

EMISSÃO DE METANO EM CANA-DE-AÇÚCAR FERTIRRIGADA

Alzeneide da Silva Lopes¹, Aderson Soares de Andrade Júnior², Luís Henrique Bassoi³, Valdenir Queiroz Ribeiro², Josiane Fonteneles Silva⁴

¹Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, UNIVASF, Juazeiro, BA, agro.neide@hotmail.com; ²Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, aderson.andrade@embrapa.br, valdenir.queiroz@embrapa.br; ³Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos, SP, luis.bassoi@embrapa.br; ⁴UFPI-CNPq, Teresina, PI, josianefonteneles@hotmail.com.

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar as emissões de metano (CH₄) em cana-de-açúcar fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K₂O) aplicadas por gotejamento subsuperficial. Os tratamentos constaram da combinação de três doses de N e de K₂O (60–120; 120–180 e 180–120 kg ha⁻¹) mais um tratamento testemunha. Os fluxos de CH₄ foram avaliados pelo método da câmara estática fechada aos 83, 104, 146 e 186 dias após o plantio (DAP), um dia antes (C1) e um dia depois (C2) da fertirrigação, totalizando oito avaliações. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas (doses de N e K₂O, nas parcelas, e coletas C1 e C2, nas subparcelas). A fertirrigação da cana-de-açúcar com doses de até 180 kg ha⁻¹ de N e de K₂O não influencia a emissão de CH₄. A emissão de CH₄ deve-se mais ao efeito da irrigação do que à aplicação dos fertilizantes.

PALAVRAS-CHAVE: Efeito estufa. Fertirrigação. GEE

EMISSION OF METHANE IN SUGARCANE UNDER FERTIGATION

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the emissions of methane (CH₄) in fertirrigated sugarcane with different doses of nitrogen (N) and potassium (K₂O) applied by subsurface drip irrigation. The treatments consisted of a combination of three doses of N and K₂O (60-120, 120-180 and 180-120 kg ha⁻¹) plus a control treatment. The CH₄ fluxes were evaluated by the closed chamber method at 83, 104, 146 and 186 days after planting (DAP), one day before (C1) and one day after (C2) of the fertigation, totaling eight evaluations. The experimental design was a randomized block design, with four replications, in subdivided plots (doses of N and K₂O in plots, and collections C1 and C2, in subplots). The fertigation of sugarcane with doses of up to 180 kg ha⁻¹ of N and K₂O does not promote the emission of CH₄. CH₄ emissions are due more to the effect of irrigation than fertilizer application.

KEY WORDS: Greenhouse effect. Fertigation. GHG

INTRODUÇÃO

O metano (CH₄) é um importante gás de efeito estufa (GEE), com grande longevidade na atmosfera. Nos últimos 250 anos, a concentração de CH₄ na atmosfera aumentou cerca de 150%, passando de 715 partes por bilhão (ppb) durante o período

pré-industrial para 1803 ppb em 2011, e vem aumentando a uma taxa de três ppb ano⁻¹ (IPCC, 2013). O aumento da concentração atmosférica desse gás deve-se em grande parte a queima de combustíveis fósseis e às atividades agropecuárias. No Brasil, 78% das emissões de CH₄ tem como origem as atividades agropecuárias (MCTI, 2013).

Nos solos, a produção de CH₄ ocorre pelas bactérias metanotróficas que, em condições restritas de oxigênio (O₂), reduzem os compostos orgânicos a CH₄. Vários fatores influenciam a taxa de oxidação desse gás pelas referidas bactérias. A fertilização nitrogenada afeta a oxidação do CH₄, através da competição do íon NH₄⁺ com o CH₄ pela enzima monoxigenase, sendo que, após fertilização nitrogenada elevada, ocorre no solo uma maior concentração de NH₄⁺ disponível e, com isso, ao competir pela enzima, esse íon atua como inibidor da oxidação de CH₄ no solo (BOECKX; VAN CLEEMPUT; VILLARALVO, 1997), favorecendo a produção desse gás no solo. A aplicação parcelada de N em cana-de-açúcar poderá ser uma importante medida para reduzir a concentração de NH₄⁺ no solo e aumentar as taxas de oxidação de CH₄ em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, sobretudo em áreas irrigadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar as emissões de CH₄ em cana-de-açúcar fertirrigada com diferentes doses de N e K₂O aplicadas por gotejamento subsuperficial.

