



Emissão de N_2O e CH_4 em Cultivo de Arroz Irrigado: Efeito da Adubação com Fertilizantes Nitrogenados Estabilizados

Thaís Antolini Veçozzi⁽¹⁾; Rogério Oliveira de Sousa⁽²⁾; Walkyria Bueno Scivittaro⁽³⁾; Anderson Dias Silveira⁽⁴⁾; Cristiano Weinert⁽⁵⁾; Victor Raul Cieza Tarrillo⁽⁵⁾; Rafael Nunes Aguiar⁽⁵⁾

⁽¹⁾Doutoranda em Manejo e Conservação do Solo e da Água; Universidade Federal de Pelotas; Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, Capão do Leão-RS, CEP 96160-000; thais_antolini@hotmail.com; ⁽²⁾Professor do Departamento de Solos; Universidade Federal de Pelotas; ⁽³⁾Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado, CPACT; ⁽⁴⁾Mestrando em Manejo e Conservação do Solo e da Água; Universidade Federal de Pelotas; ⁽⁵⁾Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

RESUMO: O uso de fertilizantes nitrogenados estabilizados é uma alternativa que consiste no emprego de adubos capazes de inibir ou retardar processos enzimáticos e microbianos do solo. Este trabalho buscou avaliar fluxos de N_2O e CH_4 no arroz irrigado com fertilizantes estabilizados e convencionais. O experimento foi conduzido sob condições de campo, em um Planossolo Háplico, em Capão do Leão, RS. Foram avaliados os manejos: testemunha sem adubação nitrogenada em cobertura; dose recomendada de nitrogênio (DRN) para o arroz irrigado como ureia; ureia com o inibidor de urease NBPT; ureia com inibidor de urease e nitrificação; e sulfato de amônio. Os fluxos de gases foram medidos utilizando-se câmaras estáticas fechadas e determinados por cromatografia gasosa. Os fluxos de N_2O variaram de -656,3 a 3.691 mg ha⁻¹ dia⁻¹. Determinaram-se picos de emissão de N_2O após a inundação do solo e primeira adubação em cobertura para ureia e ureia+NBPT. Após, os fluxos foram reduzidos a valores próximos a zero até o final do cultivo. Os fluxos de CH_4 no solo foram característicos deste sistema de cultivo, com baixos valores no início, acréscimos até o período reprodutivo, declinando ao final do ciclo com fluxos variando de -11,0 a 364,0 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹. O sulfato de amônio e a ureia com inibidor de urease e nitrificação apresentam potencial para reduzir os picos de emissão de N_2O no arroz irrigado comparativamente a ureia.

Palavras-chave: gases de efeito estufa, inibidor de urease, inibidor de nitrificação.

INTRODUÇÃO

O cultivo de arroz irrigado necessita de aporte suplementar de nitrogênio (N), principalmente quando se deseja atingir altos níveis de produtividade. No entanto, o uso de fertilizantes nitrogenados pode elevar as emissões de gases de efeito estufa, como o óxido nitroso (N_2O) e o metano (CH_4), pois aumenta o conteúdo de N mineral no solo nas formas suscetíveis a perdas (Dobbie & Smith, 2003) e por aumentar a biomassa das plantas, facilitar o transporte de CH_4 e aumentar a exsudação radicular, que disponibiliza biomassa para as bactérias produtoras de CH_4 (Lima et al., 2008).

Portanto, a otimização da eficiência dos fertilizantes nitrogenados constitui-se em forma minimizar os fluxos desses GEE em solos agrícolas. Entre as alternativas para se atingir esse objetivo inclui-se o uso de fertilizantes estabilizados, que são produtos solúveis em água e recobertos com aditivos ou polímeros com capacidade de alterar ou inibir processos enzimáticos e microbianos do solo (Shaviv, 2005). A ureia protegida com inibidores de urease e/ou de nitrificação é um exemplo importante de fertilizante estabilizado. Os inibidores de urease são compostos com a finalidade de diminuir a atividade da enzima urease, retardando a hidrólise da ureia. Os inibidores da nitrificação também são uma opção para reduzir a emissão de gases derivados de solos cultivados com arroz irrigado, pois impedem a conversão de NH_4^+ em NO_3^- (Shaviv, 2005), podendo reduzir as emissões de N_2O diretamente, reduzindo o processo de nitrificação, ou indiretamente, diminuindo a disponibilidade de NO_3^- para ser desnitrificado (Trenkel, 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os fluxos de emissão de N_2O e CH_4 em cultivo de arroz irrigado adubado com fertilizantes nitrogenados estabilizados comparados, comparando-os aos de fontes solúveis convencionais.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo, em um Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS.

