



Rotações de Culturas e Corretivos da Acidez em Plantio Direto: Efeitos na Emissão de Gases de Efeito Estufa Logo Após a Semeadura

Michely da Silva Alves⁽¹⁾; Juliano Carlos Calonego⁽²⁾; Tiara Moraes Guimarães⁽¹⁾; João Paulo Gonsiorkiewicz Rigon⁽³⁾; ⁽⁴⁾ Carlos Alexandre Costa Crusciol⁽²⁾

⁽¹⁾ Eng Agr. Mestranda do Programa de Pós Graduação em Agricultura, Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Botucatu. Fazenda Experimental Lageado - Caixa Postal 237 Rua José Barbosa de Barros, nº. 1780 - CEP: 18610-307. e-mail michely-alves@hotmail.com; tiaraquimaraes@yahoo.com.br ⁽²⁾ Eng. Agr. Dr. Professor Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Botucatu, juliano@unoeste.br; crusciol@fca.unesp.br ⁽³⁾ Eng. Agr. Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agricultura, Departamento de Produção Vegetal da Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP – Botucatu. Fazenda Experimental Lageado - Caixa Postal 237 Rua José Barbosa de Barros, nº. 1780 - CEP: 18610-307. e-mail jpriigon@fca.unesp.br

RESUMO: A calagem é uma prática agrícola fundamental e comum para correção do solo e obtenção de alta produtividade, porém pode resultar em emissões de gases de efeito estufa, principalmente o CO₂. Dentro deste enfoque o trabalho teve como objetivo avaliar a emissão de gases de efeito estufa após semeadura de milho em Sistema Semeadura Direta de longa duração, em função de diferentes rotações de culturas e corretivos da acidez. A pesquisa foi realizada, na Fazenda Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), e a coleta foi realizada no dia 09/11/2014. As parcelas foram constituídas por quatro sistemas de produção, com variações nos cultivos de entressafra (I. Sistema “Safrinha / Forrageira”; II. Sistema “Safrinha / Safrinha”; III. Sistema “Safrinha / Pousio”; IV. Sistema “Safrinha / Adubo Verde ou Planta de Cobertura”) e as subparcelas por duas fontes de corretivos de acidez aplicados em outubro de 2011 e uma testemunha (I – Correção com calcário dolomítico; II – Correção com silicato de cálcio e magnésio; III – Sem correção). Observou-se que o uso de calcário reduziu a emissão de N₂O, assim como o cultivo de adubo verde na entressafra. O fluxo de metano foi negativo, independente do cultivo e do corretivo de acidez. Apesar de não ser afetada pelo corretivo de acidez a emissão de CO₂ foi maior com o cultivo de safrinha na entressafra.

Termos de indexação: manejo conservacionista, calagem e silicatagem.

INTRODUÇÃO - A influência de práticas agrícolas na emissão de gases que causam o efeito estufa é assunto de grande interesse, especialmente quando se trata do CO₂, o principal componente do efeito estufa adicional (resultante de atividades antrópicas).

A atividade agrícola pode alterar efetivamente a quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo (MOS) (Six et al., 2002), sendo responsável pela

elevação das emissões de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O), da biosfera para a atmosfera (Schuman et al., 2002).

A calagem é uma prática essencial para a garantia do sucesso da produtividade das culturas, tendo como benefício a neutralização da acidez do solo, o fornecimento de cálcio e magnésio e a redução da toxidez de alumínio. Contudo, no sistema plantio direto, a calagem é realizada mediante a aplicação do calcário na superfície do solo, sem incorporação. Porém, esse método de calagem ainda é bastante questionado, pois o calcário é um produto que apresenta baixa solubilidade em água. Outro problema relacionado à aplicação de calcário em superfície, no sistema plantio direto, é a correção da acidez do subsolo, que limita, em muitos casos, o crescimento radicular e a absorção de água e nutrientes pelas culturas. Isso porque a calagem pode não corrigir a acidez e a deficiência de cálcio em subsuperfície, em tempo razoável para evitar que o agricultor corra grande risco com a ocorrência de veranicos.

O silicato, por ser um material mais solúvel, pode ser uma alternativa viável para correção do solo em profundidade e em menor tempo que o calcário (ALCARDE & RODELA 2003), além de fornecer silício às plantas, elemento benéfico capaz de proteger as culturas contra estresses bióticos e abióticos e aumentar sua eficiência fotossintética. Outro efeito benéfico do silicato é a maior disponibilização de fósforo, pois os ânions silicatos competem com os ânions fosfato pelos sítios de adsorção do solo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a emissão dos gases CH₄, CO₂ e N₂O um dia após a semeadura do milho em Plantio Direto, em função do uso de diferentes corretivos da acidez do solo e das rotações de culturas.

