

Emissão de óxido nitroso em função da aplicação de fertilizante nitrogenado sob grama batatais

Nitrous oxide emission due to the application of nitrogen fertilizer under batatais grass

Maila Adriely Silva¹; Gustavo Ferreira de Sousa¹; Carlos Henrique Eiterer de Souza²; Jackeline de Siqueira Castro³; Vanessa Júnia Machado²; Vinícius José Ribeiro⁴

¹ Graduando(a) em Agronomia pelo Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: m.adriely@hotmail.com; gustavoferreira_s@hotmail.com

² Professor(a) Dr(a). do curso de Agronomia do Centro Universitário de Patos de Minas – UNIPAM.
E-mail: carloshenrique@unipam.edu.br; vanessajm@unipam.edu.br

³ Mestranda em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Viçosa - UFV. Viçosa, MG.
E-mail: jackeline.castro@ufv.br

⁴ Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Federal do Espírito Santo - UFES. Alegre, ES.
E-mail: vj.ribeiro@yahoo.com.br

Resumo: O fertilizante nitrogenado é um dos insumos mais utilizados em diversos cultivos agrícolas, entretanto, processos que ocorrem com o Nitrogênio no solo podem causar acréscimo na emissão de N₂O na atmosfera e gerar aumento do aquecimento global. Diante disso, o trabalho possui como objetivo quantificar a emissão de N₂O por fontes de fertilizantes nitrogenados. O experimento foi conduzido no Centro Universitário de Patos de Minas, em campo recoberto por grama batatais. Foi utilizado o método de câmaras estáticas, em que houve aplicação de 100 kg ha⁻¹ proveniente de fontes nitrogenadas. As fontes utilizadas foram: Nitrato de Amônio, Organomineral (OM), OM_{NBPT 0,25%}, OM_{NBPT 0,5%}, OM_{NIM 1%}, OM_{NIM 2%}, Produco, Ureia e o tratamento Controle. O delineamento experimental utilizado foi em DBC e as emissões foram quantificadas aos 1^o, 3^o, 5^o, 7^o, 11^o, 15^o e 22^o dias, sendo as leituras do N₂O realizadas por aparelho cromatógrafo. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As maiores emissões de óxido nitroso foram quantificadas no primeiro dia de coleta, sendo que as médias variaram de 4,94 a 7,10 mg N₂O m⁻² h⁻¹. Esse fato pode estar diretamente relacionado com a precipitação pluviométrica encontrada. As maiores médias de emissão total N₂O nitroso foram encontradas nas fontes OM_{NBPT 0,25%}, OM_{NIM 2%}, OM_{NBPT 0,5%} e Ureia. Conclui-se que o fertilizante Ureia apresentou uma maior emissão total de óxido nitroso para a atmosfera.

Palavras-chave: Efeito estufa. Aquecimento global. GEE.

Abstract: The nitrogen fertilizer is one of the most used inputs in many crops, however, processes that occur with Nitrogen in the soil can cause an increase in the emission of N₂O in the atmosphere and generate an increase in global warming. Therefore, the objective of this

work is to quantify the emission of N₂O by sources of nitrogen fertilizers. The experiment was conducted at Centro Universitário de Patos de Minas, in a field covered by batatais grass. The static chamber method was used, in which 100 kg ha⁻¹ was applied from nitrogen sources. The sources used were: ammonium nitrate, Organomineral (OM), OM_{NBPT 0,25%}, OM_{NBPT 0,5%}, OM_{NIM 1%}, OM_{NIM 2%}, Producot, Uran, Urea and Control group. The experimental design was a RBD (randomized blocks) and the emissions were quantified on the 1st, 3rd, 5th, 7th, 11th, 15th and 22nd days and the readings of N₂O were made by chromatograph equipment. Data were submitted to analysis of variance and the means were compared by the Tukey test at 5% probability. The highest emissions of nitrous oxide were quantified on the first day of collection, with averages ranging from 4,94 to 7,10 mg N₂O m⁻² h⁻¹. This fact may be directly related to the pluviometric precipitation found. The highest mean N₂O nitrous emission was found in OM sources NBPT 0.25%, OM NIM 2%, OM NBPT 0.5% and Urea. It is concluded that the Urea fertilizer presented a higher total emission of nitrous oxide to the atmosphere.

