



## Emissões de Óxido Nitroso de Diferentes Fontes de Nitrogênio nas Culturas do Milho e do Trigo.

**Marcos Renan Besen<sup>(1)</sup>; Ricardo Henrique Ribeiro<sup>(1)</sup>; Eduardo Brancaloni<sup>(1)</sup>; Sabrina Carvalho Ronsani<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:** O óxido nitroso ( $N_2O$ ) está entre os três principais gases causadores do efeito estufa, sendo que agricultura contribui com aproximadamente 60% das emissões. O objetivo do trabalho foi avaliar as emissões de  $N_2O$  oriunda da aplicação de diferentes fertilizantes nitrogenados na cultura do milho e do trigo. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 3 repetições: 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  $ha^{-1}$  no estádio V4 e no trigo 120 kg de N  $ha^{-1}$  no início do perfilhamento. As amostras de ar foram coletadas pelo método de câmaras estáticas, nos tempos 0, 15 e 30 min após a montagem da câmara. O fertilizante mineral misto proporcionou os maiores picos de emissão, com 756,77  $\mu g N m^{-2} h^{-1}$  no milho e 268,56  $\mu g N m^{-2} h^{-1}$  no trigo. Em suma, as fontes amidicas apresentaram seus respectivos picos de emissão no 5º dia após aplicação de N, exceto a Ureia com NBPT no milho. Na emissão acumulada durante cultivo de milho, apenas o fertilizante mineral misto foi significativamente superior ao tratamento controle, sendo que as demais fontes não diferiram entre si. Na cultura do trigo, as fontes de N não diferiram porem foram significativamente superiores a testemunha. A aplicação de nitrogênio aumentou a emissão de  $N_2O$  do solo, sendo mais expressiva através de fontes nítricas.

**Termos de indexação:** Aquecimento global, desnitrificação, inibidores de uréase.

### INTRODUÇÃO

O Oxido Nitroso ( $N_2O$ ) é um dos três principais gases do efeito estufa (GEE). Apesar de sua baixa concentração na atmosfera, comparada aos demais gases, o  $N_2O$  possui alta capacidade de absorver energia ultravioleta, além de possuir alta estabilidade na atmosfera, sendo considerado muito

ativo no processo de aquecimento global (Jantalia et al., 2006).

Em termos globais, 60% do  $N_2O$  que é emitido constantemente é proveniente da agricultura, devido a atividades tais como, deposição de esterco de animais, mineralização da matéria orgânica do solo, decomposição de resíduos orgânicos, uso de adubos orgânicos e destaque para a utilização de fertilizantes nitrogenados (Alves et al., 2012).

A utilização de fertilizantes minerais, prática essa essencial na busca de produtividades satisfatórias, acentua a emissão de  $N_2O$  do solo (Dobbie & Smith, 2003).

É sabido que a fonte de N mineral pode afetar de forma direta as emissões de  $N_2O$ . Contudo, ainda são escassos e controversos os estudos que relatem a influência de diferentes fontes de N, com destaque para as formas de uréia acrescidas de polímeros e inibidores de uréase na mitigação de emissão desse gás.

A partir desse pressuposto o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fertilizantes nitrogenados na emissão de  $N_2O$ , na sucessão milho-trigo em sistema de plantio direto.

### MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na área experimental da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), campus de Curitibanos, a qual situa-se na região central do planalto Catarinense, sob um Cambissolo Háplico de textura argilosa (550 g  $kg^{-1}$  de argila). O clima da região é classificado como Cfb temperado com temperatura média entre 15°C e 25°C, precipitação media anual de 1500 mm, e altitude de 1000 m. A caracterização química da área em estudo esta apresentada na **tabela 1**. Os dados de temperatura e pluviosidade durante a condução do experimento estão apresentados na **figura 1**.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com 5 tratamentos e 3 repetições. Os tratamentos constituíram-se da aplicação das



seguintes fontes de N: Uréia (45% N); Mineral misto (30% N + 1% Ca); Ureia + polímero (45% N); e Ureia com tecnologia UREMAX + NBPT (45%N), além do tratamento controle (sem N). Na cultura do milho foram aplicados  $100 \text{ kg N ha}^{-1}$  no estádio V4 da cultura e no trigo foram aplicados  $120 \text{ kg N ha}^{-1}$  no início do perfilhamento.

**Tabela 1.** Caracterização química da área na camada de 0-20 cm, antes da implantação do experimento. Curitiba – SC. 2013.

