

EFEITO DO MANEJO DO SOLO E DO CULTIVO DE VERÃO NAS EMISSÕES DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM TERRAS BAIXAS

CAMILA LEMOS LACERDA¹; ANDERSON DIAS SILVEIRA²; MARLA DE OLIVEIRA FARIAS³; GESSIELE DA SILVA CORRÊA⁴; RODRIGO DE LIMA AMARAL⁵; ANDRESSA ISLABÃO CERONI⁶; WALKYRIA BUENO SCIVITTARO⁷

¹Graduanda em Agronomia, FAEM-UFPEL, camilal95@hotmail.com; ²Mestrando do Programa de Pós-Graduação MACSA-UFPEL, andersonsilveira36@gmail.com; ³Eng.^a Agr.^a, Dra, Bolsista DTI do CNPq, marla.farias@colaborador.embrapa.br; ⁴Graduanda em Química - IFSul, gessiele.correa@hotmail.com; ⁵Graduando em Engenharia Hídric - UFPEL, rodrigo_do_amaral@hotmail.com; ⁶Graduanda em Engenharia Química - IFSul, andressa.ceroni@hotmail.com; ⁷Eng.^a Agr.^a, Dra, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@embrapa.br

1. INTRODUÇÃO

O termo “Efeito Estufa” é normalmente utilizado com conotação negativa. Entretanto, trata-se de um efeito natural e necessário para a manutenção da vida terrestre. No entanto, o efeito estufa intensificou-se no último século pela atividade humana, que é responsável pelo aumento prejudicial na emissão de gases causadores do efeito estufa (GEE) (IPCC, 2007), ocasionando modificações climáticas, fenômeno este conhecido como aquecimento global.

Uma importante ação antrópica responsável pelo aumento na concentração atmosférica de GEE é a atividade agropecuária, da qual a economia brasileira é altamente dependente. No Estado do Rio Grande do Sul, a produção e emissão de GEE assume grande importância, em razão da extensa área cultivada anualmente com arroz irrigado por inundação do solo (>1 milhão de hectares) (SOSBAI, 2014). A soja é outra cultura de grande importância para o Rio Grande do Sul (IBGE, 2015), com intensificação do cultivo nas áreas de terras baixas, em sistema de rotação com o arroz irrigado.

Assume, pois, especial importância o estabelecimento da influência dos fatores ambientais e associados ao manejo das culturas agrícolas sobre as emissões de gases de efeito estufa e a identificação de alternativas com potencial mitigador de a emissão desses gases (ZSCHORNACK et al., 2011).

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar a influência do manejo do solo e do cultivo de verão sobre as emissões de metano e óxido nitroso (N₂O) em terras baixas.

2. METODOLOGIA

O experimento foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS, durante a safra agrícola 2013/2014 (novembro de 2013 a maio de 2014). Foram avaliados três tratamentos: Arroz/SC (arroz irrigado implantado em sistema convencional de preparo na primavera; área mantida em pousio durante o outono-inverno); Arroz/RF (arroz irrigado implantado em semeadura direta na primavera; área preparada com rolo-faca no outono e mantida em pousio no inverno); e Soja/PA (soja implantada em semeadura direta na primavera; área preparada antecipadamente no outono e mantida em pousio no inverno). Os tratamentos foram dispostos em delineamento de faixas de 7 m x 100 m. Em cada faixa foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, do tipo câmara estática fechada

(MOSIER, 1989), com três repetições. As amostras de ar foram coletadas semanalmente, com exceção às semanas subsequentes à realização das adubações nitrogenadas em cobertura para o arroz em que a frequência de amostragem foi reduzida a intervalos de dois dias. As câmaras foram hermeticamente fechadas durante as coletas pela colocação de água em canaletas existentes na parte superior das bases onde as câmaras foram apoiadas (GOMES et al., 2009). As coletas foram realizadas no horário de 9:00 h e 11:00 h da manhã, utilizando-se seringas de polipropileno (20 mL) no tempos zero, 5, 10 e 20 minutos após o fechamento dos sistemas coletores. Em cada tempo, ventiladores instalados no topo das câmaras realizaram a homogeneização do ar no interior das mesmas durante 30 segundos.

