

# EMISSIONES DE CH<sub>4</sub> E N<sub>2</sub>O EM PLANOSSOLO SOB SISTEMA DE ROTAÇÃO DE CULTURAS DE SEQUEIRO EM CAMALHÕES DE BASE LARGA

Miguel David Fuentes Guevara<sup>1</sup>; Thais Murias Jardim<sup>2</sup>, Walkyria Bueno Scivittaro<sup>3</sup>; Marla de Oliveira Farias<sup>4</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>5</sup>; Thais Antolini Veçozzi<sup>6</sup>; Anderson Dias Silveira<sup>1</sup>

Palavras-chave: gases de efeito estufa, plantio direto, terras baixas, soja, milho

## INTRODUÇÃO

No Brasil 35% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) são devidas às atividades agrícolas, sendo os gases mais comuns o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), contribuindo para o aquecimento global (GGP, 2012). As principais emissões de CH<sub>4</sub> em sistemas agrícolas estão associadas ao cultivo de arroz irrigado, uma vez que em solo inundado a degradação da matéria orgânica gera metano devido à anaerobiose (BASTOS, 2014). Com relação às emissões de N<sub>2</sub>O em sistemas agrícolas, essas são devidas, principalmente, à adição de fertilizantes nitrogenados e aos processos de fixação biológica de nitrogênio e de mineralização da matéria orgânica, que estão associados aos relacionados aos processos de nitrificação e desnitrificação, que têm o óxido nitroso como produto intermediário (LIMA et al., 2001).

No Rio Grande do Sul, as áreas de terras baixas ocupam grandes extensões, caracterizando-se pela drenagem natural deficiente, condição que, por um lado, favorece o cultivo de arroz irrigado e, por outro, dificulta o desenvolvimento de culturas de sequeiro, pelo encharcamento temporário do solo. Em decorrência, para se obter um bom desenvolvimento dos cultivos de sequeiro em terras baixas é fundamental o estabelecimento de técnicas de drenagem superficial do solo, como, por exemplo, o uso de camalhões de base larga (SILVA; PARFITT, 2004). As emissões de GEE em terras baixas são relativamente altas, variando ao longo do ano em função de vários fatores, principalmente o sistema de cultivo, a drenagem do solo e a precipitação (SOUZA, 2013).

Pelo exposto, realizou-se o presente trabalho, que teve por objetivo avaliar o efeito da cultura antecedente e sistemas de cultivo nas emissões de metano e óxido nitroso em Planossolo durante a entressafra (outono/inverno).

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado 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 durante o período de entressafra (02 de maio a 14 de novembro de 2016). Avaliaram-se três áreas adjacentes previamente cultivadas com arroz irrigado (1,0 ha), soja (2,5 ha) e milho (3,5 ha). As culturas de milho e soja integram um modelo de produção envolvendo rotação de culturas de sequeiro drenadas com camalhões de base larga, implantado na primavera de 2008. O sistema é baseado em um ciclo que se completa em dois anos agrícolas, com as sequências: i) soja - azevém+ervilhaca+aveia / milho - azevém pastejado e ii) milho - azevém pastejado / soja - azevém+ervilhaca+aveia. No terceiro ano, os ciclos são reiniciados. Em ambos os ciclos, os cultivos são implantados em sistema plantio direto. Por sua vez, o arroz irrigado foi implantado na primavera de 2014, em sistema

<sup>1</sup>Mestrando do PPG em Manejo e Conservação do Solo e da água, UFPel, Campus Universitário s/n, Caixa Postal 354, Capão do Leão-RS, CEP 96160-000, miguel@ufpe.br

<sup>2</sup>Graduanda em Agronomia, UFPel.

<sup>3</sup>Engenheira Agrônoma, Dra., Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado.

<sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Dra. Bolsista DTI do CNPq/Embrapa Clima Temperado.

<sup>5</sup>Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor da FAEM/UFPel.

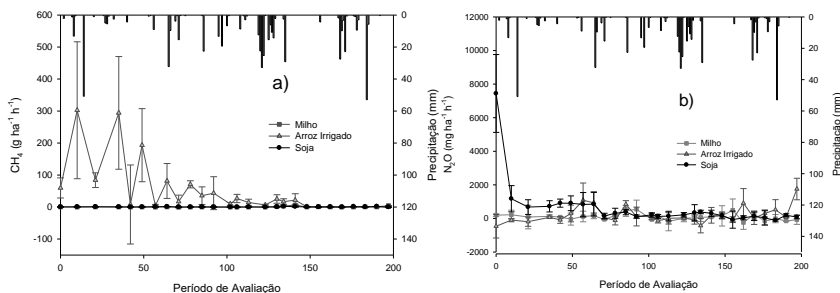
<sup>6</sup>Doutoranda PPG em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPel.

convencional de preparo do solo, em parte da área sob o ciclo de rotação de culturas descrito. A partir de então, estabeleceu-se um sistema de produção envolvendo o cultivo de arroz irrigado durante o período de primavera/verão e pastagem nativa pastejada no outono/inverno.

