

## **GASES DE EFEITO ESTUFA EMITIDOS DE UM PLANOSSOLO CULTIVADO COM SORGO E SOJA SOB SISTEMA CONVENCIONAL E PLANTIO DIRETO.**

**ANDERSON DIAS SILVEIRA<sup>1</sup>; WALKYRIA BUENO SCIVITTARO<sup>2</sup>; THAÍS ANTOLINI VEÇOZZI<sup>3</sup>; CRISTIANO WEINERT<sup>4</sup>; VICTOR RAUL CIEZA TARRILLO<sup>5</sup>; ROGÉRIO OLIVEIRA DE SOUSA<sup>6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – andersonsilveira36@gmail.com

<sup>2</sup>Embrapa Clima Temperado – walkyria.scivittaro@embrapa.br

<sup>3</sup>Universidade Federal do Rio Grande - thais\_antolini@hotmail.com

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas - cristianoweinert@gmail.com

<sup>5</sup>Universidade Federal de Pelotas - victorraulciezatarrillo@gmail.com

<sup>6</sup>Universidade Federal de Pelotas – rosousa@ufpel.edu.br

### **1. INTRODUÇÃO**

Os debates sobre questões ambientais estão cada vez mais presentes e intensos no dia a dia da população, afetando políticas governamentais e acordos comerciais globais. Nesse cenário, a agricultura sofre uma forte pressão por ser um dos setores que contribue para a emissão de gases de efeito estufa (GEE). Dentre as ações do homem que estão associadas à emissão de GEE em lavouras, estão o uso de fertilizantes nitrogenados e a inundação das lavouras de arroz irrigado. Além do gás dióxido de carbono, óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e metano ( $\text{CH}_4$ ) são considerados importantes GEE.

A gênese do óxido nitroso ocorre no processo de desnitrificação do nitrogênio, onde nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) é convertido a nitrogênio elementar, tendo o  $\text{N}_2\text{O}$  como produto intermediário (RANATUNGA et al., 2018). O  $\text{CH}_4$  é oriundo da fermentação de compostos orgânicos em ambiente anaeróbico, por ação de microrganismos metanogênicos (REDDY & DELAUNE, 2008).

O trabalho teve o objetivo de avaliar os fluxos, emissões totais e o potencial de aquecimento global parcial dos gases  $\text{N}_2\text{O}$  e  $\text{CH}_4$  emitidos de um Planossolo cultivado com sorgo e soja sob sistema convencional e plantio direto.

### **2. METODOLOGIA**

O experimento foi conduzido em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão-RS, integrando um estudo da interação de sistemas de rotação de culturas e de preparo do solo em terras baixas com 4 anos de duração, iniciado na entressafra de 2015. Os tratamentos avaliados compreenderam as combinações de dois sistemas de preparo do solo (convencional – SC e plantio direto – PD) e duas culturas de verão (sorgo e soja), sendo distribuídos em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas. O sorgo forrageiro cultivar BRS 802 recebeu adubação de base ( $250 \text{ kg ha}^{-1}$ ) da formulação 5-25-25 ( $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ ) e três aplicações de nitrogênio em cobertura como ureia ( $40 \text{ kg ha}^{-1}$  cada) (Figura 1a e b). A soja cultivada foi a Brasmax Ponta IPRO, recebendo  $90 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , como superfosfato triplo, e  $75 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$ , como cloreto de potássio; adubação potássica de cobertura foi de  $45 \text{ kg ha}^{-1}$  de cloreto de potássio. Demais manejos seguiram as recomendações da pesquisa (Comissão..., 2004; Reunião..., 2013; Reunião..., 2014). Durante os períodos de entressafra, as parcelas experimentais foram cultivadas com azevém. As avaliações de emissões de  $\text{CH}_4$  e  $\text{N}_2\text{O}$  foram realizadas de 23 de novembro de 2016 a 04 de maio de 2017. As parcelas de cada tratamento apresentaram dimensões de  $12 \text{ m} \times 20 \text{ m}$ ,

