

INFLUÊNCIA DO MANEJO DA IRRIGAÇÃO NOS FLUXOS DE METANO E ÓXIDO NITROSO NO CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO

Jonas Wesz¹; Rogério Oliveira de Sousa²; Walkyria Bueno Scivittaro³; Clenio Nailto Pillon³; Cimelio Bayer⁴; Roberto Carlos Doring Wolter⁵; Juliana Brito da Silva⁵; Carla Machado da Rosa⁶; Tiago Zschornack⁷; Gerson Lübke Buss¹; Marcelo Machado Soncini⁸; Claudia Filomena Schneider Sehn⁸

Palavras-chave: Gases de efeito estufa, potencial de aquecimento global, irrigação intermitente, irrigação contínua

INTRODUÇÃO

A agropecuária é responsável por mais da metade das emissões globais antrópicas de metano (CH_4) e óxido nitroso (N_2O). No Brasil, com sua economia dependente do agronegócio, a agropecuária aumenta proporcionalmente sua participação sendo responsável por 91% das emissões de CH_4 e 94% das emissões de N_2O (CERRI & CERRI, 2007). O cultivo de arroz irrigado é responsável por uma pequena parcela das emissões totais de metano em nível nacional, contudo, a maior parte da área plantada que utiliza o sistema de alagamento permanente está no Rio Grande do Sul, tornando o estado o principal emissor relacionado à atividade, com mais de 65% do total emitido de CH_4 (MCT, 2006).

O sistema de manejo da irrigação com alagamento contínuo, amplamente utilizado nas lavouras orizícolas da Região Sul do país, proporciona condições anaeróbias no solo que favorecem a produção e a emissão de CH_4 (BUENDIA et al., 1997). Práticas de drenagem durante o período de cultivo, como as que ocorrem nos sistemas de irrigação intermitente, tem apresentado maior eficiência na redução das emissões de metano, quando comparados com o alagamento contínuo (TOWRAYOONA et al., 2005; TYAGI et al., 2010), pois a aeração temporária, embora tenha a ação de potencializar as emissões de N_2O , promove uma condição aeróbia no solo que suprime a metanogênese. O manejo da água é uma das ferramentas mais importantes na produção de arroz e também é designada como sendo a opção mais promissora para a mitigação de metano (TYAGI et al., 2010).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do manejo da água de irrigação sobre as emissões de metano e de óxido nitroso em um Planossolo alagado cultivado com arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante a safra 2010/2011, em um Planossolo Háplico eutrófico solódico na área experimental da Estação Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado. O experimento foi delineado em blocos ao acaso com quatro repetições. Para o presente estudo, foram selecionados dois dos tratamentos de manejo da água de irrigação: (i) Irrigação contínua: o solo foi alagado com as plantas de arroz no estádio de desenvolvimento V_3 (COUNCE et al., 2000), sendo mantida a lâmina de água até a colheita (sistema de irrigação convencional) e; (ii) Irrigação intermitente: o solo foi alagado com as plantas em estádio V_3 mantendo-se a lâmina de água até V_7 , neste momento foi realizada a drenagem e a irrigação suprimida até R_1 , quando então foi estabelecida novamente a lâmina de água sendo esta mantida até a colheita.

¹ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos, Universidade Federal de Pelotas, Campus Universitário Capão do Leão, s/n, Capão do Leão-RS, Cx. Postal 354, CEP 96010-900, jonaswesz@yahoo.com.br; gersonlubke@yahoo.com.br

² Professor Associado do Departamento de Solos - UFPel, rosousa@ufpel.tchhe.br

³ Pesquisador Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@cpact.embrapa.br; pillon@cpact.embrapa.br

⁴ Professor Associado do Departamento de Solos - UFRGS, cimelio_bayer@ufrgs.br

⁵ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos - UFPel, robertowolter@gmail.com; julianabrit@gmail.com

⁶ Pós-doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFRGS, carlamrosa@yahoo.com.br

