

MINERALIZAÇÃO DE NITROGÊNIO EM SOLO TRATADO COM COMPOSTOS DE LIXO URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO

NITROGEN MINERALIZATION IN SOIL TREATED WITH URBAN WASTES OF THE STATE OF SÃO PAULO

SILVA, V.A.¹; PIRES, A.M.M.¹; VASCONCELLOS, E.B.C.¹; PASTRELLO, B.M.C.¹; LIGO, M.A.V.¹

¹ Embrapa Meio Ambiente, Caixa Postal 69, 13820-000, Jaguariúna, SP
e-mail: vinicius@cnpma.embrapa.br.

Resumo

A determinação da fração de mineralização de nitrogênio (FMN) originário de compostos de lixo urbano (CLU) adicionados aos solos agrícolas pode ser uma importante ferramenta para cálculo da dose de resíduo, minimizando riscos de contaminação de coleções hídricas por nitrato. O presente estudo avaliou a FMN de 4 CLUs adicionados em 4 diferentes doses a um Latossolo. Os resultados mostraram que a FMN variou conforme o tipo de CLU e aumentou com a diminuição da dose de composto aplicada e que a fase de estabilização da mineralização de nitrogênio adicionado ao solo não foi atingida na maioria dos tratamentos, durante o tempo de incubação avaliado.

Abstract

The determination of nitrogen mineralization rate (NMR) from urban solid wastes (USW) added to agricultural soils could be an important tool to calculate the waste doses, minimizing the risks of sub superficial water contamination by nitrate. This study evaluated the NMR of 4 USWs added on 4 different doses to an Oxisol. The results showed that NMR varied with type of USW and increased with the decrease of waste dose added and that the stabilization phase of nitrogen mineralization added to the soil was not reached for most of the treatments during the incubation time evaluated.

Introdução

O Estado de São Paulo produz cerca de 28 mil toneladas diárias de lixo urbano, problema que envolve aspectos sanitários, ambientais e sociais. A disseminação de doenças, a contaminação do solo e das águas subterrâneas e superficiais e a poluição do ar são alguns dos sérios problemas causados pelo não tratamento desses resíduos e pela sua disposição final precária. Diante dessa situação, alternativas de tratamento e/ou disposição final de resíduos sólidos estão sendo desenvolvidas.

A utilização agrícola do Composto de Lixo Urbano - CLU representa uma alternativa de disposição muito interessante, pois utiliza o solo como um meio favorável ao consumo da carga orgânica potencialmente poluidora, apresenta os menores custos, pode trazer os benefícios inerentes à incorporação de matéria orgânica ao solo e promove a reciclagem de nutrientes, indo de encontro ao princípio do desenvolvimento sustentável. Entre os nutrientes presentes no CLU pode-se destacar o nitrogênio, tanto que para se registrar o composto como fertilizante, o MAPA exige um teor mínimo de 1% para esse nutriente. Entretanto, o fato do CLU conter o nitrogênio em quantidades de acordo com o estabelecido não garante que esse estará numa forma disponível para as plantas. Assim, é importante o desenvolvimento de estudos que determinem a fração de mineralização de nitrogênio em solos tratados com CLU, inclusive para auxiliar na determinação da dose que será aplicada atendendo às necessidades nutricionais da planta e sem representar risco de contaminação do lençol freático.

Material e Métodos

Os compostos de lixo urbano utilizados foram coletados em 4 usinas de compostagem do Estado de São Paulo. Para cada usina, foram retiradas amostras compostas do CLU em diferentes pontos de leiras de compostagem. As amostras foram secas a 60°C e moídas (peneira com 2 mm de malha). As concentrações totais de nitrogênio nos CLUs eram de 6, 10, 7 e 8 mg kg⁻¹ e o teor total de carbono era de 90, 150, 100 e 110 mg kg⁻¹, para as usinas 1, 2, 3

e 4, respectivamente. Foram utilizadas amostras do horizonte B de um Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf) foram coletadas, secas ao ar e moídas (peneira com 2 mm de malha).

Usou-se delineamento inteiramente ao acaso com 16 tratamentos (4 tipos de CLUs e 4 doses) e duas repetições. As doses foram determinadas considerando-se a necessidade de nitrogênio da cultura do milho indicada no Boletim 100 (Cantarella et al., 1997), e que a FMN de cada CLU seria de 25, 50 e 100%, procedendo-se o cálculo de maneira análoga à recomendada para lodo de esgoto (MMA, 2006).

