

# EMISSÕES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO CULTIVADO COM ARROZ IRRIGADO E SOJA

Anderson Dias Silveira<sup>1</sup>; Marla de Oliveira Farias<sup>2</sup>; Gessiele Corrêa da Silva<sup>3</sup>; Giovana Tavares Silva<sup>4</sup>; Walkyria Bueno Scivittaro<sup>5</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>6</sup>

Palavras-chave: gases de efeito estufa, terras baixas, *Oryza sativa* L., *Glycine max* L.

## INTRODUÇÃO

Pesquisas apontam que a elevação da temperatura da Terra devido ao aquecimento global pode ocasionar perdas na safra de grãos de R\$ 7,4 bilhões em 2020, podendo chegar a R\$ 14 bilhões em 2070, mudando significativamente a geografia da produção agrícola brasileira, caso não sejam adotadas medidas para mitigar os efeitos das mudanças climáticas (ASSAD & PINTO, 2008).

A atividade agrícola responde por cerca de 50% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) em escala mundial, porém esse é, também, um setor produtivo que oferece grande número de oportunidades de mitigação das emissões desses gases, principalmente o óxido nitroso ( $N_2O$ ) e o metano ( $CH_4$ ) (SMITH et al., 2007).

O Estado do Rio Grande do Sul lidera a produção de arroz no Brasil, com área cultivada superior a um milhão de hectares anualmente (SOSBAI, 2014), gerando emissões importantes de  $CH_4$ , em razão do sistema de irrigação predominante, por inundação contínua. Nesse ambiente, o solo é mantido em condições anaeróbicas durante todo ou a maior parte do período de cultivo, resultando na produção de  $CH_4$ , como produto final da decomposição de materiais orgânicos, pela ação de bactérias metanogênicas (LAI, 2009). Já as emissões de  $N_2O$  nesse sistema produtivo, estão relacionadas à dinâmica do nitrogênio (N) no solo, sendo influenciadas, principalmente, pela adição de fertilizantes nitrogenados e alternância nas condições de oxirredução do solo (LIU et al., 2010).

Os diferentes manejos do solo e da palha adotados após a colheita do arroz irrigado podem influenciar as emissões de  $CH_4$  e  $N_2O$  no ambiente de terras baixas (SILVA, 2014). Da mesma forma, a inserção de culturas de sequeiro, como a soja, em sistema de rotação com o arroz irrigado, pode ser uma importante medida para mitigar as emissões de gases de efeito estufa, particularmente o metano, pela manutenção do solo drenado.

Realizou-se um trabalho com o objetivo de quantificar as emissões de metano e de óxido nitroso de Planossolo cultivado com arroz irrigado e soja, sob distintos preparos do solo no período de outono/inverno.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em Planossolo Háplico na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão-RS. As avaliações de emissões de GEE foram realizadas de 05 de novembro de 2014 a 04 de maio de 2015, totalizando 180 dias. Os tratamentos avaliados foram três; em dois deles cultivou-se soja e no outro, arroz irrigado por inundação. As precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação são apresentadas na Figura 1a.

Os tratamentos compreenderam sistemas de preparo do solo integrados ao cultivo de soja ou arroz irrigado, sendo: T1- soja cultivada em sistema plantio direto em área cultivada

<sup>1</sup>Engenheiro Agrônomo; FAEM/UFPEL. Rua Eduardo Olindo Sica, centro, Capão do Leão-RS, cep: 96160-000; andersonsilveira36@gmail.com.

<sup>2</sup>Dr<sup>o</sup> Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>; Embrapa Clima Temperado.

<sup>3</sup>Graduanda em Química; IFSul/Campus Visconde da Graça.

<sup>4</sup>Graduanda em Engenharia Ambiental; UFPel.

<sup>5</sup>Dr<sup>o</sup>. Eng<sup>o</sup>. Agr<sup>o</sup>. Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado.

<sup>6</sup>Dr. Eng. Agr. Professor associado; FAEM/UFPEL.

com arroz irrigado na safra 2013/2014 e preparada com rolo-faca no outono de 2014; T2- soja cultivada em sistema plantio direto em área cultivada com soja na safra 2013/2014 e mantida em pousio durante o outono/inverno de 2014; e T3- arroz irrigado cultivado em sistema plantio direto em área cultivada com soja na safra 2013/2014 e preparada com grade no outono de 2014 (cultivo mínimo).

As parcelas relativas a cada tratamento apresentaram dimensões de 10 m x 100 m. Nestas foram dispostos, ao acaso, três sistemas coletores de gases de efeito estufa, do tipo câmara estática fechada (MOSIER, 1989), que constituíram as repetições dos tratamentos.