O experimento compreendeu quatro manejos do N e três repetições, dispostos em blocos ao acaso, incluindo: testemunha com omissão da adubação nitrogenada em cobertura; e a dose recomendada de nitrogênio em cobertura (DRN – 105 kg de N ha⁻¹) para o arroz irrigado, parcelada em duas aplicações iguais nos estádios de quatro folhas (V4) e de iniciação da panícula (R0) na forma de ureia; sulfato de amônio; ureia tratada com o inibidor de urease NBPT; e ureia tratada com os inibidores de urease NBPT e de nitrificação (DCD).

A cultivar de arroz irrigado de ciclo precoce Puitá Inta CL foi semeada em 25 de novembro em área preparada



em sistema convencional de cultivo. Utilizou-se um espaçamento entrelinhas de 17,5 cm e uma densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes. Em pré-semeadura, aplicou-se a lã e incorporou-se em área total 300 kg ha⁻¹ da formulação 5-25-25. Este e os demais tratos culturais para o arroz foram estabelecidos de acordo com as indicações técnicas para a cultura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOSBAI, 2014). O início da irrigação ocorreu em 19 de dezembro, correspondendo ao estágio de quatro folhas (V4). O cultivo estendeu-se até o dia 14 de abril, quando se procedeu a colheita do arroz.

As amostragens de ar foram realizadas semanalmente, no horário de nove e onze horas da manhã, através da metodologia de câmaras estáticas descrita por MOSIER (1989). Anteriormente ao início da irrigação e 1ª aplicação de N em cobertura foi realizado amostragens apenas no manejo testemunha devido a similaridade dos manejos até este período. A concentração de N₂O foi determinada em cromatografia gasosa e os fluxos calculados utilizando-se a equação: $f = (\Delta Q / \Delta t) \cdot (PV / RT) \cdot (M / A)$, onde: f é o fluxo de N₂O (μg m⁻² h⁻¹), Q é a quantidade do gás (μmol mol⁻¹) na câmara no momento da coleta, t é o tempo da amostragem (min), P é a pressão atmosférica (atm) no interior da câmara - assumida como 1 atm, V é o volume da câmara (L), R é a constante dos gases ideais (0,08205 atm L mol⁻¹ K⁻¹), T é a temperatura dentro da câmara no momento da amostragem (K), M é a massa molar do gás (μg mol⁻¹) e A é a área da base da câmara (m²).

Os fluxos de N₂O e CH₄ foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de N₂O variaram de -656,3 a 3.691 mg ha⁻¹ dia⁻¹ (Fig. 1a). Houve dois picos de emissão de N₂O, 2 e 14 dias após a semeadura (DAS) anteriormente ao início da irrigação por inundação do solo, que ocorreu 25 DAS. Após a entrada d'água e primeira adubação nitrogenada em cobertura, verificaram-se, ainda, pico de emissão de N₂O para os tratamentos ureia e ureia+NBPT. Segundo Skiba & Smith (2000), a disponibilidade de N mineral e o conteúdo de água no solo são os fatores mais relevantes e determinantes dos fluxos de emissão de N₂O.

O uso de ureia tratada com NBPT e DCD não apresentou pico de emissão de N₂O após a 1ª aplicação de N em cobertura, assim como o sulfato de amônio e a testemunha com omissão de N. No estudo de Xu et al., (2002), os fluxos de N₂O também foram reduzidos após a aplicação de ureia tratada com inibidores de urease e de nitrificação, quando comparados à ureia comum e protegida com inibidor de urease. De forma distinta ao verificado neste estudo, Linquist et al. (2012) onde foi observado pico de emissão de N₂O próximo ao da ureia, quando utilizaram sulfato de amônio como fonte de N para o arroz, na fase de início do perfilhamento (Estádio V4).

Após os picos de emissão verificados em seguida a

primeira cobertura com N, os fluxos de N₂O foram bastante baixos, com valores próximos de zero, alternando a ocorrência de valores positivos e negativos até o final do período de cultivo do arroz.

