

Impacto do uso de resíduos orgânicos provindos de abatedouro de aves e suínos na mineralização e lixiviação de nitratos no solo

Alessandra Aparecida Padilha⁽¹⁾; João Carlos de Moraes Sá⁽²⁾; Jucimare Romaniw⁽³⁾; Guilherme Eurich⁽⁴⁾; Fabrícia da Silva Ramos⁽⁴⁾.

Trabalho executado com recursos da Fundação Agrisus e da empresa Focam.

⁽¹⁾ Graduanda; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, Paraná; alessandra_agrop@ig.com.br;

⁽²⁾ Professor Doutor; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, Paraná. jcmsa@uepg.br;

⁽³⁾ Mestranda, Universidade Estadual de Ponta Grossa; Ponta Grossa, Paraná. ju.romaniw@gmail.com

⁽⁴⁾ Estudantes graduação, Universidade Estadual de Ponta Grossa. guilhermeeurich@hotmail.com;

fabisr1984@hotmail.com

RESUMO: Os resíduos orgânicos (RO) apresentam altos níveis nitrogênio (N) em sua composição, quando no solo sua principal forma é de nitrato inorgânico (NO_3^-), o qual é pouco retido pelos coloides sofrendo constantes perdas no perfil do solo. Dois experimentos foram conduzidos em laboratório, um em colunas de PVC contendo amostras indeformadas de solo e outro contendo amostras de solo incubadas em recipientes de polipropileno. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses crescentes de resíduo orgânico (RO): 0; 0,5; 1; 2; 4; e 8 $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$, sendo o tempo de incubação de 115 dias (mineralização) e 180 dias (lixiviação). Após este período foi observado que aumento das doses de RO causou aumento no teor de NO_3^- lixiviado. Confirmando a alta taxa de nitrificação e a mobilidade do elemento em solo de textura média. Após termino do período de incubação com lixiviação a leitura do teor de NO_3^- no solo demonstrou que o elemento ainda estava presente no solo caracterizado a possibilidade de ocorrência de lixiviação do elemento após o período de 180 dias. No experimento de incubação onde se avaliou a nitrificação com o aumento de doses de N aplicado via RO por 115 dias, observamos altas de nitrificação indicando que o potencial de liberação deste elemento é alto quanto se tem umidade, condição física do solo e temperatura propícia.

Termos de indexação: Carbono, mineralização, nitrificação.

INTRODUÇÃO

Em escala global há um aumento gradativo em excedentes da sociedade que geram impactos ambientais, isto se deve as atividades humanas que terminam por originar materiais que afetam o meio ambiente, como no processamento de alimentos de origem animal, no qual sempre terá como resultado, resíduos de origem orgânica.

A aplicação de resíduos orgânicos nos solos é uma forma ambientalmente correta. No entanto, o uso excessivo deste processo pode resultar na lixiviação de nitrato, considerado um poluente microrrgânico, nas águas subterrâneas (Neeteson & Carton, 2001). Para garantir a segurança da água potável a Organização Mundial de Saúde (ONU) estabeleceu um limite de nitrato de 11,3 $\text{mg}\ \text{NO}_3^-$ para água potável.

Durante o processo de mineralização, microrganismos do solo transformam compostos de nitrogênio orgânico para formas inorgânicas (NO_3^- e NH_4^+). Ao mesmo tempo, um processo de imobilização de N inorgânico ocorre com a síntese de proteínas por microrganismos (Brady, 1990). O N disponível para as plantas é definido como a soma de nitrato (NO_3^-) e do amônio (NH_4^+) no solo, além do N orgânico mineralizado (Gilmour & Skinner, 1999), sendo o NO_3^- absorvido em maior quantidade.