⁷ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo - UFRGS, tivizs@yahoo.com.br

⁸ Graduando do Curso de Agronomia - UFPel, mmsoncini@terra.com.br; claudia_fsse@hotmail.com

O solo da área experimental foi preparado no sistema convencional e a semeadura realizada dia 27 de outubro de 2011 com a cultivar BRS Querência aplicando-se neste momento a adubação de base equivalente a 250 kg ha⁻¹ da formulação 05-20-20. A adubação nitrogenada de cobertura, 110 kg ha⁻¹ na forma de ureia, foi parcelada em duas aplicações, a primeira delas quando as plantas de arroz atingiram estádio de desenvolvimento V₃, momentos antes do alagamento das parcelas, e a segunda com as plantas em R₁.

As coletas de ar para análise do CH₄ e do N₂O foram realizadas ao longo do período de irrigação no cultivo do arroz, com intervalos de mais ou menos 7 dias. Para isso, foram instaladas, previamente ao alagamento, duas bases de alumínio (64 x 64 cm) em uma das repetições de cada tratamento. No momento das amostragens, realizadas sempre entre as 9 e 12 horas, câmaras de alumínio foram dispostas sobre as bases, sendo que o fechamento hermético do conjunto câmara-base foi obtido pela colocação de água na canaleta na parte superior da base onde a câmara era apoiada (GOMES et al., 2009). As amostras de ar do interior da câmara foram tomadas manualmente com auxílio de seringas de polipropileno (20 mL) nos tempos 0, 5, 10 e 20 minutos após fechamento da mesma. O ar no interior da câmara era homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem por meio de ventiladores presentes na parte superior da câmara e a temperatura interna era monitorada com auxílio de um termômetro digital de haste com display externo. Imediatamente após a amostragem, as seringas foram acondicionadas em caixa térmica e mantidas em baixa temperatura sendo analisadas em um período de até 24 horas no laboratório de Biogeoquímica Ambiental da UFRGS.

As concentrações de CH₄ e N₂O foram determinadas em cromatógrafo gasoso e os fluxos calculados utilizando-se a equação: $f = (\Delta Q/\Delta t).(PV/RT).(M/A)$. Onde, f é o fluxo de CH₄ e N₂O ($\mu\text{g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$), 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 atm L mol⁻¹ 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 (m²). A taxa de aumento do gás no interior da câmara foi obtida pelo coeficiente angular da equação da reta ajustada entre a concentração dos gases e o tempo. A partir dos valores de fluxo calculados, foi estimada a emissão total do período (111 dias), calculada pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de N₂O e de CH₄ 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 dióxido de carbono – CO₂ (25 vezes para o CH₄ e 298 para o N₂O). Os fluxos diários e a emissão total foram analisados de forma descriptiva (média ± desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de CH₄ do solo apresentaram uma variação temporal similar, mas em magnitudes distintas de acordo com o manejo da água de irrigação utilizado (Figura 1). A drenagem do solo realizada a partir de 31 dias de alagamento promoveu a redução nos fluxos de metano, mantendo-os em níveis inferiores ao tratamento com lâmina permanente de água. As emissões de CH₄ iniciaram, de forma mais expressiva, 25 dias após o alagamento (DAA), atingindo valores máximos de 189,5 g ha⁻¹ h⁻¹ aos 71 dias, no alagamento contínuo. O tratamento intermitente teve sua emissão de metano cessada aos 35 DAA em virtude da drenagem do solo, enquanto que a reentrada de água a partir do 37º DAA, por outro lado, favoreceu as emissões de CH₄, cujo pico de (59,4 g ha⁻¹ h⁻¹) foi atingido também aos 71 DAA, sendo este valor 69% inferior ao emitido pelo tratamento com lâmina de água permanente. À medida que o solo adquire uma condição aeróbia, os compostos reduzidos são rapidamente oxidados (RATERING & CONRAD, 1998) e assim, deixa de existir a condição de redução do solo necessária à produção de CH₄. Ambos os tratamentos

atingiram a máxima emissão 71 DAA do solo (Figura 1), durante o estádio de florescimento do arroz, período no qual Towprayoon et al. (2005) também observaram as maiores taxas de emissão de CH_4 .

