

EMISSIONES DE METANO E ÓXIDO NITROSO DE PLANOSSOLO CULTIVADO COM SOJA EM FUNÇÃO DO MANEJO DO SOLO

Marla de Oliveira Farias¹; Anderson Dias Silveira²; Gerson Lubke Büss³; Camila Lemos Lacerda⁴; Gessiele Corrêa da Silva⁵; Walkyria Bueno Scivittaro⁶; Rogério Oliveira de Sousa⁷

Palavras-chave: gases de efeito estufa; potencial de aquecimento global; terras baixas; *Glycine max* L.

INTRODUÇÃO

O aquecimento global é causado pelo aumento da concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera, com destaque para o dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O), devido principalmente às atividades antrópicas, tais como o desmatamento, as queimadas e as atividades agropecuárias (IPCC, 2007).

A agricultura está diretamente relacionada à concentração de gases de efeito estufa no planeta, através dos processos básicos que ocorrem no sistema solo-planta, contribuindo com aproximadamente 22% do total das emissões (IPCC, 2007). Os solos agrícolas podem atuar como fonte ou dreno de GEE, dependendo das práticas de manejo utilizadas (JOHNSON et al., 2005).

Emissões relevantes de metano são observadas em solos cultivados com arroz irrigado por inundação, respondendo por 15% a 20% das emissões. Nesse ambiente, a produção de CH₄ está associada à decomposição microbiana de materiais orgânicos, sob condições anaeróbicas (LE MER & ROGER, 2001). Já as emissões de N₂O no cultivo de arroz irrigado estão relacionadas com a dinâmica do nitrogênio (N) no solo, sendo influenciadas, principalmente, pelas adições de fertilizantes nitrogenados e condições de oxirredução do solo (LIU et al., 2010).

O Rio Grande do Sul é o maior produtor nacional de arroz irrigado, com área cultivada superior a um milhão de hectares por ano (SOSBAL, 2014). O monocultivo de arroz irrigado em rotação à pecuária extensiva resultou ao longo dos anos em diversas consequências negativas ao ambiente de terras baixas, como a degradação do solo, a infestação das áreas com plantas daninhas, particularmente o arroz vermelho, e a queda do rendimento da cultura (SANTOS, 2013). Na busca de reverter essa situação e considerando o elevado valor econômico obtido pela soja nos últimos anos, houve grande expansão do cultivo dessa oleaginosa em rotação ao arroz irrigado. A pesquisa vem tentando suprir o sistema produtivo com informações sobre o manejo da cultura, bem como sobre os impactos ambientais de sua introdução no frágil agroecossistema de terras baixas do Sul do Brasil.

Nesse contexto, realizou-se o presente trabalho, que teve por objetivo avaliar as emissões de metano e de óxido nitroso de Planossolo cultivado com soja em função da época e das operações de preparo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão-RS. As avaliações das emissões de

¹ Dr^a. Eng^a Agr^a.; Bolsista DTI do CNPq; Embrapa Clima Temperado, BR 392, km 78, Pelotas-RS, CEP: 96010-971; marla.farias@colaborador.embrapa.br.

² Engenheiro Agrônomo; FAEM/UFPEL.

³ Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos-UFPEL.

⁴ Graduanda em Agronomia; FAEM/UFPEL.

⁵ Graduanda em Química; IFSul/Campus Visconde da Graça.

⁶ Dr^a. Eng^a. Agr^a. Pesquisadora; Embrapa Clima Temperado.

⁷ Dr. Eng. Agr. Professor associado; FAEM/UFPEL.

GEE foram realizadas no cultivo da soja, na safra de 2013/2014 (22 de novembro de 2013 a 26 de maio de 2014), em área previamente cultivada com arroz irrigado (safra 2012/2013). A soja, cultivar BRS 246 RR, foi semeada no dia 06/11/2013, porém, teve de ser ressemeada em 28/12/2013 em função do não desenvolvimento satisfatório da cultura na primeira semeadura.

Avaliaram-se dois sistemas de manejo do solo no cultivo da soja: soja cultivada em sistema plantio direto sobre a resteva de arroz, com a manutenção da área em pousio durante o outono/inverno de 2013 (Soja/PD), e soja cultivada em área preparada no outono/inverno de 2013 (preparo antecipado) (Soja/PA). Os tratamentos foram dispostos em delineamento de faixas, com dimensões de 10 m x 100 m. Em cada faixa foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, que constituíram as repetições dos tratamentos.