As amostras coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa no laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS e os fluxos de CH₄ e N₂O foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração dos gases e o tempo de coleta. Determinou-se também, a emissão total pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de CH₄ e de N₂O do solo (GOMES et al., 2009). Com base na emissão acumulada de CH₄ e de N₂O, foi calculado o potencial de aquecimento global parcial (PAGp), que considera o potencial de aquecimento de cada gás em relação ao CO₂ (25 vezes para o CH₄ e 298 para o N₂O). Os fluxos diários e as emissões totais foram analisados de forma descritiva (média ± desvio padrão).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O principal fator determinante das emissões de metano em terras baixas foi a espécie cultivada; ambas as áreas cultivadas com arroz apresentaram diversos picos de emissão elevada de CH₄ ao longo do período de cultivo, decorrentes da condição de anaerobiose estabelecida pela irrigação por inundação do solo. Os dois maiores picos de emissão de metano ocorreram no 49º e 56º dia após o início das avaliações, de 357,4 e 322,0 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹, na área cultivada com arroz sob preparo convencional de primavera (Arroz/SC), e 424,1 e 289,4 g CH₄ ha⁻¹ h⁻¹, na área preparada com rolo-faca no outono (Arroz/RF), correspondendo ao início da fase reprodutiva do arroz. Após, foram observados dois eventos sucessivos de influxo de metano, aos 61º e 67º dias após o início das avaliações, possivelmente associadas à instabilidade temporária na manutenção da lâmina de irrigação para o arroz, condicionando a oxidação do solo (Figura 1b). O consumo de CH₄ em lavouras de arroz irrigado é resultado da atividade de bactérias metanotróficas, ocorrendo em zonas oxidadas, com sobreposição dos gradientes de CH₄ e O₂ (AULAKH et al., 2001), ou ainda pela intermitência na inundação do solo, estabelecendo ambiente aeróbio (SINGH et al., 2003). Na área cultivada com soja, as emissões de CH₄ foram muito próximas de zero ao longo de todo o período de avaliação (Figura 1b), em razão da manutenção do solo drenado para sua produção, inibindo a atividade dos micro-organismos metanogênicos.

Com relação ao N₂O, independentemente do tratamento, as emissões foram de baixa magnitude, determinando-se alternância entre valores baixos de emissão e influxos. De maneira geral, as maiores emissões de N₂O ocorreram no período inicial de desenvolvimento das culturas de verão, especialmente entre o dia zero até o 25º dia após o início das avaliações. Os dois maiores picos de emissão de N₂O em ambas as áreas cultivadas com arroz irrigado corresponderam, respectivamente, a 1.903 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹ (25º dia) e 1.164 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹ (dia zero), na área sob preparo convencional de primavera, e a 11.403 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹ (8º dia) e 4.728 mg N₂O ha⁻¹ h⁻¹ (25º dia), na área

preparada com rolo-faca no outono (Figura 1c). Esses picos ocorreram subsequente à realização da primeira adubação nitrogenada em cobertura para o arroz, que é realizada em solo seco, imediatamente antes ao início da irrigação por inundação do solo. Em lavouras de arroz irrigado, as emissões de N_2O estão associadas à adubação nitrogenada e à alternância nas condições de oxirredução do solo, que predispõe a ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação (REDDY; DELAUNE, 2008), que têm o N_2O como produto intermediário.

Na área sob preparo antecipado e cultivada com soja, o pico máximo de emissão de óxido nitroso ocorreu no 37º dia após o início das avaliações, ou seja, 10 dias após ao das áreas cultivadas com arroz irrigado. A magnitude desse pico foi, também, bem maior que nas áreas cultivadas com arroz, atingindo $33.126 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Na sequência, as emissões de N_2O na lavoura de soja decresceram rapidamente até 51º dia após o início das avaliações; a partir desse momento até o final do ciclo da cultura, as emissões apresentaram um padrão aproximadamente uniforme, caracterizado pela oscilação entre valores médios e baixos de emissão, eventualmente intercalados por eventos de influxo, de baixa magnitude. Coincidindo com a fase de floração, ocorreu, ainda, um último pico de emissão de N_2O , de $1.173 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, aos 328 dias após o início das avaliações (Figura 1c). Atribui-se o maior potencial de emissão de N_2O da área cultivada com soja, relativamente ao arroz irrigado, ao elevado potencial de fixação de N da soja, mesmo em terras baixas, gerando resíduos ricos no nutriente. Ademais, nesse ambiente, em razão da baixa condutividade hidráulica do solo, é comum a alternância nas condições de oxidação/redução do solo, especialmente após eventos de precipitação intensa (Figura 1a), as quais são favoráveis à ocorrência dos processos de nitrificação/desnitrificação.