O nitrato é um ânion, desta forma geralmente repellido pela superfície negativa das partículas do solo, consequentemente, facilmente lixiviado do solo. Tal fato pode comprometer o sincronismo entre o N mineral disponível no solo e a cinética de absorção pelas (Cartron & Weil, 1998). Já a relação C/N dos resíduos foi provada ser inversamente proporcional à mineralização do nitrogênio líquido (Appel & Mengel 1990), sendo considerada ótima entre 15 e 40 (Cabrera et al., 2005). Também á influencia textura na mineralização do N, pois o teor de argila pode proporcionar uma proteção física da mineralização da matéria orgânica, assim como a umidade e temperatura que influenciam na diretamente na atividade microbiana. O conhecimento de uma taxa dentro este sistema é essencial para uma utilização mais eficiente de adubações orgânicas e fertilizantes inorgânicos, minimizando as perdas de NO_3^- em lixiviação e evitando os efeitos ambientais negativos nas águas subterrâneas. Desta forma o presente trabalho objetivou avaliar o efeito do uso de resíduo orgânico provindos de matadouros de

aves e suínos sobre a perda e mineralização de NO_3^- por lixiviação e incubação em solo.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras utilizadas no experimento foram coletadas na Fazenda Escola Capão da Onça (Fescon), situada a 990m de altitude sob as coordenadas geográficas 25°05'26" LS e 50°03'37" LW. O solo da área é denominado como Cambissolo Háplico de textura média.

Análise da lixiviação de nitrato

As unidades experimentais foram constituídas por colunas de lixiviação em PVC contendo solo indeformado. O experimento contou com delineamento experimental de blocos com seis tratamentos com RO (T1 = 0 Mg ha^{-1} ; T2 = 0,5 Mg ha^{-1} ; T3 = 1 Mg ha^{-1} ; T4 = 2 Mg ha^{-1} ; T5 = 4 Mg ha^{-1} e T6 = 8 Mg ha^{-1}) com três repetições. Semanalmente, durante 180 dias, foi adicionada água destilada de acordo com a média acumulada pluviométrica local de cada mês (149, 120, 188, 155, 136, 105 mm) simulando condições de uma safra de verão (180 dias).

A solução lixiviada foi coletada após irrigação dos lisímetros. Em cada amostra foi determinado a quantidade de nitrato, em aparelho FIA, de acordo com Tedesco et al. (1995). A quantidade total de nitrato lixiviada durante os meses foi obtida pelo somatório das quantidades lixiviadas em cada semana. Ao final do experimento, foram coletadas amostras de solo e medido a quantidade de nitrato remanescente, extraídos com KCl a 2N, seguindo metodologia descrita em Tedesco et al. (1995).

Análise de mineralização de nitrato com incubação do solo

No ensaio de mineralização com incubação do solo e sem lixiviação foi utilizado o delineamento em blocos com seis tratamentos e três repetições cada. Sendo adicionado o RO a 500 g de solo correspondente a camada 0-20 cm, em tratamentos que proporcionaram a aplicação de resíduo orgânico equivalentes a 0, 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 e 8,0 Mg ha^{-1} . Os tratamentos foram condicionados em frasco de polietileno e manteve-se a umidade até 70% da capacidade de campo sendo controladas as perdas de umidade. O ensaio foi conduzido em ambiente com temperatura entre 25 e 28 °C. As coletas foram realizadas nos períodos de 0, 7, 14, 21, 28, 42, 56, 70, 84, 98, 112, e 126 dias de incubação. A extração do nitrato foi realizada com 10 g de solo úmido e misturados com 2N KCl e determinando o nitrato extraído em aparelho FIA, de acordo com Tedesco et al. (1995).

Análise estatística

Foi utilizado o modelo de regressão para avaliar a relação entre a lixiviação e nitrificação via acréscimo de RO. O nível de significância do coeficiente de determinação (R^2) foi calculado através do programa JMP IN versão 3.2.1 (SALL et al., 2005). O nível de significância estatístico para o coeficiente de relação linear e quadrática foi o de $p < 0,05$ e $p < 0,01$ pelo programa JMP IN 3.2.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As concentrações de NO_3^- lixiviadas conforme o tempo de incubação (**Figura 1A**) apresentaram uma variação de 27 a 154 kg ha^{-1} aos 120 dias após início do experimento com as doses de 0 e 8 Mg ha^{-1} respectivamente de RO.