MATERIAL E MÉTODOS - O trabalho foi realizado em uma área conduzida em sistema de semeadura direta desde o ano de 2006, na Fazenda



Experimental Lageado, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônômicas – UNESP, localizada no município de Botucatu (SP), O clima é classificado como Cwa, correspondendo a mesotérmico com inverno seco, com precipitação aproximada de 1400 mm. O solo do local é classificado como LATOSSOLO VERMELHO distroférrico típico argiloso (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental é em blocos casualizados dispostos em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas são constituídas por quatro sistemas de produção. No primeiro sistema, denominado de “forrageira”, utilizou-se desde de 2007 *Brachiaria ruziziensis*. No segundo sistema, denominado de “safrinha”, cultivou-se entre os anos de 2007 e 2013 as culturas de aveia branca, feijão, mamona, sorgo granífero, crambe, trigo e feijão-caupi. No terceiro sistema, “planta de cobertura”, utilizou-se entre 2007 e 2013 as espécies milheto, guandu, crotalária, milheto, tremoço, milheto e ervilhaca. Por fim, o teceirosistema é o “pousio”, ou seja, sem a implantação de culturas na entressafra. Como safra verão, utilizou-se nos sete primeiros anos do experimento, em área total, as culturas de soja, milho, arroz, soja, milho, feijão e arroz. As subparcelas são compostas por duas fontes de corretivos e um controle (calcário, silicato e sem corretivo), totalizando 12 tratamentos com oito repetições. A coleta de gases de efeito estufa (GEE) foi realizada um dia após a semeadura do milho (10/11/2014). As amostras foram coletadas de acordo com metodologia proposta por Bowden et al. (1990), colocou-se as câmaras de coleta instaladas na área (enterradas a mais ou menos 2 cm no solo) um dia antes da coleta. A coleta foi realizada entre às 8 e 11 horas. Os períodos de incubação das amostras após o fechamento das câmaras foram de 0, 10, 20 e 40 minutos.

Também foram medidas no momento da coleta os dados de temperatura e umidade do solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Médias da temperatura e umidade do solo no dia da coleta de gás.

Sistema	Umidade, m ³ m ⁻³	Temperatura, °C
Forrageira	0,201	25,3
Safra	0,215	26,0
Adubo Verde	0,213	26,5
Pousio	0,206	25,2

Após a coleta, as amostras foram mantidas nas seringas com torneira de 3 vias na posição fechada, e encaminhadas imediatamente para a análise dos gases N₂O, CO₂ e CH₄.

A quantificação dos gases foi realizada por meio de cromatógrafo gasoso Shimadzu® - GC

2014, modelo “Greenhouse”, com fonte selada de Ni63.

A partir dos dados de concentração dos gases em cada tempo de incubação de ar no interior da câmara foram ajustadas as regressões lineares e em seguida calculado o fluxo dos gases, utilizando a equação 1, proposta por Jantalia et al. (2008).

Equação 1

$$f = \frac{\Delta C}{\Delta t} x \frac{v}{a} x \frac{m}{Vm}$$

Onde:

ΔC e Δt correspondem ao coeficiente angular da equação de reta ajustada;

v e a : volume e área da câmara, respectivamente;

m e Vm : a massa molar do gás e volume molar.

O volume e a área da câmara correspondem, respectivamente, a 0,012716 m³ e 0,07065 m²; a massa molar dos gases CO₂, CH₄, N₂O são: 44,01; 16,042 e 44,0128 g mol⁻¹, respectivamente. Para o cálculo do volume molar, utilizar-se-á equação do gás ideal (Equação 2).

Equação 2

$$f = P x V = \eta x R x T$$

Onde:

P e V correspondem à pressão e o volume respectivamente;

η , R e T correspondem a mols do gás; a constante universal dos gases e a temperatura do ar a 5 cm, respectivamente.

Os resultados foram comparados pelo desvio padrão da média.

RESULTADOS E DISCUSSÃO – Não houve interação significativa entre corretivos da acidez e sistemas. As emissões de CH₄, CO₂ e N₂O, em função dos sistemas e dos corretivos, estão representadas na figura 1. Para as avaliações de CH₄ (Figura 1a e 1b), observou-se que em todos os tratamentos houve redução da concentração desse gás na atmosfera, havendo diferença apenas entre os sistemas de cultivo (Figura 1a), sendo o maior dreno de metano com o uso de safrinha no inverno em comparação ao sistema com forrageira. A absorção de CH₄ ocorre geralmente em condições de solos bem drenados e sem restrição à aeração. Isto se deve aos microorganismos metanotróficos absorverem mais CH₄ nessas condições.

