

Emissão de N₂O de um Latossolo sob Sistemas de Consórcios Milho e Gramíneas Forrageiras no Cerrado.⁽¹⁾

Thais Rodrigues Coser⁽²⁾; Arminda Moreira de Carvalho⁽³⁾; Maria Lucrécia Gerosa Ramos⁽⁴⁾; Cícero Célio de Figueiredo⁽⁴⁾; Eduardo Cavalcante⁽⁵⁾; Luciano de Almeida Pinheiro⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP – DF).

⁽²⁾ Estudante de pós-graduação; Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília; Brasília, DF; thacoser@gmail.com; ⁽³⁾ Pesquisadora; Embrapa Cerrados; arminda@cpac.embrapa.br; ⁽⁴⁾ Professor(a); Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília; lucrecia@unb.br; cicerocf@unb.br; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação; Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília; Brasília – DF; ⁽⁶⁾ Analista, Embrapa Cerrados.

RESUMO: O óxido nitroso contribui significativamente para o efeito estufa, e, conseqüentemente, para a mudança climática. Diante disso, é importante considerar as emissões do N₂O em estudos que visam o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais sustentáveis, como de integração lavoura-pecuária e de consórcio. O objetivo desse trabalho foi avaliar a emissão de N₂O logo após a fertilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em consórcio com gramíneas forrageiras, e milho em cultivo exclusivo. As amostras de ar foram coletadas no interior de câmaras do tipo estática fechada e as concentrações de N₂O foram determinadas utilizando um cromatógrafo gasoso. O fluxo de N₂O aumentou após a primeira aplicação de fertilizante nitrogenado para todos os sistemas de manejo avaliados. Os sistemas de consórcio apresentaram picos de emissão de N₂O, e em relação ao milho exclusivo, apresentaram maiores valores de emissão para o período avaliado no estudo.

Termos de indexação: Gases de efeito estufa, mudanças climáticas, matéria orgânica do solo.

INTRODUÇÃO

O óxido nitroso (N₂O) é produzido naturalmente nos solos por meio dos processos de nitrificação e desnitrificação. A nitrificação é um processo microbiano aeróbio de oxidação do amônio em nitrato, e a desnitrificação é um processo microbiano anaeróbio de redução do nitrato em formas gasosas de nitrogênio, como o N₂. O óxido nitroso é um gás intermediário na reação de desnitrificação, que pode, também, ser simultaneamente produzido durante o processo de mineralização das formas orgânicas do nitrogênio (N) no solo (Bouwman, 1998).

A capacidade de absorção da radiação infravermelha pela molécula de N₂O é 300 vezes maior que a absorção pelo dióxido de carbono (CO₂). Dessa forma, mesmo estando presente em quantidades mil vezes inferiores ao CO₂, o óxido nitroso contribui significativamente para o efeito

estufa, e, conseqüentemente, para a mudança climática (Smith, 2010). Além disso, o N₂O, quando presente na estratosfera, pode contribuir para a diminuição da camada de ozônio, aumentando a radiação ultravioleta para a superfície terrestre (Smith, 2010). Os sistemas de consórcio apresentaram os maiores fluxos de N₂O no Período

As concentrações de N₂O na atmosfera vêm aumentando consideravelmente no decorrer dos anos (0,26% ano⁻¹), chegando a uma concentração de 319 ppb em 2005 (Forster et al., 2007). No Brasil, a agropecuária representou em 2005, 90,6 % das emissões totais de N₂O (BRASIL, 2009). Entre as atividades agropecuárias responsáveis pelo aumento do fluxo desse gás na atmosfera, estão incluídos a fertilização com nitrogênio, a decomposição da matéria orgânica e a umidade do solo, representada pelo poros preenchidos pela água (Carvalho et al., 2006, Fernandes, 2011). Diante disso, é importante considerar as emissões do N₂O em estudos que visam o desenvolvimento de sistemas agrícolas mais sustentáveis, como de integração lavoura-pecuária e de consórcio.

A literatura sobre emissões de gases de nitrogênio na forma de N₂O em agroecossistemas do Cerrado é ainda bastante limitada, principalmente, em sistemas de consórcio.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a emissão de N₂O em solo cultivado com milho em consórcio com as forrageiras *Panicum maximum* cv. Aruana e *Brachiaria humidicola* e milho em cultivo exclusivo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento para avaliação das emissões de N₂O foi conduzido na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, localizada em Brasília, Distrito Federal. O solo da área de estudo é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (EMBRAPA, 2006). Os tratamentos estabelecidos em outubro de 2007, em sistema plantio direto foram os seguintes: milho em consórcio com *Panicum maximum* cv. Aruana; milho em consórcio com *Brachiaria humidicola*; e milho

exclusivo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições.

