



XX Congreso Latinoamericano y XVI Congreso Peruano de la Ciencia del Suelo

“EDUCAR para PRESERVAR el suelo y conservar la vida en La
Tierra”

Cusco – Perú, del 9 al 15 de Noviembre del 2014
Centro de Convenciones de la Municipalidad del Cusco

EMISSÃO DE N₂O SOB PLANTIO DIRETO COM SOJA E MILHO NO CERRADO

Santos, I.L.^{1*}; Oliveira, A.D. de²; Figueiredo, C.C.³; Lima, A.S.⁴; Silva, F.R.C.⁵;
Mendonça, S.R.L.⁵

¹Doutoranda em Agronomia, Universidade de Brasília-UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, FAV, Brasília, DF, CEP: 70.904-111; ²Pesquisadora, Embrapa Cerrados, Rodovia BR-020, km 18, Planaltina, DF, CEP: 73.310-970; ³Docente, Universidade de Brasília-UnB, Campus Universitário Darcy Ribeiro, FAV, Brasília, DF, CEP: 70.904-111; ⁴Docente de Geografia, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, CEP: 73.807-250; ⁵Docentes de Gestão Ambiental, Universidade de Brasília-UnB, Campus de Planaltina, Planaltina, DF, CEP: 73.345-010.

*Autor de contato: Email: isis.lima21@bol.com.br, Universidade de Brasília-UnB, Bairro Universitário, Bloco K-1, Apartamento 204, Colina, Brasília, DF, CEP: 70.904-110, Fone: +5561 81213898.

RESUMO

A agricultura é uma das principais contribuintes de fontes primárias antropogênicas de emissão de óxido nitroso para a atmosfera. Os sistemas de manejo do solo, vinculados ao incremento de fertilizantes nitrogenados interferem diretamente na ciclagem do nitrogênio. Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a emissão de N₂O no início do período chuvoso em sistema plantio direto cultivado com soja e milho e fertilização nitrogenada em um experimento com sucessão de culturas há dezenove anos no Cerrado. Para tanto, utilizou-se de uma área experimental com rotação anual soja-milho em blocos ao acaso com três repetições, localizada na Embrapa Cerrados, Planaltina, DF. No total foram realizadas 20 coletas de gases com o uso de câmaras estáticas nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2013. As concentrações foram determinadas utilizando um cromatógrafo gasoso. Como co-variáveis foram calculados a porcentagem de espaço poroso saturado por água na camada de 0-5 cm de profundidade e coletadas informações sobre a precipitação pluviométrica e temperatura do ar em estação meteorológica automática. Os sistemas de manejo agrícolas de plantio direto, quando comparados ao cerrado nativo, emitiram maiores fluxos de óxido nitroso. A fertilização nitrogenada de cobertura, juntamente com o espaço poroso saturado por água acima de 50%, foram determinantes para que

o plantio direto cultivado com milho emite maiores fluxos de N_2O , atingindo picos de $90\mu g\ m^{-2}\ h^{-1}$.

PALAVRAS-CHAVE

Adução nitrogenada; fluxos de gases; efeito estufa.

INTRODUÇÃO

O óxido nitroso (N_2O), importante gás do efeito estufa, nas últimas décadas tem recebido grande atenção devido a sua significativa contribuição para o aquecimento global. A relação entre a agricultura e a emissão desse gás, provém da constatação de que a agricultura é uma das principais contribuintes de fontes primárias antropogênicas do N_2O e nos últimos anos o uso de fertilizantes minerais nitrogenados contribuiu para um incremento de 60% nas emissões globais. Segundo as últimas projeções do quinto relatório divulgado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (2014) existe uma tendência de redução de áreas agricultáveis como consequência das mudanças climáticas intensas e aumento nas emissões dos gases de efeito estufa, entre eles o N_2O . Para a agricultura, as reduções e incrementos de N_2O são sempre questionáveis devido às incertezas vinculadas aos fatores que favorecem a sua maior emissão oriundas do grande dinamismo do nitrogênio (N) no solo. Além disso, a crescente demanda por alimentos que impulsiona ainda mais a adoção de grandes quantidades de fertilizantes nitrogenados também contribui com essas incertezas.

