

EMISSIONES ANUAIS DE ÓXIDO NITROSO EM PLANOSSOLO SOB INFLUÊNCIA DO MANEJO DO SOLO E DO CULTIVO DE VERÃO

Walkyria Bueno Scivittaro¹; Gessiele da Silva Corrêa²; Anderson Dias Silveira³; Marla de Oliveira Farias⁴; Camila Lemos Lacerda⁵; Patrícia Maciejewski⁶; Gerson Lubke Büs⁶; Rogério Oliveira de Sousa⁷; Julio José Centeno da Silva¹

Palavras-chave: gás de efeito estufa, terras baixas, arroz irrigado, soja.

INTRODUÇÃO

O óxido nitroso (N_2O) é um gás de efeito estufa (GEE) cuja concentração na atmosfera tem aumentado a uma taxa aproximada de 0,75 ppb ao ano desde o início das medições. Em 2011, a concentração atmosférica média de N_2O foi de 324 ppb (IPCC, 2013). Os solos são responsáveis por 36% das emissões globais de N_2O , cuja produção está associada à presença de fonte de carbono orgânico e dos íons amônio e nitrato (SCHLESINGER, 2013).

Na agricultura, o óxido nitroso origina-se, principalmente, nos processos biológicos de nitrificação e desnitrificação, que ocorrem no solo. Em condições aeróbias, bactérias nitrificadoras convertem amônio em nitrato, podendo resultar na emissão de N_2O , como produto intermediário das reações de oxidação do nitrogênio (N). Mas em condições anaeróbias, o N_2O é gerado no processo de redução do nitrato a amônio, por microorganismos desnitrificadores (BARTON et al., 2008). Assim, a produção de N_2O é favorecida pelo aumento na disponibilidade de formas minerais de N, seja por meio da adição de fertilizantes sintéticos ou adubos orgânicos, ou ainda, pela deposição de resíduos agrícolas e excretas de animais.

O balanço entre a produção e o consumo de N_2O no solo depende de mecanismos físicos, que variam com a temperatura e umidade (RAFIQUE et al., 2011). Assim, os sistemas de culturas e de manejo do solo, por alterarem a disponibilidade de fontes de carbono e nitrogênio, podem promover variações nas emissões de N_2O .

No Rio Grande do Sul, dados do setor orizícola revelam aumento significativo do preparo antecipado do solo, que apresentava área próxima a 100 mil hectares no início da década de 90, passando a cerca de 700 mil hectares em 2010. No mesmo período, a área preparada no sistema convencional decresceu de cerca de 650 mil ha para menos de 260 mil hectares (IRGA, 2014). Essa conversão de sistemas implica em redução média de 33% nas emissões de metano (CH_4) associadas à lavoura de arroz irrigado, visto que no preparo antecipado a movimentação do solo ocorre no outono/inverno, possibilitando que a grande parte da palha do arroz seja decomposta sob condições aeróbias (BAYER et al., 2013). Pouco se conhece sobre a influência do sistemas de culturas e de preparo do solo sobre as emissões de N_2O em terras baixas.

Pelo exposto, realizou-se um trabalho para avaliar a influência das operações de preparo do solo e da cultura de verão nas emissões de óxido nitroso em Planossolo, durante os períodos de entressafra e safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. As avaliações de emissões de N_2O

¹Engenheiro(a) Agrônomo(a), Dr.(a), Pesquisador(a) da Embrapa Clima Temperado, Caixa Postal 403, Pelotas-RS, CEP 96010-971, walkyria.scivittaro@embrapa.br

²Graduanda em Química, IFSul/Campus Visconde da Graça.

³Engenheiro Agrônomo, FAEM/UFPEL.

⁴Engenheira Agrônoma, Dra, Bolsista DTI do CNPq/Embrapa Clima Temperado.

⁵Graduanda em Agronomia, FAEM-UFPEL.

⁶Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Solos-UFPEL.

⁷Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor associado, FAEM/UFPEL.

foram realizadas nos períodos de outono/inverno (15 abril a 28 out. 2013) e safra de primavera/verão (14 nov. 2013 a 26 maio 2014). Previamente, a área experimental foi cultivada com arroz irrigado (safra 2012/2013), o qual foi colhido no dia 10 de abril de 2013. Nessa área estabeleceram-se os tratamentos, envolvendo associações de manejos do solo na entressafra e culturas de verão, quais sejam: T1- solo mantido em pousio no outono-inverno e cultivo de arroz irrigado em sistema convencional de preparo na primavera; T2- preparo do solo com rolo-faca no outono e cultivo de arroz irrigado em sistema de semeadura direta na primavera; e T3- preparo antecipado do solo no outono e cultivo de soja em sistema de semeadura direta na primavera. Esses tratamentos foram dispostos em delineamento em faixas (20 m x 100 m). Em cada faixa, foram distribuídos três sistemas coletores de GEE, que constituíram as repetições dos tratamentos.