Keywords: Greenhouse effect. Global warming. GEE.

Introdução

O aquecimento global é um fenômeno natural que tem se tornado alvo de vários estudos devido ao seu potencial prejudicial aos seres presentes no planeta. Uma das principais causas desse acontecimento é o aumento da emissão de gases que causam o efeito estufa, os chamados GEE. Entre eles, o óxido nitroso (N₂O) é um dos que possui maior potencial de aquecimento, o que pode chegar a 298 vezes mais do que o gás carbônico (CO₂) para um período de permanência de 100 anos na atmosfera (IPCC, 2007). Além do seu poder de aquecer, o óxido nitroso é um gás responsável por cerca de 5% das causas do efeito estufa (HOUGHTON *et al.*, 1990).

Na agricultura, os fertilizantes nitrogenados e a decomposição vegetal são as principais fontes de emissão de gases para a atmosfera (CARVALHO *et al.*, 2006; ALVES *et al.*, 2006). Os fertilizantes que possuem nitrogênio em sua composição são citados como responsáveis pela emissão de N₂O e pela minimização da oxidação de CH₄ pelos solos, o que facilita sua liberação para a atmosfera (KRAVCHENKO *et al.*, 2002). Além disso, de acordo com Luz (2007), a disponibilização de N causa maior consumo de C pelos microrganismos e isso faz com que haja maior liberação de CO₂. Segundo Zebarth *et al.* (2008), boa parte da emissão de N₂O por fertilizantes é decorrente da aplicação de N em excesso, se comparado à necessidade da cultura.

Estima-se que a agricultura seja responsável por 94% da emissão de óxido nitroso (CERRI; CERRI, 2007), sendo influenciada pelo manejo adotado no sistema. Segundo Alves *et al.* (2006), maiores taxas de liberação de N₂O são encontradas em solos com maior concentração de resíduos com baixa relação C:N, associados à alta precipitação.

A liberação de N₂O para a atmosfera é um processo influenciado pela nitrificação e desnitrificação, sendo esses dependentes da biomassa microbiana do solo. A desnitrificação ocorre quando há a redução do nitrato ou nitrito à N gasoso, tendo como produtos intermediários o NO e N₂O. Essa redução é realizada por bactérias heterotróficas e anaeróbicas e a sua importância é ressaltada em ambientes que não possuem oxigênio (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Já a nitrificação é a transformação do

amônio à nitrito e, posteriormente, à nitrato, sendo as Nitrossomonas e as Nitrobacter as principais bactérias responsáveis pelo processo.

Alguns fertilizantes, conhecidos como fertilizantes de liberação lenta ou controlada, possuem como característica a diminuição da perda de nutrientes para o sistema quando comparado com os demais, porém sua eficiência em relação à emissão de N₂O é pouco conhecida. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a emissão de óxido nitroso para a atmosfera em função da aplicação de fontes nitrogenadas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em campo coberto por grama batatais (*Paspalum notatum*), localizado no Centro Universitário de Patos de Minas- UNIPAM, Patos de Minas, MG, sob as seguintes coordenadas geográficas: 18° 34' 21''S e 46° 30' 49'' W. Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para posterior caracterização química, conforme observado na Tabela 1.

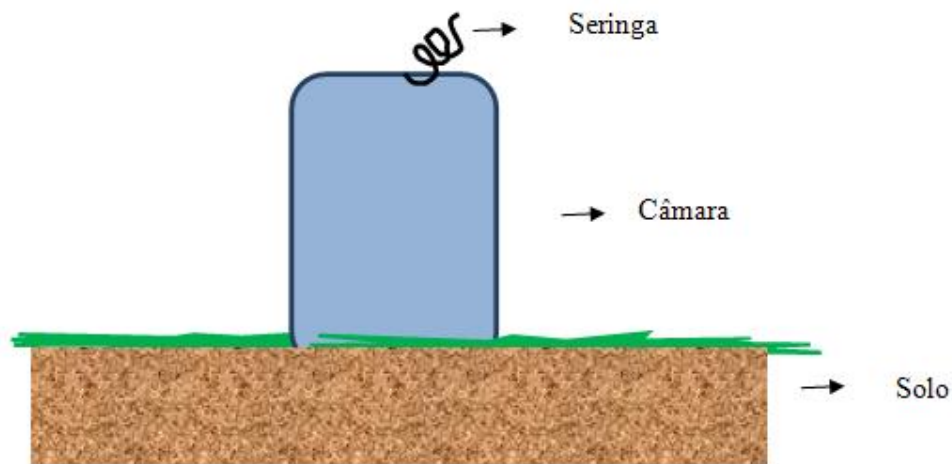
Tabela 1. Caracterização química do solo no local do experimento. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.

