



Eficiência do dejetos líquido suíno com inibidor de nitrificação na fertilização nitrogenada em aplicação incorporada no solo ⁽¹⁾.

Luiza Fernanda Erdmann ⁽²⁾; **Paulo Cezar Cassol** ⁽³⁾; **Mayra Midori Furihata** ⁽⁴⁾; **Augusto Friederichs** ⁽⁵⁾; **Walter Borges Junior** ⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos CNPq; ⁽²⁾ Mestranda em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC, luiza_fe@hotmail.com; ⁽³⁾ Professor Associado Depto. Solos e Recursos Naturais, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC; ⁽⁴⁾ Mestranda em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC; ⁽⁵⁾ Mestrando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 1\2090, CEP 88520-000, Lages-SC; ⁽⁶⁾ Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC.

RESUMO: A aplicação superficial de dejetos líquido suíno favorece maiores perdas de N, elemento que no solo fica sujeito a diversas transformações microbianas, como a volatilização e a nitrificação. Em função disso, foi avaliada a incorporação ao solo do dejetos líquido suíno (DLS) e do fertilizante mineral (NPK) adicionados de inibidor da nitrificação (DCD) como forma de aumentar a eficiência como fonte de nitrogênio (N). Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Sendo o modo de aplicação alocada na parcela principal e os fertilizantes na subparcelas. Os tratamentos a campo compreenderão os fertilizantes: testemunha, NPK, NPK + DCD, DLS e DLS+DCD nos modos de aplicação incorporada e superficial. Realizou-se avaliação de N-amoniacal e N-nítrico aos 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos fertilizantes.

Termos de indexação: nitrogênio, nitrificação e modo de aplicação.

INTRODUÇÃO

O dejetos gerado pela produção de suínos, contém nutrientes como N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Zn, e Mn que possibilita seu uso como fertilizante (Cassol et al, 2012, Schirmann, 2013).

Muitos autores têm observado que grande parte do N aplicado na forma orgânica pode ser perdido por volatilização (Donovan & Logan, 1983, Hadas et al., 1983), por desnitrificação (Amaral Sobrinho et al., 1983) e por lixiviação (Sutton et al., 1984).

Segundo Bertol et al. (2004), as maiores perdas de nutrientes ocorrem nas aplicações superficiais de DLS em sistema de plantio direto. A aplicação superficial do DLS favorece as perdas de N. Aproximadamente 80% do N presente nos DLS se encontra na forma amoniacal (Scherer et al., 2007; Schirmann et al., 2013), que é imediatamente disponível para as plantas. No entanto, as quantidades aplicadas em muitas áreas são

maiores àquelas demandadas pela cultura, ficando desta forma o N sujeito a perdas. Entretanto, a incorporação do DLS ao solo pode reduzir em até 90% as perdas de N por volatilização (Damasceno, 2010; Schirmann et al., 2013).

A incorporação do DLS ao solo pode reduzir substancialmente emissões de amônia (NH₃) (Aita et al., 2007), limitando a sua exposição ao ar e, aumentando a imobilização do amônio (NH₄⁺) devido a um maior contato do dejetos suíno com as partículas do solo (Dell et al., 2011).

Outra tecnologia que vem de encontro com a necessidade de evitar perdas de N, é o uso de inibidores de nitrificação, como a dicianodiamida (DCD), que retarda o processo de nitrificação. Esse produto pode reduzir em até 78% a lixiviação de nitrato (NO₃⁻) no solo (VALLEJO et al, 2005).

A incorporação de DLS no solo e a adição de inibidores de nitrificação vêm sendo empregadas em alguns países como estratégia para conservar o N dos dejetos e mitigar o potencial poluidor dos mesmos. Nesse contexto foi desenvolvido esse trabalho com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de dejetos líquidos de suínos incorporados no solo com inibidor de nitrificação sob os teores de N-mineral no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em condições de campo em cultivo de milho (*Zea mays*.) no ano agrícola 2014/2015, em Lages – SC, com altitude média de 892m. O clima é mesotérmico úmido (tipo Cfb, de acordo com Köppen). O solo é classificado como Cambissolo Húmico Alumínico (Embrapa, 2013).

