

Alteração do Fluxo Diário Médio de GEE em Função da Aplicação de Ureia em Áreas de Proteção Permanente

Jessica Silva Rosa^(1*); Reginaldo Barboza da Silva⁽²⁾; Marina Pedroso Carneiro⁽²⁾; Francisca A. Melo Silva⁽²⁾; Ana Paula Packer⁽³⁾.

^(1*) Universidade Estadual Paulista (UNESP), Registro, SP, Brasil, 11900-000 (jessyrosa1998@gmail.com).

⁽²⁾ Campus Experimental de Registro (CERe), Universidade Estadual Paulista (UNESP), Registro, SP, Brasil, 11900-000.

⁽³⁾ Embrapa Meio Ambiente, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Jaguariuna, SP, Brasil, 13820-000.

RESUMO: O setor agrícola contribui com uma parcela significativa de emissão dos gases de efeito estufa (GEE), sendo a adubação nitrogenada apontada como uma das principais fontes poluidoras. Objetivou-se com este trabalho, quantificar a emissão e o impacto de GEE em decorrência do uso da ureia em sistemas de produção agropecuários, irregularmente desenvolvidos em áreas de proteção permanente (APP). A pesquisa foi conduzida em faixas de proteção marginal (0 à 30 e 50 à 100 metros) de áreas sob cultivo de bananeiras, pastagem natural e mata nativa, todas localizadas ao longo do Rio Ribeira de Iguape, no município de Registro/SP. A quantificação das trocas gasosas foi feita pelo método da câmara fechada, em tempos pré-determinados. Os GEE (CO_2 , N_2O e CH_4) foram analisados por cromatografia gasosa. Os cálculos de adubação foram realizados de acordo com o IAC (1997). Os resultados, nas condições em que foram conduzidos o experimento, permitiram concluir que: a) aplicação de ureia em Cambissolo Háplico sob distintos sistemas agropecuários em APP do Rio Ribeira de Iguape, altera o fluxo diário médio de C- CO_2 , N- N_2O e C- CH_4 , sendo esta alteração função do tipo de uso e largura da faixa marginal de proteção e b) os maiores fluxos de CO_2 e N_2O ocorrem em área sob pastagem natural e CH_4 , na área sob cultivo de bananeiras.

Termos de indexação: efeito estufa, adubação nitrogenada, APP, Mata Atlântica.

INTRODUÇÃO

O setor agrícola, em escala mundial, contribui com 22, 80 e 55% das emissões de CO_2 , N_2O e CH_4 , respectivamente, enquanto no Brasil a participação é de 75, 91 e 94% das emissões de CO_2 , N_2O e CH_4 , respectivamente (CERRI ; CERRI, 2007).

Pesquisas mostram que cerca da metade do adubo consumido é perdido desde o transporte até a aplicação no campo (MULLER et al., 2014). Desta forma, aumentando a eficiência do uso do adubo nitrogenado, é possível reduzir tanto os volumes

comprados como a aplicação do produto na lavoura, além de manter a produtividade e reduzir as emissões (JUNIOR; PIATTO, 2016).

De modo geral, a adoção de padrões de economia com características mais sustentáveis envolve, entre outros, um extensivo processo de inventário de emissões de GEE. De acordo com Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento portanto, a estruturação de um plano sistematizado para o seu monitoramento e, por fim, a aplicação de soluções, muitas vezes já disponíveis, tem sua relevância (MAPA / MDA, 2011).

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo quantificar a emissão e o impacto de GEE, em decorrência do uso da ureia, em sistemas de produção agropecuários, irregularmente desenvolvidos em áreas de proteção permanente.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está localizada no município de Registro, Estado de São Paulo (**Figura 1**), ao longo do Rio Ribeira de Iguape, latitude de 24°30' Sul, longitude 47°48' Oeste e altitude em torno de 25 m.



Figura 1. Mapa do Estado de São Paulo destacando a região sul onde foi realizado o projeto.

