



Emissões acumuladas de amônia com injeção de dejetos líquidos de suínos ao solo com inibidor de nitrificação⁽¹⁾

Ana Claudia Casara⁽⁴⁾; Luiz Paulo Rauber⁽²⁾; Walter Santos Borges Júnior⁽³⁾; Augusto Friederichs⁽⁴⁾; Daniel João Dall` Orsoletta⁽⁴⁾; Luciano Colpo Gatiboni⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do PROAP, CAPES e CNPq. ⁽²⁾Pós doutorando, bolsista CAPES, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC-CAV), Av. Luiz de Camões, 2090, CEP 88520-000, Lages-SC, sr_roiber@yahoo.com.br; ⁽³⁾Bolsista de Iniciação Científica, UDESC-CAV, waltersbjr@hotmail.com; ⁽⁴⁾Pós graduando(a) do curso de Ciência do Solo UDESC-CAV, aninhacasara@hotmail.com, augustofriederichs@hotmail.com, dani.orsoletta@gmail.com; ⁽⁵⁾Professor Associado Depto. Solos e Recursos Naturais, UDESC-CAV, lгатiboni@gmail.com

RESUMO: A aplicação de dejetos suínos na superfície do solo pode potencializar as perdas de N por volatilização de NH₃, reduzindo seu potencial fertilizante e aumentando a poluição ambiental. A injeção de fontes de N ao solo e o uso de inibidor de nitrificação podem melhorar a eficiência de utilização de N aplicada e minimizar perdas para o ambiente. O objetivo deste trabalho foi investigar o uso destas estratégias, a fim de avaliar as perdas de N no sistema solo-atmosfera. O experimento foi conduzido em condições controladas, com delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 x 2 x 2 x 2 com três repetições, onde o fator "A" foi fertilizantes (ureia, DLS, DLS + inibidor de nitrificação e testemunha) o fator "B" foi o tipo de solo (Argissolo Vermelho-Amarelo e Nitossolo Vermelho Eutroférico), o fator "C" foi a condição de pH (natural e corrigido) e o fator "D" foi a forma de aplicação dos fertilizantes (injetado e superficial). A dose de DLS aplicado foi de 21 m³ ha⁻¹, e a dose do inibidor de nitrificação foi de 10 kg ha⁻¹. As avaliações de volatilização de NH₃ foram realizadas até o 14º dia após a fertilização. A injeção dos fertilizantes reduziu a emissão de NH₃. O inibidor de nitrificação reduziu a emissão de amônia no Nitossolo sob condição de pH corrigido.

Termos de indexação: dicianodiamida, dejetos suínos, volatilização de amônia.

INTRODUÇÃO

Diversas áreas dedicadas à suinocultura na região Sul do Brasil encontram-se fortemente impactadas, principalmente, por aplicações excessivas e sucessivas de dejetos líquidos suínos (DLS), resultando em passivo ambiental.

Sabe-se que a aplicação de DLS e ureia na superfície do solo favorece perdas gasosas de amônia (NH₃) (Cameron et al., 2013), o que reduz o potencial fertilizante dos dejetos e impacta negativamente o ambiente.

O inibidor da nitrificação dicianodiamida (DCD), diminui a lixiviação de NO₃⁻ (O'Connora et al., 2012), pois bloqueia a ação da enzima amônia

monooxigenase, responsável pela oxidação de NH₄⁺ para nitrito (NO₂⁻), permanecendo o N por mais tempo na forma de NH₄⁺ no solo, o que pode favorecer as perdas de N por volatilização de NH₃. Todavia, os poucos resultados existentes são conflitantes, indicando aumento na volatilização de NH₃, ausência de efeito e até mesmo redução na emissão de NH₃.

Assim, o uso combinado de inibidores da nitrificação e a injeção de DLS podem reduzir perdas de N e aumentar a eficiência de uso. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de dejetos líquidos suínos, injetados no solo, e o uso de inibidor de nitrificação sobre a volatilização de amônia em ambiente controlado, com condições variadas de textura e pH do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob delineamento inteiramente casualizado, com esquema fatorial utilizado foi 4 x 2 x 2 x 2 com três repetições.

O fator "A" foi o tipo de fertilizante: ureia, dejetos líquidos suínos (DLS), DLS + inibidor de nitrificação e testemunha; o fator "B" foi o tipo de solo: arenoso e argiloso; o fator "C" foi a condição de pH: natural e corrigido; o fator "D" foi a forma de aplicação dos fertilizantes: injetado e superficial.