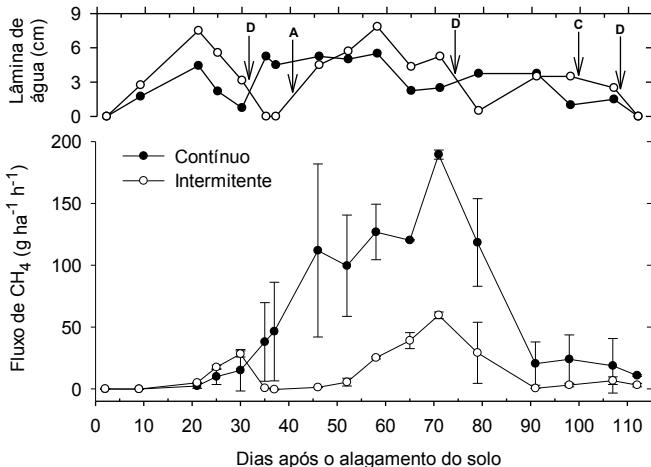


Figura 1. Altura da lâmina de água (a), fluxo de CH_4 (b) em um Planossolo cultivado com arroz irrigado sob diferentes sistemas de manejo da água de irrigação. D = drenagem; A = alagamento; C = colheita. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

As emissões de N_2O foram praticamente nulas no tratamento de irrigação contínuo variando de $-0,4$ a $0,6 \text{ g ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ao longo de todo o período em que o solo se manteve alagado no cultivo do arroz (dados não apresentados). Esta variação nos fluxos foi semelhante à obtida no tratamento com irrigação intermitente, diferenciando-se apenas nos sete dias em que o solo esteve drenado quando elevaram-se as emissões de N_2O até o pico de $9,9 \text{ g ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. A drenagem do solo realizada no 31º DAA no tratamento intermitente, induziu a produção e a emissão de N_2O do solo, processo que ocorre devido à entrada e disponibilidade de oxigênio adequada no solo para a produção de N_2O como produto intermediário dos processos de nitrificação e desnitrificação (TOWPRAYOON et al., 2005). Esta “inversão” nas taxas de emissão de metano e óxido nitroso que ocorreu entre o 35º e o 46º DAA pelo efeito da drenagem também foi verificada em outros trabalhos (CAI et al., 1997; TOWPRAYOON et al., 2005; JOHNSON-BEEBOUT et al., 2009). A manutenção da lâmina de água no tratamento com irrigação contínua, assim também como no tratamento intermitente quando alagado, resultou em um fluxo de N_2O próximo a zero devido a existência de condições estritamente anaeróbias, as quais restringem a emissão de N_2O (TOWPRAYOON et al., 2005; JOHNSON-BEEBOUT et al., 2009). Liu et al. (2010) também não constataram nenhum incremento nas taxas de emissão de N_2O durante o cultivo do arroz sob lâmina permanente de água, mesmo após aplicações de nitrogênio (uréia).

A emissão total de metano no tratamento sob alagamento intermitente foi de $36,1 \pm 2,3 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$, 77% menor que a emissão total no tratamento sob alagamento contínuo ($159,8 \pm 53,5 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1}$) (dados não apresentados). Para o óxido nitroso, os fluxos totais foram de $1,7 \pm 0,76 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$ no tratamento intermitente e de $-0,1 \pm 0,05 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$ no tratamento com alagamento contínuo. Cai et al. (1997) também encontraram fluxos negativos em seus trabalhos, fato que ocorre provavelmente porque sob condições prolongadas de alagamento, o N_2O presente no solo pode ser biologicamente reduzido à N_2 , o que contribuiria inclusive para mitigação das emissões de N_2O do solo.