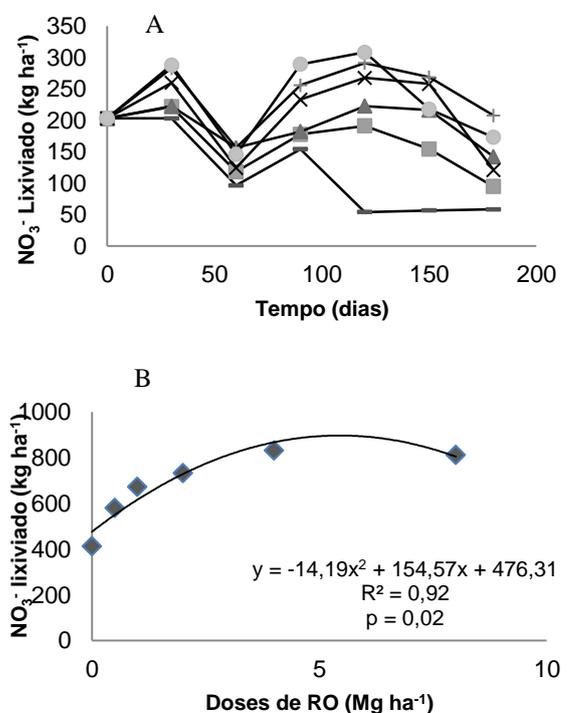


Figura 1. Lixiviação de NO_3^- em solo indeformado no período de incubação de 180 dias. **A-** sob crescentes dose de RO: - 0; ■ 0,5; ▲ 1; × 2; + 4 e ● 8 Mg ha^{-1} e **B -** Teor de nitrato lixiviado acumulado em solo incubado por 180 dias, os pontos da esquerda para direita refere-se as doses 0, 0,5, 1, 2, 4 e 8 Mg ha^{-1} .

As concentrações de nitrato lixiviadas atingiram o pico no período em houve aplicação de maior volume de chuvas simuladas (155 e 188 mm), concordando com o trabalho de Xiaoxin et al. (2007) onde a lixiviação ocorreu de acordo com o volume de chuvas ocorrido tanto na safra de trigo quanto de milho.

As **figuras 1A e 1B** mostram que o aumento de nitrato lixiviado é crescente conforme o aumento das doses de RO, evidenciando um

risco potencial de poluição ambiental se doses elevadas de RO, forem utilizadas.

A **figura 1B** demonstrou um decréscimo de lixiviação na dosagem de 8 Mg ha⁻¹ de RO, isso provavelmente devido a taxa de mineralização estar limitada, como afirma Bayer & Mielniczuk (2008) demonstrando ainda haver N orgânico a ser nitrificado e lixiviado após os 180 dias.

Ao analisar o potencial acumulado de lixiviação de NO₃⁻ estimado pelo modelo quadrático (**Figura 1B**) observa-se a variação entre 179,56 Kg ha⁻¹ na testemunha a 674,94 kg ha⁻¹ no solo tratado com 8 Mg ha⁻¹ de RO, evidenciando que estudos com presença de culturas devem ser realizados a fim de avaliar a absorção do NO₃⁻ para verificar a perda do nutriente para as águas, já que esta melhora as condições de temperatura e humidade do solo, favorecendo a atividade microbiana e absorção de nutriente.

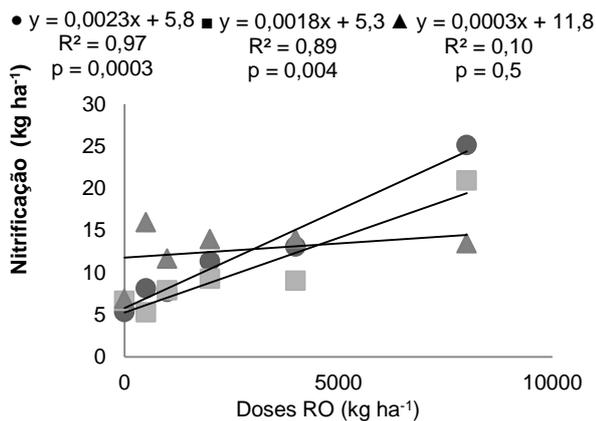


Figura 2. Nitrificação em camadas (0-5, 5-10 e 10-20 cm) de coluna de solo após período de 180 dias com processo de lixiviação com doses crescentes de RO segundo ordem de 0, 0,5, 1, 2, 4 e 8 Mg ha⁻¹.