O DLS utilizado apresentou massa seca de 156 g kg⁻¹; NT de 8,2 kg m⁻³. A dose de DLS foi de 21 m³ ha⁻¹, baseada na recomendação de N de 140 kg m⁻³, simulando uma produtividade de 8 Mg ha⁻¹ de milho (CQFS-RS/SC, 2004). Para o fertilizante mineral, utilizou-se a ureia convencional com 45 % de N. Em ambas as fontes de N, a adição de nitrogênio em cada pote equivaliu a 70 mg de N vaso⁻¹.

O inibidor de nitrificação utilizado foi a dicianodiamida (DCD), com 81% de DCD na formulação, misturado aos dejetos no momento da aplicação, na dose de 10 kg ha⁻¹. A injeção dos fertilizantes foi realizada misturando-os em 250 g de solo, adicionado em cada pote. Houve padronização da umidade, considerando o mesmo volume de DLS, de água empregada na diluição da ureia, DLS



e no tratamento testemunha. A aplicação superficial dos fertilizantes foi realizada com o auxílio de uma proveta de 50 ml, com distribuição dos mesmos sobre o solo.

Os solos utilizados foram Nitossolo Vermelho Eutroférico, e Argissolo Vermelho Amarelo (Embrapa 2013), coletados na camada de 0-20 cm e caracterizados quimicamente segundo metodologias descritas por Tedesco et al., (1995), sendo que o Nitossolo apresentou pH (H₂O): 4,8; matéria orgânica: 36 g kg⁻¹; areia: 90 g kg⁻¹; argila: 750 g kg⁻¹. Já o Argissolo apresentou pH (H₂O): 4,2; matéria orgânica: 1,3 g kg⁻¹; areia: 690 g kg⁻¹; argila: 240 g kg⁻¹. Uma parte de cada solo teve o seu pH corrigido para 6,0.

O solo foi adicionado aos potes com umidade mantida a 60 % da capacidade de campo (CC) para o Argissolo e 70% da CC para o Nitossolo. Estas umidades foram testadas previamente, onde se observou que a manutenção dos solos nessas umidades permite que os poros não sejam obstruídos com água, preservando o movimento dos gases.

A captação da NH₃⁺ volatilizada do solo foi feita em tubos falcon com capacidade de 15 ml, contendo 10 ml de H₃PO₄ 0,5 normal. Dentro deste tubo colocou-se solução de H₃PO₄ (0,5 N), glicerina (1 %) e duas fitas de papel-filtro (1 x 8 cm), imersos nesta solução com a finalidade de aumentar a superfície de contato da NH₃⁺ com o H₃PO₄. As avaliações de NH₃⁺ foram realizadas no 1º, 2º, 3º, 4º, 5, 6, 7, 8º, 11º e 14º dias após a aplicação dos fertilizantes.

A quantidade de N-NH₃ volatilizada foi determinada no mesmo dia das coletas, por arraste de vapor, em aparelho semimicro Kjeldahl, com destilação de uma alíquota de 10 mL, adicionando-se 10 mL de NaOH 10 N em cada amostra.

Ao final das avaliações foram calculadas as emissões diárias e acumuladas de amônia, descontando para cada fertilizante o valor da testemunha.

A análise de variância foi efetuada pelo Teste F, e a comparação das médias dos tratamentos pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, considerando cada solo separadamente.

Para a amônia acumulada, como não houve diferença entre fertilizantes dentro de cada modo de aplicação. Portanto, comparou-se os fertilizantes e os modos de aplicação entre si e cada fertilizante com o mesmo modo de aplicação, dentro de pH diferente, ambos avaliando os solos separadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando as emissões acumuladas de amônia (**Tabela 1**), observa-se que no Nitossolo sob condição de pH natural (4,8) as maiores emissões

ocorreram no tratamento com a adição de DLS + DCD em superfície (8,48 mg kg⁻¹), porém, este não se diferiu da adição da uréia (6,69 mg kg⁻¹) e DLS (6,32 mg kg⁻¹), ambos em superfície. Os fertilizantes injetados no solo apresentaram os menores valores de volatilização acumulada, mas não apresentaram diferença estatística dos tratamentos com uréia e DLS em superfície. Em relação às emissões ocorridas no Nitossolo sob pH corrigido (6,0) a adição de DLS na superfície, mostrou a maior emissão de amônia (19,9 mg kg⁻¹), diferindo-se dos demais tratamentos (**Tabela 1**).