MATERIAL E MÉTODOS

As emissões de CH₄ foram estudadas em uma área de cultivo de cana-de-açúcar variedade RB 92579, na fase de cana-planta, na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina-PI, cujas coordenadas geográficas são: latitude 5°05'S, e longitude 42°29'W, e altitude média de 72 m, em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, textura franco-arenoso. A temperatura média anual é de 28,2°C, e a precipitação média anual é de 1.343,4 mm (BASTOS; ANDRADE JÚNIOR, 2014).

A cana-de-açúcar foi plantada em junho de 2014, de forma manual na profundidade de 0,3 m em relação à superfície do solo, com seis toletes contendo três gemas cada um, por metro linear. As parcelas foram constituídas de três fileiras duplas de plantio, com 10 m de comprimento. Cada linha dupla de plantio apresentava espaçamento de 2 m entre si, medido a partir do centro da fileira dupla. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, em parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas pela combinação de três doses de N (ureia) e K₂O (cloreto de potássio) (60–120; 120–180 e 180–120 kg ha⁻¹) mais um tratamento controle, e as subparcelas, por duas épocas de coleta (C1 - coleta antes da fertirrigação e C2 - coleta depois da fertirrigação). As fertirrigações iniciaram no dia 1/8/2014 (60 dias após o plantio) e foram até janeiro de 2015. As aplicações dos fertilizantes foram divididas em 24 etapas durante o ciclo da cultura, com intervalo de sete dias entre as aplicações. As adubações com outros nutrientes foram uniformes em todas as parcelas. O fósforo foi aplicado na dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (30% em fundação, fonte superfosfato triplo, e 70% via fertirrigação, na forma de fosfato monoamônico), com aplicações mensais. Os micronutrientes B, Zn, Mn, Cu e Mo foram aplicados via fertirrigação em seis aplicações durante o ciclo da cultura (ANDRADE JÚNIOR et al., 2012). As fertirrigações, aplicando ureia e cloreto de potássio, foram realizadas após diluição em tanque de 50 L, adicionando-os ao sistema de irrigação por meio de injetor hidráulico de deslocamento positivo. A lâmina de irrigação foi uniforme e aplicada com base na evapotranspiração de referência (ET_o), estimada pelo método de Penman - Monteith e coeficientes de cultivo (K_c) de cana-de-açúcar determinados na região (NOLÊTO, 2015). A frequência de aplicação da irrigação foi às segundas, quartas e sextas-feiras. Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento subsuperficial, com

dois metros entre linhas gotejadoras, enterradas a 0,25 m de profundidade, no centro das fileiras duplas de plantas.

Os fluxos diários de CH₄ foram avaliados pelo método da câmara estática fechada. As câmaras eram constituídas por uma base e uma tampa de PVC com tubo de respiro e uma saída para retirada das amostras de ar (0, 10 e 30 minutos após o fechamento da câmara). As amostras de ar foram analisadas por meio de cromatografia gasosa (Trace 1310) com um detector por ionização de chama (FID, 250°C). Os fluxos foram calculados por meio das mudanças da concentração durante o tempo de incubação, associado às informações do volume e da área da câmara. Após correção em função da temperatura, os fluxos foram extrapolados para a escala diária. Em seguida, obteve-se a emissão acumulada no período por meio da integração trapezoidal dos fluxos diários em função do tempo.

