



Emissão de metano após a aplicação de vinhaça em solo cultivado com cana-de-açúcar no Município de Piracicaba (SP)⁽¹⁾.

Naissa Maria Silvestre Dias⁽²⁾; **Siu Mui Tsai**⁽³⁾; **Brigitte Josefine Feigl**⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq.

⁽²⁾ Doutoranda; Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP; Piracicaba, São Paulo; nsdias@cena.usp.br; ⁽³⁾ Professora Doutora; Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP; ⁽⁴⁾ Professora Doutora; Centro de Energia Nuclear na Agricultura - USP.

RESUMO: A vinhaça é comumente aplicada ao solo por fertirrigação como fonte de nutrientes e compostos orgânicos para a cultura da cana-de-açúcar. Apesar de atuar benéficamente no solo, pouco se sabe sobre a capacidade deste co-produto de aumentar as emissões de GEE no solo. Assim, o objetivo foi avaliar o efeito da aplicação da vinhaça nas emissões de metano (CH₄) do solo. As amostragens de GEE e solo foram em áreas de cana sem queima a partir da aplicação de doses vinhaça (0, 150, 300 e 450 m³ ha⁻¹). O delineamento experimental realizado foi em cinco blocos casualizados, totalizando 25 câmaras de coleta de gases do efeito estufa. Amostras de solo foram coletadas em quatro períodos de amostragem após aplicação de vinhaça (0, 7, 15 e 30 dias), em dois anos consecutivos. A determinação dos fluxos gasosos foram por cromatografia gasosa. Os fluxos de carbono na forma de metano (C-CH₄) oscilaram, entre valores positivos e negativos, nos dois anos, indicando a capacidade do solo de servir ora como fonte ora como sumidouro deste GEE. Ainda, a aplicação de vinhaça, mesmo em doses elevadas, não estimulou a emissão de C-CH₄ em solo cultivado com cana-de-açúcar.

Termos de indexação: fertirrigação, gases de efeito estufa, biocombustíveis.

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas observadas nos últimos 100 anos resultam tanto de processos naturais como antrópicos e devem afetar o processo produtivo e o estilo de vida da humanidade (AYROZA, 2011; MARIN & NASSIF, 2013). A América Latina é responsável por 12% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) mundiais, sendo os três principais: metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O) e dióxido de carbono (CO₂).

Eventos climáticos extremos, os quais podem se tornar mais frequentes devido ao acúmulo destes gases na atmosfera, podem afetar severamente países como o Brasil, que dependem fortemente de recursos naturais e comércio de “commodities”, principalmente do ponto de vista econômico e social (MARIN; NASSIF, 2013).

O setor sucroenergético vem sendo responsável por grande parte do desenvolvimento do Brasil. A produção de grandes volumes de açúcar a álcool tem como consequência a produção de quantidades elevadas de uma série de co-produtos, como por exemplo, a vinhaça. Esta é considerada o principal resíduo da indústria sucroenergética. Para cada litro de etanol produzido são gerados em torno de 10 a 18 litros de vinhaça, volume este dependente das condições operacionais e das instalações em uso (KUMAR et al., 1998; WADT, 2008).

O uso deste resíduo na agricultura gera diversos benefícios, tanto do ponto de vista agrônomico, econômico, quanto social (BARROS et al., 2010). Contudo, há uma grande discussão quando o assunto é sustentabilidade ambiental, já que não se sabe ao certo qual o impacto da vinhaça nos diferentes compartimentos, como por exemplo, o solo (OLIVEIRA et al., 2013). Segundo, Carmo et al. (2012) a aplicação de vinhaça em áreas cultivadas com cana-de-açúcar no Brasil levou a um aumento das emissões de GEE a partir do solo.

Com base na hipótese de que a aplicação de vinhaça ao solo aumenta a disponibilidade de carbono (C) para a microbiota endêmica e que, portanto, é capaz de provocar alterações no ciclo biogeoquímico de tal elemento, o principal objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito dessa prática agrícola sobre as taxas de emissão CH₄ do solo. Para atingir o objetivo principal, foram feitas as quantificações da emissão de metano proveniente da aplicação de três doses de vinhaça no solo, durante o período chuvoso de dois anos consecutivos.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo adotada foi a Fazenda Santana, pertencente à Usina Costa Pinto, situada em Tanquinho (22°35'31”S, 47°38'23”O), Distrito de Piracicaba-SP. Esta área foi selecionada por apresentar cultivo de cana-de-açúcar sem queima. A respectiva área era de 1º ciclo. O experimento foi instalado no mês de novembro de 2011 e repetido em novembro de 2012. A condução do mesmo foi em blocos, sendo que em cada um foram instaladas cinco câmaras estáticas para a coleta de CH₄, sendo que cada uma representava um tratamento. Os



