



## Nitrogênio mineral no solo após adição de dejetos de suínos: efeito do modo de aplicação e de um inibidor de nitrificação<sup>(1)</sup>

**Laila Garcia Marques<sup>(2)</sup>; Diego Antonio Giacomini<sup>(3)</sup>; Ezequiel Cesar Carvalho Miola<sup>(4)</sup>; Roberto Carlos Ludtke<sup>(2)</sup>; Daniela Batista dos Santos<sup>(4)</sup>; Celso Aita<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos fornecidos pela CAPES e CNPq.

<sup>(2)</sup>Acadêmicos do Curso de Agronomia; Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; [lailagarciamarques@gmail.com](mailto:lailagarciamarques@gmail.com); <sup>(3)</sup>Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(4)</sup>Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(5)</sup>Professor Dr. no Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria.

**RESUMO** – A injeção de DLS no solo e o uso de IN são estratégias que visam mitigar as perdas de N no solo. O objetivo do trabalho foi avaliar a dinâmica do N mineral no solo, após a aplicação dos DLS em sulcos e em superfície, associada ao IN. O experimento foi realizado, durante o ano agrícola de 2011/12, na UFSM, em um Argissolos Vermelho Distrófico arênico. Os DLS foram aplicados antecedendo a cultura do milho, sobre os resíduos culturais de aveia preta. O delineamento foi de blocos ao acaso (4 repetições), com os seguintes tratamentos (Testemunha, DLSSup, DLSup.+IN, DLSInj e DLSInj.+IN). Observou-se que a redução das concentrações de  $N-NH_4^+$  no solo foi acompanhada pelo aumento das de  $N-NO_3^-$ , principalmente, nos tratamentos onde os dejetos foram aplicados sem o IN. Constatou-se que a associação do IN com o DLS proporciona reduções nos teores de nitrato no solo após a aplicação dos DLS. Concluiu-se que a associação de DLS e IN disponibiliza maior quantidade de N-amoniaco no solo.

**Palavras-chave:** N amoniaco, nitrato, dicianodiamida.

### INTRODUÇÃO

A utilização dos dejetos de suínos nos sistemas agrícolas representa uma das melhores fontes de nutrientes para as plantas, principalmente, pela sua alta concentração de nitrogênio (N). Todavia, a disponibilidade de N no solo após a aplicação desses resíduos depende do destino da fração amoniaco ( $NH_4^+$  e  $NH_3$ ), a qual em alguns casos pode representar mais de 70% de seu volume (Aita et al., 2007).

Nesse sentido, conhecer a velocidade com que o N amoniaco dos DLS é nitrificado no solo, é de fundamental importância tanto do ponto de vista de aproveitamento do N pelas plantas como de poluição ambiental.

Se a taxa de nitrificação for elevada após a aplicação dos DLS no solo, os teores de N na forma de nitrato ( $N-NO_3^-$ ) aumentarão rapidamente, muitas

vezes em épocas em que a demanda de N pelas culturas ainda é pequena, o que pode resultar em perdas de N por lixiviação de nitrato (Vallejo et al., 2005) e desnitrificação (Chantigny et al., 2007).

No entanto, se o N amoniaco dos DLS for lentamente nitrificado no solo, perdas de N por volatilização de amônia podem ocorrer e resultar na diminuição do potencial fertilizante nitrogenado dos mesmos, o que possivelmente contribuirá para a acidificação dos ecossistemas, devido a ocorrência de chuva ácida (Morvan, 1999). Portanto, o conhecimento do destino da fração amoniaco dos dejetos de animais, com destaque para a velocidade de nitrificação, é fundamental quando se pensa na sua inclusão em programas de adubação das culturas.

Assim, buscando melhorar o aproveitamento do N pelas plantas e mitigar seus impactos sobre o ambiente, alternativas tecnológicas estão sendo estudadas pela pesquisa, como por exemplo, o uso de Inibidores de Nitrificação (IN) e a aplicação dos DLS injetados ao solo. Os IN possibilitam que o N dos DLS permaneça por mais tempo na forma de  $NH_4^+$ , favorecendo a imobilização microbiana desse elemento, reduzindo a percolação de  $NO_3^-$  no solo e as perdas por desnitrificação. A injeção dos DLS ao solo por sua vez, pode proporcionar a redução das perdas de N por volatilização de  $NH_3$  e de nutrientes por escoamento superficial, bem como aumentar a produtividade das culturas (Nyord et al., 2012).