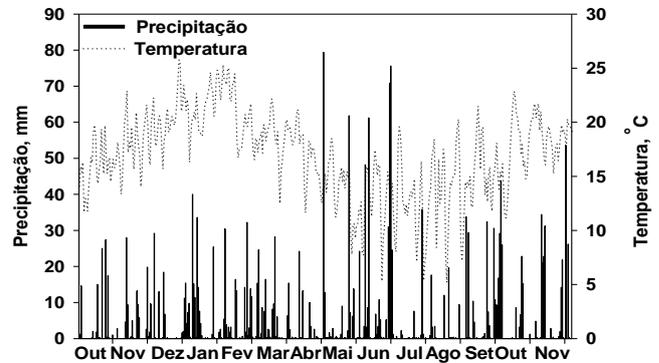
Profundidade	MO	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	V	m
cm	g dm <sup>-3</sup>	CaCl <sub>2</sub>	mg dm <sup>-3</sup>	-----	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----	-----	-----	%
0,0–20,0	53,61	6,6	10,7	0,13	7,98	3,61	0,00	85,31	0,00

O método de coleta das amostras de ar para determinação do N<sub>2</sub>O 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 câmaras 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.

Na cultura do milho as coletas de ar foram realizadas nos dias 1, 3, 5, 7, 10, 14, 18, após aplicação de N. Na cultura do trigo optou-se por estender as coletas durante o período de desenvolvimento da cultura, sendo assim as amostras de ar foram coletadas da seguinte forma: momentos antes da aplicação, visando uma caracterização local 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 contendo gelo para manutenção de suas características. Após, as amostras seguiram para o laboratório de análises 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.

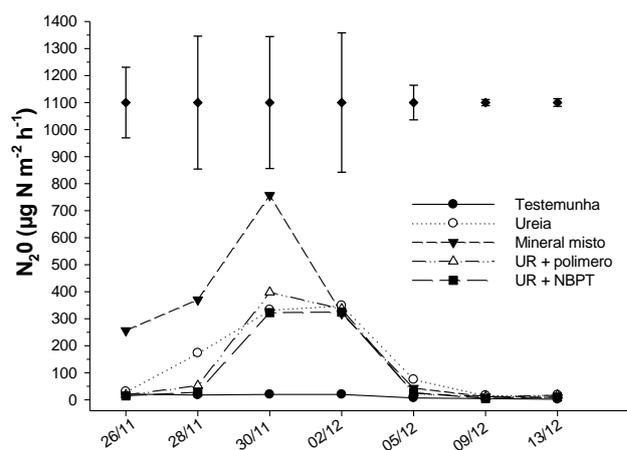
Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as medias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, pelo programa ASSISTAT.



**Figura 1.** Pluviosidade e temperatura média diária durante o período do experimento (Outubro de 2013 a Novembro de 2014).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de nitrogênio, indiferentemente da fonte, aumentou a emissão de N<sub>2</sub>O do solo em relação ao tratamento controle. Logo na primeira coleta (26/11), já foi possível verificar o efeito da emissão desse gás, oriundo do fertilizante mineral misto aplicado ao solo, o qual trata-se de um fonte de N no estado nítrico (**Figura 2**). Isso sugere que logo após a aplicação, por condições favoráveis, a exemplo de alta umidade, teve início o processo de desnitrificação, ocasionando aumento na emissão de N<sub>2</sub>O num período inferior a 24 horas.



**Figura 2.** Fluxo de óxido nítrico devido ao uso de diferentes fertilizantes nitrogenados, Curitiba – SC, 2013.

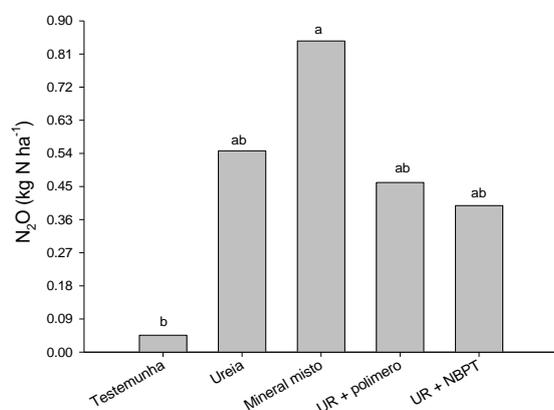
As seguintes fontes de N mineral aplicadas na cultura do milho: uréia (UR), Ureia + polímero (UR + polímero) e fertilizante mineral misto (FMM), apresentaram as maiores taxas de emissão de N<sub>2</sub>O



no 5º dia após a aplicação do N, sendo que o FMM atingiu o maior pico de emissão com  $756 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ . As duas fontes de N tratadas a fim de minimizar perdas de N por volatilização de amônia ( $\text{NH}_3$ ) produziram um pico de emissão de 397 e  $324 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ , para UR+polímero e UR-NBPT, respectivamente.