tratamentos foram doses de vinhaça de 150, 300 e 450 m³ha⁻¹, uma dose de água de 300 m³ha⁻¹ (controle) e o solo sem nenhum aditivo, mantendo-o em condições originais. A vinhaça foi aplicada com o auxílio de um delimitador, com dimensão de um metro quadrado, e aplicador com os volumes previamente calculados, mensurados em proveta e demarcados no mesmo.

Em cada um dos tratamentos, foram instaladas câmaras estáticas para coleta de amostras de CH₄, conforme metodologia descrita por Steudler et al. (1991). As amostragens dos fluxos de CH₄ do solo foram realizadas diariamente (entre 10:00h e 14:00h) iniciando no primeiro dia de aplicação da vinhaça até o décimo quinto dia após a aplicação. A partir de então, as coletas ocorreram em dias espaçados, findando no trigésimo dia após a aplicação da vinhaça. As câmaras eram compostas por base e tampa, sendo a base fixa, evitando perturbação do solo e facilitando as diversas coletas ao longo do período experimental. Para determinação do volume médio de cada câmara foram feitas medições de alturas de três pontos da superfície do solo até a tampa e calculada a média.

O experimento foi conduzido de forma semelhante nos dois anos. Para a coleta de amostras de CH₄ do interior das câmaras foram utilizadas seringas de *nylon* tipo BD de 20 mL e intervalos de coleta de 15s, 5min, 10min e 20min. Durante o período de coleta foram obtidas também as temperaturas do solo nas profundidades de 2, 5 e 10 cm, dentro e fora da câmara. Foram avaliadas também a pressão atmosférica e a umidade do solo.

Para cada amostra foi determinada a concentração de CH₄ por cromatografia gasosa, através do cromatógrafo GC-2014 (*Shimadzu*, Tóquio, Japão). O fluxo de C-CH₄ foi determinado pela alteração linear das concentrações em função do tempo de incubação. A emissão diária de C-CH₄ foi obtida pela média dos fluxos das cinco repetições de cada tratamento. Já a emissão total (acumulada) foi determinada por integração de curvas, gerando a quantidade total desse GEE emitida para o período estudado.

Foi aplicada estatística descritiva nos fluxos diários de C-CH₄, já os fluxos acumulados foram analisados utilizando-se a análise de variância (ANOVA) e quando significativo, foi submetido ao teste de Tukey com nível de significância de 5% (SAS version 9.2, SAS Institute, Cary, NC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de carbono na forma de metano (C-CH₄) apresentaram valores negativos e positivos em todos os tratamentos analisados.

Observando os fluxos diários no primeiro ano, os fluxos de C-CH₄ provenientes do tratamento

sem aditivos (T_{solo}) variaram de -147 a 157 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. O tratamento com a aplicação de 300 m³ha⁻¹ de água (T_{água}) apresentou fluxos de C-CH₄ variando de -217 a 47 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. Já as doses de vinhaça de 150 m³ha⁻¹ (T₁₅₀), 300 m³ha⁻¹ (T₃₀₀) e 450 m³ha⁻¹ (T₄₅₀), variaram respectivamente de -68 a 205 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹, -148 a 202 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹ e -227 a 215 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. Durante todo o período avaliado, o fluxo médio para T_{solo} foi de 6 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹, enquanto que para T_{água} foi de -55 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. Para as doses de vinhaça, T₁₅₀, T₃₀₀ e T₄₅₀, os fluxos médios foram respectivamente: 59, 25 e 18 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹.

No segundo ano, os fluxos de C-CH₄ provenientes do T_{solo} variaram de -25 a 113 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. O T_{água} apresentou fluxos de C-CH₄ variando de -89 a 81 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. Já as doses de vinhaça, T₁₅₀, T₃₀₀ e T₄₅₀, variaram respectivamente de -151 a 100 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹, -74 a 126 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹ e -137 a 89 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. Durante todo o período avaliado, o fluxo médio para T_{solo} foi de 35 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹, enquanto que para T_{água} foi de 9 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. Para as doses de vinhaça, T₁₅₀, T₃₀₀ e T₄₅₀, os fluxos médios foram respectivamente: 23, 25 e 2 µg C-CH₄ m⁻² h⁻¹. De acordo com os resultados obtidos podemos afirmar que o solo atuou ora como fonte ora como dreno de metano.