M.O.	pH	P-Rem	P-Meh	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	CTC _T
dag kg ⁻¹	H ₂ O	mg L ⁻¹	---- mg dm ⁻³ ---	---	-----	-----	cmol _c dm ⁻³ -----	-----	-----
2,87	6,36	2,52	2,14	101,0	3,77	0,37	0,03	2,68	7,08

Extratores: pH em água, K e P-assimilável por Mehlich-1, P-remanescente, teores de Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺ trocáveis extraídos por KCl; acidez potencial por Acetato de Cálcio; matéria orgânica total (MO) por titulometria, segundo metodologia da Embrapa (2009).

O delineamento experimental adotado foi o em bloco casualizado (DBC), sendo nove fontes de fertilizantes nitrogenados mais o tratamento controle, com três repetições (Tabela 2). As câmaras utilizadas na captura de N₂O foram confeccionadas com tubos de polietileno, com 0,3 m de altura por 0,3 m de diâmetro, e foram instaladas logo após a aplicação do fertilizante nitrogenado em cobertura sob grama batatais (Figura 1). A coleta do gás foi realizada no 1º, 3º, 5º, 7º, 11º, 15º e 22º dia após a instalação do experimento. A mesma foi procedida com auxílio de uma seringa e o gás coletado foi transferido para tubo de penicilina de 100 cm³, devidamente vedado e identificado.

Figura 1. Modelo de câmara confeccionada para coletar o gás emitido pelo fertilizante. Unipam, Patos de Minas, MG, 2015.



Após a coleta, os frascos foram armazenados em refrigerador à, aproximadamente, 2°C até o momento da leitura. A determinação do gás foi realizada no Laboratório de Análises Químicas da Universidade Estadual de São Paulo (UNESP). A leitura foi efetuada em um cromatógrafo a gás Shimadzu modelo GC-17, equipado com detector de captura de elétrons de Ni. O gás de arraste utilizado foi o argônio, com 5% de metano. Durante as análises, as temperaturas do detector e da coluna cromatográfica foram mantidas a 340°C e 60°C, respectivamente. Para quantificação das concentrações dos gases nas amostras, foram utilizados padrões de 356 e 840 ppb (White Martins, Gases Especiais). Os resultados foram registrados por meio do software Shimadzu CLASS CR-10, executado em MS-Windows.

O fluxo de N₂O foi obtido a partir da equação 1:

$$F = \frac{\Delta GEE}{\Delta t} \times \frac{V}{A} \times \frac{Mm}{Mv}$$

Em que: $\Delta GEE/\Delta t$: é a taxa de mudança de concentração do gás ao longo das amostras coletadas nos tempos 24, 72, 120, 168, 264, 360 e 456 horas; V (m³) é o volume da câmara; A (m²) é a área da superfície coberta pela câmara; Mm (mg mol⁻¹) é o peso molecular do gás; Mv (m³ mol⁻¹) é o volume molecular (0,0225 m³ mol⁻¹).

Tabela 2. Descrição dos tratamentos utilizados no experimento. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.

Tratamento	Fertilizante	Teor de N (%)
1	Controle	0
2	Nitrato de Amônio	33
3	^{1/} OM	22
4	OM _{NBPT} (0,25%)	22
5	OM _{NBPT} (0,50%)	22
6	OM _{NIM} (1,0 %)	22
7	OM _{NIM} (2,0%)	22
8	PRODUCOTE	38
9	URAN	32
10	UREIA	45

^{1/} Fertilizante Organomineral

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foi utilizado o Software Sisvar (FERREIRA, 2000).