As parcelas com milho foram fertilizadas com 130 kg de N ha⁻¹, 140 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 70 kg de K₂O ha⁻¹. O nitrogênio foi parcelado, sendo que 30 kg ha⁻¹ foram aplicados na semeadura e o restante em cobertura nos dias 11/01/2012 (50 kg N ha⁻¹) e 02/02/2012 (50 kg N ha⁻¹). A fonte de nitrogênio aplicada em cobertura foi sulfato de amônio.

Para avaliação das emissões de N₂O nas parcelas, foram colocadas três câmaras, do tipo estática fechada, compostas por uma base retangular de metal com 38 cm x 58 cm e inserida no solo até 5 cm de profundidade. Para a amostragem do gás, colocou-se uma campânula plástica com 9 cm de altura acoplada à base de metal, e utilizou-se uma borracha macia entre as mesmas para garantir a vedação da câmara. As campânulas de plásticos foram revestidas por uma manta de alumínio para isolamento térmico.

As amostras de ar foram coletadas no interior das câmaras nos tempos zero e trinta minutos após o fechamento das mesmas, com o uso de seringas plásticas de 60 mL adaptadas com válvulas de três vias. As câmaras de coleta de N₂O foram posicionadas na linha do milho até o momento em que a altura da mesma não era suficiente para apoiar a planta, sendo então posicionada na entrelinha, rente à linha de plantio.

As coletas foram realizadas nos dias 12, 13, 14, 16, 17 e 19 de janeiro, logo após a primeira fertilização de cobertura, e nos dias 4, 5 e 7 de fevereiro, após a segunda fertilização de cobertura. As concentrações de N₂O foram determinadas no Laboratório de Cromatografia para Análise de Gases de Efeito Estufa da Embrapa Cerrados, utilizando um cromatógrafo gasoso, com coluna preenchida com "Porapak Q" e detector de captura de elétrons. Os fluxos de N₂O (FN₂O) foram calculados pela equação: FN₂O = $\delta C / \delta t$ (V/A) M/Vm, onde $\delta C / \delta t$ é a mudança de concentração de N₂O na câmara no intervalo de incubação; V e A são respectivamente o volume da câmara e a área de solo coberta pela câmara; M é o peso molecular de N₂O e Vm é o volume molecular na temperatura de amostragem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de N₂O imediatamente e até cinco dias após a aplicação de nitrogênio em cobertura (dia 11/01/2012) tenderam a aumentar (**Figura 1**). Durante este período, os maiores e menores fluxos de N₂O observados foram nos tratamentos milho consorciado com *P. Maximum* cv. Aruana (57 $\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) aos cinco dias após a aplicação de N, e o milho exclusivo (5 $\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) um dia após a aplicação de N, respectivamente. Os fluxos de N₂O tenderam a

diminuir apenas no sexto dia após a primeira fertilização de cobertura.

O milho consorciado com *P. Maximum* apresentou durante os seis dias após a primeira cobertura de N os maiores fluxos de N₂O, seguido do tratamento com *Brachiaria humidicola*. Esses resultados indicam que, provavelmente, as gramíneas forrageiras acumularam (imobilizaram) nitrogênio, e este, foi então disponibilizado (mineralizado) após sua dessecação e adição de fertilizante nitrogenado ao solo, o qual promoveu redução na razão C/N do solo, resultando em maior emissão de N₂O (Carvalho et al., 2010). O carbono presente nessas gramíneas forrageiras deve ser de menor recalcitrância, ou seja, associado a compostos menos lignificantes (Carvalho et al., 2011; Carvalho et al., 2012). Estudos mostram que a capacidade de desnitrificação do solo aumenta com o incremento de carbono mais lábil no solo (Drury et al., 1991; Iqbal, 1992). Para estes mesmos sistemas de manejo, Coser et al. (2012) observaram que o carbono orgânico particulado (quando analisado pelo método Mebius) foi superior nos tratamentos com milho consorciado em relação ao milho exclusivo.

