

Foto: Bruno J. R. Alves



## Emissões de óxido nitroso de solos pelo uso de fertilizantes nitrogenados em áreas agrícolas

Bruno J. R. Alves<sup>1</sup>  
Claudia P. Jantalia<sup>1</sup>  
Beata E. Madari<sup>2</sup>  
Pedro L. O. A. Machado<sup>2</sup>  
Julio C. Franchini<sup>3</sup>  
Henrique P. dos Santos<sup>4</sup>  
Robert M. Boddey<sup>1</sup>  
Segundo Urquiaga<sup>1</sup>

Os fertilizantes nitrogenados representam uma das fontes diretas e indiretas de emissão de óxido nitroso ( $N_2O$ ) de solos agrícolas. Para computar essas emissões numa escala anual para os inventários nacionais de gases de efeito estufa, seja pela metodologia proposta em 1996 pelo Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC, 1996) ou pela metodologia mais recente de 2006 (IPCC, 2006), utilizam-se dados básicos de consumo de fertilizantes nitrogenados, fatores de perdas de N (volatilização  $NH_3/NO_x$  e escoamento superficial/lixiviação) e fatores de emissão direta e indireta de  $N_2O$ .

O nível 1 (*Tier 1*) da metodologia do IPCC de 1996, aprovada pela Convenção Quadro das Nações Unidas para Mudança do Clima para elaboração de inventários nacionais de GEEs, traz um fator genérico (*default*) de emissão direta de  $N_2O$  ( $EF_1$ ) de 1,25 %, ou seja, é a proporção de N do fertilizante emitida como  $N_2O$  para a atmosfera, descontadas as perdas de N por volatilização de  $NH_3/NO_x$ . Este fator de emissão foi obtido a partir de

20 experimentos conduzidos em regiões de clima temperado (BOUWMAN, 1996), apresentando uma grande variação ou grau de incerteza (0,25 a 2,25 %). Por isso, estudos independentes devem ser realizados em cada país para obtenção de fatores de emissão mais apropriados, visando inventários de  $N_2O$  de solos agrícolas mais reais e precisos. Isso se torna particularmente importante para regiões tropicais, onde as condições de temperaturas mais elevadas e de chuvas mais intensas modificam a dinâmica de N no solo em relação às condições de clima temperado.

Nos últimos anos, vários estudos para quantificar emissões de  $N_2O$  de fertilizantes foram realizados pela Embrapa Agrobiologia, em áreas de Latossolos do Sul e do Centro-Oeste e em Argissolo e Cambissolo do Sudeste do País, com as culturas de milho, arroz, feijão, trigo e cana-de-açúcar. Essas culturas estão entre as mais importantes, no País, em termos de consumo de fertilizantes nitrogenados. As culturas do milho e da cana foram plantadas, respectivamente, em

<sup>1</sup> Embrapa Agrobiologia, km 7, Rod. BR 465, Seropédica, RJ, CEP 23890-000.

<sup>2</sup> Embrapa Arroz e Feijão, km 12, Rod. GO 462, Zona Rural, Cx. Postal 179, Santo Antônio de Goiás, GO, CEP 75375-000.

<sup>3</sup> Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Distrito de Warta, Cx. Postal 231, Londrina, PR, CEP 86001-970.

<sup>4</sup> Embrapa Trigo, km 294, Rod. BR 285, Passo Fundo, RS, CEP 99001-970.

13,09 e 9,82 milhões de hectares em 2010 (IBGE, 2010) e, com base em dados de 2002, fertilizadas com 40 e 55 kg N ha<sup>-1</sup>, em média (FAO, 2010). Essas duas culturas consomem mais de 1 milhão de toneladas de N, a cada ano, ou algo próximo de 50 % do total de N-fertilizante consumido no País, tendo em conta os números do ano de 2008 (ANDA, 2008).

Nesses estudos feitos no Brasil, as avaliações de emissões de N<sub>2</sub>O devidas ao uso de fertilizantes foram baseadas no uso de câmaras estáticas fechadas, do tipo tampa-base (JANTALIA et al., 2008), com dimensões ao redor de 40 x 60 cm e de 10 a 12 cm de altura sobre o solo. Na maioria dos casos, a fonte de N foi a uréia, fertilizante mais utilizado na agricultura nacional. Em todos os casos, uma área sem fertilização nitrogenada foi mantida como controle das emissões de N<sub>2</sub>O do solo. As doses de N-fertilizante aplicadas nos estudos são equivalentes às doses médias comumente aplicadas nas culturas do País. A emissão de N<sub>2</sub>O induzida pelo fertilizante nitrogenado no solo foi calculada pela diferença entre as emissões do gás acumuladas nas parcelas controle e fertilizada com N (emissão líquida N<sub>2</sub>O), dividida pelo total de N aplicado na forma de fertilizante.