Foi utilizado o delineamento experimental de parcelas subdivididas, com quatro blocos ao acaso, sendo cada um com duas parcelas e dez subparcelas. O esquema fatorial é 2x5, onde o fator “A” é o modo de aplicação do fertilizante: superficial e injetado nas parcelas principais. O fator “B” foi o tipo de fertilizante: NPK, NPK+DCD, DLS,



DLS+DCD e testemunha nas subparcelas. O tamanho das parcelas foi de 168 m² e das subparcelas foi de 33,6 m².

A caracterização física e química dos dejetos seguiu os procedimentos de Tedesco et al. (1995), contendo NT: 6,2 kg m⁻³; N-amoniacoal: 2,91 kg m⁻³; N-nítrico: 0,17 kg m⁻³ e massa seca: 156 g kg⁻¹.

A aplicação dos fertilizantes foi realizada no dia 19/11/2014. A dose de DLS utilizada foi baseada conforme recomendação para N da CQFS RS/SC (2004), para produtividade de 10 Mg ha⁻¹ de milho, na dose de 160 kg m⁻³ de N totalizando 43 m³ ha⁻¹. As doses de NPK mineral utilizadas foram de 160 Kg ha⁻¹, 135 Kg ha⁻¹ e 90 Kg ha⁻¹, de ureia, SFT e KCl respectivamente. O inibidor de nitrificação utilizado foi a dicianodiamida na dose de 10 kg ha⁻¹ misturado com os fertilizantes.

A incorporação do DLS ao solo foi realizada com equipamento composto de um tanque metálico com capacidade para 4.000L MEPEL®, contendo um conjunto de linhas de injeção distanciadas em 35 cm, fixadas ao chassi do equipamento. A injeção do DLS foi realizada com 6 linhas de injeção inseridas no solo, a uma profundidade de aproximadamente 8 cm e mobilização média na superfície do sulco foi de 11 cm.

Para aplicação incorporada do fertilizante mineral (ureia), usou-se o mesmo equipamento de injeção, abrindo um sulco e a aplicando os fertilizantes minerais manualmente. Posteriormente, estes sulcos foram fechados com uma enxada. Nos tratamentos com injeção dos fertilizantes, a semeadura do milho foi realizada nas entre linhas de injeção.

Amostras do solo foram coletadas com trado holandês em três camadas: 0-5 cm; 5-10 cm; e 10-20 cm, em três tempos: 30, 60 e 90 dias após aplicação dos tratamentos. Foram retiradas oito subamostras de solo por subparcelas.

A determinação de N-mineral (NH₄⁺ e NO₃⁻) foi conforme metodologia descrita por Tedesco et al. (1995). Os resultados foram submetidos a análise de variância e a comparação das médias dos tratamentos foi através do teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de amônio (NH₄⁺) e nitrato (NO₃⁻) determinados apresentaram diferença significativa no efeito principal para o tipo de fertilizante.

Observa-se na tabela 1 que o uso do DCD junto com o NPK proporcionou maiores teores de NH₄⁺ em relação aos outros tratamentos nos 30 e 60 dias após a adubação.

A aplicação do NPK misturado com o DCD apresentou maiores teores de NH₄⁺ em relação à aplicação somente do NPK no tempo de 30, 60 e

90 dias após a aplicação dos fertilizantes (tabela 1). A tabela 1 também apresenta maiores teores de NH₄⁺ na aplicação do DCD+DLS comparado ao tratamento DLS no tempo de 30 e 60 dias após aplicação dos fertilizantes. Isso está relacionado ao DCD que por ser eficiente na redução da velocidade do processo de nitrificação, conservou os teores de N na forma de NH₄⁺, e estes podem ser adsorvidos nas cargas do solo.

Conforme Subbarão et al. (2012), o aumento do tempo em que o NH₄⁺ permanece no solo proporciona maior oportunidade para a sua absorção pelas plantas, que podem melhorar a recuperação do N e eficiência de uso em sistemas agrícolas.

No tempo de 90 dias, a aplicação do DLS forneceu maior teor de NH₄⁺ comparado ao NPK. Até os 90 dias, todas as fontes de nitrogênio demonstraram efeito positivo no teor de NH₄⁺ sobre a testemunha.