A segunda adubação em cobertura (62 DAS) não favoreceu o efluxo de N₂O, independentemente da fonte de N. Atribui-se esse comportamento à manutenção de lâmina de água contínua nas parcelas experimentais, evitando a alternância nas condições de oxirredução do solo que predispõe à emissão de N₂O. Além disso, a aplicação de N no início da fase reprodutiva do arroz coincidir com um período em que a demanda de nutriente pela planta é muito elevada, sendo, portanto, menos suscetível a perdas do sistema solo planta devido à alta absorção pelas plantas (Norman et al., 2006).

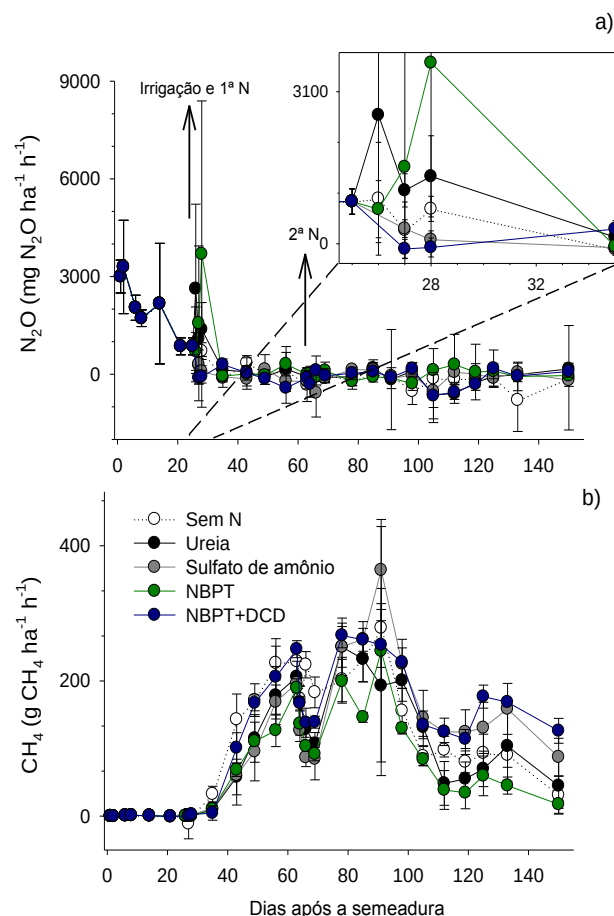


Figura 1. Fluxos de N₂O (a) e CH₄ (b) ao longo do cultivo de arroz irrigado sem aplicação de N, com ureia, com sulfato de amônio, com NBPT e com NBPT+DCD. Irrigação e 1ª N = início da irrigação e 1ª aplicação de N em cobertura; 2ª N = 2ª aplicação de N em cobertura.

Os fluxos de CH₄ no solo ao longo do cultivo de arroz foram característicos deste tipo de sistema de cultivo (Figura 1b), com baixos valores no início do cultivo, com valores crescentes máximos até a fase de floração, declinando ao final do ciclo (Towprayoon et al., 2005),



com fluxos variando de -11 a 364 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹. Ao longo do cultivo do arroz houve três picos de emissão de CH₄, que ocorreram após o início do alagamento do solo, semelhantes para as fontes de N avaliadas.

O primeiro pico ocorreu aos 63 DAS, no início da fase reprodutiva do arroz (diferenciação da panícula – estágio R1). Em geral, os fluxos de CH₄ são mais elevados a partir desse estágio, devido a elevada biomassa radicular e ao aumento da capacidade de transporte desse gás pela planta decorrente da maior quantidade de perfilhos e aerênquima (Le Mer e Roger, 2001).

O segundo pico de emissão de CH₄ ocorreu entre 78 e 91 DAS, período correspondendo à fase de floração do arroz. Os picos de emissão de CH₄ mais elevados ocorrem nessa fase, sendo resultantes de condições favoráveis à atividade metanogênica, que incluem a elevada exsudação radicular decorrente da intensa atividade fotossintética das plantas, que consistem nos principais substratos para as bactérias metanogênicas nesta fase da cultura (Neue et al., 1996). Além disso, a população de bactérias metanogênicas, que reduzem o CO₂ a CH₄, é máxima entre 60 e 90 dias de cultivo no solo com arroz irrigado (Lee et al., 2014).

