

# EMIÇÃO DE METANO EM CANA-DE-AÇÚCAR FERTIRRIGADA

Alzeneide da Silva Lopes<sup>1</sup>, Aderson Soares de Andrade Júnior<sup>2</sup>, Luís Henrique Bassoi<sup>3</sup>, Valdenir Queiroz Ribeiro<sup>2</sup>, Josiane Fonteneles Silva<sup>4</sup>

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

**RESUMO:** O objetivo do trabalho foi avaliar as emissões de metano (CH<sub>4</sub>) em cana-de-açúcar fertirrigada com diferentes doses de nitrogênio (N) e potássio (K<sub>2</sub>O) aplicadas por gotejamento subsuperficial. Os tratamentos constaram da combinação de três doses de N e de K<sub>2</sub>O (60–120; 120–180 e 180–120 kg ha<sup>-1</sup>) mais um tratamento testemunha. Os fluxos de CH<sub>4</sub> 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 K<sub>2</sub>O, nas parcelas, e coletas C1 e C2, nas subparcelas). A fertirrigação da cana-de-açúcar com doses de até 180 kg ha<sup>-1</sup> de N e de K<sub>2</sub>O não influencia a emissão de CH<sub>4</sub>. A emissão de CH<sub>4</sub> 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 (CH<sub>4</sub>) in fertirrigated sugarcane with different doses of nitrogen (N) and potassium (K<sub>2</sub>O) applied by subsurface drip irrigation. The treatments consisted of a combination of three doses of N and K<sub>2</sub>O (60-120, 120-180 and 180-120 kg ha<sup>-1</sup>) plus a control treatment. The CH<sub>4</sub> 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 K<sub>2</sub>O in plots, and collections C1 and C2, in subplots). The fertigation of sugarcane with doses of up to 180 kg ha<sup>-1</sup> of N and K<sub>2</sub>O does not promote the emission of CH<sub>4</sub>. CH<sub>4</sub> emissions are due more to the effect of irrigation than fertilizer application.

**KEY WORDS:** Greenhouse effect. Fertigation. GHG

## INTRODUÇÃO

O metano (CH<sub>4</sub>) é um importante gás de efeito estufa (GEE), com grande longevidade na atmosfera. Nos últimos 250 anos, a concentração de CH<sub>4</sub> 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<sup>-1</sup> (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 CH<sub>4</sub> tem como origem as atividades agropecuárias (MCTI, 2013).

Nos solos, a produção de CH<sub>4</sub> ocorre pelas bactérias metanotróficas que, em condições restritas de oxigênio (O<sub>2</sub>), reduzem os compostos orgânicos a CH<sub>4</sub>. Vários fatores influenciam a taxa de oxidação desse gás pelas referidas bactérias. A fertilização nitrogenada afeta a oxidação do CH<sub>4</sub>, através da competição do íon NH<sub>4</sub><sup>+</sup> com o CH<sub>4</sub> pela enzima monoxigenase, sendo que, após fertilização nitrogenada elevada, ocorre no solo uma maior concentração de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> disponível e, com isso, ao competir pela enzima, esse íon atua como inibidor da oxidação de CH<sub>4</sub> 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 NH<sub>4</sub><sup>+</sup> no solo e aumentar as taxas de oxidação de CH<sub>4</sub> em áreas de cultivo de cana-de-açúcar, sobretudo em áreas irrigadas. O objetivo desse trabalho foi avaliar as emissões de CH<sub>4</sub> em cana-de-açúcar fertirrigada com diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O aplicadas por gotejamento subsuperficial.

## MATERIAL E MÉTODOS

As emissões de CH<sub>4</sub> 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 K<sub>2</sub>O (cloreto de potássio) (60–120; 120–180 e 180–120 kg ha<sup>-1</sup>) 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<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (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<sub>o</sub>), estimada pelo método de Penman - Monteith e coeficientes de cultivo (K<sub>c</sub>) 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.

