



## Influência de fontes de Nitrogênio na emissão de Metano em solo cultivado sob Sistema de Plantio Direto.

Marcos Renan Besen<sup>(1)</sup>; Ricardo Henrique Ribeiro<sup>(1)</sup>; Diego Turcatel<sup>(1)</sup>; Ricardo Sartor Debastiani<sup>(1)</sup>; Jonatas Thiago Piva<sup>(2)</sup>; Cimélio Bayer<sup>(3)</sup>.

(1) Estudante do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC-Campus Curitibanos, SC.

Rodovia Ulisses Gaboardi, km 03. Curitibanos-SC. CEP: 89520-000. Email: [marcos.besen@hotmail.com](mailto:marcos.besen@hotmail.com)

(2) Professor Adjunto do curso de Agronomia da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC-Campus Curitibanos-SC. Rodovia Ulisses Gaboardi, km 03. Curitibanos-SC. CEP: 89520-000. Email: [jonatas.piva@ufsc.br](mailto:jonatas.piva@ufsc.br)

(3) Professor associado do departamento de solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS, Porto Alegre, RS.

**RESUMO:** A adubação nitrogenada interfere na oxidação do metano ( $\text{CH}_4$ ), devido à competição do amônio proveniente do fertilizante com o  $\text{CH}_4$  pela enzima mono-oxigenase. O objetivo do trabalho foi avaliar a interferência de diferentes fertilizantes nitrogenados aplicados na sucessão milho-trigo na emissão de  $\text{CH}_4$ . O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 3 repetições, onde: T1-testemunha (sem N); T2-Uréia (45% N); T3-Fertilizante mineral misto (30% N +1% Ca); T4-Uréia revestida por polímero (45% N); T5-Uréia com tecnologia Uremax + NBPT (45%N). No milho foram aplicados 100 kg de N  $\text{ha}^{-1}$  no estádio V4 e no trigo 120 kg de N  $\text{ha}^{-1}$  no início do perfilhamento. As amostras de ar foram coletadas pelo método de câmara estática, nos tempos 0, 15 e 30 min após a montagem da câmara. A concentração dos gases foi determinada por cromatografia gasosa. O fluxo de  $\text{CH}_4$ , avaliado durante o cultivo de milho variou entre -27,88  $\mu\text{g C-CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  a 64  $\mu\text{g C-CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , já na cultura do trigo os fluxos apresentaram maior amplitude, variando de -52 a 87  $\mu\text{g C m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ . No cultivo de milho apenas o T1 foi dreno de  $\text{CH}_4$ , contudo na emissão acumulada, T3 e T4 não diferiram de T1. Referente à emissão acumulada de  $\text{CH}_4$  no trigo apenas T1 e T2 diferiram significativamente entre si, sendo que T1, T3 e T4 foram drenos de  $\text{CH}_4$ . A aplicação de N diminuiu a oxidação de  $\text{CH}_4$ , sendo esse efeito mais notável a partir de fontes amídicas.

**Termos de indexação:** Gases de efeito estufa, metanotrofia, amônio.

### INTRODUÇÃO

Nos dias atuais é fundamental preconizar por alternativas que mitiguem as emissões de gases causadores do efeito estufa (GEE), visto a notável contribuição desses para o aquecimento global. Segundo o IPCC (2007), a agricultura contribui com 25%, 65% e 90% da totalidade das emissões

antropogênicas de  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ , e  $\text{N}_2\text{O}$  respectivamente.

Entre as atividades agrícolas que contribuem na emissão de GEE, destaca-se a adubação nitrogenada. A utilização de N através do uso de fertilizantes tem relação direta com a emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  (Baggs et al., 2000), e segundo Kravchenko et al. (2002) e Boeckx et al. (1997) a prática de adubação nitrogenada nos solos cultivados interfere na oxidação do  $\text{CH}_4$ . Isso ocorre devido ao fato de que o amônio resultante da adubação com N inibe a oxidação do  $\text{CH}_4$  do solo, sendo que tal inibição é resultante da competição do  $\text{NH}_4^+$  com o  $\text{CH}_4$ , pela enzima mono-oxigenase.