Apesar das vantagens potenciais em utilizar um IN associado com as aplicações em sulcos de DLS, é necessário aprimorar os estudos nessa área. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar a dinâmica do N no solo, após a aplicação em superfície e injetada de DLS com e sem o inibidor de nitrificação Agrotain Plus durante o ciclo da cultura do milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado sob condições de campo, na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de novembro de 2011 a abril de 2012. O

solo do local foi classificado como um Argissolo Vermelho Distrófico arênico (Embrapa, 2006). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, com os seguintes tratamentos: T1 – Testemunha; T2 – Dejeito líquido de suíno em superfície (DLS Sup.); T3 – DLS Sup. + Inibidor de nitrificação (DLS Sup. + IN); T4 – DLS injetado (DLS Inj.); T5 – DLS Inj. + Inibidor de nitrificação (DLS Inj. + IN).

Os DLS, provenientes de um criatório de animais em fase de terminação, foram coletados em uma esterqueira anaeróbica no Setor de Suinocultura da UFSM, e aplicados nas parcelas sobre uma cobertura de aveia preta em 15/11/2011 na dose de  $46 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  antecedendo a semeadura do milho. Tanto a injeção dos DLS no solo (0,3 m de espaçamento entre sulcos), como a sua aplicação em superfície foi realizada manualmente devido a impossibilidade de tráfego de máquinas na área experimental. As características dos dejetos, foram avaliadas conforme Tedesco et al. (1995) e encontram-se na tabela 1.

No momento da aplicação dos DLS, misturou-se nos mesmos o inibidor de nitrificação (IN) Agrotain Plus, na dose de  $10,0 \text{ kg ha}^{-1}$ , correspondendo a  $8,1 \text{ Kg}$  de dicianodiamida “DCD”  $\text{ha}^{-1}$ .

Os teores de N mineral ( $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_2^- + \text{N-NO}_3^-$ ) no solo foram avaliados logo após a aplicação dos dejetos (tempo 0) e aos 6, 17, 22, 33, 51 e 86 dias após aplicação dos mesmos, nas camadas 0-10; 10-20 cm. A determinação do N mineral do solo foi feita conforme descrito por Tedesco et al., (1995).

Nos dados obtidos foram realizadas análises de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando os resultados da figura 1a, observa-se que após a aplicação dos tratamentos (tempo 0) existe um aumento significativo das concentrações de N amoniacal onde os DLS foram injetados no solo. Esta maior concentração se deve tanto pelo elevado volume de DLS aplicados no sulco de injeção (1,39 litros de DLS ou  $3,40 \text{ g}$  de  $\text{N-NH}_4^+$  por metro linear) como pela redução das perdas de N por volatilização de  $\text{NH}_3$  (dados não apresentados), as quais representaram em média apenas 5% do N amoniacal aplicado com os dejetos. As menores concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  nos tratamentos onde os dejetos foram aplicados em superfície podem ser atribuídas, principalmente, à absorção pela palha de aveia da fração líquida dos DLS (rica em N amoniacal), à retenção de  $\text{NH}_4^+$  na matriz do solo, à imobilização microbiana de N na fase inicial de decomposição e a perdas por volatilização de  $\text{NH}_3$  (Giacomini & Aita, 2008). Em relação ao inibidor de nitrificação, esperava-se um comportamento inverso nos tratamentos DLSInj. e

DLSInj.+ IN nas duas primeiras avaliações, no entanto, somente a partir da terceira coleta (18 dias após a aplicação) o IN desempenhou sua função conforme o previsto, preservando mais N na forma amoniacal até o 52º dia.

Observa-se pelas figuras 1a e 1b que o declínio gradual das concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  do solo é acompanhada pelo aumento das de  $\text{N-NO}_3^-$ , principalmente, nos tratamento onde os dejetos foram aplicados sem o inibidor de nitrificação. Esse resultado se deve, provavelmente, ao rápido processo de oxidação do N amoniacal dos dejetos pelas bactérias nitrificadoras (Aita et al., 2007). Todavia, é possível constatar que no tratamento DLSInj. o acúmulo de  $\text{N-NO}_3^-$  não corresponde à diminuição das concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$ , ou seja, dos  $170,22 \text{ mg}$  de  $\text{N-NH}_4^+ \text{ kg}^{-1}$  de solo “perdidos” no período onde a nitrificação foi mais intensa (concentração do tempo 0 subtraída da concentração 18 dias após a aplicação dos tratamentos), somente 19,72% ( $33,58 \text{ mg kg}^{-1}$  de solo) foram recuperados como  $\text{N-NO}_3^-$ . Essa diferença pode ser atribuída tanto ao processo de imobilização microbiana, de parte do  $\text{N-NO}_3^-$  resultante da oxidação do N amoniacal dos DLS, como ao processo de desnitrificação ocorrido durante os períodos de anaerobiose após as irrigações e ou precipitações (Giacomini et al., 2006). Já no tratamento DLSInj.+ IN, observa-se que a maior concentrações de nitrato ( $21,70 \text{ mg}$  de  $\text{N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$  de solo) ocorreu 37 dias após a aplicação dos tratamentos, com valor 35,4% menor em relação ao valor observado 19 dias antes no tratamento DLSInj. ( $33,58 \text{ mg N-NO}_3^- \text{ kg}^{-1}$  de solo). Estes resultados estão de acordo com aqueles observados por Vallejo et al. (2005), os quais demonstram que a associação de inibidores de nitrificação e dejetos líquidos de suínos proporciona reduções significativas nos teores de nitrato no solo, principalmente nos primeiros 30 dias após a aplicação dos DLS.

