

Emissões de metano e óxido nitroso em sistemas de rotação de culturas em terras baixas no Rio Grande do Sul

ELTIÉRES PERES DE SOUZA¹; ANDERSON DIAS SILVEIRA²; THAIS ANTOLINI VEÇOZZI³; CAMILA LEMOS LACERDA⁴; ROGÉRIO OLIVEIRA DE SOUSA⁵; WALKYRIA BUENO SCIVITTARO⁶.

¹Universidade Federal de Pelotas – eltieres.peres@hotmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – rosousa@ufpel.edu.br

³Embrapa Clima Temperado – Walkyria.scivittaro@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

Dentre vários gases presentes na atmosfera, metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) são vistos como importantes gases de efeito estufa (GEE) por apresentarem a propriedade de reter mais calor que o dióxido de carbono (CO₂). Adubações nitrogenadas, alagamento do solo, rotação de culturas e o sistema de cultivo do solo afetam o agroecossistema, alterando a resposta das culturas aos diferentes manejos, assim como, o balanço de elementos e matéria orgânica do solo, que possuem relação com a produção de GEE.

O trabalho teve como objetivo avaliar as emissões de CH₄ e N₂O oriundos de distintos sistemas de rotação de culturas associados a dois sistemas de cultivo, buscando alternativas com potencial de mitigar as emissões de CH₄ e N₂O em áreas de terras baixas.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado sob condições de campo em Planossolo Háplico na safra 2016/17, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado - Capão do Leão, RS. Os tratamentos avaliados incluíram as combinações dos fatores sistemas de cultivo [convencional (SC) e plantio direto (PD)] e rotações de culturas (arroz-arroz-arroz-arroz; soja-soja-soja-arroz; sorgo-sorgo-sorgo-arroz e soja-sorgo-soja-arroz.), dispostos em delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As amostragens de CH₄ e N₂O do solo foram realizadas semanalmente a partir da semeadura do arroz até o final do ciclo do sorgo, em três das quatro repetições de cada tratamento, através de câmaras estáticas fechadas. As amostras de ar do interior das câmaras foram tomadas manualmente com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após o fechamento das câmaras. As concentrações de CH₄ e N₂O nas amostras de ar foram determinadas por cromatografia gasosa. Os fluxos de gases foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração dos gases e o tempo de coleta. A partir dos valores de fluxo determinados, foi estimada a emissão total do período de avaliação (174 dias), calculada pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de N₂O e de CH₄ do solo. Com base na emissão acumulada de CH₄ e de N₂O, determinou-se o potencial de aquecimento global parcial (PAGp) de cada GEE (25 vezes para o CH₄ e 298 para o N₂O) em relação ao CO₂. Os fluxos diários foram analisados por estatística descritiva (média ± desvio padrão). As emissões totais de CH₄ e N₂O e o PAGp foram submetidos à análise de variância e quando significativa, ao teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No SC e no PD, observaram-se em todos tratamentos maiores picos emissão de N_2O aos 24 dias após início das avaliações, exceto, nos tratamentos soja SC e sorgo SC 2 (figura 1a e 1b). Os picos de emissão de N_2O apresentaram elevadas magnitudes, com valores de 44.422, 44.846, 27.036, 48.893, 20.431 e 37.596 $mg\ ha^{-1}\ h^{-1}$, nos tratamentos arroz irrigado SC, sorgo SC 1, arroz irrigado PD, sorgo PD 1, soja PD e sorgo PD 2, respectivamente. Possivelmente, os picos observados nos tratamentos arroz irrigado SC e sorgo SC 1 estiveram relacionados à incorporação antecipada dos resíduos vegetais e ao revolvimento do solo, expondo a matéria orgânica ao ataque microbiano; assim como, ao nitrogênio da adubação básica, que pode ter acelerado a decomposição dos resíduos e/ou contribuído com nitrogênio inorgânico à desnitrificação. Na área experimental foi determinado um volume de chuva de 28 mm um dia antes ao primeiro pico observado, podendo ter contribuído para a anerobiose do solo. O N_2O é produto intermediário da desnitrificação do nitrogênio, através da ação de microrganismos anaeróbios (TOWPRAYOON et al., 2005).

Outros picos de emissão de N_2O de menor magnitude foram determinados aos 47 e 61 dias após o início das avaliações no tratamento sorgo SC 1 (Figura 1a); e aos 52 e 67 dias após o início das avaliações no tratamento sorgo PD 1 (Figura 1b). Estes picos estiveram associados a eventos de chuvas e aplicações de nitrogênio via adubação de cobertura do sorgo. A desnitrificação é acelerada sob condições anóxicas e por adições de nitrogênio (RANATUNGA et al., 2018). A partir do 70º dia de avaliação, a magnitude das emissões de N_2O foram muito baixas no SC e PD em todos os tratamentos, devido à implementação de sistema de drenagem superficial do solo.