Resultados e Discussão

A emissão de N₂O por meio de fertilizantes nitrogenados aplicados em superfície sob grama batatais apresentou interação significativa em relação aos dias avaliados (tempo) ($p < 0,05$), porém entre as fontes de fertilizantes não houve diferença (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de variância dos resultados obtidos na perda de N₂O. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.

FV	GL	SQ	QM	FC	F
Bloco	2	2,87	1,43	1,419	ns
Fonte	9	7,95	0,88	0,874	ns
erro 1(Parcela)	18	18,18	1,01		
Tempo	6	168,8	28,13	25,912	**
Fonte*Tempo	54	51,49	0,95	0,878	ns
erro 2(Sub Parcela)	120	130,29	1,09		
Total corrigido	209				
CV _{Fonte} (%) =		12,21			
CV _{Tempo} (%) =		12,66			

FV- fator de variação; GL- graus de liberdades; SQ- Soma de Quadrados; QM = Quadrado Médio;

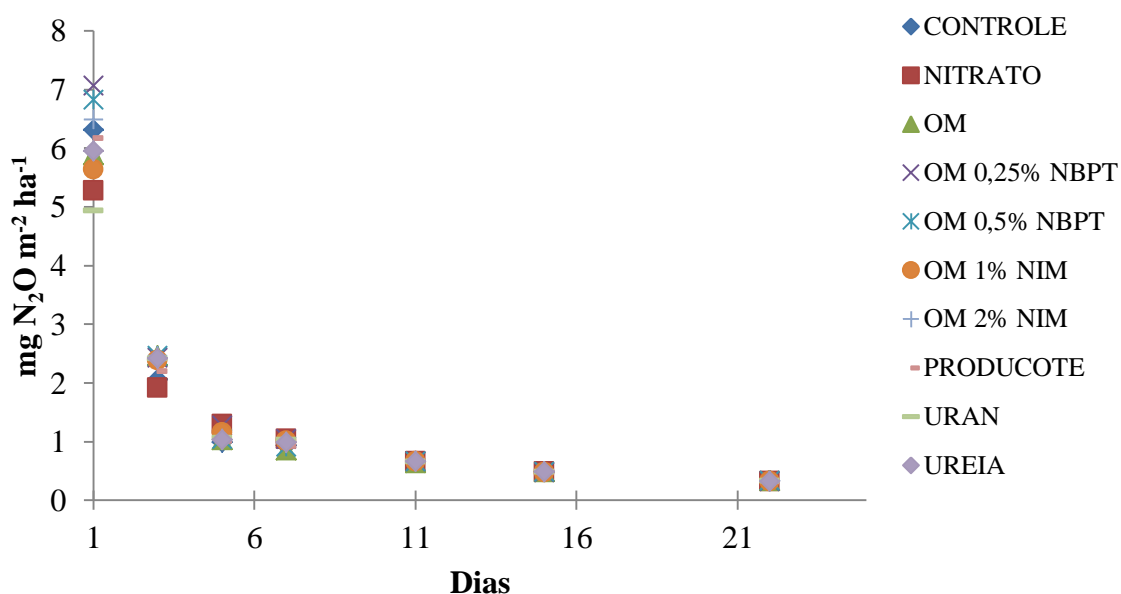
f - probabilidade de significância; ns, **, não significativo e significativo a 0,01 de probabilidade pelo teste *f*; CV=coeficiente de variação em percentagem

Ao observar a figura 2, percebe-se que as maiores emissões de N₂O por meio de fertilizantes nitrogenados ocorreram nas primeiras 24 horas após a aplicação dos

tratamentos, sendo que a fonte com menor emissão (Uran) apresentou $4,94 \text{ mg N}_2\text{O m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ e a com maior ($\text{OM}_{\text{NBPT } 0,25\%}$) $7,1 \text{ mg N}_2\text{O m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$. Os tratamentos com as fontes $\text{OM}_{\text{NBPT } 0,25\%}$, $\text{OM}_{\text{NBPT } 0,5\%}$ e $\text{OM}_{\text{NIM } 2\%}$ apresentaram uma média de emissão de $7,1 \text{ mg N}_2\text{O m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$, $6,8 \text{ mg N}_2\text{O m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$ e $6,4 \text{ mg N}_2\text{O m}^{-2} \text{ ha}^{-1}$, respectivamente, sendo essas maiores do que a média apresentada pelo tratamento Controle (sem adição de fertilizante).

