

## Produção e acúmulo de nitrogênio na cultura do milho após diferentes formas de aplicação de dejetos líquidos de suínos e uso de inibidor de nitrificação

**Marlon Hilgert Arenhardt<sup>(2)</sup>; Celso Aita<sup>(3)</sup>; Ezequiel Cesar Carvalho Miola<sup>(4)</sup>; Daniela Batista dos Santos<sup>(4)</sup>; Adônis Vicente Blasi<sup>(5)</sup>; Danielly da Costa Silva<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho realizado com auxílio financeiro da CAPES e CNPQ.

<sup>(2)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS; marlonarenhardt@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor Associado do Dep. de Solos, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(4)</sup> Doutorandos no Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(5)</sup> Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(6)</sup> Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Maria.

**RESUMO:** Sistemas confinados de criação de suínos originam grandes quantidades de dejetos, os quais necessitam de uma destinação adequada. A aplicação no solo como fonte de nutrientes para culturas agrícolas é uma prática frequente. Entretanto, devido a perdas de nitrogênio (N) durante o seu manejo, técnicas como a injeção de dejetos e uso de inibidores de nitrificação (IN) apresentam potencial para mitigar tais problemas. Neste trabalho foi avaliada a associação destas duas técnicas e seu efeito na produtividade e acúmulo de nitrogênio na cultura do milho. Assim, conduziu-se um experimento de campo, em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico na Universidade Federal de Santa Maria. Os tratamentos avaliados foram: testemunha (Test), adubação mineral (NPK), DLS Superfície (DLSSup.), DLSSup + Inibidor de nitrificação (IN), DLS injetado (DLSInj.), DLSInj. + IN. As maiores produtividades de grãos foram obtidas com os tratamentos NPK e DLSInj. + IN (11,16 e 10,61 T.ha<sup>-1</sup>, respectivamente) e a produção de palha foi similar entre tratamentos. Quanto ao acúmulo de N, tanto na palha como nos grãos os melhores resultados foram nos tratamentos NPK (172,10 kg N.ha<sup>-1</sup>) e DLSInj. (159,24 kg.ha<sup>-1</sup>).

**Termos de indexação:** absorção de N, palha, rendimento.

### INTRODUÇÃO

A criação intensiva de suínos gera como resíduo grande volume de dejetos líquidos (DLS), os quais podem ser utilizados como fertilizante para culturas com alta demanda de nitrogênio, como por exemplo, o milho.

Na maioria dos casos, os DLS possuem grande concentração de nitrogênio na forma amoniacal (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) (Aita et al., 2007). Do ponto de vista produtivo, o uso de DLS pode melhorar a qualidade do solo sem reduzir a produção em comparação ao uso da adubação química (Biau et al., 2012). No entanto, a aplicação de DLS sem considerações

técnicas ou em excesso, pode causar prejuízos ambientais e perdas dos nutrientes, como a volatilização da amônia (Meade et al., 2011), lixiviação de nitrato (Vallejo et al., 2005), escoamento superficial (Ceretta et al., 2005a) e emissão de gases do efeito estufa (IPCC, 2007).

Dentre as alternativas utilizadas para minimizar o impacto ambiental e melhorar a sua eficiência como fertilizante, pode-se citar a injeção dos DLS no solo, cujo objetivo é minimizar a volatilização de amônia (Nyord et al., 2012) e o uso de inibidores de nitrificação (IN), para reduzir as perdas de nitrogênio decorrentes da desnitrificação que ocorre sob condições de falta de O<sub>2</sub> no solo.

Tanto a injeção dos DLS no solo quanto o uso de inibidores de nitrificação tem merecido destaque em pesquisas mundiais (Singh & Verma, 2008). Dentre os IN, a Dicianodiamida (DCD) vem apresentando bons resultados quando adicionada aos DLS (Vallejo et al., 2005). No entanto, ainda são tecnologias não validadas nas condições de clima, solo e cultivos no Brasil. Da mesma forma, resultados quanto ao efeito da combinação dessas tecnologias na produtividade e no acúmulo de nutrientes em áreas sob sistema plantio direto são necessárias. Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes formas de aplicação de DLS, com e sem o uso de inibidor de nitrificação, sobre o acúmulo de N e a produtividade da cultura do milho.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período 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, em 4 repetições, com os seguintes tratamentos: T1) Testemunha sem adubação (Test); T2) Dejetos líquidos de suíno em superfície (DLSSup.); T3) DLSSup. + Inibidor de nitrificação (DLSSup. + IN); T4) Dejetos líquidos de

suínos aplicados em sulco (DLS Inj.); T5)DLSInj. + Inibidor de nitrificação (DLSInj. + 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, avaliadas conforme Tedesco et al. (1995), encontram-se na **Tabela 1**.