As avaliações dos fluxos de CH₄ foram realizadas aos 83, 104, 146 e 186 dias após o plantio (DAP), um dia antes (C1) e um dia depois (C2) da fertirrigação, totalizando oito avaliações. A câmara foi instalada no centro da parcela experimental, entre as fileiras duplas de plantio, sobre a linha de gotejamento subsuperficial. Foram monitoradas a temperatura (termômetro) e umidade do solo (gravimetria) na camada de 0,1m ao lado da câmara. As diferenças entre as emissões acumuladas de CH₄ foram analisadas estatisticamente por meio da análise de variância. Em função do teste t, foram estimados contrastes de interesse entre duas médias. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o software SAS 14.1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de CH₄, em todos os tratamentos, foram em geral baixos e oscilaram entre valores positivos e negativos, com valor máximo de 3,450 mg m⁻² dia⁻¹ ocorrendo no T1, aos 146 DAP, e valor mínimo de -0,155 mg m⁻² dia⁻¹, evidenciado no T4, aos 83 DAP (Figura 1). Esse comportamento indica ter havido emissão e oxidação de CH₄ pelo solo. Em todos os tratamentos, embora em pequena magnitude, o solo comportou-se como dreno de CH₄ atmosférico. Houve maior frequência de fluxos negativos nos tratamentos que receberam as maiores doses de N (T3 e T4).

O fluxo máximo de 3,450 mg m⁻² dia⁻¹ foi medido em T1 aos 146 DAP quando também verificou-se maior percentual de umidade no solo. A emissão de CH₄ é fortemente regulada pela umidade do solo, devido a água no solo exercer controle na difusão de CH₄ e na disponibilidade de O₂. Assim, com o aumento da umidade no solo ocorre diminuição da taxa de oxidação e aumento da emissão de CH₄. Por sua vez, o uso de fertilizante nitrogenado pode ter aumentado a taxa de oxidação de CH₄ no solo nos tratamentos T3 e T4, ao promover maior crescimento vegetativo, uma vez que esses tratamentos receberam as maiores doses de N, o que pode ter gerado aumento na evapotranspiração (ET) e reduzido a porosidade total preenchida com água. O aumento da ET da cultura eleva a extração de água do solo, aumentando o espaço poroso do solo livre de água (maior aeração), promovendo maior difusão de CH₄ e O₂.

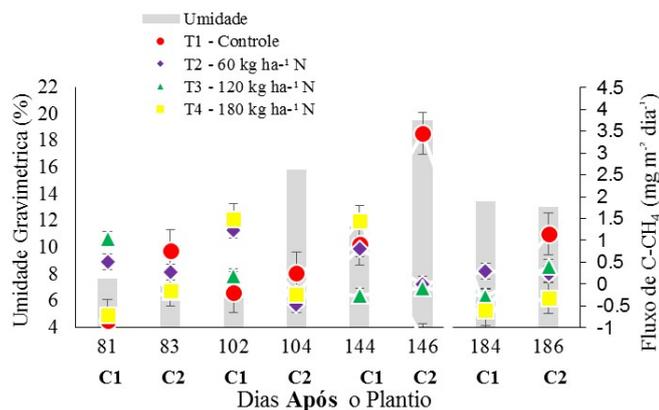


Figura 1. Fluxo de C-CH₄ versus umidade do solo em cana-de-açúcar fertirrigada com doses de N e K₂O por gotejamento subsuperficial; C1 - coleta antes e C2 - coleta depois da fertirrigação.

Antes da fertirrigação (C1), na comparação dos tratamentos fertirrigados com o tratamento controle, apenas o efeito médio de T1 vs T3 não foi significativo. Dentre os tratamentos fertirrigados, apenas o efeito médio de T2 vs T4 não apresentou diferença significativa. Após a fertirrigação (C2), apenas o efeito médio contraste de T2 vs T3 mostrou não haver diferença significativa (Tabela 1).

Tabela 1. Diferenças entre médias de emissão acumulada de CH₄ (g m⁻²) devido as doses de N e de K₂O (kg ha⁻¹) quantificadas antes (C1) e após (C2) a fertirrigação, em cana-de-açúcar fertirrigada por gotejamento subsuperficial¹.