Uma das primeiras pesquisas feitas destacando o efeito supressor de  $\text{NH}_4^+$  no processo de metanotrofia de  $\text{CH}_4$ , foi desenvolvida por Mosier et al. (1991), o qual constataram que a aplicação de 22 kg  $\text{ha}^{-1}$  de N na forma de nitrato de amônio diminuiu o influxo de  $\text{CH}_4$  em um solo sob pastagem em 41% em comparação com o solo que não recebeu adubação nitrogenada. Já Ruser et al. (1998) não verificaram efeitos na oxidação do metano a partir da aplicação de 50 e 150 kg de N  $\text{ha}^{-1}$ .

A partir desse pressuposto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da adubação nitrogenada, através de diferentes fontes de N, na emissão de  $\text{CH}_4$  em um ano agrícola no planalto Catarinense.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Santa Catarina campus de Curitibanos, situada na região central do planalto Catarinense, sob um Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g  $\text{kg}^{-1}$  de argila). O clima da região é classificado como Cfb temperado com temperatura média entre 15°C e 25°C, precipitação média anual de 1500 mm, e altitude de 1000 m. A caracterização química da área em estudo esta apresentada na **tabela 1**.



**Tabela 1.** Caracterização química da área de estudo na camada de 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Curitibaanos – SC. 2014.

Profundidade	MO	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	V	m
cm	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----	-----%				
0,0 – 20,0	53,61	6,6	10,7	0,13	7,98	3,61	0,00	85,31	0,00

Os dados de temperatura e pluviosidade durante a condução do experimento estão apresentados na **figura 1**.

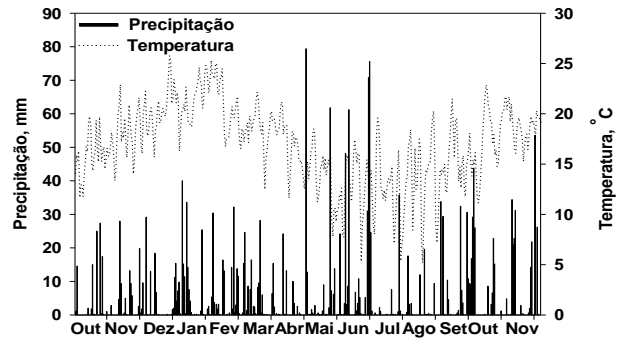
O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos ficaram assim constituídos: Uréia (45% N); Mineral misto (30% N + 1% Ca) contendo N na forma nítrica; Ureia + polímero (45% N); e Ureia com tecnologia UREMAX + NBPT (45%N), além do tratamento sem N. As doses aplicadas em cada cultura foram assim constituídas, no milho foram aplicados 100 kg N ha<sup>-1</sup> no estádio V4 da cultura e no trigo foram aplicados 120 kg N ha<sup>-1</sup> no início do perfilhamento.

O método de coleta das amostras de ar para determinação do CH<sub>4</sub> foi o de câmara estática (Mosier, 1989; Parkin et al., 2003), onde utilizou-se uma base estática com diâmetro de 25 cm, a qual foi fixada a 5,0 cm de profundidade no solo. Sobre as bases estáticas foram montadas as câmara com o mesmo diâmetro e 20 cm de altura, com sistema de monitoramento de temperatura e um cooler, que acoplado a uma bateria, homogeneizou a amostra para a coleta.

As coletas de ar foram realizadas nos dias 1, 3, 5, 7, 10, 14, 18, após aplicação nitrogenada na cultura do milho. Já, na cultura do trigo optou-se por estender as coletas, sendo que as amostras de ar foram coletadas da seguinte forma: 1 dia antes da aplicação e nos dias 1, 3, 5, 7, 9, 12, 20, 44, 58, 72, 81 dias após aplicação do N. Os momentos de coletas de cada amostra seguiram intervalos de 15 minutos previamente definidos, imediatamente após a montagem da câmara sobre a base, 0, 15, 30 minutos.

No momento das coletas as seringas contendo os gases foram acondicionadas em caixa de isopor em temperatura próxima de 5° C. Após, as amostras foram encaminhadas para o laboratório de manejo e biogeoquímica do solo do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), onde foram determinadas por cromatografia gasosa através do equipamento GC – Shimadzu 14-A.

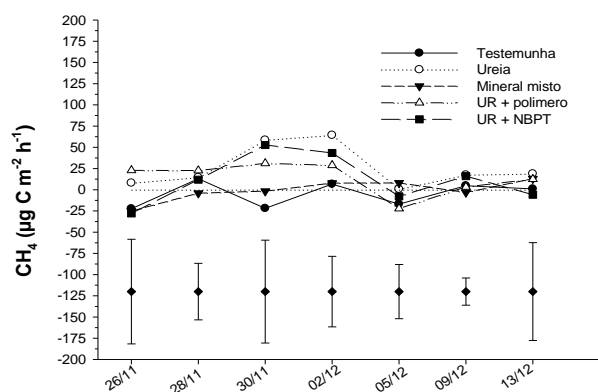
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, pelo programa ASSISTAT.