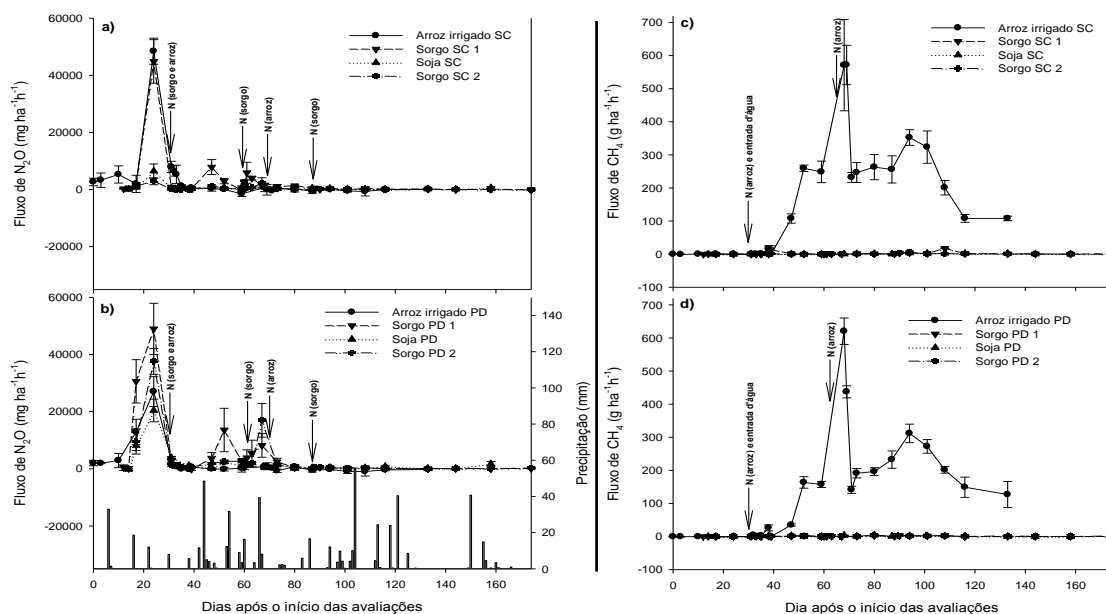


Figura 1 – Fluxos de emissão de N_2O (a,b) e CH_4 (c,d) em Planossolo durante o período de safra 2016/17 em função de sistemas de rotação de culturas e de preparo do solo, convencional - SC (a,c) e plantio direto - PD (b,d).

As emissões expressivas de CH_4 nos tratamentos arroz irrigado SC e PD começaram seis semanas após o início das avaliações (Figura 1c e 1d), com incremento na magnitude até o 68º dia após o início das avaliações, onde

ocorreram os primeiros picos de emissão, com valores de 572 e 620 g ha⁻¹h⁻¹, respectivamente. Os picos de emissão de CH₄ no 68º dia coincidiram com a fase reprodutiva do arroz irrigado, quando a planta apresenta um maior volume de aerênquimas para o transporte de gases, associado ao acúmulo de ácidos orgânicos no solo devido ao alagamento (SILVA et al., 2008) e à exudação radicular, que contribuem como substratos orgânicos para o processo da metanogênese. O segundo pico de emissão de CH₄ nas áreas cultivadas com arroz ocorreu aos 94 dias após o início das avaliações, com valores de 352 e 312 g ha⁻¹h⁻¹ para os SC e PD, respectivamente, podendo estar relacionado à formação de liteira sobre o solo, a partir da morte das folhas baixas das plantas de arroz, contribuindo como substrato orgânico para a metanogênese. A maior magnitude das emissões de CH₄ no arroz irrigado SC podem estar relacionadas à incorporação da palha e desestruturação do solo, expondo a matéria orgânica ao ataque microbiano, comparativamente ao PD, onde a palha é mantida em superfície. Nos tratamentos sorgo 1, soja e sorgo 2 (SC e PD), as emissões de CH₄ foram praticamente nulas durante todo o período (Figura 1c e 1d), em função das condições predominantes de aerobiose do solo durante o cultivo.

Nas emissões totais de N₂O (Tabela 1) verificou-se que apenas no arroz irrigado as emissões totais de N₂O foram maiores na área sob SC, enquanto nos cultivos de sequeiro houve o inverso, com maiores emissões totais no PD.