O uso de implementos agrícolas, manejo das culturas, tipo de solo, umidade e a adição de fertilizantes nitrogenados (Fub et. al 2011), dentre outros fatores, interferem diretamente na atividade de comunidades microbianas responsáveis pelas reações de desnitrificação (Tatti et. al 2014). A mineralização realizada por microrganismos desnitrificadores, de modo intermediário e a partir de compostos orgânicos de nitrogênio (N) no solo, contribui para maiores emissões do N_2O (Bouwman 1998). O efeito de práticas conservacionistas do solo no Cerrado, como o uso do sistema de manejo plantio direto, têm sido relatadas como alternativas para minimizar os impactos causados por práticas anteriores que incluíam o revolvimento do solo e a não deposição de resíduos orgânicos sobre o solo e, conseqüentemente, reduzir as emissões de N_2O (Carvalho et. al 2010). Só no Brasil existem mais de 31 milhões de hectares manejados sob plantio direto (FEBRAPDP 2012), havendo a necessidade de maiores esclarecimentos sobre o potencial mitigador desse sistema de manejo.

Avaliações em experimento de longa duração, ainda são incipientes, principalmente quando se trata de determinações de fluxos de N_2O em campo vinculados aos principais fatores que corroboram para maiores emissões principalmente, nas áreas agrícolas da região central do Brasil. Mediante o exposto o objetivo desse trabalho foi avaliar a emissão de N_2O em Latossolo Vermelho no período chuvoso cultivado com milho e soja sob sistema de manejo plantio direto há dezenove anos no Cerrado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, Distrito Federal (15°3'30" S e 47°42'00" W e altitude de 1.014 m). No solo classificado como Latossolo Vermelho de textura argilosa (EMBRAPA 2006), em 1996 foi instalado esse experimento de longa duração (dezenove anos de instalação), formado por parcelas de 22 m de comprimento com 18 m de largura cada, em blocos casualizados, com três repetições.

Em parcelas sob plantio direto foram cultivadas as culturas da soja super precoce (BRAS 110016) e milho híbrido (30 F53H), estabelecidas no dia 20 e 22 de outubro de 2013, respectivamente. As sementes utilizadas nos dois cultivos receberam tratamento fúngico e inseticida, além do uso de inoculante na soja. A adubação para cultivo da soja foi realizada com o uso de 400 kg ha⁻¹ da fórmula 0-20-20 e, para o milho, no plantio utilizou-se 350 kg ha⁻¹ da fórmula 4-30-16. Ainda, para o cultivo do milho, foram realizadas duas adubações de cobertura nitrogenadas utilizando 70 kg ha⁻¹ de uréia no dia 11/11/2013, e a segunda aplicação, no dia 08/12/2013. Sob vegetação nativa de cerrado, para efeito comparativo, as amostragens foram realizadas em áreas adjacentes ao local do experimento, simultaneamente às coletas nas áreas agrícolas.

As avaliações de emissões de N₂O foram realizadas em três câmaras por parcela. As câmaras são do tipo estática fechada, compostas por uma base retangular de metal com 38 cm x 58 cm e inseridas no solo até 5 cm de profundidade. Para amostragem do gás, colocou-se uma campânula plástica com 9 cm de altura acoplada à base de metal, e utilizou-se uma borracha esponjosa 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, quinze 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 das culturas até o momento em que a altura da mesma não era suficiente para portar a planta, sendo então posicionada na entrelinha, rente à linha de plantio.