A pesquisa foi desenvolvida no segundo semestre de 2017, em APP da Bacia hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, no extremo sul de São Paulo.

Três usos/manejo foram avaliados: cenário 1: área de 6 ha sob cultivo de bananeiras; cenário 2: área de 10 ha sob pastagem natural; cenário 3: remanescente



florestal (3 ha) de mata atlântica (**Figura 2**). De acordo com a EMBRAPA (2006), o solo que está sob so três cenários foi classificado como Cambissolo Háplico. A pesquisa considerou, ainda, duas faixas marginais de vegetação (0 à 30 e 50 à 100 m). A fonte nitrogenada avaliada foi a ureia, sendo as doses recomendadas de acordo com o Boletim 100. Essas doses foram devidamente ajustadas para a área da câmara de fluxo de gases.



Figura 2. Área experimental. Cultivo de bananeiras, Pasto e mata nativa. Registro, SP-Brasil.

Da combinação dos fatores e níveis considerados nesta pesquisa, 10 tratamentos foram estabelecidos, conforme apresentados na **Tabela 1**. Cada tratamento teve três repetições (isto é, três câmaras), totalizando o uso de 30 câmaras.

Tabela 1. Cenários e tratamentos estabelecidos para o experimento.

Cenários	Local de Amostragem	Presença de Fertilizante	Tratamentos
Cultivo de Bananeiras	F30	Sim	T1
	F30	Não	T2
	F70	Sim	T3
	F70	Não	T4
Pastagem Natural	F30	Sim	T5
	F30	Não	T6
	F70	Sim	T7
	F70	Não	T8
Mata Atlântica	F70	Sim	T9
	F70	Não	T10

As análises dos fluxos de GEE foram feitas por meio do método da câmara fechada, sendo os gases coletados em tempos pré-determinados após o fechamento das câmaras. As amostras dos gases acumulados no interior da câmara foram coletadas com o auxílio de uma seringa. Para cada câmara foram coletados quatro frascos (vials) durante o período médio de 18 minutos, sendo a primeira amostra coletada no primeiro minuto após o fechamento da câmara. O fluxo final foi determinado por regressão linear simples de primeira ordem a partir dos valores dos pontos correspondentes aos quatro frascos coletados para cada câmara (CARMO et al., 2013). A determinação da concentração dos gases foi realizada em cromatógrafo gasoso, com determinação simultânea das concentrações de N₂O, de CO₂ e de CH₄. As análises de cromatografia foram realizadas na Embrapa Meio Ambiente de

Jaguariúna. Em cada coleta de gases foram obtidas as temperaturas do solo e do ar e a pressão barométrica e umidade do solo no momento da coleta em cada cenário.

O fluxo de cada GEE foi determinado de acordo com a equação:

$$F = \frac{\Delta GEE}{\Delta t} \times \frac{V}{A} \times m \times \frac{P}{T \times R} \quad (\text{Eq.1})$$

Onde: F é o fluxo de gás ($\mu\text{g GEE m}^{-2} \text{h}^{-1}$); $\Delta GEE/\Delta t$ é a concentração de cada gás no interior da câmara no tempo da coleta ($\mu\text{mol mol}^{-1}\text{h}^{-1}$); V é o volume da câmara (m^3); A é a área da câmara (m^2); m é o peso molecular do gás (g mol^{-1}); P é a pressão atmosférica (atm); T é a temperatura do solo em Kelvin (K) e R é a constante de gases ideais ($0,082 \text{ atm L mol}^{-1}\text{K}^{-1}$).

A emissão diária por coleta de C-CO₂, N₂O e C-CH₄ foi obtida pela média dos fluxos de cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas figuras 3 e 4, pode ser observada a diferença de emissões diárias desses gases nos diferentes cenários/tratamentos (Mata nativa, cultivo de bananeiras e pastagem natural) e faixas de proteção marginal (0 a 30 e 50 a 100 m).