Tabela 1 - Emissões totais de N₂O em Planossolo durante o período de safra 2016/17 em função de sistemas de rotação de culturas e de preparo do solo, convencional - SC e plantio direto – PD

	SC	PD
	-----N ₂ O (kg.ha ⁻¹)-----	
Arroz irrigado	10,9 (± 0,8)aA	7,7 (± 0,8) bC
Sorgo 1	11,0 (± 2,4)bA	17,4 (± 3,1)aA
Soja	2,4 (± 0,7)bB	7,0 (± 0,8) aC
Sorgo 2	1,3 (± 0,5)bB	11,4 (± 1,0)aB

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.

Nas áreas de sequeiro, as maiores emissões totais de N₂O podem estar relacionadas à manutenção de maior umidade no solo, potencializando a ocorrência de sítios anaeróbios no solo, quando comparado ao SC. Outro fato que pode estar associado a maior emissão de N₂O nas áreas de sequeiro sob PD é que as produtividades do cultivo de inverno foram menores no PD, comparado ao SC, indicando menor exportação de nutrientes do solo, e assim, possivelmente contribuindo para um maior teor de nitrogênio durante a fase inicial da safra.

Tabela 2 - Emissões totais de CH₄ em Planossolo durante o período de safra 2016/17 em função de sistemas de rotação de culturas e de preparo do solo, convencional - SC e plantio direto - PD

	SC	PD
	-----CH ₄ (kg.ha ⁻¹)-----	
Arroz irrigado	520,8 (± 32,0) aA	455,0 (± 27,3) bA
Sorgo 1	7,4 (± 1,2) ^{ns} B	2,5 (± 0,3) ^{ns} B
Soja	3,8 (± 0,0) ^{ns} B	4,1 (± 0,6) ^{ns} B
Sorgo 2	2,3 (± 0,3) ^{ns} B	4,1 (± 0,4) ^{ns} B

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

Não houve diferença na emissão total de CH₄ entre os sistemas de cultivo nas áreas de sequeiro, mas sim no arroz irrigado, e entre este e as demais culturas (Tabela 2). A maior emissão total de CH₄ nas áreas de arroz irrigado se devem à condição de anaerobiose durante a estação de cultivo, que é essencial para a produção de CH₄. A maior emissão de CH₄ no SC, comparativamente ao PD, deve-se à incorporação de matéria orgânica no solo, que atua como substrato à metanogênese e acelera o processo de redução do solo.

O PAGp reflete a contribuição de cada GEE (CH₄ e N₂O) em unidades de dióxido de carbono por hectare. Nas áreas cultivadas com arroz irrigado, o CH₄ foi o GEE predominantemente emitido para atmosfera e em grande quantidade quando comparado aos cultivos de sequeiro. Assim, mesmo que o CH₄ tenha um potencial de aquecimento global bem menor quando comparado ao N₂O, sua elevada emissão no cultivo do arroz irrigado contribuiu para um maior PAGp. Por outro lado, nos cultivos de sequeiro, a contribuição do N₂O foi maior, porém, emitido em menores quantidades para a atmosfera (Tabela 3).

Tabela 3 - Potencial de aquecimento global parcial (PAGp) em Planossolo durante o período de safra 2016/17 em função de sistemas de rotação de culturas e de preparo do solo, convencional - SC e plantio direto - PD

	SC	PD
	-----PAGp (kg CO ₂ equiv.ha ⁻¹)-----	
Arroz irrigado	16.278,8 aA	13.655,5 bA
Sorgo 1	3.464,8 bB	5.246,1 aB
Soja	802,5 bC	2.193,2 aC
Sorgo 2	452,9 bC	3.502,9aC

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.

4. CONCLUSÕES

A inserção de cultivos de sequeiro em rotação com o arroz irrigado em terras baixas apresenta potencial mitigador de emissões de CH₄, assim como no potencial de aquecimento global parcial.

O sistema convencional apresenta maior potencial de emissão de GEE na cultura do arroz irrigado, em relação ao plantio direto, enquanto que, nas culturas de sequeiro ocorre o inverso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SILVA, L. S.; SOUSA, R. O.; POCOJESKI, E. Dinâmica da matéria orgânica em ambientes alagados. In: SANTOS, G. de. A.; SILVA, L. S. da.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Metrópole, 2008. Cap.27, p. 525-541.
- TOWPRAYOON, S.; SM AKGAHN, K.; POONKAEW S. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. **Chemosphere**, Oxford, v.59, p.1547-1556, 2005.
- RANATUNGA, T.; HIRAMATSU, K.; ONISHI, T.; ISHIGURO, Y. Process of denitrification in flooded rice soils. **Competência: Reviews in Agricultural Science**, Yanagido, v.6, p. 21-33, 2018.