No total, foram realizadas 22 coletas de gases de N₂O, com sete coletas realizadas nos dias 22, 23, 24, 25, 28, 30 e 31/10/2013, sete nos dias 07, 11, 12, 13, 14, 20 e 27/11/2013 e mais oito coletas nos dias 02, 09, 10, 11, 12, 13, 20 e 27/12/2013. 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 = $\frac{\delta C}{\delta t} (V/A) M/V_m$, onde $\frac{\delta C}{\delta t}$ 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 V_m é o volume molecular na temperatura de amostragem. A temperatura do ar e a precipitação pluviométrica foram registradas em estação meteorológica. O teor de água no solo (TAS) na camada 0-5 cm de profundidade foi estimado em cada uma das avaliações de N₂O por meio do método gravimétrico e a partir deste, determinado o espaço poroso saturado por água (EPSA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de cultivo com as culturas de soja e milho sob plantio direto, quando comparados ao cerrado nativo, promoveram maiores fluxos de óxido nitroso (N_2O) (Figura 1a). Nesse intervalo de avaliação, os fluxos entre os sistemas plantio direto cultivado com soja (PDS) e plantio direto cultivado com milho (PDM) oscilaram com tendência de aumentodesde o plantio até o final das avaliações com menores fluxos observados no PDS ($3 \mu g m^{-2} h^{-1}$) e maiores fluxos no PDM ($90 \mu g m^{-2} h^{-1}$).

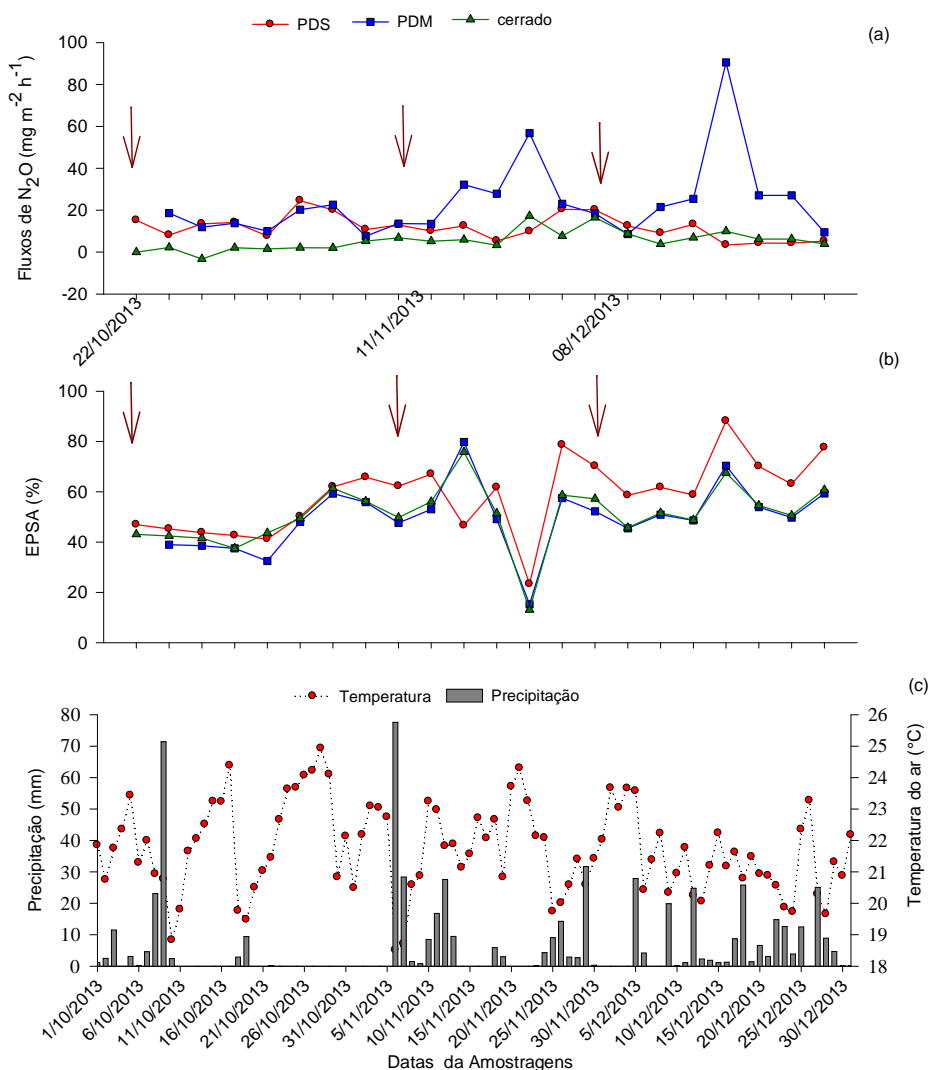


Figura 1: (a) e (b) Fluxos de N_2O e porcentagens de espaços porosos saturados por água observados em Latossolo Vermelho sob plantio direto cultivado com soja (PDS), com milho (PDM) e cerrado nativo. (c) Precipitação pluviométrica e temperatura média do ar nos meses de outubro, novembro e dezembro de 2013, Planaltina, DF, Brasil. As setas indicam, em ordem crescente de datas, o dia do plantio das culturas, primeira e segunda adubação nitrogenada, realizadas somente nas parcelas cultivadas com milho.

