

## Emissão de N<sub>2</sub>O durante o cultivo de alface fertilizada com composto de dejetos de suínos e adubação mineral<sup>(1)</sup>

**Rafael Ricardo Cantú<sup>(2)</sup>; Alexandre Doneda<sup>(3)</sup>; Diego Antonio Giacomini<sup>(3)</sup>; Régis Lanza<sup>(4)</sup>; Indira Cáceres Jacques<sup>(5)</sup>; Celso Aita<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de Projeto CNPq, EPAGRI e EMBRAPA.

<sup>(2)</sup> Doutorando; Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; rrcantu@epagri.sc.gov.br; <sup>(3)</sup> Aluno do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(4)</sup> Tecnólogo em Agricultura Familiar e Sustentabilidade, Universidade Federal de Santa Maria <sup>(5)</sup> Acadêmico(a); Universidade Federal de Santa Maria; <sup>(6)</sup> Professor Associado do Departamento de Solos; Universidade Federal de Santa Maria.

**RESUMO:** A compostagem dos dejetos líquidos de suínos (DLS) é uma alternativa promissora para o tratamento desse resíduo. Entretanto, o composto produzido é pouco estudado quanto aos impactos ambientais, como a emissão de N<sub>2</sub>O, um importante gás de efeito estufa, quando utilizado como fertilizante de culturas no solo. O objetivo desse trabalho foi determinar a emissão de N<sub>2</sub>O em cultivo de alface que recebeu compostos orgânicos, adubação mineral e também adição de inibidores de nitrificação e urease, visando mitigar as emissões desse gás. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), no período de 20/05/2012 à 30/09/2012. As coletas de gás foram realizadas durante dois cultivos sucessivos de alface, adubados com composto orgânico proveniente da compostagem de dejetos de suínos e com adubação mineral, este último associado à inibidores de nitrificação e urease. As coletas foram em intervalos entre 3 à 10 dias e as análises realizadas em um cromatógrafo modelo Greenhouse (GC-2014). Os compostos orgânicos apresentaram as menores emissões de N<sub>2</sub>O comparado à adubação mineral, possivelmente pela sua lenta mineralização do N. Os inibidores de nitrificação e urease diminuíram as emissões de N<sub>2</sub>O pela adubação mineral, por retardar a formação do nitrato no solo, precursor do gás.

**Termos de indexação:** inibidores de nitrificação e urease, óxido nitroso, DLS.

### INTRODUÇÃO

O Brasil possui o 4º maior plantel de suínos do mundo, com aproximadamente 38 milhões de animais e com grande potencial de expansão. Apesar da importância da suinocultura na economia nacional, com geração de empregos e divisas, a atividade gera grande volume de dejetos líquidos com elevado potencial poluidor (ABCS, 2012; Oliveira et al., 2011).

No Sul do Brasil, o manejo dos dejetos na forma líquida, representa um importante passivo ambiental, com contaminação do ar, do solo e dos recursos hídricos em muitos locais (Oliveira et al.,

2011, Pujol, 2012). O alto custo de transporte, a dificuldade de sua aplicação na lavoura e o grande potencial poluidor são entraves encontrados pelos produtores para sua utilização. A compostagem dos dejetos líquidos de suínos (DLS) constitui uma estratégia promissora para o seu tratamento e destino mais adequado. A introdução recente na região Sul do Brasil, da compostagem automatizada de DLS, representa uma nova perspectiva com vistas à redução do potencial poluidor da suinocultura. Neste processo, ocorre a incorporação gradual dos dejetos a um substrato e simultaneamente, o revolvimento das pilhas de compostagem (Oliveira et al., 2011), o que transforma os dejetos líquidos em uma matriz sólida, mais concentrada em nutrientes e com menor impacto ao ambiente do que os dejetos manejados na forma líquida, em lagoas ou esterqueiras anaeróbicas (Fukumoto et al., 2011). Dessa forma, o composto é mais facilmente distribuído no campo e em áreas distantes do seu local de produção. Embora o composto apresente essa série de vantagens, durante a compostagem há indicativos que ocorrem perdas significativas de N por volatilização de amônia (NH<sub>3</sub>), em função da elevação da temperatura e do pH, além dos revolvimentos frequentes das pilhas (Oliveira et al., 2011). Estudos recentes (Fukumoto et al., 2011; Giacomini et al., 2012), mostram que a adição de ácidos à compostagem diminuem significativamente essas perdas.