As emissões de N<sub>2</sub>O decorrentes da aplicação de fertilizantes nitrogenados foram quantificadas na cultura do trigo em Passo Fundo, RS; na cultura do milho, em Londrina, PR, Santo Antônio de Goiás, GO e em Seropédica, RJ; na cultura do arroz de terras altas e na de feijão de terceira safra, em Santo Antonio de Goiás, GO; em cana-de-açúcar, em Campos dos Goytacazes, RJ; e, em capim-elefante, em Seropédica, RJ.

Passo Fundo está na região temperada do País, de clima caracterizado como subtropical úmido, com temperatura média anual do ar de 18°C, sendo os meses de junho e julho os mais frios, com médias de temperatura mínima do ar na faixa de 8 a 10°C, enquanto que o mês de janeiro apresenta a maior média de temperatura máxima do ar, de 27°C. As chuvas se distribuem ao longo do ano, sendo o período mais chuvoso de setembro a outubro. Não existe um período seco bem definido. A precipitação pluvial média anual é de 1.650 mm. O estudo com a cultura de trigo foi feito sobre Latossolo Vermelho distrófico, textura média, após preparo convencional (arado de aiveca e grade niveladora). A cultura foi fertilizada com 50 kg N ha<sup>-1</sup> na forma de uréia. O monitoramento dos fluxos de N<sub>2</sub>O foi feito por 137 dias, e mostrou

resposta a uma maior disponibilidade de N no solo devido à aplicação de fertilizante nitrogenado (Fig. 1). O efeito permaneceu por um período de 15 dias, a partir do qual não houve mais diferenças em relação ao controle não fertilizado. Durante o período, a emissão líquida de N<sub>2</sub>O foi de 66 g N ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 0,13 % do N aplicado como fertilizante.

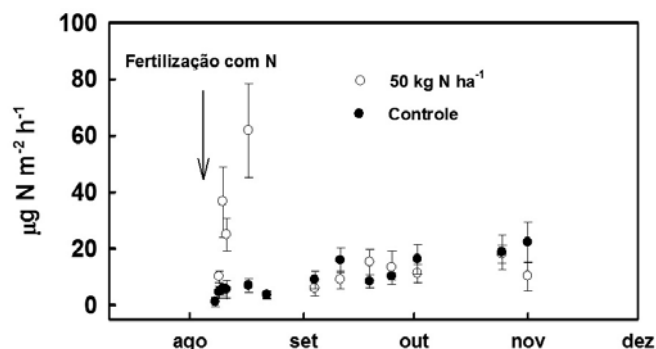


Figura 1. Produção de N<sub>2</sub>O do solo em cultura de trigo, plantada após preparo convencional do solo, fertilizada com 50 kg N ha<sup>-1</sup> em forma de uréia, em Passo Fundo (RS).

Um dos estudos com milho foi feito em Londrina, localizada em região de clima subtropical úmido mesotérmico, de verões quentes, geadas pouco frequentes e concentração de chuvas no verão, sem estação seca definida. As temperaturas médias diárias oscilam entre 16 e 24 °C, com uma média anual de 1.600 mm de chuvas. A área com a cultura de milho estava sobre um Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa (71% argila). A cultura foi fertilizada com 80 kg N ha<sup>-1</sup> e as emissões líquidas de N<sub>2</sub>O foram, respectivamente, para áreas de plantio direto e convencional, de 100 e 64 g N ha<sup>-1</sup>, para o primeiro ano (136 dias de monitoramento), e de 50 a 21 g N ha<sup>-1</sup> para o segundo ano (141 dias de monitoramento), com variações anuais dos fluxos de N<sub>2</sub>O (Fig. 2) movidas pela sazonalidade climática. As emissões líquidas de N<sub>2</sub>O resultaram em percentagens de perda de N do fertilizante nitrogenado entre 0,12 e 0,03%, a menor na área sob preparo convencional.