Na **figura 2** ao analisar a mineralização de NO₃⁻ em camadas de solo houve aumento de nitrificação significativo conforme aumento das doses de RO aplicadas nas profundidades 0-5 e 5-10 cm, no entanto não houve incremento significativo com aumento das doses de RO em maior profundidade (10-20 cm). Esses dados indicam que mesmo após o período de 180 dias de incubação com coleta de lixiviado houve fixação de NO₃⁻ no solo podendo ainda após este período ocorrer lixiviação deste elemento. O teor de NO₃⁻ nas camadas de solo analisadas refletem o equilíbrio entre os processos do nutriente no solo, além disso, reflete o resultado da transformação do N em NO₃⁻ do RO e da sua perda.

A evolução na testemunha e nos solos tratados durante os 115 dias de incubação é mostrada na **Figura 3**. Onde a máxima fração da

mineralização potencial do NO₃⁻ em relação ao nitrogênio total do RO foi estimada em 10% ao dia. Todas as doses com RO aplicadas tiveram ponto de máxima mineralização entre o 35 e 42 dias após a incubação e o acúmulo de nitrato tendeu a ser maior conforme a dose de adubo orgânico aplicado. A velocidade de mineralização foi maior no início da incubação e decresceu com o tempo. Comportamentos semelhantes com lodos de esgoto foram constatados por Boeira et al (2002) e Banerjee et al. (1997), em razão da decomposição inicial de formas nitrogenadas mais lábeis, com posterior predominância de formas recalcitrantes.

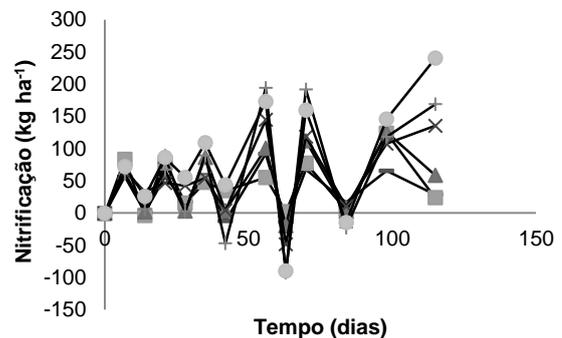


Figura 3. Teor de nitrato mineralizado em solo com diversas doses de resíduo orgânico - testemunha ■ T2= 500 kg resíduo orgânico por ha (RO); ▲ T3= 1000 kg ha⁻¹ RO; x T4= 2000 kg ha⁻¹ RO + T5= 4000 kg ha⁻¹ RO; ● T6= 8000 kg ha⁻¹ RO.

Na avaliação do teor de nitrato mineralizado no solo após 115 dias de incubação (**Figura 4**) observou-se um acúmulo de NO₃⁻, sendo este, um aumento linear ao aumento das doses de RO; 2,3 vezes maior que no tratamento onde não se aplicou RO. Portanto ao aplicarmos doses elevadas de RO devemos tomar cuidado para que o nitrato esteja disponível para as plantas no período que necessitam, pois evitando que excessos deste nutriente sejam perdidos para o meio.

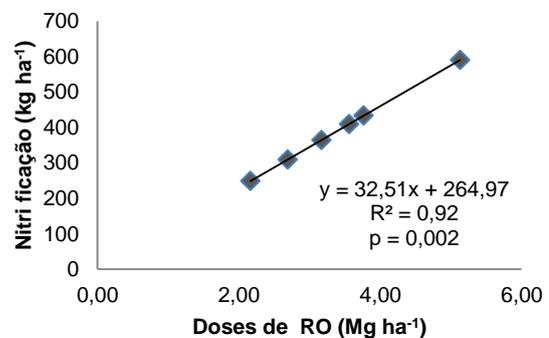


Figura 4. Teor de nitrato mineralizado no solo após 115 dias de incubação com aplicação de doses crescentes de RO.

Observa-se na **figura 5** que a aplicação das doses 4 e 8 Mg ha⁻¹ foram 17,2 e 21,49%

menores os níveis de N mineral aplicado com o RO se comparado as demais doses que se equivaleram a quantidade de N aplicado via RO, indicando que o processo de incubação foi mais lento, devido as bactérias nitrificadoras não estarem em quantidade suficiente para mineralização de tais dosagens.