Os estudos sobre o uso desses compostos que receberam ou não ácido e seus possíveis impactos no ambiente ainda são incipientes no Brasil. Esse material apresenta potencial de uso agrônomo e de ser produzido em grandes quantidades, por isso é importante conhecer seus impactos ambientais, até mesmo para se comparar com os fertilizantes convencionalmente utilizados. Entre os possíveis impactos destaca-se a emissão do óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), considerado o principal gás de efeito estufa do século 21, produzido pela ação microbiológica durante a redução do nitrato (NO<sub>3</sub>). São escassos os estudos sobre a emissão desse gás em cultivo de hortaliças, sendo que são poucos os relatos nas principais literaturas de trabalhos realizados no

Brasil. Esse estudo no país e na área de hortaliças torna-se importante devido às suas distintas condições edafoclimáticas e pelas condições favoráveis à emissão do gás que esses cultivos apresentam, pois recebem elevadas doses de N, que associado às frequentes irrigações, desenvolvem condições propícias à emissões significativas de  $N_2O$ , (Asing et al., 2008; Pfab et al., 2010). Estratégias como o uso de inibidores de nitrificação e de uréase (IN) vêm sendo avaliadas pela pesquisa no sentido de minimizar a contaminação ambiental, provocada pelos fertilizantes nitrogenados de origem mineral e/ou orgânica. Tais inibidores retardam a hidrólise da uréia pela enzima urease, fazendo com que o N dessa molécula seja convertido a amônia mais lentamente e inibem temporariamente a ação da enzima amônia monooxigenase (AMO) nas bactérias nitrificadoras, retardando o aparecimento de  $NO_3^-$  no solo. Assim, a mineralização mais lenta do N à nitrato pode diminuir a emissão de  $N_2O$ . A eficiência do uso de inibidores já foi avaliada com sucesso em dejetos líquidos de suínos, urina de bovinos e ureia, proporcionando redução na contaminação ambiental e aumento na produção de pastagens e grãos (Smith et al., 2011; Gonzatto, 2012; O'Connor et al., 2012). Todavia, essa estratégia ainda não foi avaliada na produção convencional de hortaliças no Brasil e comparativamente com o uso do composto de dejetos de suínos.

Devido ao potencial poluidor dos fertilizantes é necessário conhecer suas características e avaliar maneiras de mitigar a emissão de  $N_2O$ . Neste trabalho, objetivou-se comparar, na cultura da alface, o material orgânico (composto) obtido através da compostagem automatizada de DLS e a adubação mineral, quanto à emissão de  $N_2O$  dessas duas fontes de nutrientes e o efeito de inibidores de nitrificação e urease sobre essas emissões.

## MATERIAL E MÉTODOS

A determinação das emissões de gás  $N_2O$  foi realizada em dois cultivos sucessivos de alface. Os cultivos e as análises foram conduzidos no campo no período de 26/05/12 à 01/08/12 no campus da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os tratamentos utilizados foram: Testemunha; Composto; Composto + ácido; Adubação mineral e Adubação mineral + inibidores de nitrificação e urease (DCD e NBPT).

O composto foi produzido no Departamento de Solos UFSM, conduzido de dezembro de 2011 a maio de 2012. Foi realizado uma compostagem automatizada de DLS, com aplicação do dejetos e revolvimento simultâneo das leiras, constituídas da

mistura equitativa de maravalha e serragem. Foram feitas duas leiras e em uma dessas, foi adicionado ácido fosfórico ao dejetos a 0,35% (v/v). Foram realizadas 13 aplicações de dejetos, totalizando 3836 L com 34 revolvimentos das leiras.