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

Para a produtividade dos grãos e análise de matéria seca nas plantas, foram coletadas 5 plantas em cada parcela quando a cultura encontrava-se em estágio de maturação fisiológica (31/03/2012). Após a colheita, tanto os grãos como as plantas, foram secos em estufa ( $65^\circ\text{C}$ ), pesados e moídos em moinho estacionário tipo Willey equipado com peneira de 1mm. Para a análise do acúmulo de N foi utilizada uma pequena fração de grãos e palha (em média 5 a 6 mg), os quais foram inseridos no equipamento autoanalisador CHNS (modelo FlashEA 1112, Thermo Finnigan, Milan, Itália).

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

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Produção de grãos e de palha

A produção tanto de grãos, palha ou grãos+palha foi inferior no tratamento testemunha devido à ausência de adubação quando comparado aos demais tratamentos em que nutrientes foram aplicados, seja sob a forma mineral ou orgânica, como mostrado na **Tabela 2**.

A maior média de produção de grãos foi observada no tratamento NPK ( $11,16 \text{ Mg.ha}^{-1}$ ), cujo valor é 83% maior do que o obtido na testemunha. No entanto, o tratamento NPK não diferiu do tratamento DLSInj+IN (59% maior do que a testemunha) e DLSInj (75% maior do que a testemunha). Os tratamentos com aplicação em superfície: DLSSup (24% inferior ao NPK) e DLSSup+IN (23% inferior ao NPK) foram menores, mas não diferiram estatisticamente dos tratamentos DLSInj e DLSInj+IN. De acordo com Port et. al.

(2003), a perda de grande parte do nitrogênio aplicado, ocasionada pela volatilização de amônia justifica a diminuição na produtividade nesses tratamentos. Mas, por outro lado e contrário aos nossos resultados, Seidel et al. (2010) relataram que o uso de dejetos aplicados em superfície como fonte de N não apresentou redução na produção de milho quando comparado à adubação mineral – NPK.

A menor produção nos tratamentos utilizando DLS em superfície em relação à adubação mineral pode ter ocorrido em virtude da menor disponibilidade de N para as plantas quando comparado aos tratamentos de injeção que preservaram o nitrogênio no solo. Além disso, devido à grande quantidade de palha de aveia-preta que estava em superfície, pode ter ocorrido imobilização do pouco N que restou dos dejetos; sendo que este foi utilizado para a decomposição do carbono da palha, como verificado por Aita & Giacomini (2006).

Na produção de palha, a média mais elevada foi observada no tratamento DLSInj+IN, mas sem diferenças significativas para as médias dos tratamentos DLSInj, DLSSup+IN e NPK. Da mesma forma que na produção de grãos, o tratamento Testemunha foi inferior aos demais.

Essa menor absorção de N para o crescimento das plantas, mesmo que não diretamente relacionada à produção de grãos, diminui a ciclagem de nutrientes deixando o nitrogênio mais suscetível aos diferentes mecanismos de perda do sistema, aumentando o risco de poluição do ar, solo ou água.

### Acúmulo de Nitrogênio nos grãos e na palha

O acúmulo de nitrogênio, medido em  $\text{kg.ha}^{-1}$  mostrado na **Tabela 2**, foi superior nos tratamentos NPK, sem diferir do tratamento DLSInj, tanto nos grãos como na palha. Os tratamentos DLSInj+IN e DLSSup+IN apresentaram valores de acúmulo de N intermediários enquanto que o tratamento DLSSup foi o menor, mas ainda assim superior à testemunha

A maior eficiência em absorver N do solo nos tratamentos NPK e DLSInj pode estar relacionada a alta solubilidade e a aplicação em cobertura realizada na adubação química enquanto que no DLS Inj pode ter ocorrido maior disponibilidade de N próximo as raízes, bem como a umidade do sulco de injeção ter proporcionado um maior e mais fácil crescimento radicular.

No tratamento DLSInj o teor de N nos grãos foi ligeiramente superior a quantidade de N amoniacal aplicada (**Tabelas 1 e 2**). Isso comprova a eficiência desse sistema em utilizar o nitrogênio prontamente



disponível que foi aplicado ao solo, e consequentemente diminuir as perdas e o risco de poluição.

O tratamento DLSSup, assim como na produção de palha, teve seu desempenho prejudicado possivelmente pela volatilização de amônia. Além dos efeitos anuais, podemos ter essa acentuação na diferença entre formas de aplicação bem como na equiparação de DLSInj com NPK pelo efeito residual do N aplicado nas safras anteriores NPK e DLSInj, especialmente no caso dos dejetos, como mencionado no trabalho de Ceretta et al. (2005b).

## CONCLUSÕES

A produtividade dos grãos de milho é superior quando os DLS são injetados no solo, independentemente do uso de IN

O acúmulo de nitrogênio nos grãos é maior nos tratamentos NPK, sem diferença estatística com o tratamento DLSInj.

