



Lixiviação de nitrato em solo tratado com lodo de suinocultura

**Ronaldo Severiano Berton⁽¹⁾; Letícia Rossini Arantes⁽²⁾; Aline René Coscione⁽³⁾;
Gabriela Araújo Rodrigues⁽⁴⁾; Marcelo Andriosi⁽⁵⁾.**

- ⁽¹⁾ Pesquisador no Centro de Solos e Recursos Ambientais; Instituto Agronômico; Campinas-SP; berton@iac.sp.gov.br;
⁽²⁾ Mestranda na área de Gestão de Recursos Agroambientais; Instituto Agronômico;
⁽³⁾ Pesquisadora na área de Poluição e Qualidade do Solo; Instituto Agronômico;
⁽⁴⁾ Estagiária Iniciação Científica; Instituto Agronômico;
⁽⁵⁾ Estagiário; Instituto Agronômico.

RESUMO: O consumo de carne suína está aumentando no Brasil e com consequente incremento na geração de resíduos, que possuem alto poder poluidor. O lodo de suinocultura (LS) contém N orgânico que pode ser usado como fonte de nitrogênio para as plantas. Entretanto, a mineralização do N orgânico transforma esse elemento em N-nitrato (N-NO_3^-) o qual pode ser lixiviado para águas subterrâneas. Este movimento pode ainda ser potencializado pelo uso de adubação química, como é o caso do cloreto de potássio (KCl). As hipóteses testadas neste trabalho foram que o nitrogênio mineralizado da matéria orgânica do LS irá aumentar a sua concentração na solução do solo, sendo passível de lixiviação e que a adição de KCl ao solo que recebeu incorporação de LS irá promover a lixiviação do N mineralizado. Os objetivos foram avaliar se o LS tem potencial poluidor devido à lixiviação de N-NO_3^- e se o KCl é fator de aumento na concentração de N-NO_3^- no lixiviado. Foram utilizadas colunas de lixiviação com duas fontes de N, o LS e o padrão mineral (PM) nitrato de amônio, com e sem complementação com KCl. Desta forma, os tratamentos adotados foram testemunha, LS, LS+KCl, PM e PM+KCl, na dose única de 500 mgN por unidade experimental (UE), com 4 repetições. Os resultados demonstraram que há risco de contaminação ambiental por lixiviação de N-NO_3^- com uso de LS como fonte N, porém seu potencial poluidor é menor que a fonte de N mineral. A adição do KCl influenciou na lixiviação de N-NO_3^- .

Termos de indexação: eutrofização, poluição ambiental, fertilizante orgânico.

INTRODUÇÃO

Dados de 2011 demonstram que o consumo de carne suína teve aumento de 11,4% e o rebanho brasileiro de 12%, totalizando 39,3 milhões de cabeças, em comparação ao ano anterior (SEAB, 2013). Este incremento tem seus reflexos na geração de resíduos que, em termos equivalentes, são muitos mais poluentes se comparados aos de outras espécies. Como

exemplo, a demanda biológica de oxigênio (DBO) do dejetos suíno varia entre 30.000 e 52.000 mg/L, enquanto que a DBO de efluente doméstico é de cerca de 200 mg/L, ou seja, 260 vezes maior (OLIVEIRA, 1993).

O LS contém N na forma orgânica que pode ser utilizado na agricultura para suprimento deste nutriente às plantas. Entretanto, o uso agrícola do LS pode causar danos ambientais por meio de escoamento superficial para corpos d'água ou por lixiviação de N-NO_3^- para águas subterrâneas.

Em função de sua carga negativa o N-NO_3^- é classificado como um co-íon em relação à superfície dos colóides de solos tropicais. Desta forma, este ânion é facilmente perdido por lixiviação e se desloca para áreas mais profundas do solo, fora do alcance das raízes (RUBENS FEY et al. 2010).

A adubação química adiciona sais ao solo para melhorar sua fertilidade e com isso aumentar a produção das culturas. Entretanto, esta prática pode incrementar o arraste de N-NO_3^- pela adição de íons como o cloreto (Cl^-) e o potássio (K^+) presente no adubo potássico KCl. Este sal é facilmente dissociado na solução do solo, onde tanto o K^+ pode associar-se ao N-NO_3^- formando par iônico sem carga, quanto o Cl^- pode repelir o N-NO_3^- dos sítios de troca, facilitando assim sua lixiviação (OLIVEIRA et al, 2010).

Desta forma, as hipóteses deste trabalho foram: (i) que o nitrogênio mineralizado da matéria orgânica do LS irá aumentar a sua concentração na solução do solo, sendo passível de lixiviação; (ii) a adição de KCl ao solo que recebeu incorporação de LS irá promover a lixiviação do N mineralizado

Os objetivos foram (i) avaliar se o lodo de suinocultura tem potencial poluidor devido à lixiviação de N-NO_3^- e (ii) se o KCl é fator de aumento na concentração de N-NO_3^- no lixiviado.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram caracterizadas quanto à fertilidade (van RAIJ et al., 2001) e o LS segundo o CONAMA 357/2006 (Tabela 1).