Nota-se que o pico de emissão de  $\text{N}_2\text{O}$ , das fontes de N avaliadas no presente estudo, foi de curta duração, sendo observadas emissões menores em todos os tratamentos na coleta seguinte após o pico máximo, porém mantendo-se sempre acima dos valores médios observados para a testemunha (**figura 2**). O aumento gradativo na emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  das fontes amídicas e o pico verificado somente cinco e sete dias após aplicação de N, provavelmente esteja relacionado com o tempo necessário para que ocorresse a nitrificação do  $\text{NH}_4^+$  para  $\text{NO}_3^-$  e a desnitrificação deste para  $\text{N}_2\text{O}$ .

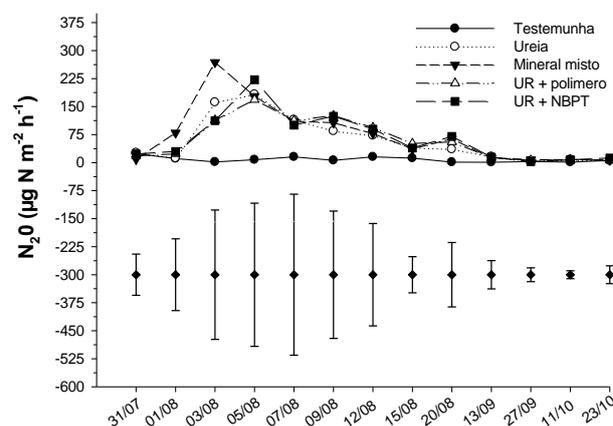
Em relação ao  $\text{N}_2\text{O}$  acumulado apenas o FMM ( $0,845 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1}$ ) foi significativamente superior a testemunha ( $0,045 \text{ kg N-N}_2\text{O ha}^{-1}$ ). Contudo os valores obtidos pelas demais fontes, mostraram um aumento de  $\text{N}_2\text{O}$  emitido, comparado ao tratamento controle (**Figura 3**). Evidencia-se também uma tendência das fontes de ureia tratadas em mitigar as emissões de  $\text{N}_2\text{O}$ , quando comparada a uréia convencional, porém como dito, as fontes de N não diferiram entre si (**figura 3**). Em estudo realizado por Carvalho et al. (2008), os maiores fluxos de  $\text{N}_2\text{O}$  na cultura do milho observados inicialmente, decorreram de fertilizante na forma nítrica, porém foi a uréia que resultou nas maiores emissões durante o período de avaliação. No presente estudo a maior emissão acumulada oriunda da fonte nítrica sugere que o fator predominante de emissão tenha sido a desnitrificação.



**Figura 3.** Óxido nitroso total acumulado em solo cultivado com milho sob diferentes fertilizantes nitrogenados. Curitiba, 2014.

Com relação às emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  na cultura do trigo, o comportamento das fontes, apresentou-se no geral o mesmo comportamento observado na cultura do milho, ocorrendo um pico de emissão no 5º dia após aplicação de N para todas as fontes amídicas (**Figura 4**). Sendo que a UR apresentou pico de emissão de  $165 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ , valor pouco acima do observado no 3º dia após aplicação de N ( $161 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ ). A UR+polímero apresentou pico de  $168 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ , valor semelhante ao da UR. Já a UR-NBPT, apresentou o maior pico entre as fontes amídicas,  $222 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ . O FMM apresentou seu pico de emissão, novamente no terceiro dia após aplicação de N, registrando valores da ordem de  $268 \mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ . Da mesma forma como observado nesse trabalho, Zanata (2009), também observou maiores taxas de emissões a partir de fontes nítricas.

Alves et al. (2012), relatam que em área cultivada com trigo, o qual recebeu aplicação de  $50 \text{ Kg N ha}^{-1}$ , os fluxos ultrapassaram  $60 \mu\text{g N-N}_2\text{O m}^{-2} \text{h}^{-1}$ , devido a maior disponibilidade desse no solo oriundo do fertilizante aplicado. Sendo que o efeito do N aplicado permaneceu durante 15 dias, não ocorrendo maiores diferenças nas emissões de  $\text{N}_2\text{O}$  após esse período em relação ao tratamento controle.

