

Injeção de dejetos de suínos no solo associada a um inibidor de nitrificação: efeito nas emissões de amônia⁽¹⁾

Indiara Cáceres Jacques⁽²⁾; Rogério Gonzatto⁽³⁾; Alexandre Dessbesell⁽⁴⁾
Marlon Hilgert Arenhardt⁽⁴⁾; Paola Milanesi⁽⁵⁾; Celso Aita⁽⁶⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos fornecidos pela CAPES e CNPq;

⁽²⁾Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, E-mail: indiaracaceres@yahoo.com.br; ⁽³⁾Eng. Agr. Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾Acadêmicos do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁵⁾Eng. Agr. Pós-doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁶⁾Eng. Agr. Dr. Professor Associado IV, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria.

RESUMO: O N presente nos Dejetos Líquidos de Suínos (DLS) encontra-se principalmente na forma amoniacal, a qual impacta negativamente sobre o ambiente quando emitida em grandes quantidades. Diante disso, a pesquisa busca novas estratégias de aplicação de DLS no solo que contribuam para mitigar os impactos das emissões de amônia (NH₃). O objetivo deste trabalho foi avaliar as emissões da amônia após a aplicação de DLS em superfície ou injetado no solo, associado ou não ao uso de um inibidor de nitrificação (IN). A dose de DLS aplicada foi de 40 m³ ha⁻¹ e o IN foi a dicianodiamida (DCD) na dose de 10 kg ha⁻¹. O delineamento experimental foi blocos ao acaso, com quatro repetições e os seguintes tratamentos: T1 - Solo sem a aplicação de dejetos e DCD (Test), T2 - NPK (Uréia), T3 - DLS aplicado em superfície (DLS SUP), T4 - DLS com a adição de DCD (DLS SUP + DCD), T5 - DLS injetado (DLS INJ), T6 - DLS injetado com a adição de DCD (DLS INJ + DCD). A injeção dos DLS foi realizada com equipamento tratorizado, enquanto que em superfície os dejetos foram aplicados manualmente com auxílio de regadores. A volatilização de NH₃ foi avaliada utilizando câmaras estáticas semi-abertas. A aplicação de DLS potencializou as perdas por volatilização independente da modalidade de aplicação ou da adição de DCD. A injeção dos DLS no solo reduziu em 86 % e 93 % a volatilização de NH₃ com e sem a adição de DCD, respectivamente.

Termos de indexação: suinocultura, plantio direto, NH₃.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma importante atividade econômica e social, especialmente para a Região Sul do Brasil, onde se concentra o maior rebanho de suínos do país (IBGE 2010). A maior parte desse rebanho é criado em regime de confinamento total, com os dejetos sendo manejados na forma líquida. Os dejetos líquidos

de suínos (DLS) possuem elevado potencial fertilizante às plantas, pois são ricos em nutrientes, principalmente em nitrogênio (N) (CQFS, 2004). Do N total presente nos DLS, mais de 50 % está na forma amoniacal (NH₄⁺ e NH₃) (Giacomini et al., 2009), assim sujeito a perdas por volatilização de amônia. A volatilização depende da concentração de NH₃ nos dejetos (Sommer et al., 2001), do clima e da forma de aplicação (Smith et al., 2010), podendo variar de 0 a 75 % do N amoniacal aplicado (Sommer et al., 2001).

As lavouras do Sul do País são conduzidas em sua maioria sob sistema plantio direto (SPD), em que a aplicação dos DLS é realizada em superfície sob os resíduos culturais. Port et al. (2003) apontam que esta prática potencializa a volatilização de NH₃. Diante disso, buscam-se estratégias que sejam compatíveis com o SPD e que reduzam a volatilização de NH₃. A injeção dos DLS no solo vem sendo estudada, e tem se mostrado eficiente no controle da volatilização (Webb et al., 2010; Nyord et al., 2012). Outra estratégia estudada é o uso de inibidores de nitrificação (IN) junto aos dejetos. Tais produtos retardam a nitrificação, buscando com isso reduzir as emissões de óxido nitroso (N₂O) e a lixiviação de NO₃⁻. Por ser pouco volátil e relativamente solúvel em água a dicianodiamida (DCD) tem sido cada vez mais utilizada como IN. A adição de DCD aos DLS pode aumentar a volatilização de NH₃, devido ao maior acúmulo de N na forma amoniacal, no entanto, Mkhabela et al. (2006) não encontraram efeito dessa mistura sobre a volatilização de NH₃. Dessa forma, o objetivo do presente trabalho é avaliar a volatilização da amônia após a aplicação de DLS em superfície ou injetado no solo, associado ou não ao uso de DCD.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do

Departamento de Zootecnia da UFSM durante período de 12/06/2012 a 21/06/2012 perfazendo 213 horas. O solo do local foi classificado como um Argissolo Vermelho Distrófico úmbrico (Embrapa, 2006). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições e os tratamentos foram os seguintes: T1 - Solo sem a aplicação de dejetos e DCD (Test), T2 - NPK (Uréia), T3 - Dejeito líquido de suíno aplicado em superfície (DLS SUP), T4 - Dejeito líquido de suíno com a adição de DCD (DLS SUP + DCD), T5 - Dejeito líquido suíno injetado (DLS INJ), T6 - Dejeito líquido de suíno injetado com a adição de DCD (DLS INJ + DCD).