onde 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. Amostras de ar do interior das câmaras foram coletadas manualmente, nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após o fechamento das câmaras. As concentrações de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O nas amostras foram determinadas por cromatografia gasosa. Os fluxos de gases foram calculados pela relação linear entre a variação das concentrações de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O e os tempos 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. Baseado 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 global do CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O, 34 e 298 vezes maior em relação ao CO<sub>2</sub> (IPCC, 2013). Os fluxos diários de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O foram analisados de forma descritiva (média e desvio padrão), enquanto as médias das emissões totais e PAGp foram submetidos à análise de variância e, quando significativas, ao teste Tukey (5%).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Embora com magnitudes distintas, os principais fluxos de N<sub>2</sub>O nas áreas cultivadas com sorgo e soja ocorreram aos 12 dias após o início das avaliações, com valores de 48.983, 44.846, 20.431 e 6.460 mg ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup>, para os tratamentos sorgo PD, sorgo SC, soja PD e soja SC (Figura 1a), respectivamente. Comportamento similar nos fluxos de N<sub>2</sub>O foi observado por FARIAS et al. (2015) em Planossolo cultivado com soja sob plantio direto e preparo antecipado. Associa-se a maior intensidade no fluxo de N<sub>2</sub>O nos tratamentos cultivados com sorgo (Figura 1a) à utilização de adubação nitrogenada de base, fornecendo NO<sub>3</sub><sup>-</sup> ao processo de desnitrificação (RANATUNGA et al., 2018). Os fluxos subsequentes de N<sub>2</sub>O foram menos intensos, estando relacionados à associação da adubação nitrogenada de cobertura e eventos de precipitação pluviométrica (Figura 1a), com valores de 13.587 e 8.195 mg ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> no sorgo PD e 7.862 mg ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> na soja PD. A desnitrificação é favorecida com o aumento nos teores de umidade do solo (REDDY & DELAUNE, 2008).

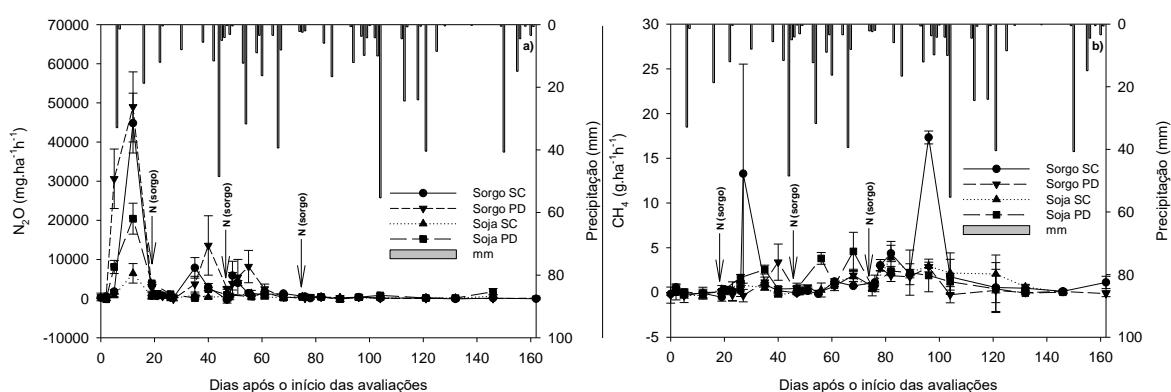


Figura 1. Fluxos de N<sub>2</sub>O (a) e CH<sub>4</sub> (b) e precipitação pluviométrica (a) e (b) em Planossolo cultivado com sorgo e soja sob sistemas convencional (SC) e plantio direto (PD).

Os principais fluxos de CH<sub>4</sub> foram determinados aos 27 e 96 dias após o início as avaliações, com valores de 13,28 e 17,33 g ha<sup>-1</sup>h<sup>-1</sup> (Figura 1b). A produção e emissão de CH<sub>4</sub> em condições de sequeiro fica restrita a microsítios

anaeróbios, pois a metanogênese é um processo estritamente anaeróbio (REDDY & DELAUNE, 2008).

Maiores emissões totais de  $N_2O$  ocorreram no cultivo do sorgo nos dois sistemas de cultivo do solo (Tabela 1), sendo atribuídas a contribuição do adubo nitrogenado como fonte de nitrogênio para o processos de nitrificação-desnitrificação, enquanto que no cultivo da soja o suprimento de nitrogênio mineral originado do solo fica condicionado à mineralização do nitrogênio (KIM et al., 2019). Não houveram diferenças nas emissões totais de  $CH_4$  entre as culturas e sistemas de cultivo adotados (Tabela 1). Apesar da baixa condutividade hidráulica dos Planossolos, a drenagem superficial para o cultivo de espécies de sequeiro, desfavorece a produção de  $CH_4$  (WU et al., 2019).

Tabela 1- Emissões totais de  $N_2O$  e  $CH_4$  em Planossolo cultivado com sorgo e soja nos sistemas convencional (SC) e plantio direto (PD).