Tabela 1 – Teor de amônio (NH₄⁺) em mg kg⁻¹, no tempo de 30, 60 e 90 dias após a aplicação do dejetos líquido de suíno (DLS), adubo mineral (NPK), acrescidos (+DCD) ou não de dicianodiamida, e testemunha (TEST), não fertilizada.

Fertilizantes	NH ₄ ⁺ (mg Kg ⁻¹)		
	30	60	90
NPK	40,79c	14,88b	8,30b
NPK+DCD	58,72a	23,61a	10,65a
DLS	32,12d	17,77b	10,10a
DLS+DCD	47,66b	22,33a	11,13a
TEST	12,76e	4,79c	2,51c
DMS	6,35	2,91	1,77
CV (%)	17,7	21,82	25,97

CV = coeficiente de variância. DMS = diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras distintas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey (p ≤ 0,05).

A ampliação do tempo que o amônio permanece no solo devido ao retardo da nitrificação pelo DCD faz com que as perdas de NO₃⁻ por lixiviação também sejam menores. Assim, pode-se observar na tabela 2 o maior teor de NO₃⁻ no tempo de 30 dias após aplicação do DCD junto com o NPK em relação aos outros tratamentos.

Os maiores teores de NO₃⁻ também foram encontrados na aplicação do NPK+DCD comparado a somente o NPK e na aplicação do DLS+DCD comparado ao DLS, no tempo de 30 dias após aplicação dos fertilizantes, enfatizando a eficiência do DCD.

Até os 90 dias, todas as fontes de nitrogênio demonstraram efeito positivo no teor de NO₃⁻ sobre a testemunha.



Tabela 2 - Teor de nitrato (NO_3^-) em mg kg^{-1} , no tempo de 30, 60 e 90 dias após a aplicação do dejetos líquido de suíno (DLS), adubo mineral (NPK), acrescidos (+DCD) ou não de dicianodiamida, e testemunha (TEST), não fertilizada.

Fertilizantes	NO_3^- (mg Kg^{-1})		
	30	60	90
NPK	34,91c	14,35a	12,37a
NPK+DCD	57,93a	18,18a	12,58a
DLS	33,04c	15,91a	12,37a
DLS+DCD	51,24b	16,43a	13,24a
TEST	10,26d	6,48b	4,74b
DMS	5,87	3,95	2,53
CV (%)	16,8	22,58	28,88

CV = coeficiente de variância. DMS = diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras distintas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Para o efeito principal do modo de aplicação, os teores de NH_4^+ e NO_3^- determinados apresentaram diferença significativa.

Conforme a tabela 3, no tempo de 30 e 60 dias após a aplicação dos fertilizantes, a incorporação das fontes de N no solo aumentaram significativamente o teor de NH_4^+ em relação ao modo de aplicação superficial.

Tabela 3 – Teor de amônio (NH_4^+) em mg kg^{-1} , no tempo de 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos fertilizantes, no modo de aplicação incorporado (INC) e superficial (SUP).

Modo de Aplicação	NH_4^+ (mg Kg^{-1})		
	30	60	90
INC	40,30a	17,53a	8,25a
SUP	36,52b	15,53b	8,82a
DMS	2,86	1,38	0,80
CV (%)	17,7	21,82	25,97

CV = coeficiente de variância. DMS = diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras distintas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

No entanto, para o teor de NO_3^- o efeito significativo da aplicação incorporada em relação a superficial dos fertilizantes no solo foi observado para os tempos de 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos fertilizantes (tabela 4).

A partir dessas afirmações, podemos inferir que a incorporação aumentou a eficiência dos fertilizantes nitrogenados e mitigou as perdas do N por volatilização e lixiviação. Como citado por Kim et al. (2012), além do efeito inibitório do DCD, observa o efeito da incorporação ao solo no aumento da eficiência agrônômica do uso de fontes de N, pois a aplicação superficial colabora com as perdas deste elemento.

Tabela 4 – Teor de nitrato (NO_3^-) em mg kg^{-1} , no tempo de 30, 60 e 90 dias após a aplicação dos fertilizantes, no modo de aplicação incorporado (INC) e superficial (SUP).

