

# EMISSÃO DE CH<sub>4</sub> E N<sub>2</sub>O NO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO INFLUENCIADA POR DIFERENTES APORTES DE RESÍDUO DE AZEVÉM

Carla Machado da Rosa<sup>1</sup>; Tiago Zschornack<sup>2</sup>; Cimélio Bayer<sup>3</sup>; Juliana Gomes<sup>4</sup>; Paulo Régis Ferreira da Silva<sup>5</sup>; Vladirene Macedo Vieira<sup>6</sup>

Palavras-chave: alagamento, aquecimento global, *Lolium multiflorum*, gases de efeito estufa, várzea.

## INTRODUÇÃO

O cultivo do arroz irrigado tem grande importância econômica, principalmente no Sul do Brasil, sendo o Rio Grande do Sul o maior produtor nacional com mais de 50% da produção, em uma área cultivada superior a um milhão de hectares/ano.

No Brasil, a atividade agrícola é uma das principais responsáveis pelas emissões de gases de efeito estufa (GEE), contribuindo com cerca de 75% das emissões de CO<sub>2</sub>, 94% das emissões de N<sub>2</sub>O e 91% das emissões de CH<sub>4</sub> (EMBRAPA & CNPMA, 2006). Dentre todas as atividades agrícolas envolvidas na emissão de GEE, o cultivo de arroz irrigado responde por aproximadamente 15-20% do CH<sub>4</sub> emitido antropogenicamente, cuja produção é relacionada à decomposição anaeróbica de materiais orgânicos. Com relação às emissões de N<sub>2</sub>O, em sistemas de cultivo com arroz irrigado, poucas informações são encontradas na literatura e estas estão relacionadas à adubação nitrogenada e drenagem do solo.

A adição ou manutenção de resíduos no solo podem exercer efeitos distintos sobre as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, a quantidade e qualidade do material orgânico são relevantes quando se verificam diferenças nas taxas de emissão destes gases. O aporte de resíduos fornece carbono ao sistema e favorece o processo de redução do solo, aumentando a produção de CH<sub>4</sub>. Por outro lado, a aplicação de resíduos orgânicos no solo pode ser uma prática capaz de inibir as emissões de N<sub>2</sub>O em solos cultivados com arroz. Resíduos com alta relação C:N podem estimular a imobilização microbiana no N, reduzindo a sua disponibilidade para os processos envolvidos na produção de N<sub>2</sub>O.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes quantidades de palha de azevém sobre as emissões de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O em um Gleissolo cultivado com arroz irrigado e suas contribuições para o potencial de aquecimento global parcial.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental do Arroz do Instituto Rio Grandense do Arroz, localizado no município de Cachoeirinha – RS, durante a safra 2009/2010. O clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa) conforme classificação de Köppen. A temperatura e precipitação pluvial média anual são de 20 °C e 1425 mm, respectivamente, e a disponibilidade de radiação solar máxima é de 502 cal cm<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> no mês de dezembro. O solo da área experimental é classificado como um Gleissolo Háplico Ta Distrófico típico (STRECK et al., 2008).

Os tratamentos constaram de duas quantidades de resíduo de azevém, 2,9 e 4,3

<sup>1</sup> Pós doutoranda do Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000, Porto Alegre, RS. E-mail: carlamrosa@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> Doutorando no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo da UFRGS. E-mail: tivizs@yahoo.com.br.

<sup>3</sup> Professor do Departamento de Solos, UFRGS. Bolsista de Produtividade do CNPq. E-mail: cimelio.bayer@ufrgs.br.

<sup>4</sup> Doutora em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: gomes\_juli@gmail.com.

<sup>5</sup> Professor Colaborador Convocado do Departamento de Plantas de Lavoura, Faculdade de Agronomia, UFRGS. Bolsista de Produtividade do CNPq. E-mail: paulo.silva@ufrgs.br

<sup>6</sup> Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Fitotecnia, UFRGS. E-mail: vladirene@gmail.com.

Mg ha<sup>-1</sup>, como cobertura de solo no inverno e de um tratamento com a área em pousio (solo sem azevém). O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições. O azevém foi semeado em maio de 2009 (25 kg ha<sup>-1</sup>), sem aplicação de adubação e para a obtenção dos diferentes rendimentos foi aplicado N em cobertura nas doses de 25 e 50 kg ha<sup>-1</sup>, assim obtiveram-se os rendimentos de 2,9 e 4,3 t ha<sup>-1</sup> de massa seca de resíduo, respectivamente. A área foi dessecada um dia após a semeadura que ocorreu no dia 19 de outubro de 2009, num sistema de semeadura direta (cv IRGA 424, 100 kg ha<sup>-1</sup>). Na adubação de base foram aplicados 50 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 100 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 150 kg N ha<sup>-1</sup> (20 kg na semeadura, 86 kg no estádio V<sub>3</sub> e 44 no estádio V<sub>6</sub>). A emergência das plantas de arroz ocorreu no dia 01 de novembro de 2009 e as parcelas foram inundadas 29 dias após a semeadura, quando as plantas de arroz estavam no estádio V<sub>3</sub>, mantendo-se uma lâmina de água entre 5 e 10 cm de altura. A colheita do arroz foi realizada em 04 de março de 2010 e o rendimento de grãos foi obtido pela extrapolação da produção obtida na área útil da subparcela para um hectare, corrigindo-se a umidade para 13%.