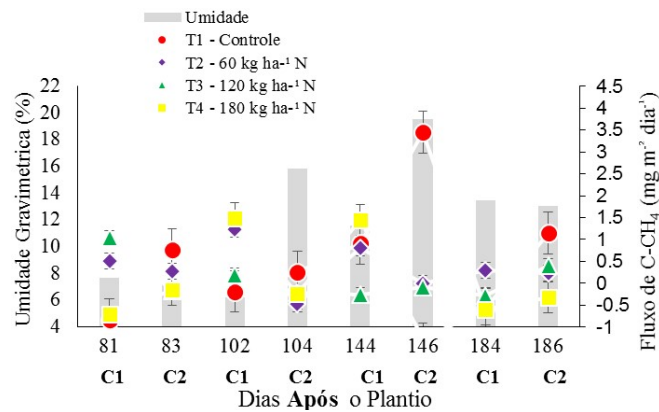
Os fluxos diários de CH<sub>4</sub> foram avaliados pelo método da câmara estática fechada. As câmaras eram constituídas por uma base e uma tampa de PVC com tubo de respiro e uma saída para retirada das amostras de ar (0, 10 e 30 minutos após o fechamento da câmara). As amostras de ar foram analisadas 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 CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub>, em todos os tratamentos, foram em geral baixos e oscilaram entre valores positivos e negativos, com valor máximo de 3,450 mg m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> ocorrendo no T1, aos 146 DAP, e valor mínimo de -0,155 mg m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, evidenciado no T4, aos 83 DAP (Figura 1). Esse comportamento indica ter havido emissão e oxidação de CH<sub>4</sub> pelo solo. Em todos os tratamentos, embora em pequena magnitude, o solo comportou-se como dreno de CH<sub>4</sub> 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<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> foi medido em T1 aos 146 DAP quando também verificou-se maior percentual de umidade no solo. A emissão de CH<sub>4</sub> é fortemente regulada pela umidade do solo, devido a água no solo exercer controle na difusão de CH<sub>4</sub> e na disponibilidade de O<sub>2</sub>. Assim, com o aumento da umidade no solo ocorre diminuição da taxa de oxidação e aumento da emissão de CH<sub>4</sub>. Por sua vez, o uso de fertilizante nitrogenado pode ter aumentado a taxa de oxidação de CH<sub>4</sub> 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 CH<sub>4</sub> e O<sub>2</sub>.



**Figura 1.** Fluxo de C-CH<sub>4</sub> versus umidade do solo em cana-de-açúcar fertirrigada com doses de N e K<sub>2</sub>O 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 CH<sub>4</sub> (g m<sup>-2</sup>) devido as doses de N e de K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) quantificadas antes (C1) e após (C2) a fertirrigação, em cana-de-açúcar fertirrigada por gotejamento subsuperficial<sup>1</sup>.

Contrastes	CH <sub>4</sub>	
	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 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup>
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 <sup>ns</sup>
T2 vs T4 d. C2	-0,00506 vs -0,09772	0,0926**
T3 vs T4 d. C2	-0,02075 vs -0,09772	0,0769*

<sup>1</sup>T1: controle; T2: 60-120; T3: 120-180; T4: 180-120 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O. 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 CH<sub>4</sub>, ou seja, oxidaram CH<sub>4</sub>; contudo, o tratamento controle emitiu em média 0,325 g m<sup>-2</sup> de CH<sub>4</sub> a mais que os tratamentos adubados. O T2 oxidou em média 0,0926 g m<sup>-2</sup> de CH<sub>4</sub>; já o T3 oxidou em média 0,0769 g m<sup>-2</sup> de CH<sub>4</sub> na comparação com o T4. Entretanto, o T4 mesmo recebendo a maior dose de N (180 kg ha<sup>-1</sup>) oxidou em média 0,097 g m<sup>-2</sup> de CH<sub>4</sub>. Os tratamentos fertilizados funcionaram como dreno de CH<sub>4</sub> dentro da C2, ou seja, oxidaram mais CH<sub>4</sub> do que emitiram; entretanto, dentro da C1 emitiram mais CH<sub>4</sub> do que oxidaram. Esses resultados indicam que a irrigação isolada afetou a taxa de oxidação de CH<sub>4</sub> pelo solo.

O efeito do N sobre a oxidação de CH<sub>4</sub> 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 O<sub>2</sub>.

## CONCLUSÕES

A fertirrigação da cana-de-açúcar com até 180 kg ha<sup>-1</sup> de N e de K<sub>2</sub>O não promove a emissão de CH<sub>4</sub>. A emissão de CH<sub>4</sub> 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.