Em Santo Antônio de Goiás, onde as culturas de milho, arroz de terras altas e feijão também foram estudadas, o clima é classificado como tropical de savana, megatérmico. A temperatura média anual do ar é de 22,5°C e o mês de junho apresenta a menor média de temperatura mínima do ar (14,0°C). O regime pluvial é bem definido, ou seja, período chuvoso de outubro a

abril e período seco de maio a setembro. A precipitação pluvial média anual é de 1.460 mm. O solo predominante é o Latossolo Vermelho distrófico, textura argilosa, fase Cerradão subperenifólio. A cultura do milho foi fertilizada com 80 kg N ha<sup>-1</sup> e manejada com irrigação sob plantio direto. O efeito da fertilização com N sobre os fluxos de N<sub>2</sub>O do solo durou mais de um mês (Figura 3), provavelmente pelo efeito da irrigação. A emissão de N<sub>2</sub>O líquida, em 140 dias de monitoramento, foi de 190 g N ha<sup>-1</sup>, resultando em uma percentagem do N fertilizante emitida como N<sub>2</sub>O de 0,24%.

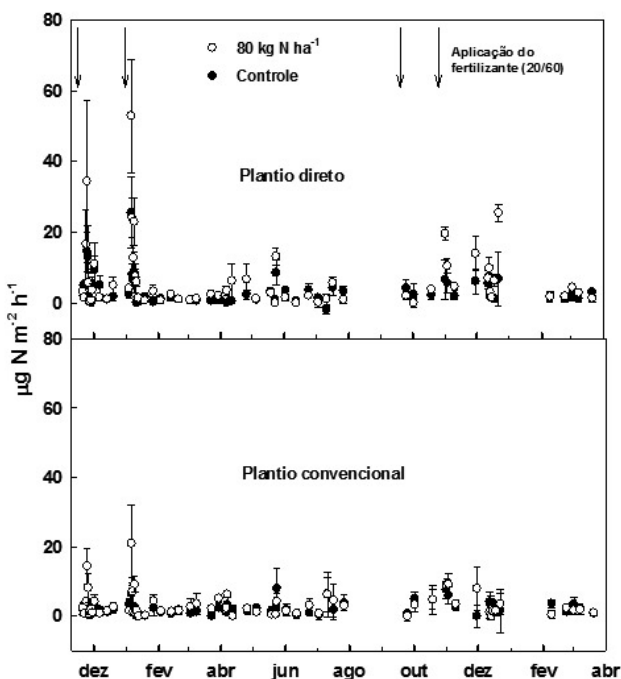


Figura 2. Fluxos de N<sub>2</sub>O do solo em cultura de milho, sob plantio direto e convencional, fertilizada com 80 kg N ha<sup>-1</sup>, em forma de uréia (20 kg N ha<sup>-1</sup> no plantio e 60 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura), em Londrina (PR).

Nessa mesma área, a cultura do feijoeiro também foi conduzida sob irrigação, sendo fertilizada com 90 kg N ha<sup>-1</sup>. Os fluxos de N<sub>2</sub>O da área fertilizada e não fertilizada variaram entre 11 e 42  $\mu\text{g N m}^{-2} \text{h}^{-1}$ , no período logo após a semeadura. As emissões do solo induzidas pelo fertilizante foram de 97 g N ha<sup>-1</sup>, o que resultou em um fator de emissão do fertilizante de 0,12 % (MADARI et al., 2007). Outro estudo com a cultura do feijoeiro, neste mesmo local (Beata E. Madari, dados não publicados), em que se avaliaram diferentes fontes de N (uréia e sulfato de amônio), aplicadas na dose de 90 kg N ha<sup>-1</sup>, resultou em percentagem de perdas de N<sub>2</sub>O do fertilizante de 0,01%, independente da fonte.

A cultura do arroz de terras altas também foi monitorada por dois anos consecutivos em Santo Antonio de Goiás, porém sem irrigação. A cultura foi fertilizada com 90 kg N ha<sup>-1</sup>, na forma de uréia, parcelada em aplicação de plantio e cobertura. No primeiro ano, os fluxos de N<sub>2</sub>O que surgiram em resposta à fertilização com N foram restritos ao intervalo de uma semana, ao contrário do observado no segundo ano, quando perduraram por quase um mês (Figura 4). Com a integração dos fluxos de N<sub>2</sub>O para o ciclo do arroz no primeiro ano, 119 g N ha<sup>-1</sup> foram produzidos pela adubação com 90 kg N ha<sup>-1</sup>, o que representou uma percentagem do fertilizante de 0,13%. No segundo ano, essa percentagem foi de 0,25 %.