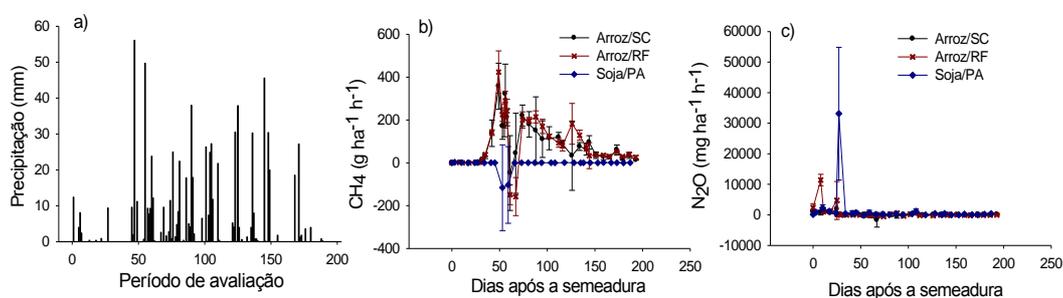


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de metano (b) e de óxido nitroso em Planossolo, em função do manejo do solo e cultivo de verão.

Os tratamentos com cultivo de arroz irrigado apresentaram maior emissão acumulada de metano, enquanto que na área cultivada com soja as emissões foram negativas (Figura 2a). Estes resultados comprovam a importância da rotação de culturas para a mitigação das emissões de gases de efeito estufa em terras baixas.

Por sua vez, a emissão acumulada de óxido nitroso foi maior na área cultivada com soja ($5,7 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$), seguida pelos tratamentos Arroz/RF ($2,1 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$) e Arroz/SC ($0,1 \text{ kg } N_2O \text{ ha}^{-1}$) (Figura 2b). Esse resultado confirma observações de que o arroz irrigado por inundação contínua apresenta baixo potencial de emissão de óxido nitroso (ZSCHORNACK, 2011), demonstrando, ainda que o cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado potencializa as emissões de N_2O .

O metano foi o principal componente do Potencial de Aquecimento Global parcial (PAGp) em ambas as áreas cultivadas com arroz irrigado, com magnitude

bastante superior à da área cultivada com soja (Figura 2c). Por sua vez, o PAGp da área cultivada com soja foi preponderantemente (98,1%) determinado pelo N₂O.

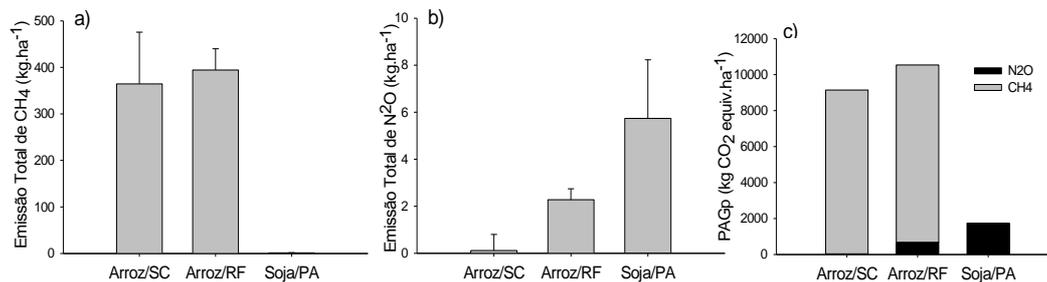


Figura 2. Emissão total de CH₄ (a) e de N₂O (b) e potencial de aquecimento global parcial (PAGp) (c) de Planossolo.

4. CONCLUSÕES

O cultivo de soja em rotação com o arroz irrigado praticamente elimina as emissões de metano em terras baixas, representando uma alternativa promissora para a mitigação desse GEE. Embora potencialize a emissão de N₂O, a rotação com soja reduz consideravelmente o potencial de aquecimento global em terras baixas.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AULAKH, M. S.; KHERA, T. S.; DORAN, J. W.; BRONSON, K. F. Denitrification, N₂O and CO₂ fluxes in rice-wheat cropping system as affected by crop residues, fertilizer N and legume green manure. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 34, p. 375-389, 2001
- 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.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Séries: históricas e estatísticas**. Acessado em 15 jan. 2015. Online. Disponível em: <http://seriesestatisticas.ibge.gov.br>.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis: Summary for Policymakers**. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva: Switzerland, 2007.
- REDDY, K. R.; DeLAUNE, R. D. **Biogeochemistry of wetlands: science and applications**. New York: CRC, 2008. 780 p.
- SINGH, S. N. et al. Investigating options for attenuating methane emission from Indian rice fields. **Environmental International**, New York, v. 29, p. 547-553, 2003.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.
- 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.
- ZSCHORNACK, T. **Emissões de metano e de óxido nitroso em sistemas de produção de arroz irrigado no Sul do Brasil e potencial de mitigação por práticas de manejo**. 2011. 101 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.