O ensaio para determinação da fração de mineralização do nitrogênio (FMN) foi realizado segundo metodologia descrita em Cetesb (1999), procedendo-se a incubação por 11 semanas a uma temperatura de 28 ± 2°C. No intervalo de zero a 127 dias de incubação, as amostras foram analisadas, quanto à umidade e ao teor de nitrogênio inorgânico (Tedesco et al., 1995). Os dados obtidos foram ajustados ao modelo de cinética de primeira ordem, $N_{min} = N_0(1 - e^{-kt})$, em que N_0 é o N potencialmente mineralizável e t é o tempo de incubação. O software CurveExpert versão 1.3 foi utilizado para fazer os ajustes.

Resultados e Discussão

Os coeficientes de determinação (R^2) do ajuste dos dados obtidos à equação de cinética de primeira ordem (Tabela 1) apenas foram satisfatórios, para todas as doses, nos tratamentos com CLU proveniente da Usina 1. Para os demais casos, principalmente para a Usina 2, observou-se que não houve tendência de estabilização da quantidade de N mineralizado. Um maior tempo de incubação pode ser necessário para esse tipo de resíduo. Particularmente para a usina 3, cujo CLU apresentava os maiores teores de inertes, o N potencialmente mineralizável (N_0) obtido é 3 vezes maior do que a quantidade adicionada via o resíduo, demonstrando novamente que seria indicado um maior tempo de incubação. Por outro lado, se considerarmos que essa avaliação poderia ser utilizada para a determinação da dose de CLU e que a maior limitação para isso é o tempo de avaliação, o aumento do período de incubação inviabilizaria ainda mais seu uso rotineiro.

Tabela 1. Parâmetros da equação de cinética do primeiro grau ($N_{min} = N_0 \times (1 - e^{-kt})$) ajustada aos dados de mineralização de N de um Latossolo tratado com diferentes compostos de lixo urbano.

Tratamento	N_0	K	R^2	N_0	K	R^2
	Usina 1			Usina 2		
Testemunha	27,35	0,013	0,87	11,31	0,040	0,16
Dose 1	36,15	0,016	0,82	22,09	0,047	0,38
Dose 2	87,74	0,004	0,97	18,08	0,037	0,19
Dose 3	32,53	0,014	0,86	16,89	0,035	0,34
	Usina 3			Usina 4		
Testemunha	37,47	0,005	0,30	8,50	0,021	0,61
Dose 1	288,76	0,001	0,77	25,99	0,021	0,71
Dose 2	283,43	0,001	0,55	18,17	0,024	0,53
Dose 3	391,37	0,000	0,75	15,43	0,010	0,42

Testemunha: solo, Dose 1: solo + CLU em dose calculada considerando-se FMN=25%, Dose 2: solo + CLU em dose calculada considerando-se FMN=50%, Dose3: solo + CLU em dose calculada considerando-se FMN=100%. * N_{min} : N mineralizado ($mg\ kg^{-1}$) no tempo t; N_0 : N potencialmente mineralizável ($mg\ kg^{-1}$) ao final do período total de avaliação; K: constante de velocidade de reação de mineralização do N e t: tempo de incubação em dias.

Os resultados referentes à porcentagem de N mineralizado após o período de incubação dos diferentes CLUs com o solo (Tabela 2) indicam que a fração mineralizada variou entre 8 e 44% em função da dose e tipo de CLU. A exceção foi o CLU da Usina 3 na dose 1, que corresponde à dose calculada considerando-se que 25% do total de N presente no CLU estaria disponível durante o ciclo da planta. Nesse caso, observou-se que não ocorreu a mineralização do N do resíduo e, até mesmo, ocorreu inibição da mineralização do N originário do solo, resultando em uma FMN negativa. Provavelmente, a forma em que o nitrogênio se encontra nesse CLU é muito pouco disponível. As demais doses desse CLU também apresentaram baixa disponibilidade de N.

Hébert et al., (1991) citam que o teor total de N, a relação C/N, o grau de maturação e a biodegradabilidade de C do resíduo são fatores importantes que influenciam a mineralização de N oriundo do resíduo após sua adição ao solo. Esses fatores, principalmente maturação e biodegradabilidade, estão diretamente relacionados com a qualidade do CLU. Assim, é interessante destacar que durante a coleta dos CLUs foi observada a precariedade do sistema de produção do composto na maioria das usinas, principalmente na Usina 3, destacando-se a separação deficiente da fração orgânica (inertes presentes em alta concentração) e ao processo de compostagem inadequado (nenhum fator é controlado, não existe revolvimento freqüente das pilhas).