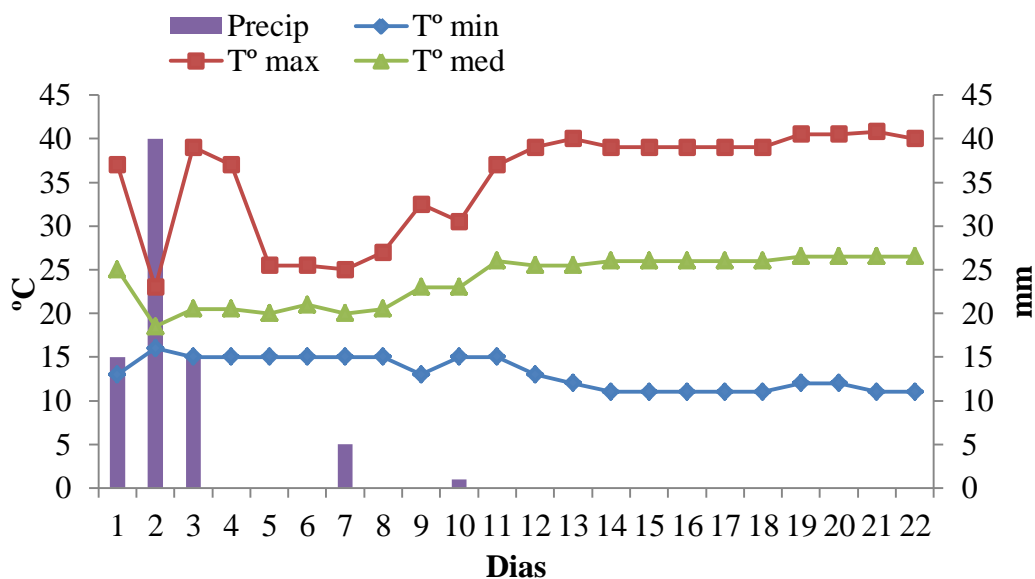
Nos demais dias de avaliações, os valores de N_2O emitidos pelos fertilizantes não se diferenciaram significativamente, sendo que, nas três últimas avaliações, as médias foram praticamente as mesmas para todos os tratamentos. Os dados observados no experimento corroboram com os relatados por Schils *et al.* (2008). De acordo com esses autores, os maiores fluxos diários de emissão de N_2O ocorrem na primeira semana após a aplicação do fertilizante nitrogenado.

Figura 2. Quantificação diária de N_2O ($\text{mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$) em função da aplicação de 100 kg ha^{-1} de N em superfície de gramada com grama batatais (*Paspalum notatum*), por meio de diferentes fertilizantes nitrogenados. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.



As maiores médias de emissão observadas nos primeiros dias após a aplicação do fertilizante provavelmente são decorrentes de uma elevação na temperatura e na precipitação (Figura 3). Davidson *et al.* (2000) relatam que a umidade, a aeração solo e a temperatura exercem efeito direto no potencial do fertilizante nitrogenado. Ainda, de acordo com esses mesmos autores, a umidade do solo, o modo de aplicação e a fórmula do fertilizante determinam os picos de emissão dos óxidos de nitrogênio após a aplicação do adubo nitrogenado. Trabalhos realizados por Vargas *et al.* (1997) também apresentaram maiores emissões de óxido nitroso em período com maior umidade.