Em Seropédica, RJ, localizada em região de clima semi-úmido, com chuvas abundantes no verão e invernos secos, com temperatura média anual de 24°C e precipitação média anual de 1.250 mm, estudou-se a cultura do milho em Argissolo Vermelho Amarelo distrófico, série Itaguaí. A avaliação dos fluxos de N<sub>2</sub>O foi conduzida após preparo convencional do solo, com doses crescentes de N na forma de uréia, em duas coberturas. Houve incremento nos fluxos de N<sub>2</sub>O em função das doses de N aplicadas (Fig. 5). As percentagens de N fertilizante perdidas como N<sub>2</sub>O foram de 0,05, 0,32 e 0,44%, respectivamente, para as doses de 50, 100 e 150 kg N ha<sup>-1</sup> (OLIVEIRA et al., 2010).

Em Seropédica, foram também realizadas medições de N<sub>2</sub>O em cultura de capim-elefante, fertilizada com crescentes doses de N em forma de uréia. As emissões mais altas ocorreram 11 dias após a aplicação de nitrogênio fertilizante, depois da chegada das chuvas.

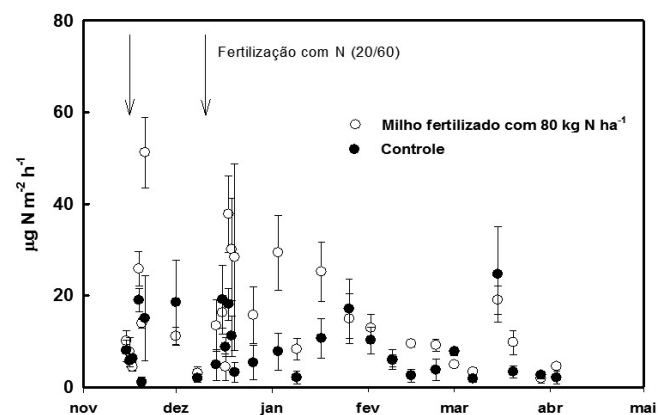
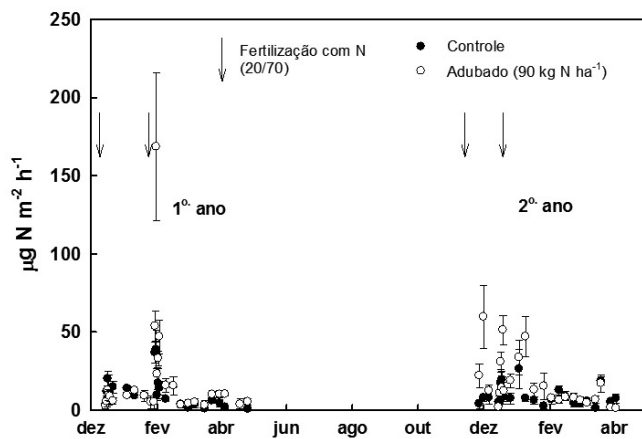


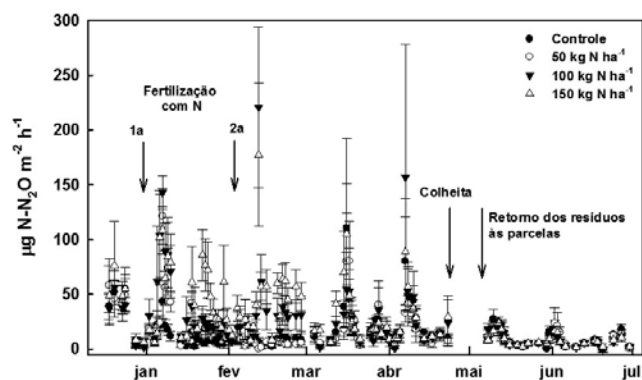
Figura 3. Fluxos de N<sub>2</sub>O do solo em cultura de milho, sob plantio direto, com irrigação e fertilizada com 80 kg N ha<sup>-1</sup>, em forma de uréia (20 kg N ha<sup>-1</sup> no plantio e 60 kg N ha<sup>-1</sup> em cobertura), em Santo Antonio de Goiás (GO).



**Figura 4.** Fluxos de  $N_2O$  observados em duas safras da cultura de arroz de terras altas, sob plantio direto, fertilizada com  $90 \text{ kg N ha}^{-1}$ , em forma de uréia ( $20 \text{ kg N ha}^{-1}$  no plantio e  $70 \text{ kg N ha}^{-1}$  em cobertura), em Latossolo de Santo Antônio de Goiás, GO.