Os resultados da figura 1c demonstram que apesar do comportamento ascendente nos primeiros 23 dias após a aplicação dos tratamentos, ocorrem baixas concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  no solo em todo o período avaliado. Esse efeito pode ter sido ocasionado por diversos fatores, dentre eles, os mais relevantes são a adsorção do cátion nas superfícies de troca com carga negativa, absorção pelas plantas, assimilação pelos microrganismos, e/ou imobilização pela matéria orgânica (Di & Cameron, 2007). Na figura 1d, constata-se um aumento nas concentrações de nitrato após a aplicação dos DLS, o qual pode ser atribuído ao seu movimento descendente ocasionado pelo processo de lixiviação (Zaman et al., 2009). Sendo um ânion, o  $\text{NO}_3^-$  não é adsorvido pela maioria dos solos que geralmente apresentam carga elétrica negativa, o que implica na sua livre movimentação nos solos,



não sendo fortemente adsorvido mesmo em sítios carregados positivamente (White et al., 1998).

Considerando que a aplicação dos DLS ocorre antes da semeadura das culturas e, portanto, quando ainda não há absorção de N pelo sistema radicular, o nitrato produzido poderá ser lixiviado e/ou desnitrificado. Nossos resultados sugerem que a utilização de inibidores de nitrificação associados aos DLS apresentam um grande potencial de redução das perdas de  $\text{NO}_3^-$ . Portanto, pode-se dizer que o retardamento da oxidação do N amoniacal dos dejetos ocasionado pelo inibidor de nitrificação resulta em aumento no acúmulo de N e, conseqüentemente, na produtividade das culturas.

## CONCLUSÕES

A associação da injeção dos dejetos líquidos de suínos e inibidor de nitrificação disponibiliza maior quantidade de N amoniacal no solo.

O Inibidor de Nitrificação reduz os teores de  $\text{N-NO}_3^-$  no solo nas duas modalidades de aplicação.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e CAPES pela concessão de bolsas e auxílio financeiro para a execução do trabalho.

## REFERÊNCIAS

AITA, C.; GIACOMINI, S. J.; HÜBNER, A. P. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42: 95-102, 2007.

CHANTIGNY, M. H.; et al. Gaseous nitrogen emissions and forage nitrogen uptake on soils fertilized with raw and treated swine manure. *J. Environ. Qual.*, 36: 1864-1872, 2007.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: SBSC - Núcleo Regional Sul/UFRGS, 2004, 400 p.

DI, H.J.; CAMERON, K.C. Nitrate leaching losses and pasture yields as affected by different rates of animal urine nitrogen returns and application of a nitrification inhibitor-a lysimeter study. *Nutr. Cycl. Agroecosyst.*, 79:281-290, 2007.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação, 306 p., 2006.

GIACOMINI, S. J.; JANTALIA C. P.; AITA, C.; URQUIAGA, S. S.; ALVES, B. J. R. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em

solo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 41:1653-1661, 2006.

GIACOMINI, SANDRO JOSÉ; AITA, C. Emissão de dióxido de carbono após aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 107, 2008.

KIM, D. G.; SAGGAR, S.; ROUDIER, P. The effect of nitrification inhibitors on soil ammonia emissions in nitrogen managed soil: a meta-analysis. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 93:51-64, 2012.

MOIR, J. L.; CAMERON, K. C.; DI, H. J. Effects of the nitrification inhibitor dicyandiamide on soil mineral N, pasture yield, nutrient uptake and pasture quality in a grazed pasture system. *Soil Use and Management*, 23: 111-120, 2007.

MONACO, S. et al. Laboratory assessment of ammonia emission after soil application of treated and untreated manures. *Journal of Agricultural Science*, 150: 65-73, 2012.

MORVAN, T. Quantification et modélisation des flux d'azote résultant de l'épandage de lisier. 1999. 157p. Tese (Doutorado) - Université Paris 6, Paris.

NYORD, T.; HANSEN, M. N.; BIRKMOSE, T. S. Ammonia volatilization and crop yield following land application of solid-liquid separated, anaerobically digested, and soil injected animal slurry to winter wheat. *Agriculture, Ecosystems and Environmental*, 160: 75-81, 2012.

