

## EMISSÕES E FATORES DE EMISSÃO DE N<sub>2</sub>O DE FERTILIZANTES NITROGENADOS NO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO

SAMUEL PIEPER GRIEP<sup>1</sup>; NATHÁLIA FURTADO LUCAS<sup>2</sup>; VITÓRIA JARDIM AZEVEDO<sup>3</sup>; MAURÍCIO SILVA DE OLIVEIRA<sup>4</sup>; WALKYRIA BUENO SCIVITTARO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel – samuel.griep@gmail.com

<sup>2</sup>Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel – nathalia.luccas@gmail.com

<sup>3</sup>Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel – vitoria\_jardim@hotmail.com

<sup>4</sup>Embrapa Clima Temperado, bolsista CNPq – agro\_mauricio@outlook.com

<sup>5</sup>Embrapa Clima Temperado – walkyria.scivittaro@embrapa.br

### 1. INTRODUÇÃO

No cultivo de arroz irrigado, a eficiência agronômica dos fertilizantes nitrogenados é normalmente baixa (CASSMAN et al., 1998), devido à intensa dinâmica do nitrogênio (N) em solos inundados, envolvendo múltiplas formas químicas e reações. Consequentemente, o manejo do N para o arroz é complexo, requerendo a adequação de fontes, doses, parcelamento, épocas e formas de aplicação do nutriente para otimizar seu o aproveitamento pela cultura.

Nos últimos anos, alternativas tecnológicas às fontes convencionais de N, tais como os sistemas de liberação controlada e fertilizantes contendo aditivos químicos, têm sido liberadas no mercado visando elevar a eficiência de fertilizantes nitrogenados. Contudo, essa diversidade de novos produtos ainda precisa ser avaliada pela pesquisa, com vistas ao estabelecimento de sua eficácia em diferentes sistemas de produção e condições edafoclimáticas. Com relação a esse último aspecto, destaca-se a necessidade de quantificação das emissões de gases de efeito estufa (GEE) e a definição de fatores de emissão para diferentes fontes de N em distintos sistemas de produção, visando sua sustentabilidade.

O óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) é um GEE cuja liberação para a atmosfera está fortemente associada ao uso de fertilizantes nitrogenados minerais, pelo fato de aumentarem o conteúdo de N mineral no solo. Todavia, emissões de N<sub>2</sub>O decorrem, também, do uso de adubos orgânicos, do cultivo de plantas fixadoras de N<sub>2</sub>, da incorporação ao solo de resíduos de colheita e da mineralização de N em solos orgânicos cultivados (IPCC, 1996).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de determinar os fluxos, emissões totais e estabelecer fatores de emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) para fertilizantes nitrogenados no cultivo de arroz irrigado.

### 2. METODOLOGIA

O estudo foi realizado em um Planossolo na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. Avaliaram-se sete tratamentos, sendo uma testemunha com omissão da adubação nitrogenada e seis fontes de N para o arroz (ureia, ureia+NBPT: ureia tratada com o inibidor de urease N-(n-butil) triamida tiossulfônica (NBPT), Ureia+DCD: ureia tratada com o inibidor de nitrificação dicianodiamida (DCD), Ureia+NBPT+DCD: ureia tratada com os inibidores NBPT e DCD, FLC: fertilizante de liberação controlada (ureia recoberta com polímeros de poliácridatos não hidrossolúveis, apresentando 20%, 80% e 100% do N liberado em até 15, 60 e 90 dias após a aplicação, respectivamente) e Sulfato

de amônio). Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com três repetições.

Para os tratamentos com aplicação de N, a dose utilizada foi de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Com exceção do FLC, que foi aplicado integralmente a lanço em superfície, antes da semeadura do arroz, as demais fontes de N foram parceladas em três aplicações: localizada no sulco de semeadura (15 kg ha<sup>-1</sup> de N contidos na formulação utilizada na adubação básica de semeadura) e o restante em cobertura, parcelado no início do perfilhamento e na iniciação da panícula (estádio R0). A primeira cobertura com N foi realizada em solo seco, com três dias de antecedência do início da irrigação do arroz, e a segunda, sobre lâmina de água não circulante.

Utilizou-se a cultivar de arroz irrigado Puitá INTA-CL. Como adubação básica, aplicaram-se 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-25. As parcelas relativas aos tratamentos testemunha e com uso de FLC, receberam a aplicação de fontes de fósforo e potássio, que foram incorporados ao solo em pré-semeadura.