Monitoraram-se as precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação (Figura 1a). As coletas de ar para análise das concentrações de CH₄ e N₂O foram realizadas semanalmente, utilizando-se o método da câmara estática fechada (MOSIER, 1989). As câmaras utilizadas foram dispostas sobre bases no período compreendido entre 9:00 h e 11:00 h. O fechamento hermético do conjunto câmara-base se deu pela colocação de água em canaleta disposta na parte superior das bases onde as câmaras eram apoiadas (GOMES et al., 2009). O ar no interior das câmaras era homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, com uso de ventiladores dispostos na parte superior das câmaras, e a temperatura interna monitorada. As amostras de ar do interior das câmaras foram coletadas com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0; 5; 10 e 20 minutos após seu fechamento.

As concentrações de CH₄ e de N₂O 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. Com base na emissão acumulada de CH₄ e N₂O, calculou-se o potencial de aquecimento global parcial (PAGp). Os fluxos diários e as emissões totais de CH₄ e de N₂O foram analisados por estatística descritiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de CH₄ variaram de -0,5 g ha⁻¹ h⁻¹ (Soja/PA) a 3,1 g ha⁻¹ h⁻¹ (Soja/PD) aos 53 dias e aos 24 dias após o início das avaliações, respectivamente. Independentemente do sistema de preparo do solo, plantio direto ou preparo antecipado, as emissões de CH₄ foram baixas durante o período de cultivo da soja, determinando-se, inclusive, em algumas das avaliações realizadas, valores de fluxos negativos, ou seja, influxo de metano (Figura 1b), o que se explica pelas condições de solo drenado que predominaram durante a maior parte do período de cultivo da soja, a despeito desta ter sido cultivada no ambiente de terras baixas. Este resultado indica que o cultivo da soja em rotação ao arroz irrigado apresenta elevado potencial de mitigar as emissões de metano do solo, podendo, em determinados momentos, atuar, até mesmo, como dreno desse gás de efeito estufa. Isto porque o cultivo da soja em terras baixas requer o estabelecimento de um sistema de drenagem efetivo, que evite ou minimize os períodos de manutenção do solo saturado, que predisõem a produção e emissão de metano do solo.

Considerando os diferentes manejos adotados no cultivo da soja, o tratamento em que a soja foi cultivada em sistema plantio direto foi responsável pelos maiores picos de emissão de CH₄ (Figura 1b), o que possivelmente se explica pela presença e manutenção de maior umidade em sistemas não submetidos ao revolvimento do solo. De acordo com Mosier, et al. (2004) as operações de preparo do solo promovem a aeração, ocorrendo à diminuição da emissão de CH₄ no solo, devido à oxidação aeróbia pelas bactérias metanotróficas.

De acordo com a Figura 1c, fluxos máximos de N₂O foram observados aos 27 dias após o início das avaliações, no tratamento com preparo antecipado do solo no outono/inverno (Soja/PA) (33.126 mg ha⁻¹h⁻¹), e aos 41 dias após o início das avaliações, no tratamento Soja/PD (25.979 mg ha⁻¹h⁻¹).

Em ambos os manejos do solo, plantio direto e preparo antecipado, determinaram-se picos de emissão de N_2O aos 27 dias após o início das avaliações (Figura 1c), o que possivelmente esteja relacionado à ocorrência de um período prévio de estiagem (Figura 1a), que exigiu a irrigação da área por inundação intermitente (banho), para garantir a ação de dessecante aplicado anteriormente à ressemeadura da soja. Isto elevou a umidade do solo e estabeleceu microsítios anaeróbicos, condição que, associada à presença de fonte de carbono lábil e de temperaturas elevadas, estimulou a atividade de micro-organismos associados aos processos de nitrificação/desnitrificação, geradores de fluxos de N_2O (BAGGS et al., 2003). Após esse período, as emissões de óxido nitroso medidas na área sob preparo antecipado foram de baixa magnitude ou nulas. Já no tratamento em que a soja foi semeada em sistema plantio direto observam-se, ainda, três outros picos de emissão de N_2O , com valores $25.979 \text{ mg ha}^{-1}\text{h}^{-1}$, aos 41 dias, $8.906 \text{ mg ha}^{-1}\text{h}^{-1}$, aos 45 dias, e $6.725 \text{ mg ha}^{-1}\text{h}^{-1}$, aos 80 dias após o início das avaliações (Figura 1c). A manutenção da palha do arroz na superfície do solo durante o período de entressafra possivelmente seja a causa desse comportamento, que coincidiu com períodos de chuvas mais intensas (Figura 1a), podendo estar relacionado, ainda, à menor difusão de oxigênio decorrente da compactação do solo, na ausência de revolvimento (BAGGS et al., 2003).