Os DLS foram provenientes de um criatório de animais em fase de terminação, sendo coletados em uma esterqueira anaeróbica e aplicados nas parcelas sobre uma cobertura de milho na dose de $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, antecedendo a semeadura de aveia preta (*Avena Strigosa* Schreb.). A injeção dos DLS no solo foi realizada com equipamento tratorizado e a aplicação superficial manualmente, com regadores. As características dos dejetos foram avaliadas conforme Tedesco et al. (1995) e encontram-se na **tabela 1**.

Tabela 1. Principais características dos dejetos líquidos de suínos (DLS) adicionados ao solo. Santa Maria 2012.

Variável	Aveia (2012)	
	Composição (g kg^{-1})	Adicionado (kg ha^{-1})
Matéria seca	37,0	1.480,0
C total	12,8	512,5
N total	4,1	164,0
N Amoniacal	2,8	112,0
C/N	3,1	
pH	6,1	
Taxa de aplicação ^a	40,0	

^(a) Em $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

No momento da aplicação dos DLS, misturou-se nos mesmos o inibidor de nitrificação, DCD, na dose de 10 Kg ha^{-1} . A volatilização de amônia foi avaliada, conforme proposto por Nömmik (1973), utilizando câmaras estáticas semi-abertas, com algumas modificações. Essas foram construídas com $0,3 \text{ m}$ de lado e $0,4 \text{ m}$ de altura, a partir de chapas de cloro-polivinil (PVC), dispostas sobre uma base metálica com $0,04 \text{ m}$ de altura e com área de $0,1056 \text{ m}^2$. Externamente às bases havia uma canaleta que era preenchida com água para completa vedação do sistema. As bases foram introduzidas no solo até uma profundidade de $0,1 \text{ m}$. Espumas do mesmo formato da câmara com densidade 28 e $0,02 \text{ m}$ de espessura foram

usadas para captar a amônia volatilizada. Estas foram previamente embebidas em 140 ml de uma solução preparada com 50 ml L^{-1} de ácido fosfórico (H_3PO_4) e 40 ml L^{-1} de glicerina e colocadas sobre suportes de alumínio, internos às câmaras. A primeira espuma encontrava-se a $0,15 \text{ m}$ da superfície do solo, para captação da amônia volatilizada do solo, e a segunda a $0,15 \text{ m}$ acima da primeira, para captação da NH_3 externa à câmara.

A cada coleta a espuma inferior era levada ao laboratório onde eram lavadas com uma solução de cloreto de potássio (KCl) 1 mol L^{-1} até completar um volume final de 1000 ml . Desse volume era retirada uma alíquota de 20 ml para determinação do teor de N-NH_3 em destilador de arraste de vapor semi micro Kjeldahl, após adição de óxido de magnésio (MgO) (Tedesco et al., 1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando às médias foram significativas eram comparadas pelo teste de LSD a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A volatilização de amônia para a atmosfera, independentemente do modo de aplicação dos dejetos e da adição de DCD foi maior em comparação com o tratamento sem dejetos (testemunha). Considerando apenas os tratamentos em que os DLS foram aplicados em superfície, a maior parte das emissões ocorreu principalmente nas primeiras horas após a aplicação dos tratamentos. Na terceira avaliação, realizada às 46 horas após a adição dos dejetos no solo a volatilização nos tratamentos DLS SUP e SUP + DCD já representavam $88,3 \%$ e $87,8 \%$ da perda total acumulada (**Figura 1**). Os elevados fluxos iniciais de amônia estão relacionados com os altos teores de N amoniacal, os quais se aproximaram de 75% do N total (Aita et al., 2007).