As maiores emissões de  $N_2O$  foram observadas com as maiores doses de fertilizantes aplicadas, sendo encontrados fluxos de até  $450 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  com a aplicação de  $160 \text{ kg de N ha}^{-1}$ . As emissões de  $N_2O$  induzidas pelo N fertilizante foram de 73, 173, 265 e  $597 \text{ g N-N}_2\text{O ha}^{-1}$ , as quais corresponderam a percentagens de N fertilizante emitidas como  $N_2O$  de 0,18, 0,22, 0,22 e 0,37, para as respectivas doses de 40, 80, 120 e  $160 \text{ kg N ha}^{-1}$ .

O efeito do uso de fertilizante nitrogenado na cultura da cana-de-açúcar sobre as emissões de  $N_2O$  foi avaliado em Campos dos Goytacazes, RJ (Zuchello, 2010). A região possui clima quente e úmido com estação chuvosa no verão. O regime pluviométrico é continental, com maior volume de chuvas a partir de dezembro, sendo a precipitação média anual de 1.100



**Figura 5.** Fluxos de  $N_2O$  do solo em cultura de milho, sob plantio convencional, fertilizada em cobertura com diferentes doses de N, em forma de uréia (somente para as doses de 100 e  $150 \text{ kg N ha}^{-1}$ , 50% da dose em cada uma das duas coberturas), em Seropédica (RJ).

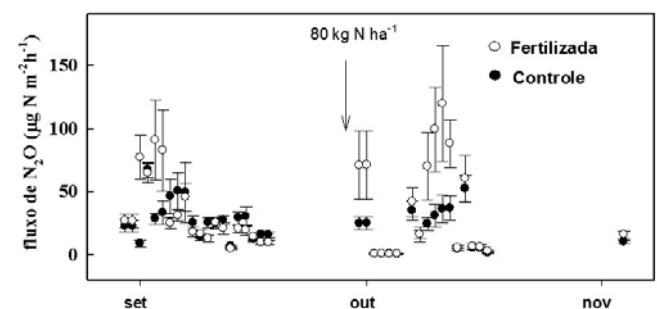
mm. O estudo foi conduzido por 64 dias, sobre um Cambissolo Flúvico. A aplicação de  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$  na forma de uréia foi feita a lanço, 80 dias após o plantio da cana-de-açúcar. Após a aplicação de uréia, os fluxos de  $N_2O$  chegaram a  $119,0 \mu\text{g N m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , sendo o maior valor registrado um dia após a adição do fertilizante (Fig. 6). A percentagem de N do fertilizante perdida como  $N_2O$  foi de 0,13%.

Além dos resultados mencionados anteriormente, as percentagens de N- $N_2O$  perdidas de fertilizantes e resíduos, estimadas por Jantalia et al. (2008), em estudo realizado na região de Passo Fundo, RS, são listadas na Tabela 1, perfazendo um total de 25 valores. A análise de distribuição de frequência mostra inexistência de normalidade com assimetria para a direita (probabilidade de Skewness de 0,0212).

A transformação dos dados em logaritmo natural gerou uma distribuição normal significativa, que apresentou uma média  $E(\ln(X))$  de -1,790 e variância ( $s^2$ ) de 1,295. A percentagem de N emitida como  $N_2O$  média é estimada pela fórmula  $F = \exp(x - 0,5s^2)$  (OLSSON, 2005). O intervalo de confiança para a estimativa de F foi calculado pelo método modificado de Cox (ZHOU; GAO, 1997), utilizando o valor tabelado de t para (n-1) graus de liberdade (OLSSON, 2005).

A emissão média de  $N_2O$  induzida pelo uso de fertilizantes nitrogenados foi estimada em 0,32%, com um intervalo de confiança variando de 0,18 a 0,58 % (Tab. 1).

Embora os estudos relatados neste documento, em sua maioria, não contemplem um ano completo de avaliação, fica claro, pelos gráficos com fluxos de  $N_2O$ , que o efeito da fertilização se restringiu praticamente



**Figura 6.** Fluxos de  $N_2O$  do solo em cultura de cana-de-açúcar, na fase planta, fertilizada com  $80 \text{ kg N ha}^{-1}$ , em forma de uréia, em Campos dos Goytacazes (RJ).