	SC	PD	SC	PD
	----- $N_2O$ (kg ha <sup>-1</sup> )-----		----- $CH_4$ (kg ha <sup>-1</sup> )-----	
Sorgo	11,0 (± 2,4) bA	17,4 (± 3,1) aA	7,4 (± 1,2) <sup>ns</sup>	2,5 (± 0,3) <sup>ns</sup>
Soja	2,4 (± 0,7) bB	7,0 (± 0,8) aB	3,8 (± 0,0) <sup>ns</sup>	4,1 (± 0,6) <sup>ns</sup>

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%; ns – não significativo.

O PAGp determinado no estudo reflete o comportamento dos fluxos dos GEE estudados. Similarmente aos resultados encontrados por FARIAS et al. (2015) durante o cultivo de soja sob plantio direto em Planossolo, o  $N_2O$  contribuiu na grande maioria dos tratamentos, com mais de 90% na formação do PAGp (Tabela 2). O maior PAGp determinado no PD nas duas culturas demonstra que a ausência do cultivo do solo, aliado à presença da palha em superfície, pode manter a umidade e fornecer carbono e nitrogênio lábeis ao sistema, favorecendo os processos de nitrificação/desnitrificação, conseqüentemente, a emissão do  $N_2O$  (BAGGS et al., 2003).

Tabela 2 – Potencial de aquecimento global parcial (PAGp) em Planossolo cultivado com sorgo e soja nos sistemas convencional (SC) e plantio direto (PD).

	SC	SC	PD	PD
	PAGp (kg CO <sub>2</sub> equiv ha <sup>-1</sup> )	Contribuição <sup>1</sup>	PAGp (kg CO <sub>2</sub> equiv ha <sup>-1</sup> )	Contribuição
Sorgo	3.531,5 bA	$N_2O$ (92,9%) $CH_4$ (7,1%)	5.268,8 aA	$N_2O$ (98,4%) $CH_4$ (1,6%)
Soja	837,1 bB	$N_2O$ (84,4%) $CH_4$ (15,6%)	2.230,3 aB	$N_2O$ (93,7%) $CH_4$ (6,3%)

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas e maiúsculas nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%. <sup>1</sup>Contribuição de  $N_2O$  e  $CH_4$  na formação do PAGp.

#### 4. CONCLUSÕES

As emissões óxido nitroso e o PAGp em Planossolo cultivado com sorgo são maiores comparativamente a soja, independente do sistema de cultivo do solo.

O sistema plantio direto contribui para maiores emissões de óxido nitroso durante o cultivo de sorgo e soja em Planossolo.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Universidade Federal de Pelotas (UFPEL) e Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAGGS, E.M., et al. Nitrous oxide emissions following application of residues and fertilizer under zero and conventional tillage. **Plant and Soil**, Dordrecht - NL, v. 254, n. 1, p. 361-370, 2003.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande de Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre – RS, 2004.

FARIAS, M de.O.; SILVEIRA, A.D.; BÜSS, G.L.; LACERDA, C.; SILVA, G.C da.; SCIVITTARO, W.B.; SOUSA, R.O de. Emissões de metano e óxido nitroso de Planossolo cultivado com soja em função do manejo do solo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO**, 9., Pelotas, 2015, **Anais Ciência e tecnologia para o aotimização da orizicultura**, 2015. v.1. p.1160.

IPCC. Climate Change 2013: **The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report (AR5). Final Draft Underlying Scientific-Technical Assessment**. Cambridge, Cambridge University Press, 2013.

KIM, G.W.; SUSON, J.G.; KIM, P.J. Optimum N rate for grain yield coincides with minimum greenhouse gas intensity in flooded rice fields. **Field Crops Research**, California – USA, v. 237, p. 23-31, 2019.

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

RANATUNGA, T.; HIRAMATSU, K.; ONISHI, T.; ISHIGURO, Y. Process of denitrification in flooded rice soils. **Reviews in Agricultural Science**, Gifu – JP, v. 6, p. 21-33, 2018.

Reunião técnica anual de milho e reunião técnica anual de sorgo. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul safras 2013/2014 e 2014/2015**. Brasília – DF, Embrapa, 2013.

Reunião de pesquisa de soja da região Sul. **Indicações técnicas para a cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, safras 2013/2014 e 2014/2015**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

WU, X.; WANG, W.; XIE, K.; YIN, C.; HOU, H.; XIE, X. Combined effects of straw and water management on CH<sub>4</sub> emissions from rice fields. **Journal of Environmental Management**, Sint-Katelijne-Waver – Bélgica, v.231, p. 1257-1262, 2019.