

POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL EM AGROECOSSISTEMAS DE LONGA DURAÇÃO NO CERRADO

Alexsandra Duarte de Oliveira¹; Isis Lima dos Santos²; Cícero Celio de Figueiredo²; Artur Gustavo Muller¹; Jorge Cesar dos Anjos Antonini¹
Autor para correspondência: alexsandra.duarte@embrapa.br

¹Embrapa Cerrados; ²Universidade de Brasília

RESUMO

A incorporação do bioma Cerrado para atividades agropecuárias tem promovido alterações na dinâmica do nitrogênio (N), com consequente elevação das emissões de N₂O para atmosfera. Assim, o objetivo do trabalho foi determinar a contribuição de sistemas produtivos sob plantio direto e convencional no potencial de aquecimento global parcial em experimento de longa duração. Os sistemas agrícolas utilizados incluíram: (i) plantio direto, com uma safra de soja, seguida por uma segunda safra de sorgo (PD1); (ii) plantio direto, com uma safra de milho e posterior, plantio de guandu (PD2); (iii) sistema convencional, com uma safra de soja seguida de pousio do solo (PC). As medições foram realizadas de outubro de 2013 a setembro de 2014 através do uso de câmara estática, com determinação dos fluxos, por cromatografia gasosa. O potencial de aquecimento global parcial (pGWP) para PC, PD1 e PD2 foram: 406, 316 e 189 kg CO₂eq ha⁻¹, respectivamente. Do total das emissões acumuladas no PC, 75% aconteceram no pousio. Sugerindo que o monocultivo com soja seguido de pousio do solo, não é uma condição adequada. Entre os diferentes sistemas de plantio direto avaliados o PD2 (milho-guandu) foi o que apresentou menor pGWP, portanto, uma rotação de culturas mais eficiente para a mitigação de N₂O.

PALAVRAS-CHAVE: rotações culturais; sistema de manejo; N₂O

GLOBAL WARMING POTENTIAL IN LONG-TERM AGROECOSYSTEMS IN CERRADO

ABSTRACT

The integration of this biome in agricultural activities induced changes in nitrogen (N) dynamics, consequently increasing N₂O emissions to the atmosphere. Thus, the objective of this work was to determine the contribution of no-tillage and conventional systems to partial global warming potential in a long-term experiment in the Cerrado. The agricultural systems included: (I) no-tillage soybean in the main and sorghum in the late growing season (NT1); (II) no-tillage maize in the main and pigeon pea in the late growing season (NT2); (III) soybean in the main and fallow in the late growing season under conventional tillage (CT). Measurements in a closed static chamber were carried out from October 2013 to September 2014 to determine the fluxes by gas chromatography. The partial global warming potential (pGWP) for CT, NT1 and NT2 were: 406, 316 e 189 kg CO₂eq ha⁻¹, respectively. At CT, N₂O accumulated emissions was 75% during the fallow period. Suggesting the monoculture with soybean is not a sustainable condition. Among the different tillage systems, NT2 was the lowest pGWP. This, crop rotation is therefore indicated as the most efficient to mitigate N₂O.

KEY-WORDS: crop rotation; management system; N₂O

INTRODUÇÃO

Segundo o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2013), no Brasil, os solos agrícolas são responsáveis por 64% das emissões diretas de N_2O . A relação entre a agricultura e a emissão desse gás, provém da constatação de que a agricultura mundial é uma das principais fontes primárias antropogênicas do N_2O , contribuindo, nos últimos anos, em média, com $4,1 \text{ Tg de } N_2O \text{ ano}^{-1}$ (Davidson & Kanter, 2014). As últimas projeções do quinto relatório divulgado pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 2014) alertam que existe uma tendência de redução de áreas agricultáveis, tornando as terras impróprias para cultivos, devido, às mudanças climáticas. O uso de implementos agrícolas para preparo do solo, manejo das culturas e resíduos orgânicos, condições gerais de acidez e fertilidade do solo, umidade do solo, e, principalmente, a adição de fertilizantes nitrogenados minerais, interferem diretamente na atividade de comunidades microbianas e fluxos de N_2O (IPCC, 2007; Fub et al., 2011). No Cerrado brasileiro um dos novos desafios é aliar grandes produções com uma agricultura sustentável que forneça biomassa vegetal em quantidade adequada para uma boa cobertura do solo e em qualidade para que haja adequada ciclagem de nutrientes. Para tanto, o uso do sistema plantio direto (PD), tem sido relatado como alternativa para minimizar os impactos causados por práticas anteriores que incluíam o revolvimento e a não manutenção de resíduos orgânicos sobre o solo e, conseqüentemente, reduções das emissões de gases de efeito estufa (Santos et al., 2016). No Brasil, aproximadamente 71 milhões de hectares brasileiros estão sob cultivos agrícolas (IBGE, 2014), desse total, mais de 31 milhões de hectares são manejados sob o sistema PD (FEBRAPDP, 2012). Esse sistema de manejo, em expansão considerável, tem demandado por maiores esclarecimentos sobre o seu potencial mitigador em comparação ao sistema convencional (PC), no que se refere, especialmente, às emissões de N_2O , aqui representada pelo potencial de aquecimento global (pGWP).

OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo do trabalho foi determinar a contribuição de agroecossistemas sob plantio direto e convencional no potencial de aquecimento global parcial em experimento de longa duração no Cerrado.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido de outubro de 2013 a setembro de 2014, em uma área experimental implantada em 1996, da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, DF, Brasil ($15^{\circ}33'33,99'' \text{ S}$, $47^{\circ}44'12,32'' \text{ W}$ e altitude de 1.035 m). O clima da região corresponde a Aw-tropical chuvoso (Köppen). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa. Cada parcela media $22 \times 18 \text{ m}$, distribuídas em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Foram selecionados para esse estudo, dois sistemas de manejo sob plantio direto: 1. Plantio direto com rotações bienais de leguminosas-gramíneas e segunda safras alternadas de gramíneas-leguminosas (no ano do estudo utilizou-se a rotação soja-sorgo)-PD1 e 2. Plantio direto com rotações bienais de gramíneas-leguminosas e safrinhas alternadas de leguminosas-gramíneas (utilizou-se milho-guandu) – PD2 e um sistema convencional com uso de grade pesada e rotação bienal leguminosas-gramíneas (safra de soja) - PC. Os fluxos de N_2O foram medidos através do método da câmara estática. Foram realizadas amostragens diárias por pelo menos três dias consecutivos após eventos de: precipitação pluviométrica, preparo do solo, plantio, colheitas e fertilizações de N. Em cada parcela experimental, foram instaladas três câmaras estáticas, que permaneceram por 25 dias após a emergência das culturas nas linhas e, posteriormente, nas entrelinhas, em função do crescimento da cultura, mais detalhes metodológicos em Santos et al., (2016). Amostras de ar do interior da câmara foram coletadas aos 0, 15 e 30 minutos após o fechamento das câmaras. A concentração de N_2O armazenada nos vials foi determinada por cromatografia gasosa. Os fluxos de N_2O foram medidos pela alteração linear da concentração do gás com o tempo de incubação nas câmaras, e calculados segundo Bayer et al., (2015). As emissões acumuladas de N_2O foram determinadas a partir da interpolação linear dos valores diários de emissão de N_2O do solo e o potencial de aquecimento global parcial, que se refere somente ao potencial do N_2O (pGWP), expresso em equivalente de dióxido de carbono – (CO_2eq), foi calculado multiplicando-se as emissões acumuladas de N_2O pela forçante radiativa do referido gás. Para isso, foi utilizado o fator de conversão de $298 \text{ kg } CO_2 \text{ kg}^{-1} N_2O$ (IPCC, 2007).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As emissões acumuladas de N₂O do solo foram influenciadas pelos sistemas de manejo e rotação cultural. Considerando o acumulado anual, as emissões de N₂O foram agrupadas em PC (1,36 kg ha⁻¹) = PD1(1,0 kg ha⁻¹) ≥ PD2 (0,70 kg ha⁻¹). O PC apresentou valores elevados para as condições do Cerrado, podendo estar associado a uma decomposição mais rápida dos resíduos culturais, decorrentes de baixos valores da razão C/N e da qualidade dos resíduos, associado ao efeito do revolvimento do solo (Jantalia et al., 2008) promovendo maior emissão de N₂O. De acordo com Bayer et al. (2015) o período pós manejo no sistema convencional cultivado com leguminosa-gramínea responde por 90% da emissão de N₂O. No estudo, do total apresentado de emissão acumulada no PC, 75% foi durante o pousio.