A aplicação dos dejetos na superfície do solo pode formar sítios de anaerobiose, os quais podem ter contribuído para redução da nitrificação do N amoniacal, maximizando a volatilização. Outro aspecto que pode ter contribuído para a maior volatilização, nos tratamentos em que os dejetos foram aplicados em superfície, é o selamento superficial do solo por ocasião da aplicação. Devido ao baixo teor de matéria seca dos DLS (**Tabela 1**), a quantidade de dejeito líquido aplicada foi elevada, levando a formação de uma lâmina de líquidos sobre o solo, potencializando o selamento. O menor contato dos dejetos com o solo, provocado pela aplicação sobre os resíduos culturais e a menor capacidade de infiltração de água, podem ter sido um adicional as perdas de NH_3 por volatilização.

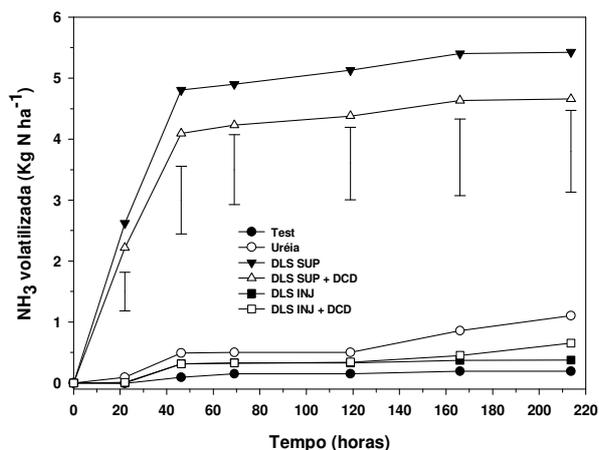


Figura 1. Volatilização acumulada de amônia (NH_3) durante 213 horas após a aplicação dos tratamentos. As barras verticais representam a diferença mínima significativa (LSD, 5 %).

A partir da terceira avaliação, realizada 46 horas após o início do experimento, não houve grandes incrementos na volatilização acumulada. Esse comportamento deve-se a uma combinação de processos que contribuem para reduzir a concentração de NH_4^+ na superfície do solo, com destaque para a volatilização de NH_3 , a imobilização microbiana de N, a infiltração da fração líquida dos DLS no solo e a nitrificação do N amoniacal aplicado (Sherlock et al., 2002).

Apesar de esperar incrementos na volatilização de NH_3 com a adição de DCD aos dejetos, pelo fato do mesmo preservar o N na forma amoniacal, estimulando a volatilização, assim como encontrado por Damasceno (2010), não houve acréscimo nas emissões de amônia com adição de DCD aos DLS. Outros trabalhos com a adição de DCD em dejetos também reportaram não ter encontrado efeito desse inibidor sobre a volatilização de NH_3 (Mkhabela et al., 2006; Tao et al., 2008)

No final do período de avaliação (213 horas) a volatilização acumulada foi de apenas 0,4 kg N ha^{-1} no tratamento com injeção dos dejetos, enquanto que quando estes foram distribuídos na superfície do solo a emissão foi de 5,4 kg N ha^{-1} , o que representa em uma redução de 13,5 vezes nas perdas de N. Esse mesmo comportamento foi encontrado quando a DCD foi injetada associada aos dejetos. Estes resultados evidenciam a importância de injetar os DLS no solo no sentido de aumentar a preservação do N dos dejetos quando eles forem aplicados em plantio direto. Com a injeção dos dejetos, o N amoniacal permanece em contato direto com o solo, ficando menos propenso ao efeito da temperatura e do vento, apontado como os principais fatores climáticos responsáveis pela volatilização de NH_3 (Smith et al., 2009). Além disso, parte da NH_3 formada reage com os íons H^+ da solução do

solo, deslocando o equilíbrio químico para a forma catiônica de NH_4^+ , forma esta que não pode ser volatilizada.

A proporção do N aplicado com os dejetos na superfície do solo e que foi perdida por volatilização de NH_3 foi de 4,7 % do N amoniacal e de 3,5 % do N total, não havendo diferença entre aplicar os dejetos com ou sem DCD (Figura 2). No entanto, quando os dejetos foram injetados no solo, sem DCD, essas perdas foram menores, de 0,2 % e 0,1 % para o N amoniacal e total, respectivamente.

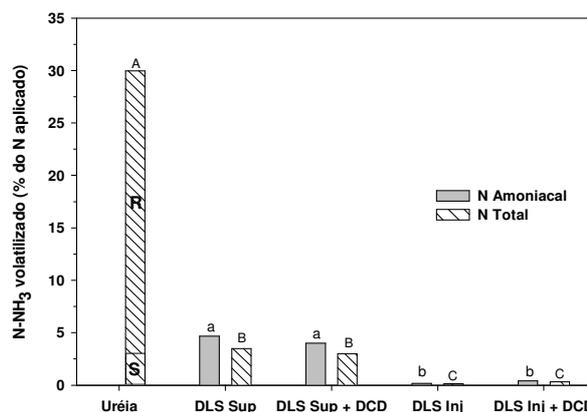


Figura 2. Porcentagem do nitrogênio total e amoniacal aplicado que foi perdido por volatilização de amônia. As letras S e R representam o N-uréia aplicado na semeadura e em cobertura, respectivamente. Letras diferentes indicam diferença significativa por LSD a 5 %.