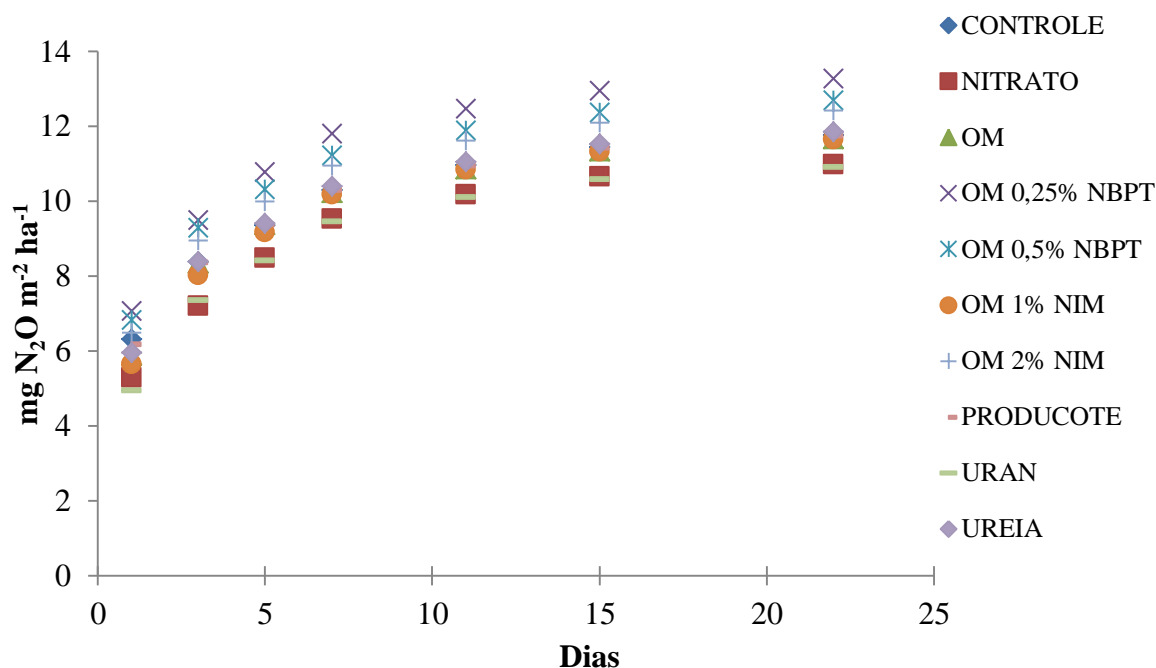
Figura 3. Temperatura média diária (°C) obtida por meio de termômetro e precipitação diária (mm) obtida a partir de pluviômetro instalado na área experimental. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.



No período total de avaliação (22 dias), as médias acumulativas de emissão de óxido nitroso (Figura 4) foram: Uran (10,90 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), Nitrato de amônio (10,97 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), OM_{NIM 1%} (11,63 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), OM (11,66 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), Producote (11,74 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), Controle (11,75 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), Ureia (11,84 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), OM_{NBPT 0,5%} (12,68 mg N₂O m⁻² ha⁻¹), OM_{NIM 2%} (12,41 mg N₂O m⁻² ha⁻¹) e OM_{NBPT 0,25%} (13,25 mg N₂O m⁻² ha⁻¹).

De acordo com Eichner (1990), a emissão de N₂O para a atmosfera varia em função do tipo de fertilizante aplicado, semelhando, assim, com os resultados obtidos. No caso de fertilizantes com forma nítrica, a contribuição de N₂O para a atmosfera ocorre por meio do processo de desnitrificação, já os fertilizantes amoniacais e amídicos podem contribuir de duas formas: pela desnitrificação e pela nitrificação. Sendo assim, pressupõem que fertilizantes que possuem fontes amídicas ou amoniacais proporcionam maiores emissões de óxido de nitrogênio (ZANATTA, 2009).

Figura 4. Tendência acumulada para emissão de N_2O ($mg\ m^{-2}\ h^{-1}$) dos tratamentos após aplicação de $100\ kg\ ha^{-1}$ de N. UNIPAM, Patos de Minas, MG, 2015.