Foram utilizadas colunas de PVC com 0,1 m de diâmetro por 0,4 m de altura, tratadas para

evitar escoamento preferencial, selamento ou entupimento. Foram preenchidas com 3380g de amostra de solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico de textura média na forma de terra fina seca ao ar (TFSA) e passado em peneira de 2 mm.

Tabela 1 – Composição química e microbiológica do lodo de suinocultura coletado em Piracicaba-SP na APTA, Unidade de Pesquisa de Tanquinho.

Parâmetro	Unidade	Resultado
pH	-	6,2
Umidade (60-65°C)	% (m/m)	1,5
Sólidos totais	% (m/m)	96,1
Sólidos voláteis	% (m/m)	31,3
Carbono orgânico	g de C/kg	176
Nitrogênio Kjeldahl	g de N/kg	17,5
Nitrogênio amoniacal	mg de N/kg	773
Nitrogênio nitrato-nitrito	mg de N/kg	801
Cobre	mg de Cu/kg	1039
Zinco	mg de Zn/kg	3645
Densidade	mg/cm ³	0,96
Ovos viáveis de helmintos	Ovos/g de ST	0

O experimento constituiu-se de 4 tratamentos com 2 fontes de N, o lodo de suinocultura (LS) e o padrão mineral (PM) nitrato de amônio, ambos na dose de 500 mg N por unidade experimental (UE). Dessa forma, os tratamentos adotados foram: testemunha, LS, LS + KCl, PM e PM + KCl, incorporados apenas à camada de 0-0,2 m, com 4 repetições, totalizando 20 UE (Figura 1).



Figura 1 - Ensaio de colunas de lixiviação no IAC, Campinas, SP. Fonte: ROSSINI, L.A (2015).

A umidade do solo foi ajustada com água destilada a 60% do volume de poro, equivalente a 720 ml de água e permaneceu por 7 dias antes do

primeiro pulso. Os pulsos foram de 600 ml que correspondem a 50% do volume de poro. Utilizou-se 2 pulsos semanais com intervalos mínimos de 2 dias. Os resultados apresentados neste trabalho totalizaram 6 pulsos, porém o experimento completo contará com 15 pulsos no período de 60 dias.

A aplicação da água destilada foi por gotejamento na frequência de 80 gotas/minuto ou aproximadamente 3 horas de gotejamento por coluna. O lixiviado foi recolhido 24 horas após o início do pulso e analisado por arraste de vapor para determinação de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻), segundo metodologia descrita por Andrade & Abreu (2006). Os resultados foram submetidos à análise de variância e pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As quantidades de N-NO₃⁻ lixiviadas em cada pulso aplicado estão apresentadas na Figura 2. Os resultados mostram pouca lixiviação de N-NO₃⁻ no tratamento com LS sugerindo que apenas o N na forma inorgânica presente no resíduo foi lixiviado. A adição de KCl parece ter influenciado na lixiviação de N-NO₃⁻, presente no resíduo, em virtude das maiores quantidades lixiviadas no segundo pulso desse tratamento, em comparação ao tratamento que recebeu apenas LS.

Com relação ao tratamento PM, nota-se aumento da quantidade lixiviada de N-NO₃⁻ apenas a partir do terceiro pulso aplicado, com a concentração de N-NO₃⁻ aumentando no lixiviado até o quinto pulso. A adição do KCl proporcionou efeito semelhante ao observado para o LS, com quantidades maiores sendo lixiviadas no segundo pulso aplicado em relação ao tratamento PM.

Trabalhando com lodo de esgoto com adição de KCl, Paglia et al. (2006) obtiveram resultados similares para lixiviação de N-NO₃⁻ nos primeiros pulsos aplicados neste tratamento.

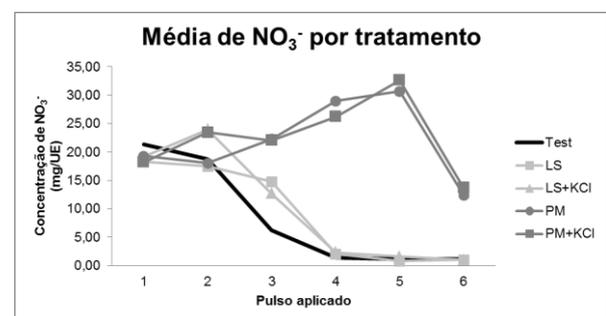


Figura 2 – Comportamento da lixiviação de N-NO₃⁻ por tratamento por pulso.