A avaliação das emissões de N<sub>2</sub>O foi realizada pelo método da câmara estática fechada (MOSIER, 1989). As amostragens de ar foram realizadas em intervalos regulares de sete dias ou menor. As concentrações de N<sub>2</sub>O nas amostras de ar foram determinadas por cromatografia gasosa. Os fluxos e as emissões totais de N<sub>2</sub>O foram calculados segundo GOMES et al. (2009). Com base nas emissões acumuladas de N<sub>2</sub>O de cada fonte, descontando-se as emissões da testemunha sem N, e dose de N, calcularam-se os fatores de emissão de N<sub>2</sub>O de cada fonte de N. Os fluxos e as emissões totais de N<sub>2</sub>O foram analisados de forma descritiva.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de N<sub>2</sub>O dos fertilizantes nitrogenados variaram bastante ao longo do ciclo de cultivo de arroz, oscilando entre fluxos negativos e emissões de elevada magnitude (Figura 1). Entre o primeiro e o sétimo dia após a semeadura do arroz (DAS) determinaram-se fluxos de intensidade moderada, variando de 482 a 1.467 mg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para os tratamentos testemunha e com aplicação de ureia, respectivamente. Nesse período, as emissões decorrentes do uso de FLC foram próximas às da ureia, apesar da diferença nas doses aplicadas dessas fontes na semeadura. Esse resultado indica a efetividade da cobertura com polímero em reduzir a taxa de liberação de formas minerais de N no solo, minimizando o potencial de emissão de N<sub>2</sub>O. É importante considerar, ainda, que uma fração representativa das emissões medidas nesse período (>60%) esteve associada ao N nativo do solo, avaliado pelo tratamento testemunha, demonstrando que a contribuição dos fertilizantes nitrogenados para as emissões de N<sub>2</sub>O é pequena no período posterior à aplicação. Entre o 11º e 28º DAS, determinaram-se quatro picos elevados de emissão de N<sub>2</sub>O para os três tratamentos sob avaliação nesse período, atingindo, respectivamente, 5.020 e 13.936 mg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> no 21º DAS, para os tratamentos testemunha e FLC, e 21.625 mg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> no 28º DAS, para a ureia. Atribuem-se as elevadas emissões de N<sub>2</sub>O determinadas nesse período à presença de formas minerais de N nativo do solo ou oriundas dos fertilizantes aplicados por ocasião da semeadura do arroz, associada à alternância no estado de oxirredução do solo, ocasionada por eventos subsequentes de chuva (10º e 11º DAS), favorecendo os processos de nitrificação e desnitrificação (SIGNOR et al., 2013).

No 28º DAS, procedeu-se a primeira cobertura com N para o arroz, incluindo a ureia, ureia/NBPT, ureia/DCD, Ureia/NBPT+DCD e sulfato de amônio. Nos dois dias subsequentes à cobertura com N, com exceção da testemunha, foram determinados picos de emissão de N<sub>2</sub>O de elevada magnitude. Três dias após a

cobertura com N, procedeu-se a irrigação do arroz por inundação do solo. Já no primeiro dia após a inundação da lavoura de arroz, os fluxos de  $N_2O$  do solo reduziram drasticamente, independentemente da fonte de N utilizada, observando-se até o final do período de avaliação alternância entre fluxos de baixa e, ocasionalmente, média intensidade e influxos de  $N_2O$  (Figura 1). Atribui-se esse comportamento à estabilidade na condição de solo reduzido estabelecida após a inundação do solo. Na comparação entre fontes de N, verifica-se que, além da testemunha, os tratamentos FLC e sulfato de amônio apresentaram maior frequência de eventos de influxo de  $N_2O$  a partir do 68º DAS, o que pode representar um diferencial ao uso dessas fontes de N para a cultura.

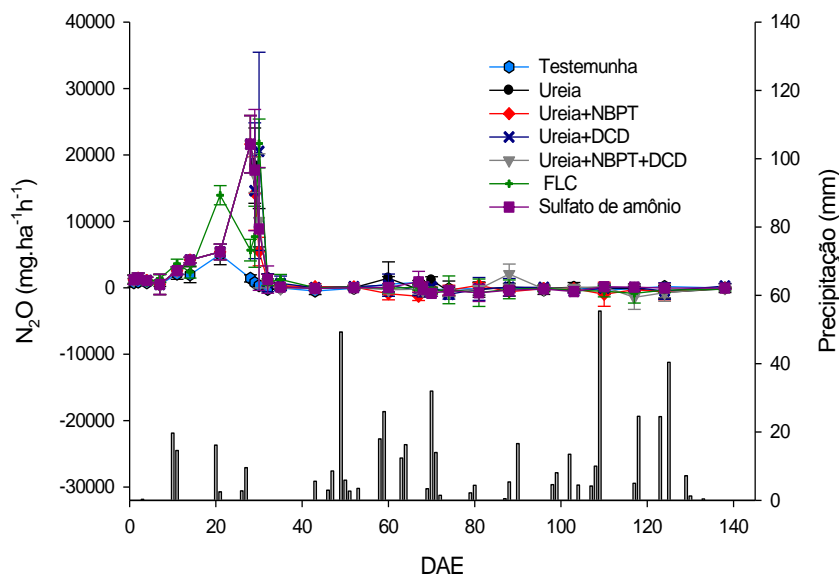


Figura 1. Fluxos de  $N_2O$  e Precipitação Pluviométrica em Cultivo de Arroz Irrigado em Função do Fertilizante Nitrogenado.