As amostragens de ar, para análise das concentrações de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O, foram realizadas entre nove e onze horas da manhã. Nessas ocasiões, câmaras de alumínio foram dispostas sobre bases também em alumínio. O fechamento hermético do conjunto câmara-base foi obtido pela colocação de água em canaleta localizada na parte superior da base onde a câmara era apoiada (GOMES et al., 2009). As amostras de ar no interior das câmaras foram feitas manualmente, com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL), nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após seu fechamento. O ar no interior das câmaras foi homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, por meio de ventiladores presentes na parte superior da câmara, e a temperatura interna foi monitorada com auxílio de termômetro digital de haste.

As concentrações de CH<sub>4</sub> e de N<sub>2</sub>O nas amostras de ar foram analisadas por cromatografia gasosa, no Laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS. Os fluxos de gases foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração dos gases e o tempo de coleta. As emissões totais do período foram calculadas pela integração da área sob as curvas obtidas pela interpolação dos valores diários de emissão de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O do solo (GOMES et al., 2009). Com base nas emissões acumuladas de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, calculou-se o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao CO<sub>2</sub> (25 vezes para o CH<sub>4</sub> e 298 para o N<sub>2</sub>O). Os fluxos diários e as emissões totais de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

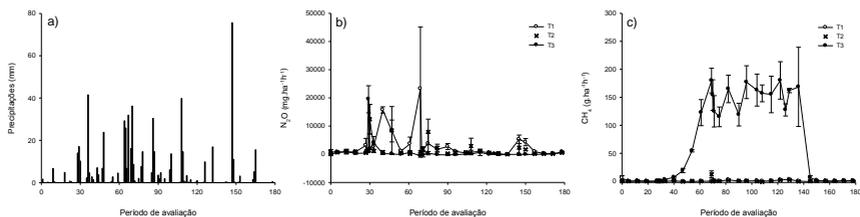
No tratamento em que a soja foi cultivada em área previamente cultivada com arroz irrigado e preparada com rolo-faca no outono (T1), determinaram-se três picos de emissão de N<sub>2</sub>O de elevada magnitude, aos 40 (15.717 mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>), 69 (23.232 mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) e 145 (5.288 mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) dias após o início das avaliações (Figura 1b), os quais ocorreram em épocas próximas a períodos de chuva (Figura 1a), que causaram a saturação do solo, condição essa que alternada à secagem do solo favorece os processos de nitrificação/desnitrificação, que têm o N<sub>2</sub>O como produto intermediário (TOWPRAYOON et al., 2005).

Por sua vez, na área em que a soja foi cultivada sobre a resteva parcialmente decomposta de soja (T2), verificaram-se alguns picos de emissão de N<sub>2</sub>O, mas de menor magnitude relativamente aos de T1, sendo o pico de valor máximo correspondente a 12.406 mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, determinado 30 dias após o início das avaliações (Figura 1b). Possivelmente, neste tratamento, em razão de a cultura antecedente ser soja, cujos resíduos apresentam menor relação C/N e, portanto, são mais rapidamente mineralizáveis que a resteva de arroz, a liberação de formas minerais de nitrogênio no solo tenha ocorrido durante o outono/inverno, reduzindo o potencial de emissão de N<sub>2</sub>O durante a safra de verão.

Já na área cultivada com arroz irrigado (T3), observou-se um pico de emissão de N<sub>2</sub>O, aos 29 dias de avaliação (19.510 mg ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) (Figura 1b), coincidindo com a época de realização da primeira cobertura com nitrogênio. Segundo Liu et al. (2010), as emissões de óxido nitroso em cultivo de arroz irrigado estão associadas à aplicação de fertilizantes nitrogenados e à alternância nas condições de oxirredução do solo, resultantes da instabilidade de manutenção da lâmina de água na lavoura. No restante do período de avaliação, as emissões de N<sub>2</sub>O foram de baixa magnitude, chegando à apresentar valor

negativo ( $-580 \text{ mg ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ), aos 69 dias de avaliação.