Os tratamentos foram dispostos em parcelas dentro de quatro blocos casualizados, nas quais cada bloco correspondeu à dois canteiros paralelos, contendo todos os tratamentos. Os canteiros foram feitos com o uso de encanteiradora. As parcelas tinham a dimensão de 1,20 x 5,00 m e uma altura de canteiro de aproximadamente 0,20m. Os compostos e a adubação mineral foram distribuídos sobre as respectivas parcelas e a aplicação da uréia e dos inibidores foram feitas por meio de pulverizações sobre os canteiros. Em seguida os fertilizantes foram incorporados a 0,15m aproximadamente, com o uso da encanteiradeira. Após isso, foram plantadas mudas de alface da variedade 'Amanda' nos canteiros. O espaçamento entre as mudas foi de 0,25 x 0,30m. Utilizou-se irrigação pelo sistema de gotejamento, sempre que necessário.

Tomou-se como base para a dose dos tratamentos, a aplicação de 175 kg  $ha^{-1}$  de N disponível às plantas, com base na demanda da cultura, estabelecida pelo Manual de Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQRF/RS-SC, 2004). Os compostos foram avaliados como fonte única de nutrientes e misturados à adubação mineral, comparados com a adubação exclusivamente mineral. A dose dos dois compostos foi estabelecida com base no teor de N total de ambos, assumindo um índice de mineralização do N de 35 % (Fujiwara et al., 2009; Cordovil et al., 2012) e uma quantidade de N disponível de 175 kg  $ha^{-1}$ . No tratamento organomineral 50 % dessa quantidade de N foi adicionada ao solo com o composto e 50% com uréia. Na adubação mineral, o N foi parcelado em quatro vezes sendo uma aplicação na base e outras três quinzenalmente. Os inibidores de nitrificação e urease, DCD e NBPT foram adicionados à uréia na dose de 12 kg  $ha^{-1}$  e 0,3 % (v/v), respectivamente.

A emissão do  $N_2O$  foi determinada nos dois ciclos de cultivo no campo, utilizando câmaras estáticas de PVC de 0,25 cm de diâmetro por 0,30 cm de altura. Cada câmara é dotada, na parte interna, de um ventilador tipo cooler para homogeneização da atmosfera, enquanto externamente, na parte superior, existem duas saídas, sendo uma para a coleta dos gases e outra para medição da temperatura interna com termômetro de haste. Os gases foram coletados periodicamente durante todo experimento, com ênfase nos momentos da aplicação das adubações de cobertura, após ocorrência de chuvas, irrigações e sempre que se constatou elevação nas emissões.

Para a coleta, foram utilizadas seringas de polipropileno com volume de 20 ml. As amostras foram analisadas por cromatografia gasosa em um cromatógrafo modelo Greenhouse (GC-2014, Shimadzu).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões do gás de efeito estufa  $N_2O$  estão representadas na figura 1. As maiores emissões foram constatadas no tratamento mineral, e ficaram dentro dos limites obtidos por Pfab et al. (2010), em cultivo de alface. As emissões proporcionadas por esse tratamento se mantiveram mais baixas durante o primeiro ciclo e mais elevadas durante o segundo ciclo. Esse aumento pode estar relacionado a uma maior concentração de  $NO_3$  no solo durante esse ciclo, (Figura 1). Essa maior emissão também poderia estar relacionada a um maior adensamento do solo do canteiro no decorrer dos cultivos, ocasionado pela precipitação/irrigação. O adensamento do solo, associado às frequentes irrigações leva mais facilmente a formação de sítios anaeróbicos, condições estas propícias às emissões. Embora as irrigações e precipitações foram em maior volume no segundo cultivo, cabe ressaltar que elas foram bem distribuídas no período, evitando a lixiviação do nitrato, preservando o íon no solo. Outro aspecto que poderia ter levado a maior emissão do gás no segundo ciclo é que, condições físicas inadequadas como o adensamento do solo, são prejudiciais ao desenvolvimento das plantas de alface (Santos, 2011), limitando assim o desenvolvimento radicular e absorção de N, possibilitando o acúmulo do  $NO_3$ . Outro fator que possivelmente contribuiu, foi a maior temperatura no segundo cultivo, que pode ter aumentado a ação da urease e das bactérias nitrificadoras (Madigan, 2010; Aquilera et al., 2013), que associado ao residual do primeiro cultivo, resultaram em um maior teor de  $NO_3$  no solo, (Figura 1).