De acordo com Glatzel e Stahr (2001), para que ocorra a emissão de CH₄ no solo não é necessário ambiente anaeróbio em todo o solo, mas apenas em pequenos sítios, como nos espaços livres entre os



agregados. Com isso as condições de aeração do solo em diferentes sistemas de preparo e uso podem exercer grande influência para o solo ser fonte ou dreno de CH₄ para a atmosfera.

Para o CO₂ (Figura 1c e 1d), o maior fluxo obtido foi no sistema safrinha. E o menor fluxo foi no sistema Forrageira. Já os sistemas Pousio e Adubo Verde os fluxos emitidos foram similares (Figura 1c). Dentro dos corretivos utilizados (Figura 1.d), observou-se que o tratamento com silicato foi o que obteve maior fluxo em relação ao tratamento com calcário, porém sem diferir do tratamento sem corretivo. No solo, as emissões de CO₂ estão associadas com a decomposição dos resíduos vegetais, com a respiração da microbiota e das raízes, além da oxidação da fração lábil da matéria orgânica do solo (BRONICK e LAL, 2005; REICOSKY et al., 2005).

Segundo Lourente et al. (2010), a atividade microbiana na ação oxidativa de C de compostos orgânicos, depende das condições edafo-climáticas e da qualidade e aporte de resíduos orgânicos.

A liberação química de CO₂ pela calagem tem sido reconhecida por contribuir significativamente para o efeito estufa (ROBERTSON et al. 2001). Por outro lado, a calagem pode fornecer uma opção para a mitigação das emissões de N₂O dos solos agrícolas quando o teor de umidade do solo é mantido na capacidade de campo, uma vez que o pH do solo tem um efeito potencial sobre as vias de produção de N₂O, e a redução de N₂O para N₂, citado por Fageria e Baligar, (2008).

Em relação ao fluxo de N₂O, por meio da figura 1 é possível observar que o sistema Forrageira foi o que resultou em maior emissão desse gás, porém, diferindo apenas do sistema Adubo Verde.. Esses resultados contrariam os obtidos por Gomes et al. (2009), que em estudo tendo como única fonte de nitrogênio o cultivo de leguminosa como planta de cobertura, observaram emissão mais pronunciada de N₂O. Com relação aos corretivos utilizados não observou-se diferença na emissão de N₂O entre os tratamentos.

CONCLUSÕES

O uso de calcário reduziu a emissão de N₂O, assim como o cultivo de adubo verde na entressafra.

Independente do cultivo de entressafra e do corretivo da acidez, o fluxo de metano foi negativo.

A emissão de CO₂ não foi afetada pelo corretivo da acidez, mas foi maior com o cultivo de safrinha na entressafra.

REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C.; RODELLA, A. A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: **Tópicos em ciência do solo**. Vol.3. Viçosa: SBCS, p.291-334, 2003.

BRONICK, C. J. LAL, R. Soil structure and management: A review. **Geoderma**, Amsterdam, v. 124, p.3-22, 2005.

EMBRAPA/CNPMA. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópica de gases de efeito estufa: emissões de óxido nitroso proveniente de solos agrícolas**. Ministério da Ciência e Tecnologia, Brasília, 2006.

GLATZEL, S.; STAHR, K. Methane and nitrous oxide exchange in differently fertilized grassland in southern Germany. **Plant Soil**, 231:21-35, 2001.

GOMES, J. et al., Soil nitrous oxide emissions in long-term cover crops-based rotations under subtropical climate,

JANTALIA, C. P. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystem**, Dordrecht, v. 82, p.161-173, 2008.