Observa-se que independente do tratamento houve diferenças nas emissões de C-CO₂, C-CH₄, N-N₂O, mostrando uma variação do fluxo diário desses gases para cada cenário estudado. Nos tratamentos onde houve aplicação de ureia nota-se um valor de fluxo diário médio maior, se comparado aos tratamentos em que não houve a aplicação do adubo. Foi observado que o valor do fluxo diário de C-CO₂ variou de $1,89 \pm 0,21$ até $4,91 \pm 0,97 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ tendo maior emissão no tratamento T7. Para N-N₂O, os valores de emissão diária ficaram entre $1,13 \pm 0,35$ e $8,25 \pm 1,95 \text{ mg m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, onde o tratamento T7 também emitiu o maior fluxor. Quanto à emissão de C-CH₄, os valores variaram de $0,20 \pm 0,06$ a $1,64 \pm 0,46 \text{ g m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, sendo o tratamento T9 o que apresentou maior valor.

As emissões de CO₂ podem estar relacionadas com a respiração total, que é geralmente estimulada pelo preparo do solo ou qualquer revolvimento, que aumenta a aeração e estimula a atividade microbiana (CARNEIRO; SILVA 2017), fato que pode explicar a maior emissão desse gás na área sob cultivo de bananeiras. Os incrementos nas emissões de CO₂ também são justificados pelos resíduos prontamente decomponíveis (NETO, 2011).

Segundo a literatura, áreas que permanecem saturadas com água por longos períodos favorecem a respiração anaeróbica e conseqüentemente a emissão de C-CH₄ (CARNEIRO; SILVA 2017), por esse motivo a área de bananal emitiu maiores fluxos desse gás na faixa de 0 à 30 m. A emissão média



na faixa de 50 a 100 m foi maior no cenário de mata, mesmo sem a aplicação da ureia, por conta, provavelmente, do auto índice de matéria orgânica no local, que ao se degradar acaba liberando metano e também por ser um local com ausência total de manejo. Segundo Moro (2012), a taxa de oxidação do CH₄ pode ser reduzida pelo preparo do solo que causa perturbações aos microorganismos oxidantes de CH₄ e também pela difusibilidade gasosa que afeta a taxa de emissão para a atmosfera.

O efeito da adubação nitrogenada foi maior no fluxos de N₂O. Esse fato é explicado porque quando a adubação nitrogenada é realizada, há o aumento da disponibilidade de nitrogênio (N) para as bactérias realizarem a desnitrificação (NOGUEIRA et al., 2015). Quando observado o comportamento desse gás, percebe-se que o N-N₂O mostrou maiores emissões na faixa de 50 a 100 metros. Isso pode estar relacionado com o acúmulo de matéria orgânica nos cenários estudados (não disponibilizado neste trabalho), que certamente que contribuiu para aumentar a atividade biológica do local e também aos teores de água no solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Zotelli (2012).

CONCLUSÕES

A aplicação de ureia em Cambissolo Háplico sob distintos sistemas agropecuários em APP do Rio Ribeira de Iguape, altera o fluxo o diário médio de C-CO₂, N-N₂O e C-CH₄, sendo esta alteração função do tipo de uso e largura da faixa marginal de proteção.

Os maiores fluxos de CO₂ e N₂O ocorrem em área sob pastagem natural e CH₄, na área sob cultivo de bananeiras.

REFERÊNCIAS

CARMO, J.B.; FILOSO, S.; ZOTELLI, L. C.; NETO, E. R. de S.; PITOMBO, L. M.; NETO, P. J. D.; VARGAS, V. P.; ANDRADE, C. A.; GAVA, G. J. C.; ROSSETTO, R.; CANTARELLA, H.; NETO, A. E.; MARTINELLI, L. A. Infield greenhouse gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer

application and crop trash accumulation. *Global Change Biology Bioenergy* 5, 267-280, 2013.