Houve influência nas emissões do gás, proporcionada pela adição dos inibidores de nitrificação e urease. Esses inibidores retardaram a formação do nitrato, resultando em um menor teor no solo durante o cultivo, (Figura 1). O N mineral do tratamento que recebeu os inibidores, foi preservado por mais tempo na forma amoniacal (Figura 1) que pode ter sido absorvido pelas plantas antes da conversão para nitrato, resultando assim em um menor acúmulo desse íon no solo e consequentemente uma menor emissão de  $N_2O$ . Embora tenham havido emissões com o uso de uréia em hortaliças em níveis semelhantes (Pfab et al. 2010), o uso de IN nessas culturas, ainda não é muito relatado na literatura da área.

O composto que recebeu ácido, apresentou um pico de emissão no início do cultivo, após uma chuva de 150mm (Figura 1), que pode estar relacionado a maior presença de N mineral, proporcionado pelo uso do ácido durante a compostagem (Giacomini et al. 2012), que foi convertido em nitrato e sofreu a desnitrificação. Após esse pico de emissão, os compostos mantiveram uma baixa emissão que possivelmente está relacionado com a baixa mineralização do N, comparado com a uréia. Assim, é menor o teor de nitrato no solo, e esse pode ser absorvido pelas plantas antes de ser desnitrificado à  $N_2O$ . De modo geral, materiais orgânicos sólidos tendem a apresentar baixas emissões comparados a outros materiais orgânicos líquidos e fertilizantes minerais (Aquilera et al., 2013).

## CONCLUSÕES

O composto orgânico produzido à partir de dejetos líquidos de suínos apresenta menor emissão de  $N_2O$  quando comparado à adubação mineral.

Os inibidores de nitrificação e urease associados à adubação mineral diminuem as emissões de  $N_2O$  durante o cultivo da alface.

## AGRADECIMENTOS

Ao apoio do Departamento de Solos da UFSM, CNPQ, EPAGRI e EMBRAPA.

## REFERÊNCIAS

### a. Periódicos:

AGUILERA et al. The potential of organic fertilizers and water management to reduce  $N_2O$  emissions in Mediterranean climate cropping systems. *A rev. Agric., Ecosystems and Environment*. 164 p. 32– 52, 2013.

ASING J, SAGGAR S, SINGH J, BOLAN NS. Assessment of nitrogen losses from urea and organic manure with and without nitrification inhibitor, dicyandiamide, applied to lettuce under glasshouse conditions. *Aust J Soil Res* 46:535–541, 2008.

COROVIL, A. M. J; GOSSB, J.; COUTINHO, C.; CABRAL, F. Estimating short- and medium-term availability to cereals of nitrogen from organic residues. *Journal of plant nutrition*. volume 35, edição 3, 2012.

FUKUMOTO, Y., WAKI, M. & YASUDA, T. Characteristics of nitrogen transition and  $N_2O$  generation in the composting of cattle, swine and poultry manure. *International Symposium on Sustainable Bioproduction – Water, Energy, and Food, Japan, 19-23. Sep. 2011.*

GIACOMINI et al. Adição de ácido fosfórico durante a compostagem de dejetos líquidos de suínos para mitigar a volatilização de amônia. In: XXX Reunião Brasileira de

Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas - Fertbio, 2012, Maceió, AL. Anais da XXX Fertbio, 2012.