**Figura 1.** Pluviosidade e temperatura média diária durante o período do experimento (Out/2013 a Nov/2014). Curitibaanos, SC.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fluxo de CH<sub>4</sub> avaliado durante o cultivo de milho variou entre influxo, -27,88 µg C-CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup> a fluxo, 64 µg C-CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>. Na coleta do dia 26/11, que corresponde ao dia posterior à aplicação de N, a uréia (UR) e a ureia + polímero (UR+polímero) foram fontes de CH<sub>4</sub>. Posteriormente na segunda coleta, todos os tratamentos exceto o fertilizante mineral misto (FMM), também apresentaram comportamento de fontes de CH<sub>4</sub> (**Figura 2**).



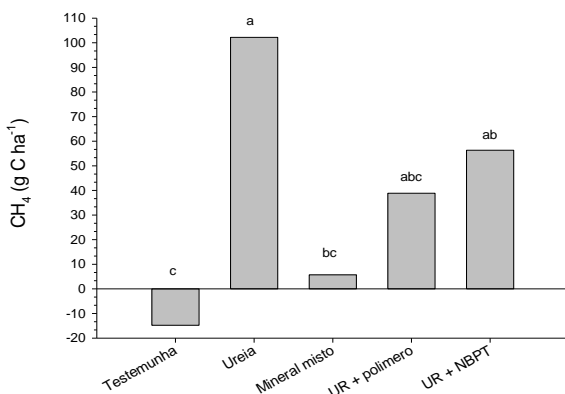
**Figura 2.** Fluxo de metano em solo cultivado com milho sob diferentes fertilizantes nitrogenados. Curitibaanos, SC. 2014.

As duas fontes de N tratadas, a fim de reduzir as perdas de N por volatilização, apresentaram os maiores picos de CH<sub>4</sub> para a atmosfera na mesma coleta (30/11), porem esses valores ficaram abaixo dos encontrados para a uréia convencional na

mesma data, sendo que esta apresentou seu maior pico de emissão na coleta seguinte (02/12), atingindo patamares de  $64 \mu\text{g C m}^{-2} \text{h}^{-1}$ . Evidencia-se que somente na coleta do dia 02/12 todos os tratamentos foram fonte de  $\text{CH}_4$ .

Segundo Hutsch (1998), alterações na comunidade de bactérias metanogênicas ou metanotróficas definem a dinâmica do  $\text{CH}_4$  nos solos agrícolas, fazendo com que o mesmo possa atuar como fonte ou dreno deste para atmosfera. Conforme Smith et al. (2003) condições de umidade, teor de  $\text{NH}_4^+$  e as operações de manejo são os principais fatores que influenciam essa dinâmica. Em solos cultivados, a prática de adubação nitrogenada interfere na oxidação do  $\text{CH}_4$ , tal fato ocorre devido ao amônio resultante da adubação com N, inibir a oxidação do  $\text{CH}_4$  do solo, sendo que essa inibição é resultado da competição do  $\text{NH}_4^+$  com o  $\text{CH}_4$ , pela enzima mono-oxigenase (Kravchenko et al., 2002; Boeckx et al., 1997). Isso exemplifica o fato de que os tratamentos contendo N diminuíram a oxidação do  $\text{CH}_4$ , conseqüentemente aumentando a emissão desse gás para a atmosfera.

Em relação à emissão acumulada de  $\text{CH}_4$ , os tratamentos diferiram entre si (Figura 3). Apenas o tratamento controle apresentou-se como dreno de  $\text{CH}_4$ , porém não diferiu significativamente do fertilizante mineral misto. Por sua vez, as três formas de uréia apresentaram-se como fonte de  $\text{CH}_4$  para a atmosfera, sendo que a uréia convencional apresentou a maior emissão acumulada  $102 \text{ g CH}_4 \text{ ha}^{-1}$ , diferindo significativamente do tratamento controle e do fertilizante mineral misto.