CARNEIRO, M. P.; SILVA R. B. Perdas de solo e sua relação com emissão de gases do efeito (gee) estufa em áreas de preservação permanente, São Paulo, 2017.

CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Agricultura e aquecimento global. Bases teóricas: o efeito estufa. Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Monitoramento por Satélite, 2007. Disponível em http://www.aquecimento.cnpem.br/bibliografia/agr_e_aquec_Cerri_2007.pdf.

JUNIOR, Ciriaco Costa; PIATTO, Marina. Emissões de gee do setor agropecuário. Imaflora - instituto de manejo e certificação florestal e agrícola, set. 2016.

MAPA; MDA. Plano Setorial de Mitigação e de Adaptação às Mudanças Climáticas para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na Agricultura. Plano ABC (Agricultura de Baixa Emissão de Carbono). Brasília: 2011.

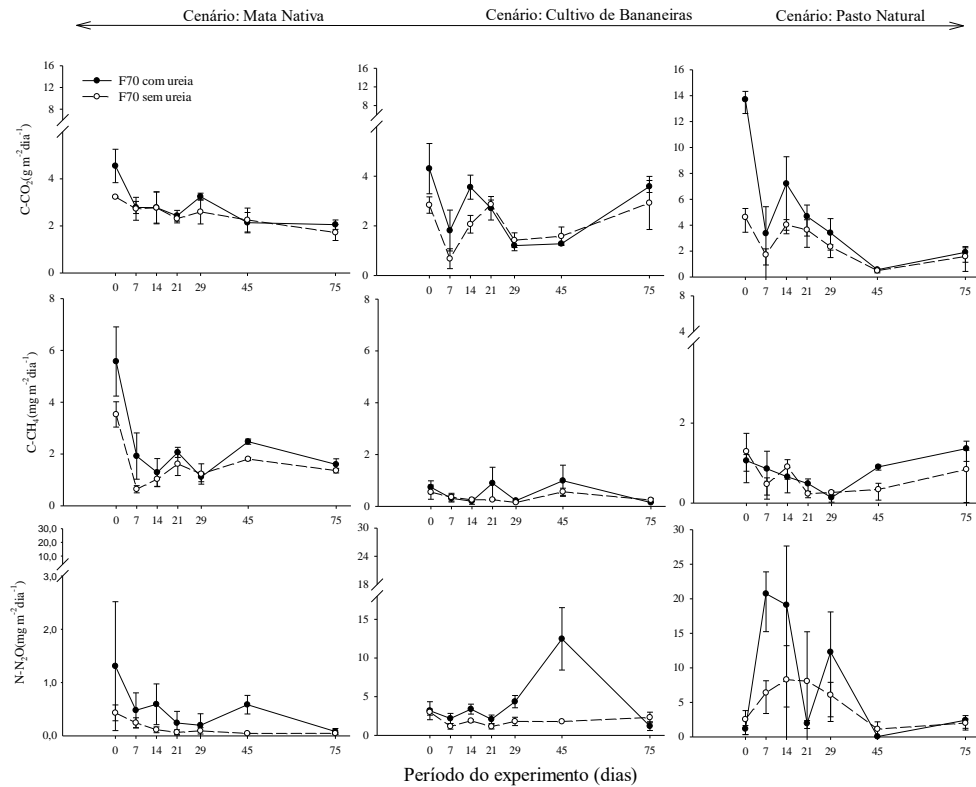
MORO, V. J. Emissão de gases efeito estufa da cana-de-açúcar sob diferentes sistemas de preparo de solo e doses de nitrogênio. p. 64 Rio Grande do Sul, 2012.

Mueller, N. D., West, P. C., Gerber, J. S., MacDonald, G. K., Polasky, S., Foley, J. A. A tradeoff frontier for global nitrogen use and cereal production. *Environmental Research Letters*, v. 9, 2014

NETO, M. S.; PICCOLO, M de C.; JUNIOR, C. C.; CERRI, C. C.; BERNOUX, M. Emissão de gases do efeito estufa em diferentes usos da terra no bioma cerrado. *Revista brasileira de ciências do solo*, Goiás, 2011.