PEREIRA, J. et al. Effect of cattle slurry pretreatment by separation and addition of nitrification inhibitors on gaseous emissions and N dynamics: A laboratory study. *Chemosphere*, 79:620-627, 2010.

SUBBARAO, G. V.; et al. Scope and strategies for regulation of nitrification in agricultural systems – Challenges and opportunities. *Crit. Rev. Plant Sci.*, 25: 303-335, 2006.

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. 174p.

VALLEJO, A. et al. Comparison of N losses ( $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , NO) from surface applied, injected or amended (DCD) pig slurry or an irrigated soil in a Mediterranean climate. *Plant and Soil*, 272: 313-325, 2005.

WHITE, R. E.; HENG, L. K.; EDIS, R. B. Transfer function approaches to modeling solute transport in soils. In: MA, H.M.S.L., ed. *Physical Nonequilibrium in soils: modeling and application*. Michigan, Ann Arbor Press, 1998. 311-347.

ZAMAN, M., et al. Effect of urease and nitrification inhibitors on N transformation, gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, pasture yield and N uptake in grazed pasture system. *Soil Biology and Biochemistry*, 41: 1270-1280, 2009.

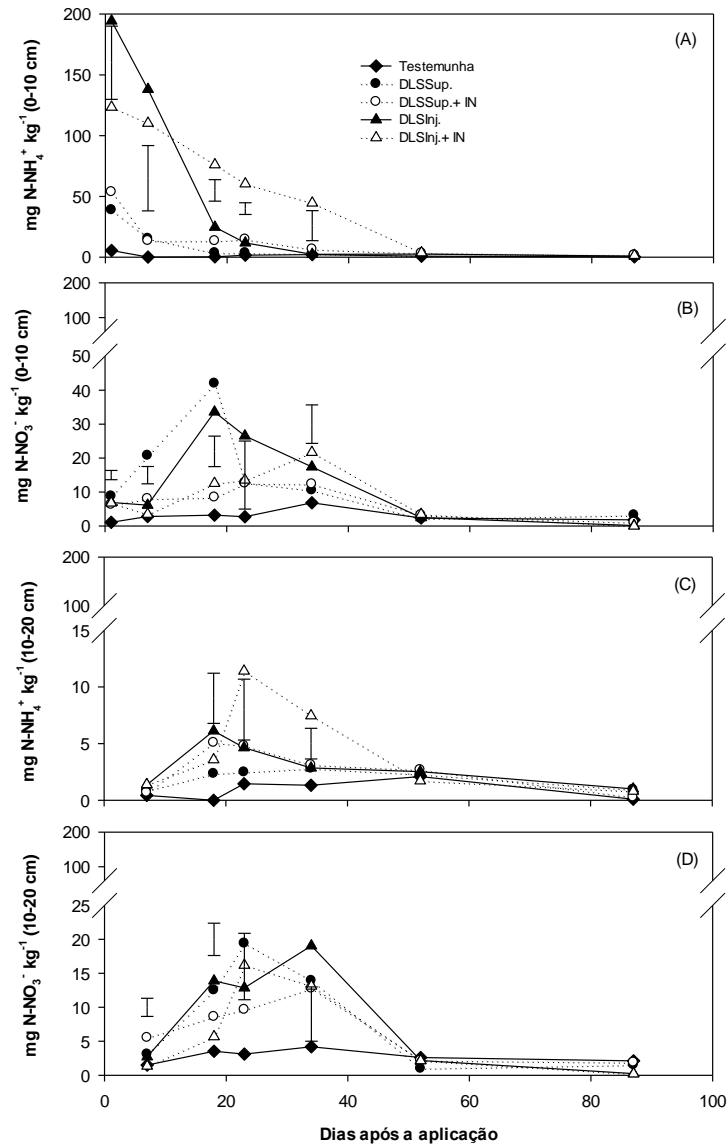


Figura 1. Concentrações de  $\text{N-NH}_4^+$  e  $\text{N-NO}_3^-$  nas camadas 0-10 e 10-20 cm durante o período experimental. As barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5%.

**Tabela 1.** Principais características dos dejetos líquidos de suínos (DLS) adicionados ao solo. Santa Maria 2011.

RESÍDUO ORGÂNICO <sup>(*)</sup>	MS	MS	C ORGÂNICO (base úmida)	N TOTAL	N AMONICAL	N ORGÂNICO	pH
	-----%-----			kg ha <sup>-1</sup>			
DLS	2,09	977,6	157,22	149,43	112,5	36,93	8,24
		20,9	6,05	3,26	2,45	0,81	

(\*) Em base úmida. Dose (46 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>)