A comparação entre os sistemas de manejo da água foi realizada pela conversão das emissões de CH_4 e N_2O em potencial de aquecimento global parcial (PAGp). O tratamento com manejo da irrigação intermitente apresentou um PAGp de 1401,6 kg CO_2 equiv. ha^{-1} , o que significa uma redução de 64% em relação ao tratamento contínuo, que apresentou um PAGp de 3941,9 kg CO_2 equiv. ha^{-1} (dados não apresentados). Como o fluxo de N_2O foi praticamente nulo com a irrigação contínua, o CH_4 foi responsável por todo o PAGp neste tratamento. A drenagem do solo reduziu a participação do CH_4 para 64% (902,5 kg CO_2 equiv. ha^{-1}) do PAGp no tratamento intermitente e, consequentemente, aumentou a participação do N_2O no PAGp para 36% (499,2 kg CO_2 equiv. ha^{-1}) (dados não apresentados).

CONCLUSÃO

A drenagem do solo promove uma redução na emissão de CH_4 , entretanto, intensifica as emissões de N_2O do solo. O sistema de irrigação intermitente reduz o potencial de aquecimento global parcial quando comparado com o sistema de alagamento contínuo no cultivo de arroz irrigado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq e FAPERGS pelo auxílio financeiro e bolsas de estudo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUENDIA, L.V.; NEUE, H.U.; WASSMANN, R.; LANTIN, S.; JAVELLANA, A.M. Understanding the nature of methane emission from rice ecosystem as basis of mitigation strategies. *Applied Energy*, v. 56, p. 433-444. 1997.
- CAI, Z.; XING, G.; YAN, X.; XU, H.; TSURUTA, H.; YAGI, K.; MINAMI, K. Methane and nitrous oxide emissions from rice paddy fields as affected by nitrogen fertilisers and water management. *Plant and Soil*, v. 196, p. 7-14, 1997.
- CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Seqüestro de carbono em solos na América Latina. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, p. 40-44, 2007.
- COUNCE, P.A.; KEISLING, T.C. & MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, v. 40, n. 2, p. 436-443, 2000.
- GOMES, J.; BAYER, C.; COSTA, F.S.; PICCOLO, M.C.; ZANATTA, J.A.; VIEIRA, F.C.B. & SIX, J. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. *Soil and Tillage Research*, v. 106, n. 1, p. 36-44, 2009.
- JOHNSON-BEEBOUT, S.E.; ANGELES, O.R.; ALBERTO, M.C.R.; & BURESH, R.J. Simultaneous minimization of nitrous oxide and methane emission from rice paddy soils is improbable due to redox potential changes with depth in a greenhouse experiment without plants. *Geoderma*, v. 149, p. 45-53, 2009.
- LIU, S.; QIN, Y.; ZOU, J.; LIU, Q. Effects of water regime during rice-growing season on annual direct N_2O emission in a paddy rice-winter wheat rotation system in a southeast China. *Science of the Total Environment*, v. 408, p. 906-913, 2010.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT. Primeiro Inventário Brasileiro de Emissões Antrópicas de Gases de Efeito Estufa - Relatórios de Referência. Disponível em: <<http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/17341.html.%3E>>. Acesso em: 28 abril 2011.
- RATERING, S. & CONRAD, R. Effects of short-term drainage and aeration on the production of methane in submerged rice soil. *Global Change Biology*, v. 4, n. 4, p. 397-407, 1998.
- TOWPRAYOONA, S.; SMAKGAHN, K.; POONKAEW S. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. *Chemosphere*, v. 59, p. 1547-1556, 2005.
- TYAGI, L.; KUMARI, B. & SINGH, S.N. Water management – A tool for methane mitigation from irrigated paddy fields. *Science of Total Environment*, v. 408, n. 5, p. 1085-1090, 2010.