No PD2, o milho (safra) foi a cultura associada ao sistema de manejo que apresentou maior acumulado de N₂O com 0,48 kg ha⁻¹, sendo duas vezes superior quando comparado aos sistemas PD1 e PC. Já para os cultivos de safrinha, no PD2 o guandu acumulou apenas 0,15 kg ha⁻¹ de N₂O, enquanto o sorgo no PD1 acumulou 0,81 kg ha⁻¹ de N₂O.

Com base nos resultados de emissão acumulada no período de um ano, foram calculados os pGWP para os diferentes sistemas de manejo (Fig. 1). O PC apresentou maior pGWP (406 kg CO₂eq ha⁻¹) do que o PD2 (189 kg CO₂eq ha⁻¹), enquanto o PD1 não se diferenciou dos demais sistemas. Robertson et al. (2000), relataram que o sistema em plantio direto com rotação milho-trigo-soja, apresentaram um GWP positivo, com uma média de 140 kg CO₂eqha⁻¹, porém menores que o sistema de preparo convencional do solo (1.140 kg CO₂eq ha⁻¹). Em termos relativos, em um ano de estudo, cada hectare plantado sob sistema de manejo com uma única safra anual de soja (PC) é equivalente a 2,14 ha plantados com milho seguido de guandu (PD2) em termos de pGWP por emissão de N₂O. Embora nesse curto período de tempo, as diferenças entre o PD2 e PC não tenham sido significativas pelo teste Tukey, verificou-se uma tendência, que pode ou não ser confirmada em longo prazo, de contribuições 22% maiores em termos de emissão, quando se compara o sistema de produção de soja seguido de uma segunda safra (PD1) e plantio convencional sem safrinha.

