van, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (eds) *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.