Após o plantio, os solos sob o sistema PDS oscilaram suas emissões intercalando, aproximadamente, valores entre mínimos e máximos de $7 \mu g m^{-2} h^{-1}$ a $24 \mu g m^{-2} h^{-1}$, e no PDM, esses valores foram de $7 \mu g m^{-2} h^{-1}$ a $22 \mu g m^{-2} h^{-1}$, respectivamente. Para o cerrado nativo, foram observados fluxos e influxos de N_2O , com valores de emissão abaixo de $17 \mu g m^{-2} h^{-1}$, chegando a influxos de $-3 \mu g m^{-2} h^{-1}$.

O sistema PDM após as fertilizações de cobertura com nitrogênio (N) emitiu maiores fluxos de N_2O . Carvalho et. al (2010), ao compararem diferentes fontes nitrogenadas em cultivo irrigado sob sistema plantio direto, verificaram maiores fluxos de N_2O com o uso de uréia como fonte de nitrogênio. Os fluxos de N_2O foram mais elevados um dia após a primeira e segunda aplicação da adubação de cobertura, realizada no PDM. De modo expressivo, nesse sistema quando aplicado N, os valores médios aumentaram de $13\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ para um maior pico de $90\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ em até dez dias após a primeira adubação com N. Os valores de N_2O só apresentaram reduções nas emissões entre 4 e 5 dias após as adubações. Provavelmente, esses resultados no PDM com elevados valores de emissão de N_2O , estão vinculados aos maiores fornecimentos de N pela adubação usado como substrato para as reações de desnitrificação, com consequente emissão de N_2O . Resultados similares foram observados por Coser et. al (2013) em cultivo de milho consorciado com gramíneas e forrageiras no cerrado. A influência de diferentes fontes de fertilizações nitrogenadas na atividade microbiana verificada por Tatti et al. (2014) foi determinante na emissão de maiores fluxos de N_2O até mesmo sob condições de inverno, como consequência do aumento do número de microrganismos desnitrificadores. Contudo, a sucessão de culturas ao longo dos anos com deposição de resíduos orgânicos na superfície do solo e o conteúdo orgânico, possivelmente, de elevada labilidade, juntamente com fertilização, provavelmente, contribui para a manutenção das atividades microbianas desse solo (Bisset et. al 2011, Carvalho et. al 2012). Estudos têm sugerido que existe uma forte correlação entre a composição dos resíduos orgânicos e a atividade microbiana desnitrificadora (Abdalla et. al 2013, Harrison-Kirk et. al 2014).

A intensidade das atividades das comunidades microbianas desnitrificadoras é também fortemente influenciada pela concentração de oxigênio no solo, fator este, medido pelo conteúdo de água no solo e espaço poroso saturado por água (Placella e Firestone 2013). Desse modo, as oscilações e emissões dos maiores fluxos de N_2O foram também, possivelmente, influenciadas pela formação e aumento nas porcentagens de espaços porosos saturados por água (EPSA) na camada superficial de 0-5 cm de profundidade, formados pelos acumulados de precipitação ocorridos nos meses de avaliações (Figura 1bc). Após, aproximadamente, 146 mm decorridos das chuvas nos dias que antecederam as práticas agrícolas de fertilização de cobertura com N, a porcentagem de EPSA variou de uma média de 40% para mais de 60%. Em relação ao cerrado nativo, comumente os fluxos de N_2O são relativamente baixos e estão relacionados ao baixo conteúdo de NO_3^- em condições aeróbias com EPSA inferiores a 60%. (Davidson et. al 2000).