A amostragem do ar foi realizada utilizando o método da câmara estática fechada, adaptado de Mosier (1989), utilizando-se câmaras de alumínio dispostas sobre bases fixadas no solo (64 x 64 cm). As coletas foram feitas semanalmente, de novembro a março. As avaliações iniciaram após a entrada da água de irrigação, tendo-se duas bases de alumínio em uma repetição de cada tratamento.

Após a coleta, as seringas foram mantidas sob baixa temperatura e transportadas ao Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS (Porto Alegre, RS), as concentrações de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O foram determinadas em cromatógrafo Shimadzu 2014 (modelo "Greenhouse"), equipado com coluna empacotada (70 °C), detectores FID (250 °C) e ECD (325 °C) e N<sub>2</sub> como gás de arraste (26 mL min<sup>-1</sup>). Os fluxos de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foram estimados utilizando-se a equação:

$$f = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \frac{PV}{RT} \frac{M}{A}$$

onde,  $f$  é o fluxo de óxido nitroso ou metano ( $\mu\text{g}$  de N<sub>2</sub>O ou CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>),  $Q$  é a quantidade do gás ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) na câmara no momento da coleta,  $P$  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<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>),  $T$  é a temperatura dentro da câmara no momento da coleta (K),  $M$  é a massa molar do gás ( $\mu\text{g mol}^{-1}$ ) e  $A$  é a área da base da câmara (m<sup>2</sup>).

A variação da concentração do gás no tempo foi obtida pelo coeficiente angular da equação da reta ajustada. A emissão total de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O do período avaliado foi calculada integrando-se a área sob a curva, a qual foi estabelecida pela interpolação dos valores diários de emissão (Gomes et al, 2009). Também foi calculado o potencial de aquecimento global parcial (PAG<sub>parcial</sub>) parcial utilizando-se as emissões totais de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O. Nesse caso, os dados de emissão de ambos os gases foram convertidos a CO<sub>2</sub> equivalente (kg CO<sub>2</sub> equiv. ha<sup>-1</sup>) utilizando-se os valores de PAG de 25 e 298 para CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, respectivamente, considerando-se um tempo de permanência na atmosfera de 100 anos (Forster et al., 2007).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões totais de CH<sub>4</sub> variaram de 509,44 à 532,52 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> e a maior emissão foi encontrada no sistema com aporte de 2,9 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduo de azevém, seguido do sistema sem azevém (Figura 1a). O resultado não corrobora com os encontrados na literatura onde o aumento na quantidade de resíduo vegetal, promove um aumento nas emissões de CH<sub>4</sub>. Outros autores verificaram que o maior aporte de resíduos vegetais aumenta a produção e emissão de CH<sub>4</sub> do solo após a inundação (Nacer et al., 2007). O acréscimo de C ao sistema estimula a atividade microbiana, promovendo não somente a liberação de substrato para a metanogênese (compostos orgânicos lábeis) como também acelerando o processo de redução do solo, com diminuição do potencial redox, condição essencial para que haja produção de CH<sub>4</sub> (Dalal et al., 2008).

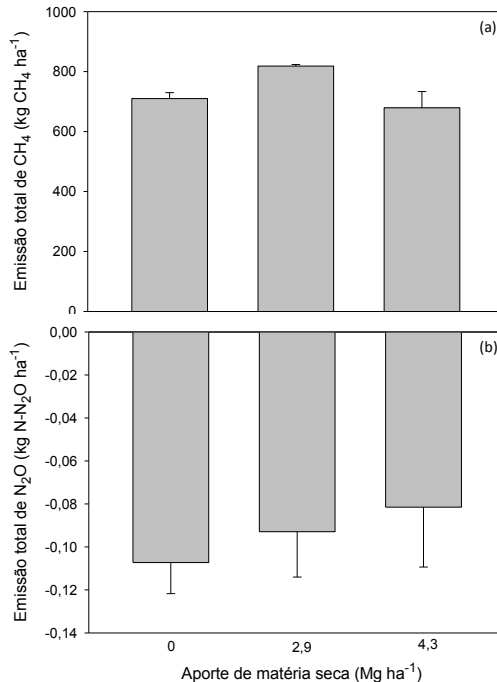


Figura 1. Emissão total de CH<sub>4</sub> (a) e de N<sub>2</sub>O (b) em dois solos cultivados com arroz irrigado sob diferentes aportes de matéria seca de azevém. Barras verticais indicam o desvio padrão da média.