As fontes de N avaliadas não diferiram entre si quanto às emissões totais de  $N_2O$ , mas foram bastante superiores à da testemunha sem N (Tabela 1). Os resultados obtidos confirmam observações de Hube et al. (2017), que não verificaram diferença no uso de ureia com inibidores de urease e nitrificação sobre as emissões de  $N_2O$  em cultivo de aveia, comparativamente à ureia. Os resultados obtidos mostraram que tanto a ureia, fonte convencional de nitrogênio para o arroz irrigado, quanto as demais fontes de N avaliadas, não intensificam o efluxo de  $N_2O$  do solo, quando manejadas de forma adequada, especialmente quando se adota o parcelamento da adubação em cobertura e utiliza-se a água de irrigação para incorporação do fertilizante nitrogenado ao solo.

O fator de emissão de  $N_2O$ , índice que considera o porcentual do fertilizante aplicado perdido na forma de  $N_2O$ , também não diferiu entre as fontes nitrogenadas testadas, visto que as emissões totais e dose de N foram semelhantes entre as fontes de N (Tabela 1). Apesar da semelhança entre as fontes nitrogenadas, os fatores de emissão determinados foram superiores ao valor de referência preconizado pelo IPCC (1996), que é de 1% do N aplicado ao solo. Atribui-se esse resultado às variações na condição de oxirredução do solo ocorridas no período inicial de desenvolvimento da cultura, favorecendo as emissões de  $N_2O$  e, conseqüentemente, elevando o fator de emissão das fontes de N.

Tabela 1. Emissão Total e Fator de Emissão de N<sub>2</sub>O de Fertilizantes Nitrogenados em Cultivo de Arroz Irrigado.

Fonte de N <sup>1</sup>	Emissão de N <sub>2</sub> O kg ha <sup>-1</sup>	Fator emissão N <sub>2</sub> O % N aplicado
Testemunha	1,409±0,886	----
Ureia	4,739±0,742	2,776±0,125
Ureia/NBPT	3,766±1,003	1,964±0,869
Ureia/DCD	4,856±1,422	2,873±1,911
Ureia/NBPT+DCD	4,359±0,160	2,458±0,669
FLC	4,220±1,021	2,678±1,008
Sulfato amônio	4,357±0,920	2,456±1,226

<sup>1</sup>Fontes de N: Ureia; Ureia/NBPT- ureia protegida com o inibidor de urease NBPT; Ureia/DCD- ureia protegida com o inibidor de nitrificação DCD; Ureia/NBPT+DCD- ureia protegida com os inibidores NBPT e DCD; FLC- fertilizante de liberação controlada; e Sulfato de amônio.

<sup>2</sup>DAF: dias após a aplicação do fertilizante nitrogenado.

#### 4. CONCLUSÕES

As fontes de N não interferem nos fluxos e emissões totais de N do solo em cultivo de arroz irrigado. O fator de emissão de N<sub>2</sub>O de fertilizantes nitrogenados no cultivo de arroz irrigado varia de 1,96%, para a ureia/NBPT, a 2,87%, para a ureia/DCD, superando o valor de referência de 1% proposto pelo IPCC.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CASSMAN, K.G.; PENG, S.; OLK, D.C.; LADHA, J.K.; REICHARDT, W.; DOBERMANN, A.; SINGH, U. Opportunities for increased nitrogen-use efficiency from improved resource management in irrigated rice systems. **Field Crops Research**, v.56, p.7-39, 1998.

GOMES, J.; BAYER, C.; COSTA, F.S.; PICCOLO, M.C.; ZANATTA, J.A.; VIEIRA, F.C.B.; SIX, J. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil and Tillage Research**, v.106, p.36-44, 2009.

HUBE, S.; ALFARO, M.A.; SCHEER, C.; BRUNK, C.; RAMÍREZ, L.; ROWLINGS, D.; GRACE, P. Effect of nitrification and urease inhibitors on nitrous oxide and methane emissions from an oat crop in a volcanic ash soil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.238, p.46-55, 2017.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change; UNEP. **Revised 1996 Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories (NGGIP)**. Paris: 1997. 3 v. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>>.

MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In. ANDREAE, M. O.; SCHIMMEL, D. S. (Eds.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere**: report of the Dahlem Workshop. Berlin: Wiley. p.175-187, 1989.

SIGNOR, D.; CERRI, C.E.P.; CONANT, R. N<sub>2</sub>O emissions due to nitrogen fertilizer applications in two regions of sugarcane cultivation in Brazil. **Environmental Research Letters**, v.8, p.1-9, 2013.