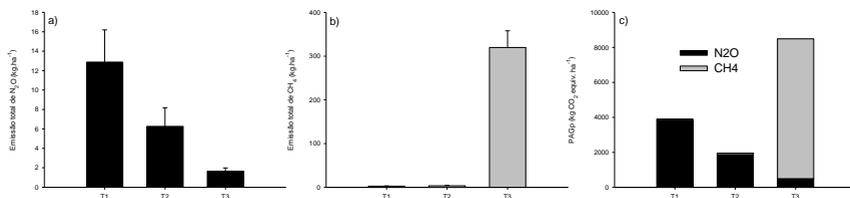
Em ambas as áreas cultivadas com soja, independentemente da cultura antecedente e manejo do solo, as emissões de  $\text{CH}_4$  foram muito próximas de zero ao longo de todo o período de avaliação (Figura 1c), o que pode ser explicado pela manutenção do solo drenado para a produção dessa oleaginosa, condição essa que inibe a atividade dos micro-organismos metanogênicos. Já na área cultivada com arroz (T3), observaram-se diversos picos de emissão de metano, compatíveis com as condições de solo saturado estabelecidas para o cultivo de arroz irrigado em terras baixas; o pico máximo medido, de  $180,2 \text{ g ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$  de  $\text{CH}_4$  ocorreu aos 122 dias após o início das avaliações, coincidindo com a fase de floração do arroz. De acordo com BAGGS et al. (2003), a produção de  $\text{CH}_4$  no solo exige condições estritamente anaeróbicas, pois restringe-se a micro-organismos anaeróbios obrigatórios, que são sensíveis ao oxigênio, favorecendo o processo de metanogênese.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de  $\text{N}_2\text{O}$  (b) e de  $\text{CH}_4$  (c) em Planossolo cultivado com soja e arroz irrigado, sob distintos sistemas de preparo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Quanto às emissões totais de  $\text{N}_2\text{O}$  (Figura 2a), as áreas cultivadas com soja em sucessão ao arroz irrigado (T1) e soja (T2) apresentaram valores de  $12,8 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $6,2 \text{ kg ha}^{-1}$ , respectivamente, bastante superiores aos determinados na área cultivada com arroz irrigado (T3), que totalizaram  $1,6 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{N}_2\text{O}$ . Tais resultados refletem os fluxos medidos ao longo do período de avaliação, que estiveram associados tanto a qualidade da cultura antecedente quanto à época e operações de preparo do solo realizadas no período de outono/inverno.

Com relação às emissões totais de  $\text{CH}_4$  (Figura 2b), o tratamento com cultivo de arroz irrigado apresentou emissão acumulada de  $319,7 \text{ kg ha}^{-1}$ , bastante superiores às medidas em ambas as áreas cultivadas com soja ( $2,6$  e  $3,4 \text{ kg ha}^{-1}$ , quando cultivada em sucessão ao arroz irrigado e soja, respectivamente). As áreas cultivadas com soja, em sucessão ao arroz irrigado e soja apresentaram potencial de aquecimento global parcial (PAGp) de  $3.901 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$  e  $1.952 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$ , respectivamente, tendo o  $\text{N}_2\text{O}$  como principal componente, com contribuições de 98,3% e 95,6 %, respectivamente, em relação ao total. (Figura 2c). Já na área cultivada com arroz, o PAGp totalizou  $8.485 \text{ kg CO}_2 \text{ equiv. ha}^{-1}$ , constituído preponderantemente por  $\text{CH}_4$ , que respondeu por 94,2% do total (Figura 2c). Esses resultados indicam o potencial mitigador de emissões de GEE do cultivo da soja no ambiente terras baixas.



**Figura 2.** Emissões totais de N<sub>2</sub>O (a) e de CH<sub>4</sub> (b) e PAGp (c) em Planossolo cultivado com soja e arroz irrigado, sob distintos sistemas de preparo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

## CONCLUSÃO

O cultivo de soja em terras baixas reduz drasticamente as emissões de metano, em relação ao arroz irrigado, embora potencialize as emissões de óxido nitroso. Ainda assim a soja representa uma alternativa promissora para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa em terras baixas.

O óxido nitroso é o principal componente do potencial de aquecimento global da soja, enquanto que o metano predomina no cultivo de arroz irrigado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPERGS, ao CNPq e à EMBRAPA, pela concessão de bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. **Aquecimento global e a nova geografia da produção agrícola no Brasil**. São Paulo: Embrapa, 2008, 7 p.
- BAGGS, E. M. et al. Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 254, n. 1, p. 361-370, 2003.
- GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, n. 1, p. 36-44, 2009.
- LAI, D.Y.F. Methane dynamics in northern peat lands: a review. **Pedosphere**, Beijing, v. 19, n. 4, p. 409-421, 2009.
- LIU, S. et al. Effects of water regime during rice-growing season on annual direct N<sub>2</sub>O emission in a paddy rice-winter wheat rotation system in Southeast China. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v. 408, n. 1, p. 906-913, 2010.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDRAE, 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.
- SILVA, J. T. **Emissões de metano e óxido nitroso em área de arroz irrigado influenciadas por sistemas de preparo do solo**. 2014. 72 p. Dissertação (Mestrado em Manejo e Conservação do Solo e da Água) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.
- SMITH, P. et al. In: METZ, B. et al. (Eds.) **Contribution of the working group on climate change 2007: mitigation of climate change**. Working Group III contribution to the Fourth Assessment Report of the IPCC. Cambridge. Cambridge University, 2007, p. 497-540.
- SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014.
- TOWPRAYOON, A. S. et al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. **Chemosphere**, Oxford, v.59, p. 1547-1556, 2005.