ao primeiro mês após a aplicação no solo. Bouwman (1996) argumentou que apenas estudos que relatam emissões por períodos de um ano ou mais são apropriados para estimativas de fatores de emissão de  $N_2O$  robustos, mas somente porque foram os que permitiram identificar uma relação direta entre dose de N e fração de N do fertilizante perdida como  $N_2O$ . Mesmo que a estimativa obtida neste estudo não seja robusta o suficiente para ser proposta como um fator de emissão direta de  $N_2O$  para o Brasil, é uma forte evidência de que o fator de emissão direta do IPCC, de 1996, é elevado para as condições da agricultura

brasileira. A mais recente metodologia disponibilizada pelo IPCC, de 2006 (IPCC, 2006), propõe um fator de emissão direta de 1%, que, embora ainda alto, seria mais realístico para ser usado nos inventários de emissões de  $N_2O$  de solos agrícolas no Brasil.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq, CAPES e FAPERJ, pelas bolsas concedidas de apoio à pesquisa, e à FINEP - Projeto Carboagro pelo apoio financeiro recebido.

**Tabela 1.** Condição em que foram feitas medições de emissões de  $N_2O$  do solo e percentagem de N do fertilizante emitida como  $N_2O$ . Os estudos foram conduzidos com solo preparado de forma convencional (SP) e plantio direto (PD) em diferentes localidades e tipos de solos.

Localidade e uso do solo	<sup>1</sup> Tempo de avaliação (dias)	N-Fertilizante (fonte kg N ha <sup>-1</sup> )	Solo	<sup>2</sup> Percentagem de N-fertilizante emitida como $N_2O$ (%)
<b>Londrina, PR</b>				
Milho SP rotação (ano 1 e 2) <sup>3</sup>	136/141	Uréia - 80	Latossolo Vermelho	0,08/0,03
Milho PD rotação (ano 1 e 2) <sup>3</sup>	136/141	Uréia - 80		0,12/0,08
<b>Santo Antônio de Goiás, GO</b>				
Milho PD sucessão <sup>3</sup>	140	Uréia - 80		0,24
Arroz de terras altas PD (ano 1 e 2) <sup>3</sup>	133/132	Uréia - 90	Latossolo	0,13/0,14
Feijão irrigado PD <sup>4</sup>	149	Uréia - 90	Vermelho	0,12
Feijão irrigado PD <sup>5</sup>	83	Uréia - 90		0,01
Feijão irrigado PD <sup>5</sup>	83	Sulf. Amônio - 90		0,01
<b>Seropédica, RJ</b>				
Milho SP <sup>6</sup>	120	Uréia - 50		0,05
Milho SP <sup>6</sup>	120	Uréia - 100		0,32
Milho SP <sup>6</sup>	120	Uréia - 150	Argissolo Vermelho	0,44
Capim-elefante <sup>3</sup>	180	Uréia - 40	Amarelo	0,18
Capim-elefante <sup>3</sup>	180	Uréia - 80		0,22
Capim-elefante <sup>3</sup>	180	Uréia - 120		0,22
Capim-elefante <sup>3</sup>	180	Uréia - 160		0,37
<b>Passo Fundo, RS</b>				
Trigo PD rotação <sup>3</sup>	137	Uréia - 40		0,13
Soja/trigo PD (ano 1 e 2) <sup>7</sup>	1 ano	Fert + Res - 120/116	Latossolo	0,56/0,81
Soja/trigo PC (ano 1 e 2) <sup>7</sup>	1 ano	Fert + Res - 126/133	Vermelho	0,47/0,52
Milho/trigo PD <sup>7</sup>	1 ano	Fert + Res - 162	escuro	0,41
Milho/trigo PC <sup>7</sup>	1 ano	Fert + Res - 141		0,70
Sorgo/trigo PD <sup>7</sup>	1 ano	Fert + Res - 193		0,24
Sorgo/trigo PC <sup>7</sup>	1 ano	Fert + Res - 193		0,29
<b>Campos dos Goytacazes, RJ</b>				
Cana-de-açúcar (fase planta) <sup>8</sup>	64	Uréia - 80	Cambissolo Flúvico	0,13
<b>Média (intervalo de confiança)</b>	-	-		<b>0,32 (0,18 - 0,58)</b>

<sup>1</sup>Período em que se mediram fluxos de  $N_2O$  (dois números referem-se a dois ciclos de avaliação); <sup>2</sup>Calculado pela diferença entre emissões em área adubada e não adubada, dividido pelo total de N adicionado no adubo; <sup>3</sup>Bruno J. R. Alves e colaboradores, dados ainda não publicados; <sup>4</sup>Madari et al. (2007); <sup>5</sup>Beata E. Madari e colaboradores, dados ainda não publicados; <sup>6</sup>Oliveira et al. (2010); <sup>7</sup>Jantalia et al. (2008); <sup>8</sup>Zuchello (2010).

## