



Dicianodiamida reduz a nitrificação do dejetos líquido de suínos e da uréia injetados ou aplicados na superfície de um Cambissolo Húmico Alumínico.

Luiz Paulo Rauber⁽²⁾; Walter Santos Borges Júnior⁽³⁾; Ana Cláudia Casara⁽⁴⁾; Augusto Friederichs⁽⁴⁾; Daniel João Dall'Orsoletta⁽⁴⁾; Álvaro Luiz Mafra⁽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, alvaro.mafra@udesc.br.

RESUMO: Alternativas tecnológicas para minimizar o impacto da aplicação de dejetos líquido de suínos (DLS) ao solo constituem um dos principais desafios nessa atividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar, em condições de campo, as formas de N-mineral no solo, em sistema de plantio direto, testando a injeção e uso de inibidor da nitrificação com DLS. O experimento foi conduzido em um Cambissolo Húmico Alumínico em Lages/SC. Os tratamentos foram estruturados em um fatorial 2x5 dispostos em blocos casualizados, com quatro repetições. O fator "A" é forma de aplicação de DLS, com dois níveis (injetado e superfície), e o fator "B" são tipos de fertilizantes: ureia; ureia+ inibidor da nitrificação (DCD); dejetos líquido de suíno (DLS); DLS+DCD; controle sem fertilizante. Os tratamentos foram aplicados ao solo com cultivo de milho na safra 2013/2014. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, em diferentes dias após a adubação. O inibidor de nitrificação preservou, por mais tempo na forma amoniacal, o N dos dejetos e da ureia aplicados no solo. A injeção dos fertilizantes apresentou teores de amônio superiores em relação à aplicação superficial.

Termos de indexação: inibidor de nitrificação, dejetos suíno, injeção.

INTRODUÇÃO

Atividade suinícola busca alternativas para o descarte apropriado dos dejetos, embora, sejam fonte de nutrientes às culturas, apresenta alto potencial poluidor (Lourenzi et al., 2014).

Inibidores da nitrificação vêm sendo estudados para mitigar a lixiviação de nitrato (NO_3^-) e a emissão de óxido nitroso (N_2O), retendo no solo o amônio (NH_4^+), o que pode aumentar a eficiência do uso de N oriundo de dejetos (Zhang et al., 2015).

A dicianodiamida, (DCD) é um inibidor de nitrificação que bloqueia a ação da enzima amônia

monooxigenase, responsável pela oxidação do NH_4^+ para nitrito (NO_2^-) ocasionada principalmente por bactérias do gênero *Nitrosomonas* (Singh & Verma, 2008).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da injeção de dejetos líquido de suínos (DLS) no solo com inibidor de nitrificação (DCD), na evolução dos teores de amônio e nitrato no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Lages/SC, com altitude média de 892m. O clima é tipo mesotérmico úmido (tipo Cfb, de acordo com Köppen). O estudo foi realizado na safra 2013/2014, em um Cambissolo Húmico Alumínico (Embrapa, 2013), com as seguintes características químicas e físicas, verificadas na camada de 0-20cm $\text{pH}_{\text{água}}$: 5,4; Al: 5,1 $\text{cmol}_c \text{kg}^{-1}$; matéria orgânica: 46 g kg^{-1} ; ; argila: 455 g kg^{-1} .

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em um arranjo fatorial 2 x 5, sendo duas formas de aplicação dos fertilizantes (incorporado e superfície) e cinco tipos de fertilizantes (Ureia; Ureia + dicianodiamida (DCD); dejetos líquido de suíno (DLS); DLS+DCD; testemunha), com quatro repetições. Os tratamentos foram aplicados em parcelas de 33,6 m^2

A composição dos dejetos líquidos de suínos foi determinada conforme Tedesco et al., (1995), a saber: safra de milho 2012/2013, NT: 5,3 e massa seca: 68 (g kg^{-1}); safra de trigo 2013, NT 5,7 (kg m^{-3}) e massa seca: 44 (g kg^{-1}); safra de milho 2013/2014, NT 6,8 (kg m^{-3}) e massa seca: 68 (g kg^{-1}).

As doses de nutrientes (baseados no teor de N proveniente do DLS e da ureia) (Tabela 1) foram definidas visando o rendimento do milho em 8,0 Mg ha^{-1} , e 3,0 Mg ha^{-1} para a cultura do trigo, conforme recomendação da CQFS RS/SC (2004).

O inibidor de nitrificação utilizado foi a dicianodiamida (DCD), na forma de pó branco, produto puro, tendo em sua formulação 81 % de DCD. Este foi misturado ao DLS e a ureia no



momento da aplicação no solo, na dose de 10 kg ha⁻¹ de produto puro.

A injeção 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.

Tabela 1- Teores de nutrientes aplicados durante o período de condução do experimento, ao solo.

Dose aplicada	Safra 2012/2013	Safra 2013	Safra 2013/2014
DLS m ³ ha ⁻¹	42	20	35
N kg ha ⁻¹	163	114	185
P kg ha ⁻¹	81	37	63
K kg ha ⁻¹	58	25	58

Para aplicação incorporada do fertilizante mineral (ureia), usou-se o mesmo equipamento de injeção, abrindo um sulco e aplicando os fertilizantes minerais manualmente. Posteriormente, estes sulcos foram fechados com uma enxada. A aplicação superficial dos dejetos foi realizada com as linhas de injeção erguidas sobre o solo, enquanto que para a aplicação superficial do fertilizante mineral, foi realizada a lança. Nos tratamentos com injeção dos fertilizantes, as semeaduras do milho e do trigo foram realizadas nas entre linhas de injeção, sendo o milho com uma linha de semeadura e o trigo duas.

As coletas de solo foram realizadas com trado holandês, nas camadas de 0-5, 5-1- e 10-20 cm. As amostras foram compostas por 5 sub-amostras em cada parcela, sendo que para as parcelas com a injeção dos fertilizantes, estas foram coletadas duas nas linhas de injeção e três nas entrelinhas, enquanto que para os fertilizantes aplicados superficialmente, estas foram coletadas aleatoriamente dentro da parcela. As amostras foram mantidas câmara fria a 8° C e umidade de 57%, durante 20 dias, com posterior determinação dos teores de amônio e nitrato do solo.

Na safra de milho (2012/2013), o DLS foi proveniente de animais em unidade produtora de suínos. A aplicação dos fertilizantes foi realizada no dia 27/11/2012. As coletas de solo foram realizadas em dias espaçados após a aplicação dos fertilizantes.

Na safra de trigo (2013) e de milho (2013/2014), o DLS foi obtido de uma unidade de recria de leitões. A aplicação dos fertilizantes foi realizada no dia 17/06/13 para o trigo e para o milho

12/12/2013, com ambas as coletas de solo realizadas dias após a aplicação dos fertilizantes.

No laboratório, a determinação dos teores de N-mineral (NH₄⁺ + NO₃⁻), foi determinada segundo **Tedesco et al.,(1995)**.

Os resultados referentes foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5%, analisando cada safra separadamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito significativo da interação entre tipo de fertilizante e modo de aplicação ocorreu no 1° e no 8° dia após a adubação na safra de milho 2012/2013 (Tabela 2).

Os maiores teores de NH₄⁺ foram observados com a adição da DCD com o DLS aplicado na superfície um dia após a adubação (Tabela 2). No 8° dia o maior teor de NH₄⁺ foi observado com a mistura da DCD ao DLS e a ureia, ambos injetados, porém o tratamento com ureia +DCD não teve diferença entre os modos de aplicação (Quadro 3).

Um dia após a aplicação do DLS, a mineralização do N presente no mesmo é baixa. Assim os teores de NH₄⁺ são maiores na aplicação superficial. Com 8 dias após a adubação, a nitrificação foi retardada, mantendo o N na forma de NH₄⁺ que pode ser adsorvido nas cargas do solo, explicando assim, o maior teor de NH₄⁺ com a injeção do DLS+DCD, em relação ao DLS sem DCD. Em superfície, mesma bloqueando a nitrificação com o uso da DCD, o teor de NH₄⁺ é menor do que o tratamento DLS+DCD, devido a transformação do NH₄⁺ no gás NH₃. A ampliação do tempo que amônio permanece no solo, proporciona mais oportunidade para que a sua absorção pelas plantas, que podem melhorar a recuperação N e eficiência de uso em sistemas agrícolas **(Subbarão et al. 2012)**

Com relação ao nitrato, a aplicação da ureia sem DCD em superfície (Tabela 2) um dia após a adubação, teve o maior teor (79,9 mg kg⁻¹), em relação aos demais tratamentos. No 8° dia (Quadro 3), o teor de NO₃⁻ no tratamento DLS sem DCD foi maior do que o tratamento DLS+DCD, reafirmando a eficiência do uso da DCD na redução da nitrificação.

A interação entre modo de aplicação com tipo de fertilizante observada na safra de trigo 2013 ocorreu apenas nos valores de NH₄⁺ (Tabela 3). O efeito da DCD foi mais expressivo quando usada com o fertilizante mineral (ureia). A injeção do fertilizante ureia+DCD mostrou maior teor de NH₄⁺ no solo quando comparada à ureia sem DCD, no 1°



e 8º após adubação. No modo de aplicação, os tratamentos com DCD (ureia e DLS) injetados tiveram teores de NH_4^+ superiores em relação à aplicação superficial. Neste caso, além do efeito inibitório da DCD (Di & Cameron, 2005), observa o efeito da injeção no aumento da eficiência agrônômica do uso de fontes de N, pois a aplicação superficial colabora com as perdas deste elemento (Kim et al., 2012).

Observa-se que no 8º dia após a adubação, que a injeção do DLS foi eficiente para manter teores de NH_4^+ superiores a aplicação superficial, onde o mesmo benefício da injeção é observado 22 dias após a adubação com DLS (Tabela 3). Estudo feito por Zhang et al., 2015, na China, avaliou a mistura de DCD junto com a ureia no cultivo de hortaliças, incorporados a 15 cm de profundidade em um solo siltoso, e observaram aumento no teor de NH_4^+ quando comparado a ureia sem DCD, durante dois anos de avaliações.

O bloqueio da nitrificação no fertilizante orgânico (DLS) foi verificado no 22º dia após a adubação quando injetado ao solo (Tabela 3). A diferença nos teores de NH_4^+ nos tratamentos com fertilizante orgânico (DLS e DLS+DCD) observados aos 22 dias, pode ser relacionado à atividade microbiana mais lenta, em função das menores temperaturas ocorridas durante o inverno.

Na safra de milho 2013/2014 (Quadro 4), novamente se observa-se que a injeção do DLS foi eficiente na manutenção no teor de NH_4^+ em relação a aplicação superficial. Nesta safra a DCD inibiu a nitrificação no 1º dia após a adubação, quando misturada ao DLS e injetado no solo.

CONCLUSÕES

As estratégias de uso agrícola com o DLS apresentaram vantagem ambiental, sendo a dicianodiamida eficiente no bloqueio da nitrificação quando misturado ao DLS e a ureia, enquanto que a injeção dos fertilizantes, foi eficiente na manutenção de maiores teores de amônio no solo estudado.

REFERÊNCIAS

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.

DI H. J. & CAMERON K. C. How does the application of different nitrification inhibitors affect nitrous oxide emissions and nitrate leaching from cow urine in grazed pastures? *Soil Use Management*, 28:54–61, 2005.

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

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.

LOURENZI, C., R. et al. Pig slurry and nutrient accumulation and dry matter and grain yield in various crops. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 38:949-958, 2014.

SINGH, N.S. & VERMA, A. The potential of nitrification inhibitors to manage the pollution effect of nitrogen fertilizers in agricultural and other soils: a review. *Environment Practice* 4:266-279, 2008.

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

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. (Boletim Técnico, 5).

ZHANG, M. et al. A 2 year field assessment of the effects of chemical and biological nitrification inhibitors on nitrous oxide emissions and nitrogen use efficiency in an intensively managed vegetable cropping system. *Agriculture Ecosystems and Environmental*. 1: 43–50, 2015.



Tabela 2 - Interação entre modo de aplicação com tipo de fertilizante, para os teores de amônio e nitrato, dias após a adubação, na safra de milho 2012/2013.

Fertilizante	Amônio (mg kg ⁻¹)		Nitrato (mg kg ⁻¹)	
	Injetado	Superfície	Injetado	Superfície
-----1 dia após a adubação-----				
Ureia	35,1 ABa	49,7 Aa	43,6 Ab	79,9 Aa
Ureia+DCD	59,8 Aa	57,8Aa	18,5 Aa	27,1 Ba
DLS	21,1 Ba	39,4 ABa	30,3 Aa	41,4 Ba
DLS+DCD	30,5 Bb	64,7 Aa	22,7 Aa	21,9 Ba
Testemunha	18,2 Ba	19,5 Ba	26,3 Aa	19,4 Ba
----- 8 dias após adubação -----				
Ureia	63,8 Ba	76,5 Aa	27,2 ABa	21,9 Aa
Ureia+DCD	80,6 ABa	64,6 ABa	20,9 ABa	21,1 Aa
DLS	65,5 Ba	52,4 ABa	35,2 Aa	15,8Ab
DLS+DCD	93,2 Aa	61,0 ABb	17,2 Ba	18,8 Aa
Testemunha	50,1 Ba	41,4 Ba	20,7 Ba	20,9 Aa

Maiúscula compara fertilizante, minúscula compara modo de aplicação.

Tabela 3 -. Interação entre o modo de aplicação com tipo de fertilizante, para os teores de amônio, nos dias após a adubação na safra de trigo2013, e na safra de milho 2013/2014.

Fertilizante	Amônio (mg kg ⁻¹)	
	Injetado	Superfície
-----Safr- 2013 Trigo-----		
1 dia após a adubação		
Ureia	66,1 Ba	71,8 Aa
Ureia+DCD	93,4 Aa	70,5 Ab
DLS	69,7 ABa	70,3 Aa
DLS+DCD	98,3 Aa	71,6 Ab
Testemunha	62,6 B	60,9 Aa
8 dias após a adubação		
Ureia	71,3 Ba	102,6 ABa
Ureia+DCD	119,6 Aa	100,5 Aa
DLS	114,5 Aa	77,1 ABb
DLS+DCD	115,2 Aa	90,8 Aa
Testemunha	103,9 Ba	70,9 Ba
22 dia após a adubação		
Ureia	9,4 Ba	11,5 ABa
Ureia+DCD	16,7 ABa	16,8 Aa
DLS	7,3 Ba	3,4 Bb
DLS+DCD	21,8 Aa	8,9 ABa
Testemunha	1,1 Ba	0,5 Ba
-----Safr- 2013/2014 Milho-----		
1 dia após a adubação		
Ureia	90,2 Ba	88,4 Aa
Ureia+DCD	92,6 ABa	61,8 Aa
DLS	85,8 Ba	42,2 Ab
DLS+DCD	136,3 Aa	98,8 Aa
Testemunha	43,1 Ba	58,5 Aa

Maiúscula compara fertilizante, minúscula compara modo de aplicação.