Estudo desenvolvido por Webb et al., (2014), onde testaram a injeção imediata de esterco de suínos, bovinos e de aves em um solo argiloso e um arenoso na Inglaterra, e verificaram redução na emissão de NH₃ em relação a aplicação superficial em ambos os solos, assim como Lara Cabezas et al., (2000), que observaram que a injeção de cama de aves ao solo evita a volatilização de amônia independente de sua origem, pois ao difundir para regiões com pH ácido esse gás se transforma em NH₄⁺.

Os efeitos da DCD sobre a emissão NH₃ nem sempre são coerentes. Este resultado diverge de Zaman et al., (2009) e Zaman e Blennerhassett (2010), onde misturando DCD à urina de animais, observaram aumento nas emissões de NH₃, bem como com Prakasa Rao & Puttanna (1987), que relataram aumento nas perdas por volatilização de NH₃ devido à aplicação de inibidor de nitrificação juntamente com adubo mineral. Entretanto, há convergência com Pujol (2012), onde adicionando DCD ao DLS, concluiu que a dicianodiamida preservou, na forma amoniacal, o N dos dejetos aplicados sobre um Argissolo sem aumentar a emissão de NH₃ para a atmosfera.

Comparando as duas condições de pH (**Tabela 1**) no Nitossolo, observa-se que com a correção do pH ocorreram as maiores emissões de amônia em relação ao pH natural, com exceção da aplicação do DLS + inibidor em superfície (5,85 mgkg⁻¹), evidenciando que a ausência de sítios ácidos (H⁺) impede que o gás amônia retorne a forma de N mineral (NH₄⁺), o que contribui para as emissões de NH₃.

Nas emissões verificadas no Argissolo (**Tabela 1**) sob pH natural (4,2) o tratamento que apresentou maior emissão de amônia acumulada foi DLS + DCD (12,72 mgkg⁻¹), seguido do tratamento apenas DLS, ambos aplicados em superfície. Aita et al., (2014) estudaram a injeção de DLS com dicianodiamida em solo com mais de 400 g kg⁻¹ de areia e verificaram que as emissões de amônia foram menores, em relação a aplicação superficial de DLS + DCD.



Para o Argissolo com pH corrigido (6,0) todos os tratamentos tiveram altas emissões de amônia, exceto os tratamentos que foram injetados, onde observa-se a menor emissão no tratamento DLS + DCD (8,53 mg kg⁻¹). Isso evidencia que a injeção evita a volatilização de amônia independente de sua origem, pois este gás ao difundir em ascensão no solo, pode encontrar regiões com pH ácido e se transformar em NH₄ (Lara Cabezas et al., 2000).

A maior emissão ocorrida no Argissolo sob pH corrigido, pode ser relacionada ao valor de pH, que, após a sua correção, ficou próximo à neutralidade (6,8). Trabalho realizado por Tasca et al., (2011) avaliando a volatilização de NH₃ com adição de ureia num Cambissolo Húmico em laboratório com pH corrigido (6,0) e natural (5,5), concluíram que a volatilização de NH₃ aumentou no solo calcariado.

As maiores emissões acumuladas observadas com os fertilizantes aplicados em superfície, estão de acordo com Gonzatto et al., (2013), que adicionando 60 m³ ha⁻¹ de DLS sobre a superfície de um Argissolo sem resíduo vegetal, observaram aumento da volatilização de NH₃. Da mesma forma, Dell et al., (2012), avaliando o modo de aplicação de DLS e esterco de bovinos em um Argissolo sob plantio direto na América do Norte, observaram redução de emissão de amônia com a injeção.

CONCLUSÕES

A injeção dos fertilizantes reduziu a emissão de NH₃ para a atmosfera nos dois solos avaliados.

Na condição de pH corrigido, observa-se que ocorre maior emissão de amônia.

A adição do inibidor de nitrificação reduziu a emissão de amônia oriunda do DLS no Nitossolo sob condição de pH corrigido.

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, v. 42, p. 95-102, 2007.

AITA, C. et al. Injection of dicyandiamide-treated pig slurry reduced ammonia volatilization without enhancing soil nitrous oxide emissions from no-till corn in southern Brazil. Journal Environmental Quality. 43:789–800, 2014.

CAMERON K.C. et al., Nitrogen losses from the soil/plant system: a review. Annal Applied Biology 162:145–173, 2013.

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: SB-CS-Núcleo Regional Sul, 2004.

DELL, C.J. et al. Low-disturbance manure incorporation effects on ammonia and nitrate loss. Journal Environ. Quality, 41:928-937, 2012.

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

GONZATTO, R.; MIOLA, E. C. C.; DONEDA, A.; PUJOL, S. B.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Volatilização de amônia e emissão de óxido nitroso após aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo cultivado com milho. Ciência Rural, v.43, p.1590-1596, 2013.

LARA CABEZAS, W. A. R., TRIVELIN, P. C. O., KONDÖRFER, G. H., & PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluída de cobertura na cultura de milho, em sistema de plantio direto no triângulo mineiro. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 24, p. 363-376, 2000.

O'CONNOR, P. J. et al. The effect of the nitrification inhibitor dicyandiamide (DCD) on herbage production when applied at different times and rates in the autumn and winter. Agriculture, Ecosystems and Environment 152: p.79– 89, 2012.

PRAKASA RAO, E. V. S., PUTTANNA, K. Nitrification and ammonia volatilization losses from urea and dicyandiamide-treated urea in a sandy loam soil. Plant Soil, v. 92, p. 201–206, 1987.

PUJOL, S. B. Emissão de amônia e dinâmica do nitrogênio no solo com parcelamento da dose e adição de inibidor de nitrificação em dejetos de suínos. Santa Maria: UFSM, 2012. 100f. Tese Doutorado.

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. (Boletim Técnico, 5).

WEBB, J.; THORMAN, R. E.; FERNANDA-ALLER, M.; JACKSON, D. R. Emission factors for ammonia and nitrous oxide emissions following immediate manure incorporation on two contrasting soil types. Atmospheric Environment, v. 82, p. 280-287, 2014.

ZAMAN, M.; SAGGAR, S.; BLENNERHASSETT, J. D.; SINGH, J. 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 & Biochemistry, v. 41, p. 1270–1280, 2009.

ZAMAN, M.; BLENNERHASSETT, J. D. Effects of the different rates of urease and nitrification inhibitors on gaseous emissions of ammonia and nitrous oxide, nitrate leaching and pasture production from urine patches in an intensive grazed pasture system. Agriculture Ecosystems and Environment, v. 136, p.236-246, 2010.



Tabela 1. Volatilização de amônia acumulada (mg kg^{-1}) com adição de dejetos líquidos de suínos (DLS), DLS+ inibidor de nitrificação e uréia, aplicados em duas condições de pH (natural e corrigido) e dois modos de aplicação (injetado e superficial) em um Nitossolo e num Argissolo.

Tratamento	Amônia acumulada	Tratamento	Amônia acumulada	DMS ^(pH)	CV ^(pH)
-----Nitossolo Natural-----		-----Nitossolo Corrigido-----			
DLS - Injetado	4,46 Ab	DLS - Injetado	7,10 Ab	4,92	17,2
DLS+Inibidor - Injetado	5,11 Ab	DLS+Inibidor - Injetado	6,17 Ab	1,42	11,1
Ureia - Injetada	3,70 Bb	Ureia - Injetada	6,31 Ab	1,24	10,9
DLS - Superfície	6,32 Bab	DLS - Superfície	19,8 Aa	8,42	28,2
DLS+Inibidor - Superfície	8,48 Aa	DLS+Inibidor - Superfície	5,85 Bb	1,74	10,85
Ureia - Superfície	6,69 Aab	Ureia - Superfície	7,07 Ab	3,81	18,4
DMS (modo de aplicação)	3,01	DMS (modo de aplicação)	7,31		
CV (modo de aplicação), %	18,9	CV (modo de aplicação), %	30,5		
-----Argissolo Natural-----		-----Argissolo Corrigido-----			
DLS - Injetado	7,58 Bb	DLS - Injetado	12,11 Aab	4,51	19,2
DLS+Inibidor - Injetado	6,75 Ab	DLS+Inibidor - Injetado	8,53 Ab	2,57	14,8
Ureia - Injetada	7,35 Bb	Ureia - Injetada	11,77 Aab	3,51	16,2
DLS - Superfície	9,90 Bab	DLS - Superfície	14,18 Aa	2,13	7,82
DLS+Inibidor - Superfície	12,72 Aa	DLS+Inibidor - Superfície	14,47 Aa	4,41	14,3
Ureia - Superfície	7,83 Bb	Ureia - Superfície	15,56 Aa	2,65	9,6
DMS (modo de aplicação)	4,15	DMS (modo de aplicação)	4,14		
CV (modo de aplicação), %	17,1	CV (modo de aplicação), %	11,8		

DMS: diferença mínima significativa; CV: coeficiente de variação; Letras maiúsculas comparam fertilizante dentro de pH e minúsculas fertilizantes com modos de aplicação, pelo Teste de Tukey ($p < 0,05$).