As precipitações ocorridas ao longo do período de avaliação foram monitoradas (Figura 1a). As coletas de amostras de ar para análise de N_2O foram realizadas semanalmente, exceção feita para os períodos de adubação nitrogenada do arroz, quando foram realizadas a cada dois dias, por uma semana. Utilizou-se o método da câmara estática fechada, adaptado de Mosier (1989). As câmaras utilizadas foram dispostas sobre as bases sempre entre 9:00 e 12:00 horas. O fechamento hermético dos conjuntos câmaras-bases foi obtido pela colocação de água em canaleta disposta na parte superior das bases onde as câmaras foram apoiadas (GOMES et al., 2009). O ar no interior das câmaras foi homogeneizado durante 30 segundos antes de cada amostragem, utilizando-se ventiladores presentes 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 amostras foram analisadas por cromatografia gasosa. Os fluxos de N_2O nos períodos de entressafra e de safra foram calculados pela relação linear entre a variação na concentração de N_2O e o tempo de coleta. Determinou-se, ainda, a emissão total de N_2O na entressafra e na safra, pela integração da área sob a curva obtida pela interpolação dos valores diários de emissão de N_2O do solo (GOMES et al., 2009). Os fluxos diários e as emissões totais de N_2O foram analisados de forma descritiva (média \pm desvio padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões de N_2O do solo oscilaram bastante durante o outono/inverno (entressafra). Mas, em geral, apresentaram magnitude reduzida, especialmente na área mantida em pousio, destinada ao preparo convencional na primavera (T1), onde a emissão máxima, de $217 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, ocorreu no 14º dia após o início das avaliações. Na área preparada com rolo-faca (T2), foram determinados alguns picos de emissão de N_2O , dois deles superiores a $1000 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, aos 105 e 147 dias após o início das avaliações. Esses foram intercalados com picos menores e, inclusive, com fluxos negativos. Já na área sob preparo antecipado (T3), as maiores emissões de N_2O ocorreram no mês de junho, entre o 56º e 70º dia após o início das avaliações (Figura 1b).

Também durante a maior parte do período de safra (primavera/verão), as emissões de óxido nitroso do solo foram de baixa magnitude, determinando-se alternância entre valores baixos de emissão e influxos de N_2O . De maneira geral, em todos os tratamentos, as maiores emissões de N_2O ocorreram no período inicial de desenvolvimento das culturas de verão, especialmente entre o 213º até o 237º dia após o início das avaliações. Nesse período ocorreram os dois maiores picos de emissão de N_2O em ambas as áreas cultivadas com arroz irrigado; esses corresponderam, respectivamente, a $1.903 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (237º dia) e $1.164 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (213º dia), na área sob preparo convencional de primavera (T1), e a $11.403 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (220º dia) e $4.728 \text{ mg } N_2O \text{ ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (237º dia), na área preparada com rolo-faca no outono (T2) (Figura 1b). Esses picos ocorreram em período subsequente à época de 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 óxido nitroso como produto intermediário.

Por sua vez, na área sob preparo antecipado e cultivada com soja (T3), o pico máximo de emissão de óxido nitroso ocorreu no 247º 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 $33.126 \text{ mg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Na sequência, as emissões de N_2O na lavoura de soja decresceram rapidamente até o 261º 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 $1.173 \text{ mg N}_2\text{O ha}^{-1} \text{ h}^{-1}$, aos 328 dias após o início das avaliações (Figura 1b). 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.

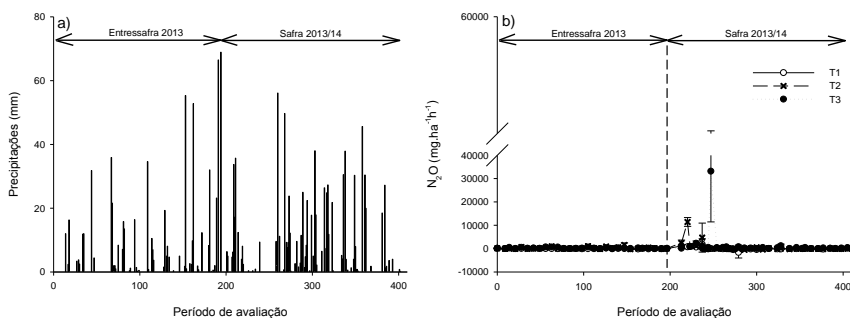


Figura 1. Precipitação pluviométrica (a) e fluxo de N_2O (b) em Planossolo durante os períodos de entressafra e safra, em função do manejo do solo e do cultivo de verão. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