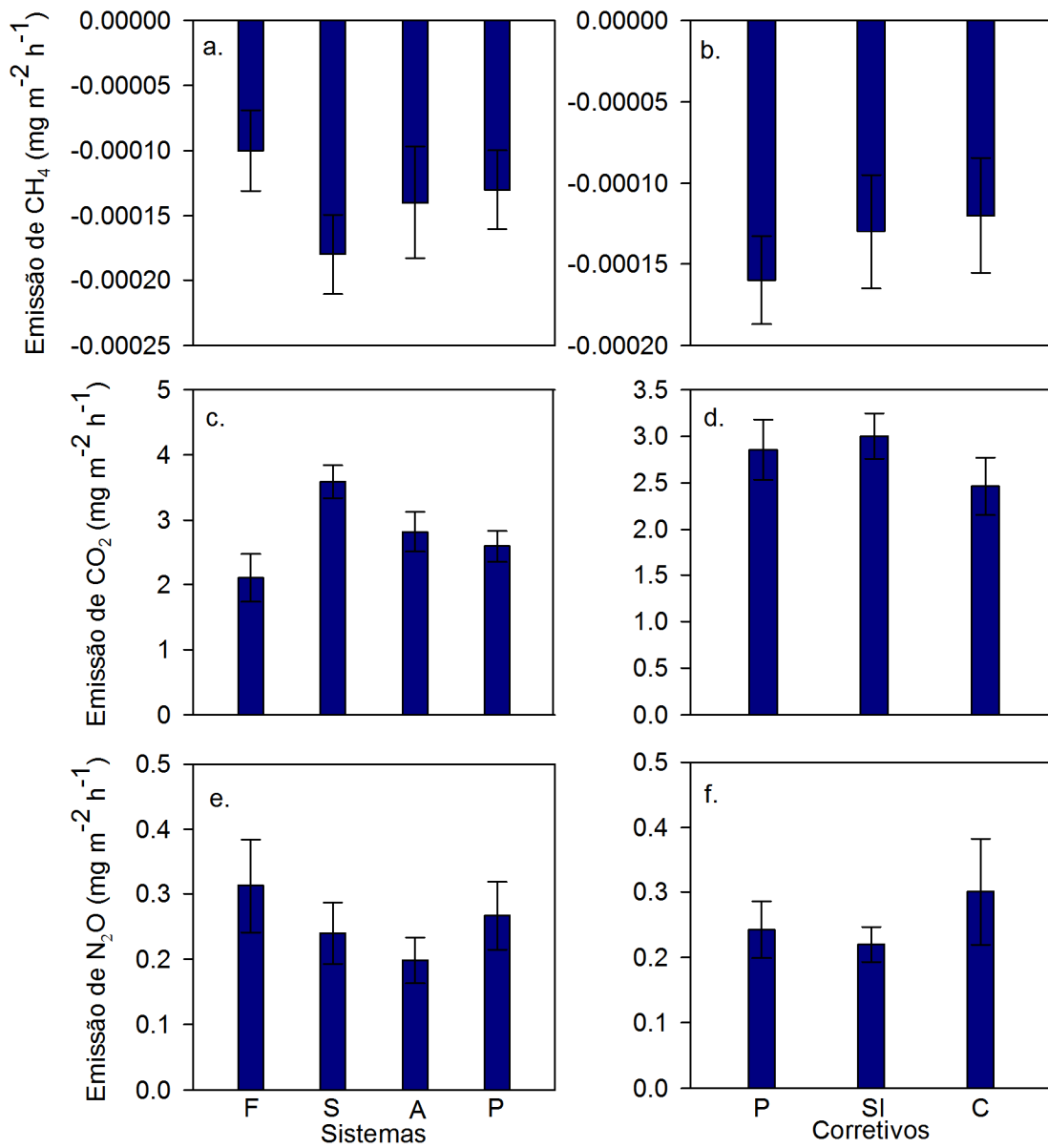
LOURENTE, E. R. P. et al. Rotação de culturas e relações com atributos químicos e microbiológicos do solo e produtividade do milho. **Semina**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 829- 842, 2010.

ROBERTSON, G. P.; PAUL, E. A.; HARWOOD, R.R. "Green- House Gases in Intensive Agriculture: Contributions of Individual Gases to the Radiative Forcing of the Atmosphere," **Science**, Vol. 289, No. 5486, 2001, pp. 1922-1925.

SCHUMAN, G.E.; JANZEN, H.H. & HERRICK, J.E. Soil carbon dynamics and potential carbon sequestration by rangelands. **Environ. Poll.**, 116:391-396, 2002.

Silva, F. de A. S. e. & Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4,n.1, p71-78,2002.

SIX, J.; FELLER, C.; DENEFF, K.; OGLE, S.M.; SÁ, J.C.M. & ALBRECHT, A. Soil carbon matter, biota and aggregation in temperate and tropical soils: Effects of no-tillage. **Agronomie**, 22: 755-775, 2002. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 106, p. 36-44, 2009.



Sistemas:
F – Forrageira
S – Safrinha
A – Adubo Verde
P - Pousio

Corretivos:
P – Pousio
SI – Silicato
C – Calcário

Figura 1. Emissões de CH₄ (a,b), CO₂ (c,d) e N₂O (e,f) em Sistema de Semeadura Direta de Longa Duração, em função dos sistemas de cultivo de entressafrá (a,c,e) e dos corretivos da acidez (b,d,f).