De modo geral, as práticas agrícolas de fertilização realizadas em campo, rapidamente, proporcionaram um incremento nas emissões de fluxos de N_2O relativamente elevados que, de modo acumulativo em um ano agrícola, pode significar índices bastante elevados. Fub et. al (2011) observaram, em estudo de 2,5 anos de avaliação, que independente do sistema de manejo as emissões aumentaram a partir da fertilização nitrogenada e que, de modo proporcional, o aumento na produtividade via adubação com N pode significar um risco de maiores emissões de N_2O .

CONCLUSÃO

Os sistemas agrícolas cultivados com soja e milho sob plantio direto promoveram maiores emissões de N₂O do que o solo sob vegetação natural de cerrado. A fertilização nitrogenada de cobertura e o elevado conteúdo de água no solo, foram determinantes para elevar os fluxos de N₂O no sistema plantio direto cultivado com milho, quando comparado ao solo cultivado com soja.

AGRADECIMENTOS

À Embrapa Cerrados e a CAPES.

BIBLIOGRAFIA

- Abdalla, M., Osborne, B., Lanigan, G., Forristal, D., Williams, M., Smith, P., Jones, M.B. 2013. Conservation tillage systems: a review of its consequences for greenhouse gas emissions. *Soil Use and management*, 29:199-209.
- Bissett, A., Richardson, A.E., Baker, G., Thrall, P.H. 2011. Long-term land use effects on soil microbial community structure and function. *Applied Soil Ecology*, 51:66-78.
- Bouwman, A.F. 1998. Nitrogen oxides and tropical agriculture. *Nature*, 392: 866-867.
- Carvalho, A.M., Alves, B.J.R., Pereira, L.L. 2010. Emissão de óxido nitroso do solo com aplicação de fontes de fertilizantes nitrogenados em sistema plantio direto. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. 14p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento Nº 281).
- Carvalho, A.M., Coelho, M.C., Dantas, R.A., Fonseca, O.P., Guimarães Júnior, R., Figueiredo, C.C. 2012. Chemical composition of cover plants and its effect on maize yield in no-tillage systems in the Brazilian savanna. *Crop and Pasture Science*, 63:1075-1081.
- Coser, T.R., Carvalho, A.M., Ramos, M.L.G., Figueiredo, C.C., Cavalcante, E., Pinheiro, L.A. 2013. Emissão de N₂O de um Latossolo sob sistemas de consórcios milho e gramíneas forrageiras no Cerrado. Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Florianópolis, Santa Catarina, 28 de julho a 02 de agosto, pp 1-4.
- Davidson, E.A., Keller, M., Erickson, H.E., Verchot, L.V., Valdecamp, E. 2000. Testing a conceptual model of soil emission of nitrous and nitric oxides. *Bioscience*, 50(8): 667-680.
- EMBRAPA, 2006. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 312p.
- FBRAPDP 2012. Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Safra 2011/2012. Disponível em: www.febrapdp.org.br. Acesso em: 31.08.14.
- Fub, R., Ruth, B., Schilling, R., Scherb, H., Munch, J.C. 2011. Pulse emissions of N₂O and CO₂ from an arable field depending on fertilization and tillage practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 144: 61-68.
- Harrison-Kirk, T., Beare, M.H., Meenken, E.D., Condon, L.M. 2014. Soil organic matter and texture affect responses to dry/wet cycles: changes in soil organic matter fractions and relationships with C and N mineralization. *Soil Biology and Biochemistry*, 74:50-60.
- IPCC, 2014. Mudanças climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades. *Climate Change: Intergovernmental Panel on Climate Change. WGII AR5 Summary for Policymakers*: https://ipcc-wg2.gov/AR5/images/uploads/IPCC_WG2AR5_SPM_Approved.pdf. Acesso em: 28.08.12.
- Placella, S.A. and Firestone, M.K. 2013. Transcriptional response of nitrifying communities to wetting of dry soil. *Applied and Environmental Microbiology*, 79(10):3294-3302.
- Tatti, E., Goyer, C., Chantigny, Wertz, S., Zebarth, B., Burton, D. L., Filion, M. 2014. Influences of over winter conditions on denitrification and nitrous oxide-producing microorganism abundance and structure in an agricultural soil amended with different nitrogen sources. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 183:47-59.