Na entressafra, a emissão total de N_2O foi muito baixa, nas áreas preparadas com rolo-faca (T2) ($1,1 \text{ kg ha}^{-1}$) e antecipadamente (T3) ($0,9 \text{ kg ha}^{-1}$), e nula, na área mantida sob pousio, aguardando o preparo na primavera (T1) (Figura 2). As baixas emissões de N_2O no outono-inverno devem estar associadas ao baixo conteúdo de N na palha do arroz. Também durante a safra as áreas cultivadas com arroz irrigado apresentaram baixas emissões totais de N_2O , especialmente na área manejada sob preparo convencional (T1) ($0,1 \text{ kg ha}^{-1}$); na área preparada com rolo-faca, as emissões totalizaram $2,1 \text{ kg ha}^{-1}$, confirmando observações de que o arroz irrigado por inundação contínua apresenta baixo potencial de emissão de óxido nitroso (ZSCHORNACK, 2011). Já na área cultivada com soja, as emissões de N_2O alcançaram $5,7 \text{ kg ha}^{-1}$, o que é um indicativo de que o cultivo dessa oleaginosa em rotação ao arroz irrigado potencializa as emissões de N_2O .

A emissão anual de N_2O foi menor que $0,1 \text{ kg ha}^{-1}$ na área cultivada com arroz sob preparo convencional na primavera (T1), estando restritas ao período de safra. Na área preparada com rolo-faca (T2), o somatório dos períodos de safra e entressafra totalizou $3,2 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$, sendo 66% emitidos durante o cultivo de arroz irrigado. Por sua vez, na área cultivada com soja, preparada antecipadamente no outono (T3), as emissões atingiram $6,6 \text{ kg N}_2\text{O ha}^{-1}$, dos quais 86% foram gerados durante a safra de primavera/verão.

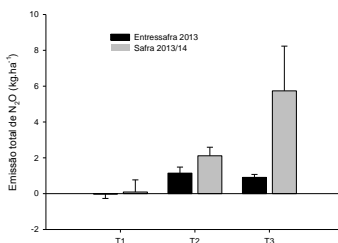


Figura 2. Emissão total de N₂O em Planossolo durante os períodos de entressafra e safra, em função do manejo do solo e do cultivo de verão. Barras verticais representam o desvio padrão da média.

CONCLUSÃO

A manutenção do solo em pousio no período de outono/inverno elimina as emissões de óxido nitroso durante a entressafra, relativamente a manejos que preconizam o preparo antecipado no outono. Mesmo nestes manejos, as emissões de N₂O durante a entressafra são baixas, estando concentradas no período de safra.

O cultivo de soja em rotação ao arroz irrigado potencializa as emissões de N₂O em Planossolo.

AGRADECIMENTOS

À FAPERGS e ao CNPq, pela concessão de bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização do trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARTON, L. et al. Nitrous oxide emissions from a cropped soil in a semi-arid climate. **Global Change Biology**, Oxford, v. 14, p. 177-192, 2008. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2007.01474.x
- BAYER, C. et al. Strategies to mitigate methane emissions in lowland rice fields in South Brazil. **Better Crops**, Atlanta, v. 97, n. 1, p. 27-29, 2013.
- GOMES, J. et al. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, p. 36-44, 2009.
- INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC. **Climate change 2013: the physical science basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In: STOCKER, T. F.; QIN, G. K.; PLATTNER, M.; TIGNOR, S. K.; ALLEN, J.; BOSCHUNG, A.; NAUELS, Y.; XIA, V.; MIDLEY, P. M. (Ed.). Cambridge, University Press. 1535 p.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M. O.; SCHIMEL, D. S. (Ed.). **Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin: Wiley, 1989. p. 175-187.
- INSTITUTO RIO GRANDENSE DO ARROZ. IRGA. **Setor de Política Setorial**. Porto Alegre, 2014.
- RAFIQUE, R. et al. Nitrous oxide emission from grazed grassland under different management systems. **Ecosystems**, New York, v. 14, p. 563-582, 2011.
- REDDY, K. R.; DeLAUNE, R. D. **Biogeochemistry of wetlands: science and applications**. New York: CRC, 2008. 780 p.
- SCHLESINGER, W. H. An estimate of the global sink for nitrous oxide in soils. **Global Change Biology**, Oxford, v. 19, p. 2929-2931, 2013.
- 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. 87 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – UFRGS, Porto Alegre.