Comparando os dois tratamentos com aplicação de DLS na superfície do solo ao tratamento com uréia observa-se que a porcentagem de perda do N aplicado com uréia (30,0 %) foi 9,4 vezes maior que a emissão média dos tratamentos DLS SUP e DLS SUP + DCD (3,2 %). Essa quantidade de N volatilizada como NH_3 no tratamento com uréia representa a quantidade de N aplicada na base, em pré-semeadura (30 kg de N ha^{-1}) e em cobertura (90 kg de N ha^{-1}). Considerando que a uréia também foi aplicada na superfície do solo e que a quantidade de N total aplicada com os dejetos e com a uréia foi a mesma, as diferenças encontradas nas quantidades de N perdidas por volatilização de NH_3 podem ser atribuídas às diferenças existentes nas duas fontes de N. Enquanto nos dejetos a maior parte do N aplicado se encontra na forma amoniacal, na uréia o N se encontra na forma amídica. Além disso, a uréia é sólida e a enzima urease age rapidamente sobre o N amídico, transformando-o em NH_3 . Essa reação resulta em aumento localizado do pH próximo aos grânulos da uréia, o que, na superfície do solo, pode acentuar a volatilização de NH_3 , caso as condições ambientais sejam propícias para isso. Já nos DLS, além de, provavelmente, não existir N amídico quando eles

são aplicados no campo, eles contêm uma fração líquida, rica em N amoniacal, que pode infiltrar rapidamente no solo protegendo esse N da volatilização.

CONCLUSÕES

O uso de inibidor de nitrificação não afeta a volatilização de amônia.

A injeção subsuperficial dos DLS é uma estratégia eficiente para mitigar a volatilização de amônia.

AGRADECIMENTOS

A CAPES e ao CNPq pelo apoio financeiro.

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. *Pesq. agropec. Bras.* 42: 95-102, 2007.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - CQFSRS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 394p.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2 ed. 2006. 306p.
- DAMASCENO, F. Injeção de dejetos líquidos de suínos no solo e inibidor de nitrificação como estratégias para reduzir as emissões de amônia e óxido nitroso. 2010. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria.
- GIACOMINI, S. J. et al. Aproveitamento pelo milho do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em plantio direto e preparo reduzido do solo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira.* 44: 761-768, 2009.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Efetivo de suínos. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/ppm/2010/ppm2010.pdf>>. Acesso em: 10 de abril de 2013.
- MKHABELA, M. S. et al. Ammonia and nitrous oxide emissions from two acidic soils of Nova Scotia fertilised with liquid hog manure mixed with or without dicyandiamide. *Chemosphere* 65: 1381-1387, 2006.
- NÖMMIK, H. The effect of pellet size on the ammonia loss from urea applied to forest. *Plant and Soil*, 39: 309-318, 1973.
- NYORD, T.; HANSEN, M. N.; & T. S. BIRKMOSE. Ammonia volatilisation and crop yield following land application of solid – liquid separated , anaerobically digested , and soil injected animal slurry to winter wheat. *Agric. Ecosyst. and Environ.* 160: 75-81, 2012.
- PORT, O.; AITA, C. & GIACOMINI, S. J. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. *Pesq. Agrop. Bras.* 38: 857-865, 2003.
- SHERLOCK, R. R. et al. Ammonia, Methane, and Nitrous Oxide Emission from Pig Slurry Applied to a Pasture in New Zealand. *Journal of Environmental Quality*, 31: 1491-1501, 2002.
- SMITH, E. et al. Simulated management effects on ammonia emissions from field applied manure. *Journal of Environmental Management.* 90: 2531-2536, 2009.
- SOMMER, S. G. & HUTCHINGS, N. J. Ammonia emission from field applied manure and its reduction – invited paper. *European Journal of Agronomy.* 15: 1-15, 2001.
- TAO, X.; MATSUNAKA, T. & SAWAMOTO, T. Dicyandiamide application plus incorporation into soil reduces N₂O and NH₃ emissions from anaerobically digested cattle slurry. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 48: 169-174, 2008.
- TEDESCO, M. J. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p.
- WEBB, J. et al. The impacts of manure application methods on emissions of ammonia, nitrous oxide and on crop response - A review. *Agric. Ecosyst. Environ.* 137:39-46, 2010.