GONZATTO, R. Injeção de dejetos de suínos no solo em plantio direto associada a um inibidor de nitrificação: Dissertação (Mestrado). PPPG. Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

O'CONNOR 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 (2012) 79– 89.

OLIVEIRA, P.A.V.; NICOLOSO, R.S.; HIGARASHI, M.M.; SANTOS, J.I. Desenvolvimento de unidade de compostagem automatizada para o tratamento dos dejetos líquidos de suínos. Anais 48a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011.

PFAB H et al. (2009)  $N_2O$  Emissions from a high N-Input system as influenced by fertilizer amount and type. 2009. PUJOL, S. Emissão de amônia e dinâmica do nitrogênio no solo com parcelamento da dose e adição de inibidor de nitrificação em dejetos de suínos. Tese (Doutorado). PPGCS / Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

SANTOS, C.A.P. Produção da alface crespa e umidade do solo em função de diferentes fontes de matéria orgânica e cobertura do solo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Sergipe. 2011.

SMITH, R.; HARTZ, T; HEINRICH, A. Summary of nitrification inhibitor trials. *Crops Notes*. University California, 2011.

**b. Livros:**

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

MADIGAN, M. T. et al. *Microbiologia de Brock*. 12. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2010.

**c. Internet:**

ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos e representantes de agroindústrias se reúnem para discutir Projeto de Lei sobre produção integrada, 2012. Disponível em <http://www.abcs.org.br/informativo-abcs>. Acesso em: 10/04/2012.

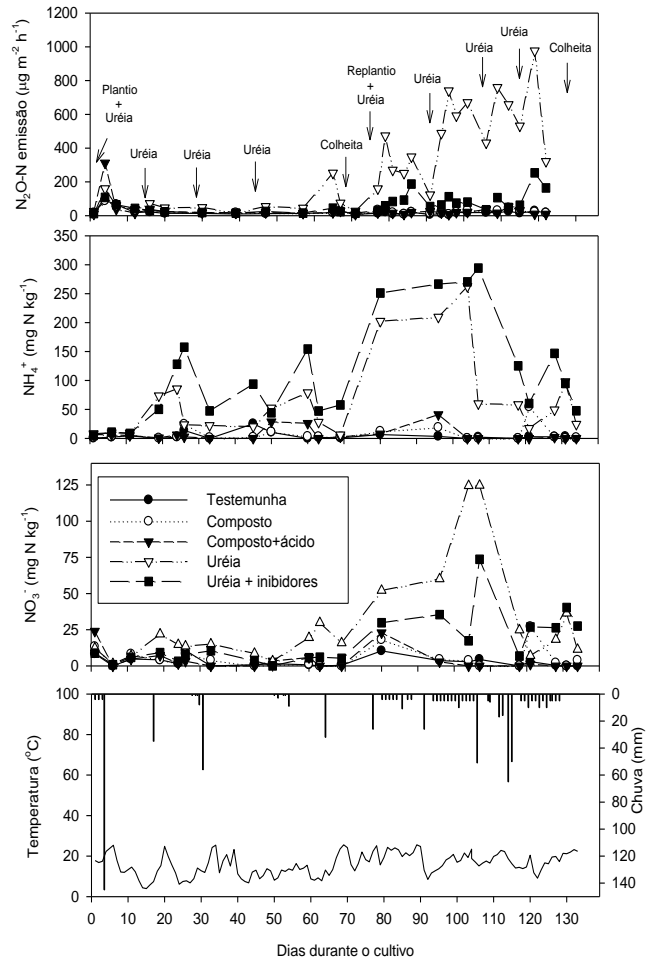


Figura 1. Emissão de  $N_2O$ , teor de  $NH_4^+$  e  $NO_3^-$  no solo, temperatura e precipitações/irrigações durante dois cultivos sucessivos de alface. Santa Maria, RS, UFSM, 2012.