Abalos (2012) observou resultados contrastantes com os encontrados, já que a maior emissão de óxido nitroso ocorreu no tratamento com $OM_{NBPT\ 0,25\%}$. Segundo ele, a utilização de fertilizante nitrogenado com NBPT diminuiu cerca de 86% da emissão de N_2O para a atmosfera. O NBPT é utilizado em fertilizantes nitrogenados com a intenção de diminuir a ação da enzima urease no solo, entretanto, segundo Dawar *et al.* (2011), em condições adequadas para a rápida hidrólise da ureia, a duração dessa molécula é encurtada.

Conclusão

A emissão de óxido nitroso é maior nas primeiras 48 horas após a aplicação do fertilizante. Em ordem crescente, as fontes com maior tendência à emissão de óxido nitroso foram: Ureia, $OM_{NBPT\ 0,5\%}$, OM , $OM_{NBPT\ 0,25\%}$.

Referências

ABALOS, D. Effectiveness of urease inhibition on the abatement of ammonia, nitrous oxide and nitric oxide emissions in a non- irrigated Mediterranean barley field.

Chemosphere, Oxford, v. 89, n. 3, p. 310-118, 2012

ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; CAMARGO, F. A. O. Manejo de sistemas agrícolas. Porto Alegre: *Embrapa Agrobiologia*, 2006. 215p.

CARVALHO, A. M.; BUSTAMANTE, M. M. C.; KOZOVITS, A. R.; MIRANDA, L. N.; VIVALDI, L. J.; SOUSA, D. M. Emissões de NO e N₂O associadas à aplicação de ureia sob plantio direto e convencional. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 41, p. 679-685, 2006.

CERRI, C.C., CERRI, C.E.P. *Agricultura e Aquecimento Global*. Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v.32, n.1, p. 40-44, 2007.

DAWAR, K.; ZAMAN, M.; ROWARTH, J. S; BLENNERHASSETT, J. D.; TURNBULL, M. H. Urea Hydrolysis and lateral and vertical movement in the soil: effects of urease inhibitor and irrigation. *Biology and Fertility of Soils*, Berlin, 47:139-146, 2011.

DAVIDSON, E. A; KELLER, M.; ERICKSON, H. E.; VERCHOT, L. V.; VELDKAMP, E. Testing a conceptual model of soil emissions of nitrous and nitric oxides. *BioScience*, 50: 667-680, 2000.

EICHNER, M. J., Nitrous Oxide Emissions from Fertilized Soils: Summary of Available Data. *Journal of Environmental Quality*. 19: 272-280, 1990.

EMBRAPA. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília, 2009. 627p.

FERREIRA, D. F. *Manual do sistema Sisvar para análises estatísticas*. Lavras: UFLA, 2000. 66 p.

HOUGHTON, J.T., JENKINS, G.J., EPHRAUMS, J.J. *Climatechange: the IPCC Assessment*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, UK. 1990.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 2007.

KRAVCHENKO, I.; BOECKX, P.; GALCHENKI, V.; VAN CLEEMPUT, O. Short-and medium effects of NH₄⁺ on CH₄ and N₂O fluxe enarable soils with a different texture. *Soil Biology & Biochemistry*, Elmsford, v.34, n.5, p. 669-678, 2002.

LUZ, L. P. *Dinâmica do carbono durante a decomposição de palha de trigo marcada com 13C e dejetos líquidos de suínos*. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Pós Graduação em Ciência do Solo, UFSM, Santa Maria, 2007.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. *Microbiologia e Bioquímica do solo*. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729 p.

SCHILS, R. L. M.; GROENIGEN, J. W. V.; VELTHOF, G. L.; KUIKMAN, P. J. Nitrous oxide emissions from multiple combined applications of fertilizer and cattle slurry to grassland. *Plant and Soil, Dordrecht*. 310: 89-101, 2008.

VARGAS, M.A.T. *Fluxo de gases em agroecossistemas*. Embrapa: Relatório de Projeto (Relatórios internos da Embrapa), 1997.

ZANATTA, J. A. *Emissão de óxido nitroso por sistemas de manejo do solo e fontes de Nitrogênio*. Tese- Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

ZEBARTH, B. J.; ROCHETTE, P.; BURTON, D. L. N₂O emissions from spring barley production as influenced by fertilizer nitrogen rate. *Canadian Journal of Soil Science*, 88, 197-205. 2008.