Mantovani et al. (2006) avaliaram a fração de mineralização de nitrogênio proveniente de composto de lixo urbano adicionado a um argissolo. A fração de mineralização encontrada por esses autores após 126 dias variou entre 17 e 11% dependendo da dose adicionada. É interessante ressaltar que as doses utilizadas foram aproximadamente 15 vezes maiores do que as do presente estudo. Isso se deve ao fato de que no referido trabalho as doses provavelmente foram definidas com base na quantidade de CLU normalmente adicionada ao solo pelos produtores. Entretanto, ao se comparar com a dose calculada em função da recomendação de N para a cultura (MMA, 2006) pode-se inferir que a quantidade adicionada atualmente no campo pode resultar em lixiviação de nitrato e, conseqüentemente, potencial contaminação do lençol freático. Mesmo que a dose do presente estudo fosse recalculada considerando-se a menor fração de mineralização encontrada (8%), a dose a ser utilizada seria inferior que a menor dose normalmente utilizada no campo.

Tabela 2. Fração mineralizada de Nitrogênio em um solo tratado com diferentes compostos de lixo urbano.

Tratamentos	N total aplicado	N inorgânico extraído inicialmente	N inorgânico extraído após incubação	N mineralizado após incubação	N mineralizado devido ao resíduo	Fração mineralizada do N após incubação
						%
----- mg kg ⁻¹ -----						
Usina 1						
Testemunha	---	11,0	32,2	21,2	---	---
Dose 1	60,0	10,1	41,4	31,3	10,2	17
Dose 2	30,0	10,7	40,9	30,2	9,1	51
Dose 3	15,0	11,7	40,0	28,3	7,2	48
Usina 2						
Testemunha	---	17,9	30,2	12,3	---	---
Dose 1	60,0	19,2	43,1	23,9	11,6	19
Dose 2	30,0	19,3	39,5	20,2	7,9	13
Dose 3	15,0	19,4	38,3	18,9	6,6	44
Usina 3						
Testemunha	---	9,8	28,0	18,2	---	---
Dose 1	60,0	18,3	34,5	16,2	-2,0	-3
Dose 2	30,0	16,4	37,1	20,7	2,5	8
Dose 3	15,0	15,0	38,1	23,1	4,9	33
Usina 4						
Testemunha	---	17,6	26,0	8,4	---	---
Dose 1	60,0	18,5	43,6	25,1	16,7	28
Dose 2	30,0	19,1	37,1	18,0	9,6	32
Dose 3	15,0	21,9	36,9	15,0	6,6	44

Testemunha: solo, Dose 1: solo + CLU em dose calculada considerando-se FMN=25%, Dose 2: solo + CLU em dose calculada considerando-se FMN=50%, Dose3: solo + CLU em dose calculada considerando-se FMN=100%.

De maneira geral, a fração mineralizada de nitrogênio aumentou com a redução da dose de resíduo adicionada, independente do tipo de composto de lixo urbano. Os efeitos de

dose mais acentuados foram observados para a Usina 3. O mesmo comportamento foi encontrado por Kray et al., (2003) ao estudar a FMN de CLU adicionado em solo arenoso.

Conclusões

A fração de mineralização de nitrogênio oriundo de composto de lixo urbano adicionado ao solo varia conforme o tipo de CLU e aumenta com a diminuição da dose de composto aplicada. A fase de estabilização da mineralização de nitrogênio oriundo de composto de lixo urbano adicionado ao solo não foi atingida na maioria dos tratamentos durante o tempo de incubação avaliado.

Referências

CANTARELLA, H.; RAIJ, B. van; CAMARGO, C.E.O. Cereais. In: RAIJ B. VAN, CANTARELLA, H. QUAGGIO, J.A., FURLANI, A.M.G. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo (Boletim 100)**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1996. p.45-71.

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

HÉBERT, M.; KARAM, A.; PARENT, L.E. **Mineralization of nitrogen and carbon in soils amended with composted manure**. Biol. Agric. Hortic., 7:349-361, 1991.

KRAY, C.H.; TEDESCO, M.J.; BISSANI, C.A. & SCOLMEISTER, D. Fração mineralizada de N orgânico de resíduos urbanos adicionados em solos agrícolas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO**, 29., Ribeirão Preto, 2003. Anais. Ribeirão Preto, SBCS/UNESP, 2003. CD-ROM.

MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; BARBOSA, J.C.; FREIRIA, A.C. **Mineralização de carbono e de nitrogênio provenientes de composto de lixo urbano em argissolo**. R. Bras. Ci. Solo, 30:677-684, 2006.

MMA - Ministério do Meio Ambiente, Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), **Resolução No. 375** de 30 de agosto de 2006; (Critérios e Procedimentos para o uso agrícola de lodos de esgoto gerados em estações de tratamento de esgoto sanitário).

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995, 174 p.