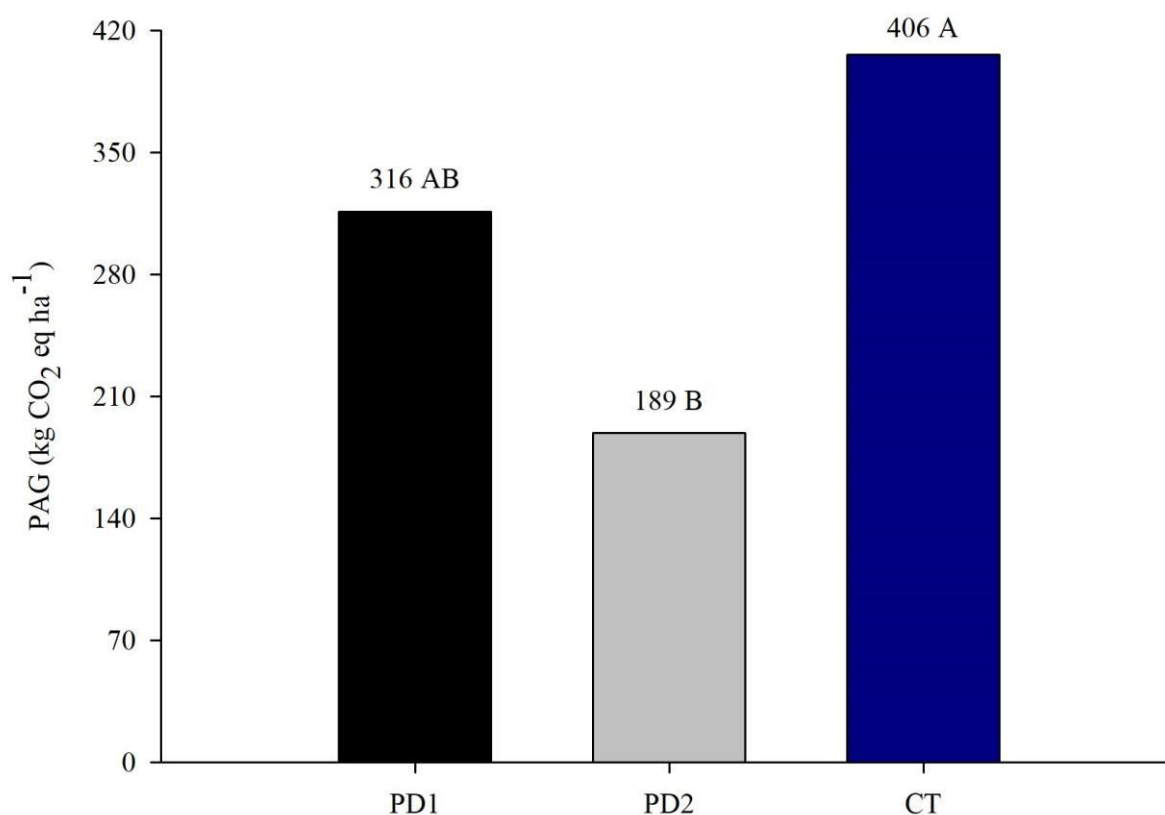


Figura 1. Potencial de aquecimento global parcial (pGWP) dos sistemas de manejo de acordo a emissão acumulada de óxido nitroso expressa em equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq). PD1= plantio direto com safra de soja e safrinha de sorgo; PD2 = plantio direto com safra de milho e safrinha com guandu; PC = plantio convencional safra de soja e posterior pousio. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

Figura 1. Potencial de aquecimento global parcial (pGWP) dos sistemas de manejo de acordo a emissão acumulada de óxido nitroso expressa em equivalente de dióxido de carbono (CO₂eq). PD1= plantio direto com safra de soja e safrinha de sorgo; PD2 = plantio direto com safra de milho e safrinha com guandu; PC = plantio convencional safra de soja e posterior pousio. Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey (P < 0,05).

CONCLUSÃO / CONCLUSION

Os sistemas integrados sob PD, quando comparados ao monocultivo de soja sob PC, contribuíram para a mitigação de emissões de N₂O. A escolha de sistemas de manejo e rotação cultural adequados, diminui as emissões em equivalente de CO₂ (pGWP). Portanto a definição de um sistema mitigador das emissões de N₂O deverá se basear no tipo de cultura (gramínea/leguminosa) a ser utilizada na rotação de culturas e no máximo aproveitamento do N disponível no sistema.

APOIO / ACKNOWLEDGMENT

O trabalho foi apoiado financeiramente pela Embrapa Cerrados e Universidade de Brasília.

REFERÊNCIAS / REFERENCES

BAYER, C.; GOMES, J.; ZANATTA, J. A.; VIEIRA, F. C. B.; PICCOLO, M. C.; DIECKOW, J.; SIX, J. Soil nitrous oxide emissions as affected by long-term tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in Southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, n. 146, p. 213 - 222, 2015.

DAVIDSON, E. A.; KANTER, D. Inventories and scenarios of nitrous oxide emission. **Environment Research Letters**, n. 9, p. 1-12, 2014.

FEDERAÇÃO BRASILEIRA DE PLANTIO DIRETO NA PALHA – FEBRAPDP. **Área do sistema plantio direto 2011-2012**. Disponível em: http://febrapdp.org.br/download/PD_Brasil_2013.jpg. Acesso em: abril de 2019.

FUB, R.; RUTHA, B.; SCHILLING, R.; SCHERBC, H.; MUNCHA, J. C. Pulse emissions of N₂O and CO₂ from an arable field depending on fertilization and tillage practice. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, n. 144, p. 61-68, 2011.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 82, p. 161-173, 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE **Levantamento sistemático de produção agrícola - Estimativas Outubro/Novembro, 2014**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatística/indicadores/agropecuária/ispa/ispa_201411_1.shtm>. Acesso em: 22 de abril de 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC. Summary for Policymakers. In: **Climate Change 2014, Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** Eds. PICHES-MADRUGA, O. R.; SOKONA, Y.; FARAHANI, E.; KADNER, S.; SEYBOTH, K.; ADLER, A.; BAUM, I.; BRUNNER, S.; EICKEMEIER, P.; KRIEMANN, B.; SAVOLAINEN, J.; SCHLOMER, S.; VON STECHOW, C.; ZWICKEL, T.; MINX, J. C. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE – IPCC: **Climate Change 2007: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. PACHAURI, R. K; REISINGER, A. Geneva, Switzerland: IPCC, 2007.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO – MCTI. Sumário Executivo, 2013. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília, Brasil, 80 p., 2013.

SANTOS, I.L.; OLIVEIRA, A.D. de; FIGUEIREDO, C.C.; MALAQUIAS, J.V.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; FERREIRA, E.A.B.; SA, M.A.C.; CARVALHO, A. M.. Soil N₂O emissions from long-term agroecosystems: Interactive effects of rainfall seasonality and crop rotation in the Brazilian Cerrado. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 233, p. 111-120, 2016.