Em cada área, instalaram-se, ao acaso, três sistemas coletores de GEE do tipo câmara estática fechada (MOSIER, 1989) com adaptações, que constituíram as repetições dos tratamentos. As amostragens de ar foram feitas com periodicidade semanal, sempre no horário de 9:00 às 12:00 horas. As concentrações de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  foram determinadas por cromatografia gasosa e os fluxos calculados pela equação:  $f = (\Delta Q/\Delta t) \cdot (PV/RT) \cdot (M/A)$ , onde,  $f$  é o fluxo de  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  ( $\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ),  $Q$  é a quantidade do gás ( $\mu\text{mol mol}^{-1}$ ) 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 ( $0,08205 \text{ atm L mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$ ),  $T$  é a temperatura dentro da câmara no momento da amostragem (K),  $M$  é a massa molar do gás ( $\mu\text{g mol}^{-1}$ ) e  $A$  é a área da base da câmara ( $\text{m}^2$ ). As emissões totais do período foram calculadas pela integração da área sob a curva dos fluxos diários de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$ . Os resultados da emissão total de gases foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Durante o período de avaliação, monitorou-se, ainda, a precipitação incidente na área experimental.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante a entressafra, os fluxos de  $\text{CH}_4$  foram maiores na área previamente cultivada com arroz irrigado, que apresentou picos de emissão no 10º, 35º e 49º dia após o início das avaliações, com magnitudes de 302; 294 e 193  $\text{g CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ , respectivamente (Figura 1a). As maiores emissões de  $\text{CH}_4$  no início do período de entressafra devem estar associadas à presença de grande quantidade de palha de arroz com elevada relação C/N na área, estimulando a atividade microbiana (BAYER et al., 2012) que, em condições de solo saturado pela má drenagem, favorece a metanogênese (SOUZA, 2013). Alguns outros picos de emissão de  $\text{CH}_4$  de menor magnitude foram verificados no período compreendido entre o 64º e 141º dia após o início das avaliações, os quais estiveram relacionados à ocorrência de eventos de precipitação de diferente intensidade (Figura 1a), provocando a saturação temporária do solo.



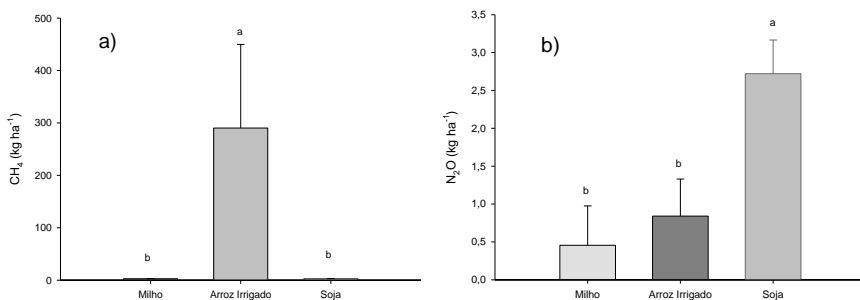
**Figura 1.** Fluxos de  $\text{CH}_4$  e (a) e de  $\text{N}_2\text{O}$  (b) e precipitação em Planossolo na entressafra, em função da espécie cultivada durante a safra agrícola de verão.

Nas áreas previamente cultivadas com milho e soja, os fluxos de metano apresentaram comportamento similar durante todo o período de avaliação, caracterizando-se por fluxos de pequena intensidade alternados por eventuais influxos de  $\text{CH}_4$ . A partir do 148º dia até o final do período de avaliação, esse comportamento foi registrado também na área cultivada com arroz irrigado durante a safra de verão. Os picos máximos de emissão de  $\text{CH}_4$  para as

áreas cultivadas com milho e soja na entressafra atingiram, respectivamente, 6,1 e 1,8 g CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, no 197º dia após o início das avaliações. Atribuem-se as baixas emissões de metano nas áreas previamente cultivadas com espécies de sequeiro ao sistema de drenagem superficial estabelecido, camalhões de base larga, permitindo a rápida infiltração e escoamento da água após eventos de chuva e evitando a saturação do solo (SILVA; PARFITT, 2004), condição necessária para a produção e emissão de CH<sub>4</sub>. Além disso, as menores emissões de metano nas áreas de milho e soja são explicadas pela presença de pastagens cultivadas durante o outono/inverno, as quais apresentam potencial mitigador de emissões de CH<sub>4</sub> (SAGGAR et al., 2010).