O maior pico de emissão de N₂O no sistema milho/*P. maximum* cv. Aruana na primeira fertilização de cobertura (17/01/2012) coincidiu com maior umidade do solo no mesmo tratamento (**Figura 1**). A atividade das bactérias desnitrificantes também é controlada pela concentração de oxigênio no solo, tradicionalmente medida pela umidade do solo e pelo espaço poroso preenchido por água (Davidson, 1991; Bateman & Baggs, 2005). A quantidade média de matéria seca da palhada de *P. maximum* e de *B. humidicola* estimada após a colheita do milho na safra de 2011/2012 foi de 3 ton ha⁻¹ para ambas as forrageiras. Com isso, a cobertura do solo promovida pelos sistemas de consórcio, provavelmente contribuiu para o aumento da umidade do solo, principalmente no sistema consorciado com *P. maximum*.

Na segunda aplicação de nitrogênio em cobertura, as emissões de N₂O nos tratamentos foram muito próximos, com exceção do milho em consórcio com *B. humidicola* que apresentou picos de emissão nos dias 04/02/2012 e 07/02/2012. Apesar da quantidade de nitrogênio ter sido a mesma para ambas as aplicações de cobertura (50 kg N ha⁻¹), a emissão de N₂O pelos sistemas de milho exclusivo e milho/*P. maximum* cv. Aruana foi menor em relação à primeira fertilização de cobertura, e o seu decaimento foi observado no terceiro dia após a aplicação. Esse comportamento é devido à menor precipitação ocorrida na segunda aplicação de N (**Figura 1**). Segundo Carvalho (2005), os picos de emissões de N₂O ocorrem na



presença de água e N aplicado via fertilizante.

CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizante nitrogenado em sistemas culturais e de gramíneas forrageiras aumenta as emissões de N_2O no solo na presença de água.

O sistema de consórcio milho/*P. maximum* cv. Aruana apresenta os maiores fluxos de N_2O no sexto dia após a primeira fertilização de cobertura.

O sistema milho exclusivo apresenta as menores emissões de N_2O no período avaliado.

REFERÊNCIAS

- BATEMAN, E. J. & BAGGS, E. M. Contributions of nitrification and denitrification to N_2O emissions from soils at different water-filled pore space. *Biology and Fertility of Soils*. 41: 379–388, 2005.
- BOUWMAN, A. F. Nitrogen oxides and tropical agriculture. *Nature*, 392:866-867, 1998.
- BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. Inventário brasileiro das emissões e remoções antropicas de gases de efeito estufa: informações gerais e valores preliminares (30 de novembro de 2009). Disponível em: http://ecen.com/eee75/eee75p/inventario_emissões_brasil.pdf. Acesso em: 12 maio 2013.
- CARVALHO, A. M. de. Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo: composição química e decomposição dos resíduos vegetais; disponibilidade de fósforo e emissão de gases. Tese (Doutorado) - Universidade de Brasília, Brasília, 199p. 2005.
- CARVALHO, A. M. de; BUSTAMANTE, M. M. C.; KOZOVITS, A. R. et al. Emissões de NO e N_2O associadas à aplicação de uréia ao solo sob plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41 n. 4, p. 679-685, 2006.
- CARVALHO A. M. de.; SOUZA, L. L. P.; GUIMARÃES, R. Jr. et al. Cover plants with potential use for crop-livestock integrated systems in the Cerrado region. *Brazilian Journal of Agricultural Research* 26, 1200–1205, 2011.
- CARVALHO, A. M. de.; COELHO, C. M.; DANTAS, R. A. de. et al. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. *Crop & Pasture Science*, v. 63, p. 1075-1081-1081, 2012.
- COSER, T. R.; FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G. R. et al. Recuperação de carbono obtida por três métodos em frações da matéria orgânica de Latossolo, sob consórcio milho-forrageiras, no Cerrado. *Bioscience Journal*. 18:91-97, 2012.
- DAVIDSON, E. A. Fluxes of nitrous oxide and nitric oxide from terrestrial ecosystems. In: ROGERS, J. E. & WHITMAN, W. B. (eds). *Microbial production and consumption of greenhouse gases: methane, nitrogen oxides, and halomethanes*. American Society for Microbiology. Washington, D.C. p. 219-236, 1991.
- DRURY, C. F.; McKEENEY, D. J.; FINDLAY, W. I. Relationships between denitrification, microbial biomass and indigenous soil properties. *Soil biology and Biochemistry*. 23:751-755, 1991.
- EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 306 p. 2006.
- FERNANDES, E. B.; BUSTAMANTE, M. da C.; KOZOVITS, A. R. et al. Soil emissions of NO, N_2O and CO₂ from croplands in the savanna region of central Brazil. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, v. 144, p. 29-40, 2011.
- FORSTER, P.; RAMASWAMY, V.; ARTAXO, P. et al. Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing. In: SOLOMON S.; QIN, D.; MANNING, M. 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 University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p.131-234, 2007.
- IQBAL, M. Potential rates of denitrification in two field soils in southern England. *Journal of Agricultural Science*. 118:223-227, 1992.
- SMITH, K. Nitrous oxide and climate change. London: Earthscan, 232 p., 2010.