Ao compararmos a relação entre a lixiviação em colunas em cultura extratora de NO_3^- e nitrificação com processo de incubação (**Figura 5**) verifica-se, quanto maior a nitrificação maior a lixiviação e para cada 1 kg ha^{-1} de NO_3^- lixiviado cerca de 1 kg de NO_3^- são mineralizados, concluindo que estudos de lixiviação de NO_3^- em presença de cultura extratora devem ser realizados a fim de verificar o comportamento do NO_3^- do RO. No entanto este dado possibilita conhecer o período mais adequado a aplicação dos resíduos orgânicos para os solos agrícolas de textura média, de forma que sejam evitadas perdas de nitrificado quando não há presença de culturas, pois é confirmado a alta mobilidade do NO_3^- lixiviado com nitrificação do solo.

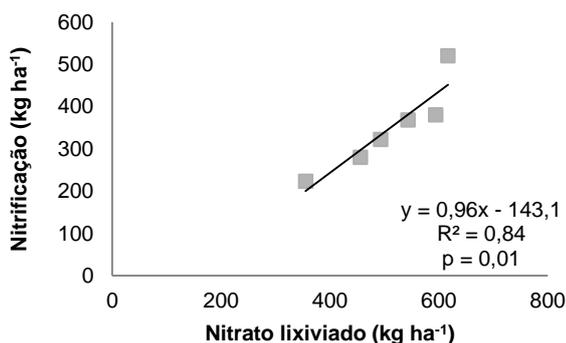


Figura 5. Comparação do teor de nitrato mineralizado e lixiviado em solo incubado com diversas doses de resíduo orgânico. No período de 120 dias após a incubação com adubo.

CONCLUSÕES

O aumento de doses de RO promove crescente nitrificação e lixiviação de NO_3^- para o meio.

O RO fornece altas quantidades de NO_3^- para o solo após 60 dias de sua aplicação.

Doses de RO devem ser aplicadas de acordo com o sistema de cultivo e estes devem ser estudados, a fim de melhorar a eficiência de utilização do N adicionado através do RO.

REFERÊNCIAS

APPEL, T. & MENGEL, K. Importance of organic nitrogen fractions in sandy soils, obtained by electro-ultrafiltration or CaCl_2 extraction, for nitrogen

mineralization and nitrogen uptake of rape. *Biology and Fertility of Soils*, 10(2): 97–101, 1990.

BANERJEE, M. R.; BURTON, D. L.; DEPOE, S. Impact of sewage sludge application on soil biological characteristics. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Oxford, v. 66, n. 3, p. 241-249, 1997.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. Fundamentos da matéria orgânica no solo. "Ecossistemas tropicais e subtropicais". Eds. Porto Alegre: Gênese, 1999, p 518.

BOEIRA, R.C.; LIGO, M.A.V. & DYNIA, J.F. Mineralização de nitrogênio em solo tropical tratado com lodos de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37:1639-1647, 2002.

BRADY, N.C. *The Nature and Properties of Soils*, 10th edition, MacMillan Publishing Company, New York, 1990.

CABRERA, M.L., KISSEL, D.E. & VIGIL, M.F. Nitrogen mineralization from organic residues: research opportunities. *Journal of Environmental Quality*, 34: 75–79, 2005.

CARTRON, J. M., & WEIL, R. R. Seasonal trends in soil nitrogen from injected or surface-incorporated sewage sludge applied to corn. *Communications in Soil Science & Plant Analysis*, 29(1-2): 121-139, 1998.

GILMOUR, J.T. & SKINNER, V. Predicting plant available nitrogen in land-applied biosolids. *Journal of Environmental Quality*, 28: 1122–1126, 1999.

NEETESON, J.J, CARTON, O.T. The environmental impact of nitrogen in field vegetable production. *Acta Horticulturae*. 563 (2001), p. 21–28.

SALL, J.; CREIGHTON, L. & LEHMAN, A. JMP start statistics: A guide to statistics and data analysis using JMP and JMP IN software. 3.ed. Cary, Duxbury Press, 2005. 580p.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHENEN, H. and VOLKWEISS, S. L. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2. ed. Porto alegre: UFRGS, Departamento de Solos. (Boletim técnico, 5), 1995.

XIAOXIN, L.; CHUNSHENG, H.; DELGADO, J.A.; YUMING Z.; ZHIYUN, O. Increased nitrogen use efficiencies as a key mitigation alternative to reduce nitrate leaching in north china plain. *Agricultural Water Management*, 89:137-147, 2007.