Com relação ao N<sub>2</sub>O, o pico máximo de emissão ocorreu na primeira semana de avaliação, na área previamente cultivada com soja (7.441 mg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) (Figura 1b), estando relacionado à rápida decomposição dos resíduos da cultura (baixa C/N), em período com alternância na condição de oxirredução do solo, devido aos ciclos de umedecimento e secagem do solo. Essa é uma condição que favorece os processos de nitrificação e desnitrificação, que têm o N<sub>2</sub>O como produto intermediário (BASTOS, 2014). Do 10º ao 57º dia de avaliação, as emissões de N<sub>2</sub>O associadas ao cultivo da soja estabilizaram-se em um patamar próximo a 1.200 mg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>. A partir de então, decresceram drasticamente, assumindo comportamento similar ao das áreas previamente cultivadas com milho e arroz irrigado, que se caracterizaram por emissões de baixa magnitude, alternadas por eventos de absorção desse GEE ao longo de todo o período de avaliação (Figura 1b). Apesar dos resíduos de soja serem ricos em N, as emissões de N<sub>2</sub>O associadas à cultura durante a entressafra foram relativamente baixas, com exceção da primeira semana de avaliação, indicando grande eficiência de drenagem do solo, proporcionada pelos camalhões de base larga, minimizando os períodos em que o solo é mantido saturado. Também o estabelecimento das culturas de cobertura de solo, com predomínio de gramíneas, na entressafra, deve ter contribuído para esse efeito, removendo parte substancial do N liberado pela mineralização dos resíduos da soja. Zschornack et al (2011), por outro lado, verificaram elevada emissão de N<sub>2</sub>O em áreas previamente cultivadas com leguminosas.

A emissão total de CH<sub>4</sub> durante a entressafra na área cultivada arroz irrigado durante o verão foi de 290,2 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>, bastante superior às emissões medidas nas áreas em que se cultivou milho (2,7 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>) e soja (2,4 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>) (Figura 2a). Esse resultado pode ser explicado pela distinção na umidade das áreas cultivada com arroz, relativamente àquelas cultivadas com milho ou soja. Nesse sentido, destaca-se que o arroz foi colhido em presença de lâmina de água e a área foi mantida em pousio e na ausência de drenagem durante o período de outono/inverno, apresentando-se com umidade elevada, ou mesmo saturada, no período posterior à colheita do arroz e após eventos de chuva, condição essa favorável à emissão de metano, que é o produto final da decomposição microbiana de materiais orgânicos em ambientes anaeróbicos (CONRAD, 2002).



**Figura 2.** Emissão total de CH<sub>4</sub> (a) e de N<sub>2</sub>O (b) em Planossolo na entressafra, em função da espécie cultivada durante a safra agrícola de verão.

Durante a entressafra, a emissão total de  $N_2O$  foi, de forma geral, baixa, independentemente da espécie cultivada no verão (Figura 2b). Apesar disso, as emissões medidas na área com soja ( $2,7 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$ ) foram significativamente superiores à das áreas cultivadas com milho ( $0,4 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$ ) e arroz irrigado ( $0,8 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$ ). As emissões totais  $N_2O$  na entressafra foram pouco significativas, comparativamente às de  $CH_4$ .

## CONCLUSÃO

A cultura antecedente e o sistema de cultivo influenciam as emissões de gases de efeito estufa em Planossolo durante o período de entressafra. As emissões de metano são favorecidas em áreas previamente cultivadas com arroz irrigado, enquanto que a soja favorece as emissões de óxido nítrico.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES e CNPq, pela concessão de bolsas de estudos, e à Embrapa, pelo auxílio financeiro à realização da pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, D. F. **Emissão de Gases de efeito estufa em solo sob integração lavoura-pecuária com ovinos no sul do Brasil**. 2014. 68 f. Dissertação (MSc) - Universidade Federal de Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- BAYER, C. et al. Methane emission from soil under long-term no-till cropping system. **Soil and Tillage Research**, v.124, p.1-7, 2012.
- CONRAD, R. Control of microbial methane production in wetland rice fields. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, Netherlands, v. 64, p. 59-69, 2002.
- GGP-Greenhouse Gas Protocol. **Diretrizes agropecuárias: visão geral sobre o projeto**. 2014. Disponível em: <<http://www.ghgprotocol.org/Agriculture-Guidance/Vis%C3%A3o-Geral%3A-Projeto-Brasil-Agropecu%C3%A1ria>>. Acesso em: 13 ago. 2016.
- LIMA, M.A.; BOEIRA, R.C.; CASTRO, V.L.S.S.; LIGO, M.A.; CABRAL, O.M.R.; VIEIRA, R.F.; LUIZ, A.J.B. Estimativa das emissões de gases de efeito estufa provenientes de atividades agrícolas no Brasil. In: LIMA, M.A.; CABRAL, O.M.R.; MIGUEZ, J.D.G. (Ed.). **Mudanças climáticas globais e a agropecuária brasileira**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2001, p.169-189.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O.; SCHIMMEL, D.S. (Ed.). **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin, Wiley, 1989, p. 175-187.
- SILVA, C. A. S.; PARFITT, J. M.B. Drenagem superficial para diversificação do uso dos solos de várzea do Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 10 p. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 40).
- SAGGAR, S. et al. A review of emissions of methane, ammonia, and nitrous oxide from animal excreta deposition and farm effluent application in grazed pastures. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 47, n. 4, p. 513-544, 2010.
- SOUZA, E. L. **Emissão de óxido nítrico e metano em área de cultivo com arroz irrigado com diferentes manejos da palha pós-colheita**. 2013. 139f. Tese (PhD)- Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- ZSCHORNACK, T. et al. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from floodirrigated rice by no incorporation of winter crop residues into the soil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 2, p. 623-634, 2011