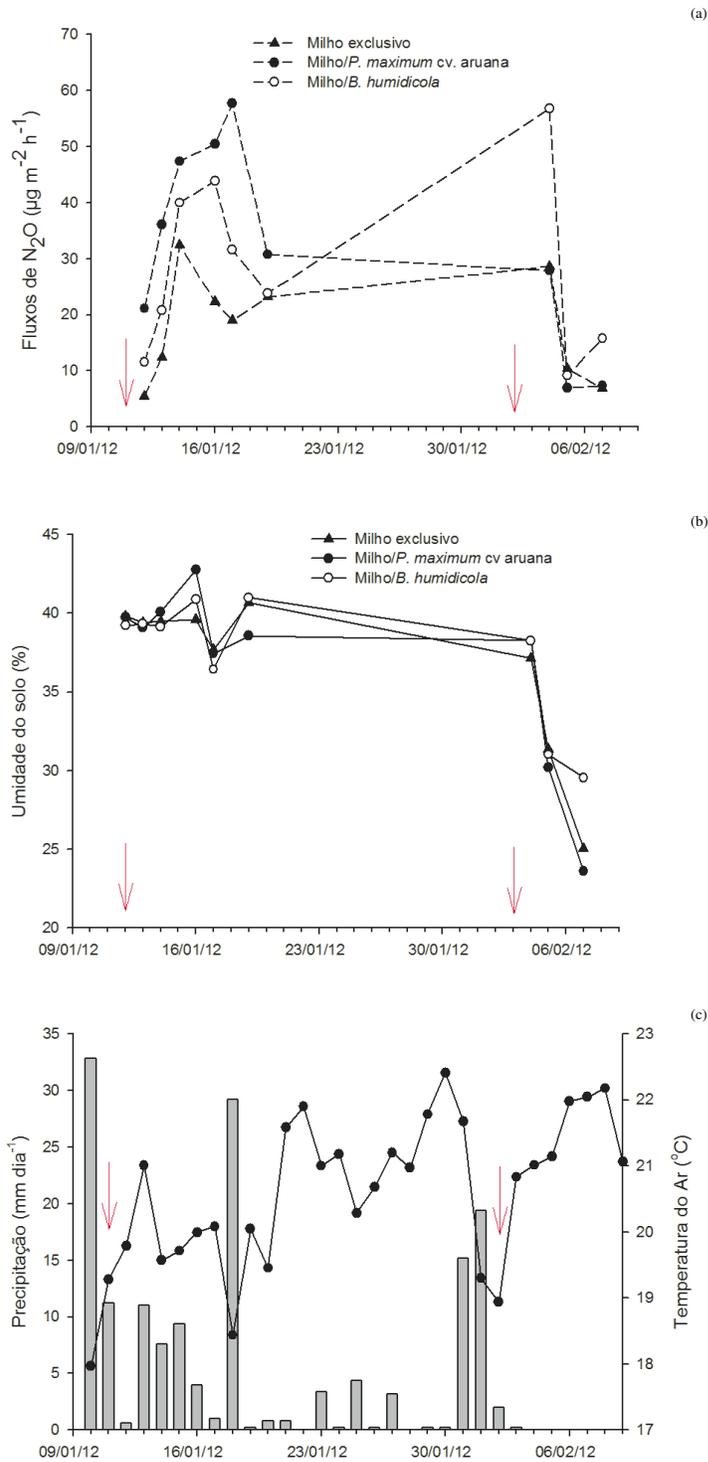


Figura 1 – (a) e (b) Fluxos de N_2O e umidade de solo submetido a três sistemas de manejo: milho exclusivo, milho consorciado com *P. maximum* cv Aruana e *B. humidicola*. (c) Precipitação pluviométrica e temperatura do ar.



XXXIV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

28 de julho a 2 de agosto de 2013 | Costão do Santinho Resort | Florianópolis | SC