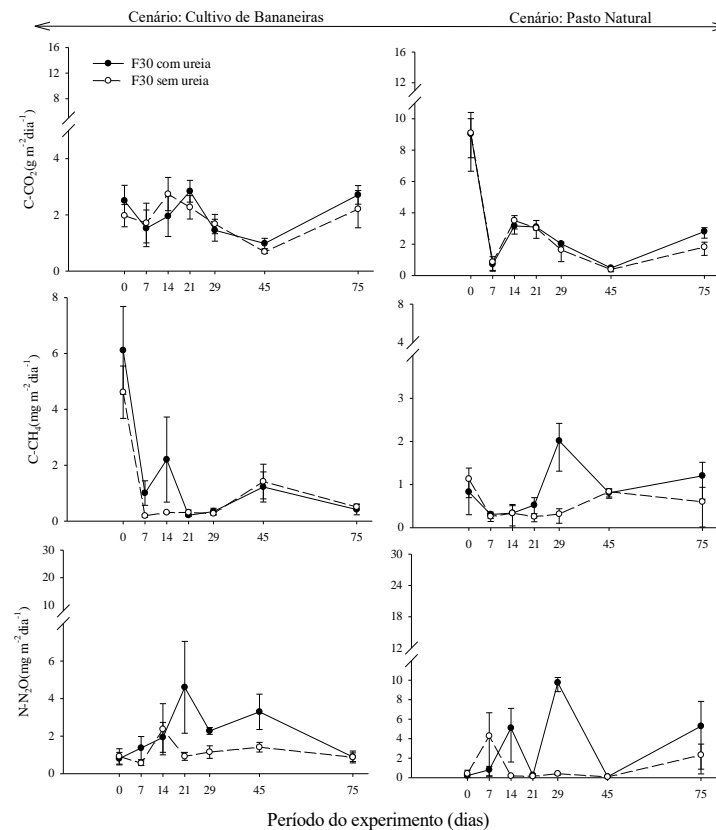
NOGUEIRA, A. K. da S.; RODRIGUES, R. de A. R.; CASTRO, B. S.; NOGUEIRA, T. F.; SILVA, J. J. N.; BEHLING, M.; MOMBACH, M.; ARMACOLO, N.; SILVEIRA, J. G. Emissões de óxido nitroso e metano do solo em áreas de recuperação de pastagens na Amazônia matogrossense. *Quim. nova*, Mato grosso, v. 38, n. 7, p. 937-943, 2015

ZOTELLI, L.C. Palha e vinhaça: emissões de CO₂, N₂O e CH₄ em solo com cana-de-açúcar. IAC, Campinas, 2012.



Período do experimento (dias)

Figura 3 Fluxo diário médio dos gases de dióxido de carbono ($C-CO_2$, $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$), metano ($C-CH_4$, $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$) e óxido nítrico ($N-N_2O$, $mg\ m^{-2}\ dia^{-1}$) nos cenários Mata Nativa (MN), Cultivo de Bananeiras (CB) e Pastagem Natural (PN), na ausência e presença de ureia, medidos na faixa marginal de 50 a 100 m de distância do rio, durante os 75 dias do experimento, no ano de 2017.



Período do experimento (dias)

Figura 4 Fluxo diário médio dos gases de dióxido de carbono ($C-CO_2$, $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$), metano ($C-CH_4$, $g\ m^{-2}\ dia^{-1}$) e óxido nítrico ($N-N_2O$, $mg\ m^{-2}\ dia^{-1}$) nos cenários Mata Nativa (MN), Cultivo de Bananeiras (CB) e Pastagem Natural (PN), na ausência e presença de ureia, medidos na faixa marginal de 0 a 30 m de distância do rio, durante os 75 dias do experimento, no ano de 2017