Por outro lado, houve absorção de N<sub>2</sub>O, que decresceu com o aumento nas quantidades de resíduo (Figura 1b). Resíduos com alta relação C:N, como o do azevém, implicam em maior potencial de desnitrificação devido a imobilização no N mineral pelos microrganismos, reduzindo assim, as emissões de N<sub>2</sub>O. Essa imobilização do N mineral também pode favorecer a absorção do N<sub>2</sub>O da atmosfera, já que parte do N do solo não está disponível.

A quantidade e a qualidade do material orgânico tem grande importância quando se verificam diferenças nas taxas de emissão destes gases. Enquanto para o CH<sub>4</sub>, a quantidade de resíduo comanda as emissões, a qualidade do resíduo é que governa as emissões de N<sub>2</sub>O. Também a condição de alagamento, pelo cultivo do arroz irrigado, é responsável por manter o solo num estado de redução (Eh de aproximadamente +180mV), o que segundo Reddy e DeLaune (2008), Eh entre +300 e -100 mV é crítico para a produção de N<sub>2</sub>O.

A partir dos fluxos totais de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foi estimada a contribuição destes gases para o potencial de aquecimento global parcial (PAG parcial), expresso em quantidade de CO<sub>2</sub> equivalente ha<sup>-1</sup> (Tabela 1). O CH<sub>4</sub> foi o responsável pelo PAG, visto que houve absorção de N<sub>2</sub>O ao invés de emissão. Dos sistemas com aportes diferenciados de resíduo de azevém, o tratamento com a maior quantidade de resíduo (4,3 Mg ha<sup>-1</sup>) apresentou um PAG parcial 17% menor em relação ao tratamento com 2,9 Mg ha<sup>-1</sup> de resíduos.

Estes resultados mostram que o CH<sub>4</sub> tem maior participação no PAG parcial em

solos cultivados com arroz irrigado, podendo ser superior às emissões de CO<sub>2</sub> (Hadi et al., 2010).

Tabela 1. Potencial de aquecimento global parcial (PAG<sub>parcial</sub>), rendimento de arroz e relação PAG<sub>parcial</sub>/rendimento de arroz em um Gleissolo cultivado com arroz irrigado e com diferentes quantidades de palha de azevém

Palha de Azevém	PAG parcial		Rendimento	PAG/Rendimento
	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O		
Mg ha <sup>-1</sup>	Kg CO <sub>2</sub> equivalente		Kg ha <sup>-1</sup>	Kg CO <sub>2</sub> eq. Kg arroz <sup>-1</sup>
0	23608	-100	10128	2,32
2,9	27213	-87	10263	2,64
4,3	22585	-76	9892	2,28

## CONCLUSÃO

O aporte de resíduos por meio do cultivo de coberturas de inverno em solos de várzea pode potencializar as emissões de CH<sub>4</sub>, no entanto, a utilização desta prática não deve ser discriminada pois traz benefícios ao sistema agrícola, principalmente do ponto de vista de qualidade do solo.

## AGRADECIMENTOS

Ao Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA), pela concessão da área experimental. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de pós doutorado. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de doutorado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DALAL, R. C.; ALLEN, D. E.; LIVESLEY, S. J.; RICHARDS, G. Magnitude and biophysical regulators of methane emission and consumption in the Australian agricultural, forest, and submerged landscapes: a review. *Plant and Soil*, v.309, p.43-76, 2008.
- EMBRAPA & CNPMA. Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: emissões de óxido nitroso proveniente de solos agrícolas. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2006b. 129p. Disponível em: [http://www.mct.gov.br/upd\\_blob/0008/8809.pdf](http://www.mct.gov.br/upd_blob/0008/8809.pdf). Acesso em 01/08/2010
- FORSTER, P.; RAMASWAMY, V.; ARTAXO, P.; BERNTSEN, T.; BETTS, R.; FAHEY, D.W.; HAYWOOD, J.; LEAN, J.; LOWE, D.C.; MYHRE, G.; NGANGA, J.; PRINN, R.; RAGA, G.; SCHULZ, M. & van DORLAND, R. Changes in atmospheric constituents and in radiative forcing. In: SOLOMON, D.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K.B.; TIGNOR, M. & MILLER H. L. *Climate change 2007: The physical science basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. Cambridge, United Kingdom & New York: Cambridge University Press, 2007. p.129-234.
- 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 Tillage Research*, 106:36-44, 2009.
- HADI A.; INUBUSHI K.; YAGI K. Effect of water management on greenhouse gas emissions and microbial properties of paddy soils in Japan and Indonésia. *Paddy Water Environ*. Published online: 15 July, 2010. <http://www.springerlink.com/content/n517x5421t577r31>.
- 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, 1989. p.175-187.
- NASER, H. M.; NAGATA, O.; TAMURA, S.; HATANO, R. Methane emissions from five paddy fields with different amounts of rice straw application in central Hokkaido, Japan. *Soil Science and Plant Nutrition*, v.53, n.1, p.95-101, 2007.
- REDDY, K. R. & DeLAUNE, R.D. *Biogeochemistry of wetlands: science and applications*. Florida, CRC Press, 2008. 800p.
- STRECK, E.V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R.C.D. et al. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: EMATER-RS, 2008. 222p.