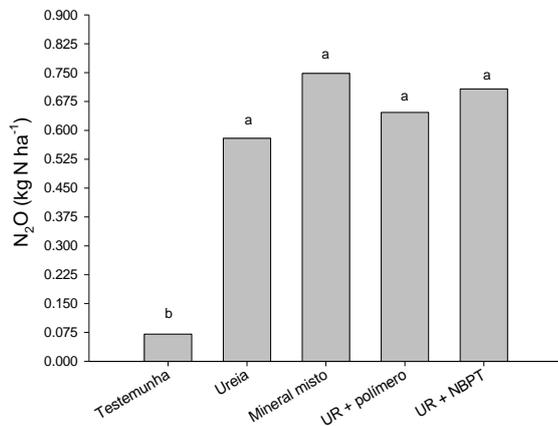


**Figura 4.** Fluxo de óxido nitroso devido ao uso de diferentes fertilizantes nitrogenados, Curitiba – SC, 2014.

Em relação à emissão de  $\text{N}_2\text{O}$  acumulada durante o período de avaliação do trigo, todas as fontes de N, ocasionaram aumento desse gás para a atmosfera, sendo significativamente superiores ao tratamento controle. Nota-se que assim como no cultivo de milho, a fonte nítrica apresentou uma maior tendência de emissão  $\text{N}_2\text{O}$ . No entanto, entre



as fontes de N, não houve diferença significativa (Figura 5).



**Figura 5.** Óxido nitroso total acumulado em solo cultivado com trigo sob diferentes fertilizantes nitrogenados. Curitiba, 2014.

Evidencia-se que entre as fontes amídicas avaliadas durante o cultivo de trigo a UR-NBPT, teve o maior pico de emissão e apresentou maior emissão acumulada, sendo que durante o cultivo de milho, foi justamente essa fonte a que menos contribuiu para as emissões de N<sub>2</sub>O. A baixa eficiência dessa fonte, talvez esteja relacionada ao longo tempo de armazenamento do produto. Visto que há recomendações para que produtos similares a esse, não sejam armazenados por um período superior a 8 semanas (Agrotain, 2006). Sendo que, no presente estudo o produto ficou armazenado por um período pouco superior a seis meses, devido a aplicação do mesmo no milho e posteriormente no trigo.

## CONCLUSÕES

A aplicação de fertilizantes nitrogenados aumentou a emissão de N<sub>2</sub>O.

Fontes nítricas apresentaram maior potencial de emissão de N<sub>2</sub>O nas condições de realização desse estudo.

## REFERÊNCIAS

AGROTAIN. Manual técnico do fabricante, setembro, 2006. Acessado em 01/03/2007 em <http://www.agrotain.com/labels/AgrotainLabel092006.pdf>.

ALVES, B.J.R.; CARVALHO, A.M. JANTALIA, C.P.; MADARI, B.E.; URQUIAGA, S.; SANTOS, J.C.F.; SANTOS, H.P.; CARVALHO, C.J.R. Emissões de óxido nitroso e óxido nítrico do solo em sistemas agrícolas. In: Estoques de carbono e emissões de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira – Brasília, DF: Embrapa, 2012 p159-191.

CARVALHO, A. M.; SOUZA, L. L. P.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, L. N.; Aplicações de Diferentes Fertilizantes Nitrogenados: Emissões de Óxido Nitroso em Latossolo sob Feijão e Milho. II Simpósio Internacional Savanas Tropicais. Brasília – DF, 2008.

DOBBIE, K. E.; SMITH, K. A. Impact of different forms of N fertilizer on N<sub>2</sub>O emissions from intensive grassland. Nutrient Cycling in Agroecosystems, Dordrecht, v.67, n.1, p.37-46, 2003.

JANTALIA, C. P. ; ZOTARELLI, L. ; SANTOS, H P. dos ; TORRES, E. ; URQUIAGA, S. ; BODDEY, R. M. ; ALVES, B. J. R. . Em Busca da Mitigação da Produção de Óxido Nitroso em Sistemas Agrícolas: Avaliação de Práticas Usadas na Produção de Grãos no sul do País. In: ALVES, B.J. R. ; URQUIAGA, S. ; URQUIAGA, S. ; AITA, C. ; BODDEY, R. M. ; JANTALIA, C. P. ; CAMARGO, F. A. O.. (Org.). Manejo de Sistemas Agrícolas: Impacto no sequestro de C e nas Emissões de Gases de Efeito Estufa. Porto Alegre: Gênese, v. 1, p. 81-108, 2006.

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

ZANATA, J.A. Emissão de óxido nitroso afetada por sistemas de manejo do solo e fontes de nitrogênio. Tese de Doutorado em Ciências do Solo. UFRGS, 2009.