Os resultados das medições de CH₄, no primeiro e segundo ano, revelaram comportamentos bastante variáveis entre os tratamentos quando considerado o efeito da aplicação de vinhaça nas emissões acumulativas de C-CH₄ durante os 30 dias de avaliação. Os fluxos acumulados de C-CH₄ observados não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$), nem para o primeiro e nem para o segundo ano. Contudo os fluxos de C-CH₄ obtidos foram negativos no primeiro ano e positivos no segundo. No primeiro ano os fluxos acumulados médios foram: T_{solo} (-12 g C-CH₄ ha⁻¹), T_{água} (-129 g C-CH₄ ha⁻¹), T₁₅₀ (-334 g C-CH₄ ha⁻¹), T₃₀₀ (-146 g C-CH₄ ha⁻¹) e T₄₅₀ (-97 g C-CH₄ ha⁻¹). Enquanto no segundo ano fluxos acumulados médios foram: T_{solo} (47 g C-CH₄ ha⁻¹), T_{água} (34 g C-CH₄ ha⁻¹), T₁₅₀ (35 g C-CH₄ ha⁻¹), T₃₀₀ (38 g C-CH₄ ha⁻¹) e T₄₅₀ (40 g C-CH₄ ha⁻¹). Isso é um indício de que a carga de C via aplicação de vinhaça não interfere nos fluxos de C-CH₄. O mesmo foi observado por Carmo et al. (2012) e Oliveira et al. (2013).

Os fluxos de C-CH₄ demonstraram a capacidade do solo de cana-de-açúcar de servir como fonte e sumidouro deste GEE, resultado este, diferente aos descritos por Weier (1999), Denmead (2009), Carmo et al. (2012) e Oliveira et al. (2013), em que este GEE apresentou apenas a capacidade de atuar como sumidouro de metano.



CONCLUSÕES

A utilização de vinhaça mesmo em doses elevadas não estimula a emissão de C-CH₄ do solo.

AGRADECIMENTOS

CNPq e CAPES

REFERÊNCIAS

AYROZA, M. R. Mudança climática e moral: dois caminhos que se cruzam. Dissertação (Mestrado em Administração Pública e Governo) - Escola de Administração de Empresas de São Paulo, Fundação Getúlio Vargas, São Paulo, 2011. 295 p.

BARROS, R. P.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA, T. L. et al. Alterações em atributos químicos de solo cultivado com cana-de-açúcar e adição de vinhaça. Pesquisa Agropecuária Tropical, 40(3):341-346, 2010.

CARMO, J. B.; FILOSO, S.; ZOTELLI, L. C. et al. In Field Green house gas emissions from sugarcane soils in Brazil: effects from synthetic and organic fertilizer application and crop trash accumulation. Global Change Biology Bioenergy, 5(3): 267-280, 2012.

DENMEAD, O. T.; MACDONALD, B. C. T.; WHITE, I. et al. Evaporation and carbon dioxide exchange by sugarcane crops. Proceedings of the Australian Society of Sugar Cane Technologists 31:116-124. 2009.

MARIN, F. & NASSIF, D. S. P. Mudanças climáticas e a cana-de-açúcar no Brasil: Fisiologia, conjuntura e cenário futuro. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 17(2):232-239, 2013.

KUMAR, V.; WATI, L.; NIGAM, P. et al. Decolorization and biodegradation of anaerobically digested sugarcane molasses spent wash effluent from biomethanation plants by white-rot fungi. Process Biochemistry, 33:83-88, 1998.

OLIVEIRA, B. G.; CARVALHO, J. L. N.; CERRI, C. E. P. et al. Soil green house gas fluxes from vinasse application in Brazilian sugar cane areas. Geoderma, 200-201:77-84, 2013.

STEUDLER, P. A.; MELILLO, J. M.; BOWDEN, R. D. et al. The effects of natural and human disturbances on soil nitrogen dynamics and trace gas fluxes in Puerto Rican wet forest. Biotropica, 23:356-363, 1991.

WADT, L. C. Cultivo de *Pleurotus spp.* em vinhaça visando à produção de biomassa e exopolissacarídeos. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008. 72 p.

WEIER, K. L. N₂O and CH₄ consumption in sugarcane soil after variation in nitrogen and water application. Soil Biology and Biochemistry, 31:1931-1941, 1999.