No final do período de cultivo (125 a 132 DAS), correspondente à fase de maturação de grãos, observou-se fluxos elevados de CH₄, porém mais baixos do que os picos anteriores. Segundo Neue & Sass (1994), estes fluxos geralmente são observado no início da fase de maturação em função de valores baixos e estáveis do potencial redox do solo e pH neutro, pelo aumento da liberação de fontes de carbono pela raiz, e em função da alta capacidade de transporte de CH₄ pelas plantas de arroz (Neue & Sass, 1994). O decréscimo foi mais intenso no final do período de cultivo em decorrência da maior concentração de O₂, que inibe a atividade das bactérias metanogênicas.

Portanto, o manejo da adubação nitrogenada não influenciou os fluxos de CH₄ do solo. Fluxos similares também foram observados no estudo de Xu et al., (2002), onde o efeito do uso de inibidores de urease e de nitrificação proporcionou emissões de CH₄ em cultivo de arroz irrigado equivalentes às de manejo convencional do N.

CONCLUSÕES

O uso de inibidor de urease NBPT não reduz os picos de emissão de N₂O e CH₄ no cultivo de arroz irrigado, em comparação com a ureia comum.

A ureia tratada com inibidores de urease e de nitrificação e o sulfato de amônio apresentam potencial para redução no potencial de emissão de N₂O no cultivo de arroz irrigado em comparação à ureia comum.

AGRADECIMENTOS: A CAPES, CNPq e EMBRAPA pela bolsa de estudos e auxílio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

- Dobbie KE, Smith K. Impact of different of N fertilizer on N₂O emissions from intensive grassland. *Nutr Cycl Agroecosys*. 2003;67:37-46.
- Le Mer J, Roger P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. *Eur J Soil Biol*. 2001;37:1:25-50.
- Lee HJ, Kim SY, Kim PJ, Madsen EL, Jeon CO. Methane emission and dynamics of methanotrophic and methanogenic communities in a flooded rice field ecosystem. *FEMS Microbiol Ecol*. 2014;88:195-212. doi: 10.1111/1574-6941.12282
- Lima MA, Frigheto RTS, Pessoa MCPY, Ligo MAV. Emissão de metano em sistemas de produção de arroz irrigado: quantificação e análise. São Paulo: Ministério da Ciência e Tecnologia; 2008. (Relatório técnico).
- Linquist BA, Adviento-Borbe MA, Pitterkow CM, van Kessel C, van Groeniger KJ. Fertilizer management practices and greenhouse gas emissions from rice systems: A quantitative review and analysis. *Field Crop Res*. 2012;135:10-21. doi: 10.1016/j.fcr.2012.06.007
- Mosier AR. Chamber and isotope techniques. In: Andreae MO, Schimel DS, editors. *Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop*. Berlin: Wiley; 1989. p.175-187.
- Neue HU, Wassann R, Lantin RS, Alberto MCR, Aduna JB, Javellana AM. Factors affecting methane emissions from rice fields. *Atmos Environ*. 1996;30:10/11.
- Norman RJ, Frizzell DL, Wilson Jr CE, Slaton NA. Influence of urea and agrotain applied to a dry clay soil several days prior to flooding on the grain yield of delayed-flood rice. *AAES Research Series*. 2006;550:298-302.
- Shaviv A. Controlled release fertilizers. In: *Anais IFA International Workshop on Enhanced-Efficiency Fertilizers*; Junho 2005; Frankfurt: Germany: International Fertilizer Industry Association; 2005. p. 1-13.
- Skiba U, Smith KA. The control of nitrous oxide emissions from agricultural and natural soils. *Chemosphere*. 2000;2:379-386.
- Sociedade Sul-Brasileira de arroz irrigado - SOSBAI. Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre, RS: SOSBAI; 2014.
- Trenkel ME. Slow-and Controlled-Release and Stabilized Fertilizers: An Option for Enhancing Nutrient Use Efficiency in Agriculture. Paris, FR: International Fertilizer Industry Association (IFA); 2010.
- Xu X, Boeckx P, Cleemput OV, Zhou L. Urease and nitrification inhibitors to reduce emissions of CH₄ and N₂O in rice production. *Nutr Cycl Agroecosys*. 2002;64:203-211. doi: 10.1023/A:1021188415246