Modo de Aplicação	NO_3^- (mg Kg^{-1})		
	30	60	90
INC	39,23a	22,47a	11,63a
SUP	35,72b	13,41b	10,26b
DMS	2,64	3,95	1,14
CV	16,8	22,58	28,88

CV = coeficiente de variância. DMS = diferença mínima significativa. Médias seguidas por letras distintas e minúsculas diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

CONCLUSÕES

A estratégia do uso do dejetos líquido suíno apresentou vantagem ambiental e agrícola no fornecimento de nitrogênio mineral.

A adição de inibidor de nitrificação em geral influencia nos teores de amônio e nitrato, mostrando a sua eficiência no bloqueio da nitrificação quando misturado ao dejetos líquido de suíno e fertilizante mineral.

A incorporação ao solo aumenta a eficiência dos fertilizantes tanto o mineral quanto o orgânico, disponibilizando maiores teores de amônio e nitrato.

REFERÊNCIAS

- AITA, C., et al. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42: p. 95-102, 2007.
- AMARAL SOBRINHO, N.M.B.; VELLOSO, A.C.X.; LEAL, J.R.; ROSIELLO, R.O.P. Desnitrificação e imobilização de nitrogênio em solos tratados com vinhaça. R. bras. Ci. Solo, Campinas, 7:263-268, 1983.
- BERTOL, I.; GUADAGNIN, J.C.; CASSOL, P.C.; AMARAL, A.J.; BARBOSA, F.T. Perdas de fósforo e potássio por erosão hídrica em um Inceptisol sob chuva natural. Revista Brasileira de Ciência do Solo, VIÇOSA, MG, v. 28, n.3, p. 485-494, 2004.
- CASSOL, P.C.; COSTA, A. C.; CIPRANDI, O. ; PANDOLFO, C. M.; ERNANI, P. R. Disponibilidade de Macronutrientes e Rendimentos de Milho em Latossolo Fertilizado com Dejetos Suíno. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.36, p.1911-1923, 2012.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 400p.10. ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2004.
- DAMASCENO, F. Injeção de dejetos líquidos de suínos no solo e inibidor de nitrificação como estratégias para reduzir as emissões de amônia e óxido nítrico. 121 f.



Dissertação (Programa de Pós Graduação em Ciências em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

DONAVAN, W.C. & LOGAN, T.V. Factor affecting ammonia volatilization from sewage sludge applied to soil in laboratory study. *J. Environ. qual.*, Madison, 12:584-590, 1983.

EMBRAPA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, 3 ed. 353p., 2013.

HADAS, A.; BAR-YOSEF, B.; DAVIDOV, S.; SOFER, M. Effect of pelleting, temperature, and soil type on mineral nitrogen release from poultry and dairy manures. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, Madison, 47:1129-1133, 1983.

KIM D. et al. The effect of nitrification inhibitors on soil ammonia emissions in nitrogen managed soils: a metaanalysis. *Nutr. Cycl. Agroecosys*, 93:51-64, 2012.

SCHERER, E. E.; BALDISSERA, I. T.; NESI, C. N. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho sob plantio direto e adubação com esterco de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.123-131, 2007.

SCHIRMANN, J.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; PUJOL, S. B.; GIACOMINI, D. A.; GONZATTO, R.; OLIVO, J. Inibidor de nitrificação e aplicação parcelada de dejetos de suínos nas culturas do milho e trigo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.37, p. 271- 280, 2013.

SUBARAO, G.V. et al. Biological nitrification inhibition (BNI). A novel strategy to regulate nitrification in agricultura systems. *Adv Agron* 114:249-302, 2012.

SUTTON, A.L.; NELSON, D.W.; MAYROSE, V.B.; NYE, J.C.; KELLY, D.T. Effects of varying salts levels in liquid swine manure on soil composition and corn yield. *J. Environ. qual.*, Madison, 13:49-59, 1984.

TEDESCO, M.J et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico,5).

VALLEJO, A.; GARCÍA-TORRES, L.; DÍEZ, J.A. & LÓPEZFERNÁNDEZ, A.S. Comparison of N losses (NO₃⁻, N₂O, NO) from surface applied, injected or amended (DCD) pig slurry of an irrigated soil in a Mediterranean climate. *Plant Soil*, v. 272:313-325, 2005.