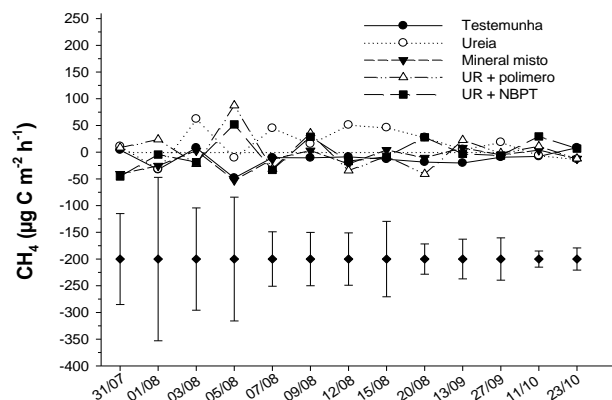


**Figura 3.** Emissão acumulada de metano, em solo cultivado com a cultura do milho, submetido a diferentes fontes de N, Curitibaanos, SC. 2014.

Entre as fontes amídicas avaliadas não houve diferença significativa sob o  $\text{CH}_4$  acumulado. Contudo a UR+polímero, foi a que menos contribuiu para emissão de  $\text{CH}_4$  ( $38 \text{ g CH}_4 \text{ ha}^{-1}$ ), não diferindo

significativamente dos demais tratamentos. Já a ureia tratada com NBPT (UR+NBPT), diferiu apenas do tratamento controle. Sugere-se que tal comportamento tenha sido influenciado principalmente devido à competição do  $\text{NH}_4^+$  com o  $\text{CH}_4$ , já discutido anteriormente, interferindo dessa forma na oxidação do  $\text{CH}_4$ . Por ser o fertilizante mineral misto uma fonte exclusivamente nítrica, esta pode ter ocasionado menor interferência na oxidação de  $\text{CH}_4$ . Por outro lado, essa forma de N pode ter contribuído no aumento das taxas de mineralização da matéria orgânica do solo, incrementando os teores de  $\text{NH}_4^+$  no solo, reduzindo dessa forma o influxo desse gás, quando comparado ao tratamento controle.

Na cultura do trigo, os fluxos apresentaram maior amplitude, variando de  $87$  a  $-52 \mu\text{g C m}^{-2} \text{h}^{-1}$ . (Figura 4). Esses valores representam a diferença entre os processos de metanogênese e metanotrofia ocorrentes no solo. A variação nas taxas de fluxo e influxo foram consideravelmente menor do que as encontradas por Veldkamp et al. (1998), em solos sob adubação ( $-62,5$  a  $250 \text{ mg m}^{-2} \text{h}^{-1} \text{ C-CH}_4$ ). Na coleta do dia 03/08, ficou claro um incremento na emissão de  $\text{CH}_4$ , a partir do uso de uréia, sendo que as outras duas formas de uréia apresentaram-se como dreno de  $\text{CH}_4$  nesse momento. Na coleta seguinte 05/08, as duas formas tratadas de uréia apresentaram seus respectivos picos de emissão de  $\text{CH}_4$  para a atmosfera,  $87$  e  $52 \mu\text{g C m}^{-2} \text{h}^{-1}$  para UR +polímero e UR + NBPT, respectivamente. Durante os picos de emissão de  $\text{CH}_4$  das formas tratadas de ureia, ocorreu o maior influxo desse gás para o solo pelo FMM e tratamento controle, atuando como dreno de metano.

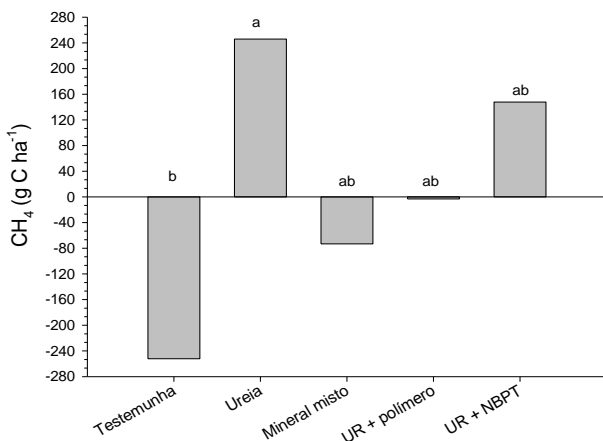


**Figura 4.** Fluxo de metano em solo cultivado com a cultura do trigo submetido a diferentes fertilizantes nitrogenados. Curitibaanos, SC. 2014.