Contrastes	CH ₄	
	Médias	Efeito do contraste
T1 vs T2 d. C1	0,02457 vs 0,14806	-0,1234**
T1 vs T3 d. C1	0,02457 vs 0,02825	-0,0036 ^{ns}
T1 vs T4 d. C1	0,02457 vs 0,14729	-0,1227**
T2 vs T3 d. C1	0,14806 vs 0,02825	0,1198**
T2 vs T4 d. C1	0,14806 vs 0,14729	0,0007 ^{ns}
T3 vs T4 d. C1	0,02825 vs 0,14729	-0,1190**
T1 vs T2 d. C2	0,28411 vs -0,00506	0,2891**
T1 vs T3 d. C2	0,28411 vs -0,02075	0,3048**
T1 vs T4 d. C2	0,28411 vs -0,09772	0,3818**
T2 vs T3 d. C2	-0,00506 vs -0,02075	0,0156 ^{ns}
T2 vs T4 d. C2	-0,00506 vs -0,09772	0,0926**
T3 vs T4 d. C2	-0,02075 vs -0,09772	0,0769*

¹T1: controle; T2: 60-120; T3: 120-180; T4: 180-120 kg ha⁻¹ de N e K₂O. ns: Não significativo (p > 0,05); *:Significativo a (0,05 ≥ p > 0,01) e **:Significativo a (p ≤ 0,01), pelo teste t.

Os tratamentos que foram fertilizados, independentemente da dose de N aplicada, funcionaram como dreno de CH₄, ou seja, oxidaram CH₄; contudo, o tratamento controle emitiu em média 0,325 g m⁻² de CH₄ a mais que os tratamentos adubados. O T2 oxidou em média 0,0926 g m⁻² de CH₄; já o T3 oxidou em média 0,0769 g m⁻² de CH₄ na comparação com o T4. Entretanto, o T4 mesmo recebendo a maior dose de N (180 kg ha⁻¹) oxidou em média 0,097 g m⁻² de CH₄. Os tratamentos fertilizados funcionaram como dreno de CH₄ dentro da C2, ou seja, oxidaram mais CH₄ do que emitiram; entretanto, dentro da C1 emitiram mais CH₄ do que oxidaram. Esses resultados indicam que a irrigação isolada afetou a taxa de oxidação de CH₄ pelo solo.

O efeito do N sobre a oxidação de CH₄ em solos não é claro e principalmente em regiões com cultivo de cana-de-açúcar. O efeito da aplicação de N na oxidação desse gás depende da fonte e da quantidade de N adicionado, bem como de fatores relacionados ao solo, tais como pH, temperatura, umidade e disponibilidade de O₂.

CONCLUSÕES

A fertirrigação da cana-de-açúcar com até 180 kg ha⁻¹ de N e de K₂O não promove a emissão de CH₄. A emissão de CH₄ deve-se mais ao efeito da irrigação em si do que à aplicação dos fertilizantes.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE JÚNIOR, A.S.; BASTOS, E.A.; RIBEIRO, V.Q.; DUARTE, J.A.L.; BRAGA, D.L.; NOLETO, D.H. Níveis de água, nitrogênio e potássio por gotejamento subsuperficial em cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 78-84, 2012.
- BASTOS, E.A.; ANDRADE JUNIOR, A.S. **Boletim agrometeorológico de 2013 para o município de Teresina, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2014. 38p.
- BOECKX, P.; VAN CLEEMPUT, O.; VILLARALVO, I. Methane oxidation in soils with different textures and land use. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.49, n.1-3, p. 91-95, 1997.
- IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. **Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. In: STOCKER, T.F. et al. (ed.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- MCTI - MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO. **Estimativas anuais de emissões de gases de efeito estufa no Brasil**. Brasília – DF, 2013, 76 p.
- NOLÊTO, D.H. **Coefficiente de cultura e demanda hídrica da cana-de-açúcar na microrregião de Teresina, Piauí**. 2015. 91p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.