O aumento na concentração de N-NO₃⁻ observado no pulso dois para os tratamentos LS+KCl e PM+KCl é compensado nos pulsos três



e cinco, respectivamente, quando ocorre a diminuição do $N-NO_3^-$ lixiviado e os tratamentos sem KCl superam os que receberam este adubo. Com esta diminuição do $N-NO_3^-$ observada a partir dos pulsos 4 e 5, ou 14 e 24 dias após o início da lixiviação, pressupõe-se que as frações orgânicas lábeis já foram quase completamente mineralizadas, restando as formas recalitrantes.

Considerando a dose única de 500 mg N/UE para todos os tratamentos e o balanço de massa do sistema, é possível constatar que o KCl acelerou a lixiviação de $N-NO_3^-$. Estes resultados demonstram que podem ocorrer perdas de $N-NO_3^-$ no início do ciclo de adubação nitrogenada, associada à adubação potássica, acarretando possíveis prejuízos econômicos à produção agrícola. Estas perdas podem ser minimizadas com a adubação potássica sendo intercala com a adubação nitrogenada.

Todos estes dados concordam com o observado por Oliveira et al (2010) que obtiveram resultados positivos na lixiviação de $N-NO_3^-$ pela interação de fontes nitrogenadas, como a vinhaça, com o KCl.

As quantidades totais de $N-NO_3^-$ lixiviado encontram-se na Tabela 2. A análise estatística revelou que houve quantidades maiores de $N-NO_3^-$ lixiviado para os tratamentos que receberam N mineral (PM) em comparação com o lodo, indicando que este ânion está sendo retido no solo, possivelmente devido à baixa mineralização deste resíduo (LS) e devido à maior disponibilidade de $N-NO_3^-$ presente no PM.

Tabela 2 – Total de $N-NO_3^-$ lixiviado por tratamento nos 6 pulsos de aplicação (média de 4 repetições).

Treatamento	$N-NO_3^-$ lixiviado ----- (mg/UE) -----
Testemunha	45,11 a
LS	49,13 a
LS+KCl	52,33 a
PM	118,87 b
PM+KCl	136,22 b

Considerando-se que há potencial de contaminação ambiental quando ocorre aumento de 5% na concentração de $N-NO_3^-$, pode-se afirmar que todos os tratamentos, com ou sem KCl, apresentam potencial poluidor uma vez que os tratamentos LS, LS+KCl, PM e PM+KCl apresentaram aumento de $N-NO_3^-$ em relação à testemunha de 9, 16, 163 e 202%, respectivamente.

Entretanto, nota-se que a lixiviação de $N-NO_3^-$ causada pela adição de LS ao solo foi de apenas 5,4% do total lixiviado pela incorporação do PM. Para o tratamento LS+KCl a lixiviação foi de 7.9% do total incorporado do PM+KCl, indicando que o potencial poluidor do LS é 18 vezes menor que o do PM.

CONCLUSÕES

O lodo de suinocultura apresentou potencial poluidor por lixiviação de $N-NO_3^-$ considerando os aumentos de 9 e 16% deste íon para os tratamentos LS e LS + KCl, em relação à testemunha, respectivamente. Quando comparado ao PM, o potencial poluidor do lodo de suinocultura torna-se 18 vezes menor.

A adição de KCl proporcionou um aumento na velocidade de lixiviação de $N-NO_3^-$ nos dois tratamentos estudados.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa concedida.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J.C; ABREU, M.F. Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Instituto Agronômico, Campinas, p. 135-138, 2006.
- OLIVEIRA, A; COSCIONE, A.R; ANDRADE, C.A. Lixiviação de cátions e ânions em função da aplicação de vinhaça e nitrogênio em solo agrícola. Anais. Campinas: PIBIC, 2010.
- OLIVEIRA, P.A.V. Manual de manejo e utilização dos dejetos suínos. Concórdia: EMBRAPA-CNPISA, 1993.
- PAGLIA, C.E; SERRAT, B.M; FREIRE, C.A.L; SIRTOLI, A.R.A; VEIGAA.M. Effect of potassium on the leaching of chemical species in a soil treated with sewage sludge. Brazilian Archives of Biology and Technology, Vol. 49, n.3, p.375-383, May, 2006.
- Resolução CONAMA nº 375/2006 do Ministério do Meio Ambiente. Dispõe sobre critério para uso agrícola de lodos de esgoto.
- RUBENS FEY, M.C.L; ZOZ, T; RICHART, A; LUCHESE, E.B. Relações entre lixiviação de nitrato e produção de biomassa do milho com dejetos suínos provenientes de diferentes tratamentos. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.5, n.2, p.212-218, 2010.
- SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Departamento de Economia Rural. Suinocultura: análise da conjuntura agropecuária. Fevereiro, 2013.



van RAIJ, B., J.C; CANTARELLA, A.H; QUAGGIO, J.A.
Análise Química para Avaliação da Fertilidade de
Solos Tropicais, Instituto Agronômico, Campinas, SP,
2001.