Em relação à emissão acumulada de  $\text{CH}_4$ , apenas o tratamento que não recebeu N ( $-252 \text{ g CH}_4 \text{ ha}^{-1}$ ), e o constituído pelo uso de uréia convencional



(246 g CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>), diferiram significativamente entre si (**Figura 5**). Sendo que o tratamento controle, o FMM, e a UR+polímero foram drenos de CH<sub>4</sub>, constituindo-se como alternativas em reduzir a emissão de CH<sub>4</sub> em cultivos agrícolas sob plantio direto nas condições edafocimáticas do presente estudo, durante o período de avaliação. É válido ressaltar que apesar da UR+polímero apresentar o maior pico de emissão de CH<sub>4</sub> para a atmosfera, nas análises posteriores foi observado valores negativos, os quais representam um influxo desse gás para o solo, ou seja, agindo como dreno de CH<sub>4</sub>, à exemplo do tratamento controle que teve o mesmo comportamento de dreno de CH<sub>4</sub>, tanto no cultivo de verão como de inverno.



**Figura 5.** Emissão acumulada de metano, em solo cultivado com a cultura do trigo, submetido a diferentes fontes de N, Curitiba, SC, 2014.

Foi possível constatar o efeito da adubação nitrogenada na diminuição da oxidação de CH<sub>4</sub>. Os resultados obtidos corroboram com Zanatta et al. (2010) que avaliando a emissão de CH<sub>4</sub> no Sul do Brasil encontraram uma emissão acumulada 60% superior em área adubada com N, em relação ao tratamento que não recebeu N.

## CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizantes nitrogenados interfere na oxidação de CH<sub>4</sub>, sendo esse efeito, mais expressivo quando fontes amídicas, são utilizadas.

Fertilizantes nítricos interferem com menor intensidade na oxidação do CH<sub>4</sub>, quando comparado a formas amídicas.

## REFERÊNCIAS

BAGGS, E.M.; REES R.M.; SMITH K.A. Nitrous lechume oxide emission form soils after incorporating crop residues. *Soil Use Manage*, v.16, p.82-87, 2000.

BOECKX, P.; VAN C.; VILLARALVO, I. Methane oxidation in soils with different textures and land use. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 49:91-95, 1997.

IPCC. International Panel for Climate Change. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/index.html> Cited July, 2007.

HÜSTCH, B.W. Methane oxidation in arable soil as inhibited by ammonium, nitrite and organic manure with respect to soil pH. *Biology and fertility of soils*, 28:27-35, 1998.

KRAVCHENKO, I.; BOECKX, P.; GALCHENKO, V. & van CLEEMPOT, O. Short- and medium-term effects of NH<sub>4</sub><sup>+</sup> on CH<sub>4</sub> and N<sub>2</sub>O fluxes in arable soils with a different texture. *Soil Biol. Biochem.*, 34:669-678, 2002.

MOSIER, A.; SCHIMMEL, D.; VALENTINE, D.; BRONSON, K. & PARTON, W. Methane and nitrous-oxide fluxes in native, fertilized and cultivated grasslands. *Nature*, 350:330-332, 1991.

MOSIER, A.R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O. & SCHIMMEL, D.S., ed. Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop. Berlin, Wiley, p.175-187, 1989.

PARKIN, T.; MOSIER, A.; SMITH, J.; VENTEREA, R.; JOHNSON, J.; REICOSKY, D.; DOYLE, G.; MCCARTY, G. & BAKER, J. Chamber-based trace gas flux measurement protocol. USDA-ARS GRACenet, 2003.

RUSER, R.; FLESSA, H.; SCHILING, R.; STEINDL, H.; BEESE, F. Soil compaction and fertilization effects on nitrous oxide and methane fluxes in potato fields, *Soil Science Society of America Journal*, Madison v:62, n. 6, p. 1587-1595, 1998.

SMITH, K. A.; BALL, T.; CONEN, F.; DOBBIE, K. E.; MASSHEDER, J.; REY, A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. *European Journal of Soil Science*, 54:779-791, 2003.

VELDKAMP, E.; KELLER, M.; NUNEZ, M. Effect of pasture management on N<sub>2</sub>O and NO emissions from soils humid tropics of Costa Rica. *Global Biogeochem. Cycles*, 12:71-79, 1998.

ZANATTA, J. A., BAYER, C., VIEIRA, F. C. B., GOMES, J.; TOMAZI, M. Nitrous oxide and methane fluxes in South Brazilian Gleysol as affected by nitrogen fertilizers. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 34:1653-1665, 2010.