A injeção de DLS proporciona maior acúmulo de nitrogênio no grão e na palha comparando com a aplicação em superfície.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio financeiro do CNPQ, CAPES e FAPERGS.

## REFERÊNCIAS

AITA, C.; PORT, O. & GIACOMINI, S.J. Dinâmica do nitrogênio no solo e produção de fitomassa por plantas de cobertura no outono/inverno com o uso de dejetos de suínos. R. Bras. Ci. Solo, 30:901-910, 2006.

AITA, C., S. JOSÉ, & HUBNER, A. Nitrificação do nitrogênio amoniacal de dejetos líquidos de suínos em solo sob sistema de plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 42:95-102, 2007.

BIAU, A., F. SANTIVERI, I. MIJANGOS, & J. LLOVERAS. The impact of organic and mineral fertilizers on soil quality parameters and the productivity of irrigated maize crops in semiarid regions. European Journal of Soil Biology, 53: 56-61, 2012.

CERETTA, C.A., C.J. BASSO, F.C.B. VIEIRA, M.G. HERBES, I.C.L. MOREIRA, & A.L. BERWANGER. Dejeito líquido de suínos: I-perdas de nitrogênio e fósforo na solução escoada na superfície do solo, sob plantio direto. Ciência Rural 35(6): 1296-1304. 2005a.

CERETTA, C.A., E.E. TRENTIN, & E. GIROTTO. Fósforo e potássio na rotação aveia preta / milho / nabo forrageiro com aplicação de dejeito líquido de suínos. Ciência Rural 35(6): 1287-1295. 2005b.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2 ed. 2006. 306p.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change: Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, USA, 2007

MEADE, G.; PIERCE, K.; O'DOHERTY, J.V.; MUELLER, C.; LANIGAN, G. & McCABE, T. Ammonia and nitrous oxide emissions following land application of high and low nitrogen pig manures to winter wheat at three growth stages. Agriculture, Ecosystems and Environment, 140:208-217, 2011.

NYORD, T., M.N. HANSEN, PIERCE, K.; O'DOHERTY, J.V.; MUELLER, C.; LANIGAN, G. & MCCABE, T T.S. BIRKMOSE. 2012. Ammonia volatilisation and crop yield following land application of solid - liquid separated , anaerobically vdigested , and soil injected animal slurry to winter wheat. "Agriculture, Ecosystems and Environment" 160: 75-81.

PORT, O.; AITA, C.; GIACOMINI, S. J. Perda de nitrogênio por volatilização de amônia com o uso de dejetos de suínos em plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 38, n. 7, p. 857-865, 2003.

SEIDEL, E.P., A.C. GONÇALVES JÚNIOR, J.P. VANIN, L. STREY, D. SCHWANTES, & H. NACKE. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. Acta Scientiarum. Technology 32(2): 113-117. 2010.

SINGH, S.N., & A. VERMA. The Potential of Nitrification Inhibitors to Manage the Pollution Effect of Nitrogen Fertilizers in Agricultural and Other Soils: A Review. Environmental Practive, 9:266-279,2008.

VALLEJO, A., L. GARCÍA-TORRES, & J. DíEZ. Comparison of N losses (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, N<sub>2</sub>O, NO) from surface applied, injected or amended (DCD) pig slurry of an irrigated soil in a Mediterranean climate. Plant and Soil: 313-325. 2005.

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

Resíduo Orgânico	MS	MS	C Orgânico (base úmida)	N total	N amoniacal	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	-----g.kg <sup>-1</sup> -----			
				3,26	2,45	0,81	

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

**Tabela 2** – Produção e acúmulo de nitrogênio nos grãos e palha de milho nos diferentes tratamentos. Santa Maria, 2011.

Tratamento	Produção			Acúmulo de N		
	Grãos	Palha	Grãos + Palha	Grãos	Palha	Grãos + Palha
	-----	Mg.ha <sup>-1</sup> -----		-----	Kg.ha <sup>-1</sup> -----	
Test.	6,08 c*	7,62 b	13,70 d	62,00 d	25,31 d	90,00 d
NPK	11,16 a	11,65 a	22,81 a	123,36 a	48,87 a	172,10 a
DLSSup.	9,03 b	10,44 b	19,48 c	91,86 c	37,71 c	127,75 c
DLSSup+IN	9,05 b	11,03 a	20,09 bc	94,20 bc	40,68 bc	133,96 c
DLSInj.	10,61 ab	11,58 a	22,19 ab	113,27 ab	44,68 ab	159,24 ab
DLSInj+IN	9,65 ab	11,98 a	21,63 abc	99,55 bc	42,36 bc	142,43 bc
DMS	1,791	1,461	2,34	20,816	5,099	21,226

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste LSD com  $\alpha=0.05$ .