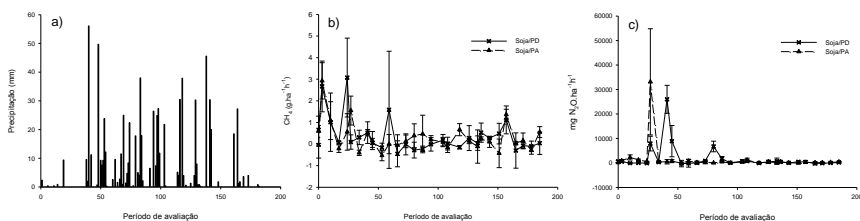


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxos de CH_4 (b) e de N_2O (c) em Planossolo cultivado com soja, em função do preparo do solo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Com relação às emissões totais de CH_4 (Figura 2a), o tratamento em Soja/PD apresentou maior emissão ($1,45 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$), comparativamente ao Soja/PA ($1,26 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$). Independentemente do sistema, as emissões de CH_4 foram baixas, indicando que a inserção da soja em rotação ao arroz irrigado em Planossolo é uma opção eficiente na mitigação das emissões de CH_4 em terras baixas. As emissões acumuladas de N_2O (Figura 2b) também foram maiores no tratamento Soja/PD ($7,88 \text{ kg NO}_2 \text{ ha}^{-1}$), mostrando que a ausência de revolvimento do solo, somada à presença da palha em superfície, que mantém a umidade e age como fonte de C e N lábeis, favorece os processos de nitrificação/desnitrificação e, portanto, a emissão do N_2O (BAGGS et al., 2003).

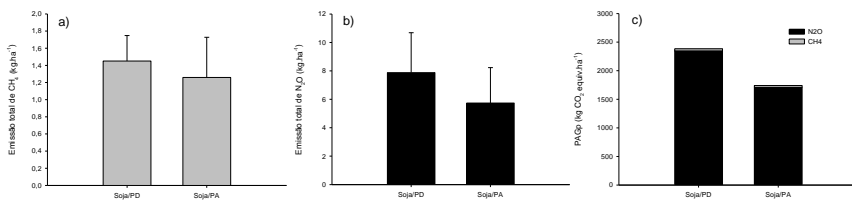


Figura 2. Emissão total de CH_4 (a), de N_2O (b) e o PAGp (c) em área de soja, sob diferentes sistemas de manejo. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

A comparação entre os sistemas de preparo do solo para a soja mostra que Soja/PD

apresentou maior PAGp (2384 kg CO₂ equiv.ha⁻¹) relativamente ao Soja/PA (1741 kg CO₂ equiv. ha⁻¹), sendo o N₂O o principal componente do PAGp dos sistemas avaliados (Figura 2c). Segundo Gomes et al. (2009), a emissão de N₂O é um dos fatores que mais contribui para o aumento do PAG em sistemas cultivados com espécies leguminosas.

CONCLUSÃO

O preparo antecipado do solo, durante a entressafra, reduz as emissões de metano e óxido nitroso durante o cultivo da soja, relativamente à cultura semeada em sistema plantio direto.

Independentemente do manejo do solo na entressafra, o cultivo de soja em terras baixas proporciona baixas emissões de metano, representando uma alternativa promissora para a mitigação das emissões desse GEE. O óxido nitroso é o principal componente do potencial de aquecimento global parcial de Planossolo cultivado com soja.

AGRADECIMENTOS

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

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, 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.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. In: SOLOMON, D. et al. (Eds). **Climate Change 2007 - The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge. Cambridge University, 2007. p. 1-18.

JOHNSON, J. M. F., et al. Greenhouse gas contributions and mitigation potential of agriculture in the central USA. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 83, n. 1, p. 73-94, 2005.

LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: a review. **European Journal of Soil Biology**, Paris, v. 37, n. 1, p. 25-50, 2001.

LIU, S. et al. Effects of water regime during rice-growing season on annual direct N₂O 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., et al. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soil: sources, sinks and mechanisms. **Environment, Development and Sustainability**, Berlin, v. 6, n. 1, p. 11-49, 2004.

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.

SANTOS, C. E. **Um casamento promissor**. Anuário Brasileiro do Arroz, Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz, 2013, p. 90-91.

SOCIEDADE SUL BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO - SOSBAI. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. In: REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 30., 2014, Santa Maria: SOSBAI, 2014. p. 9-13.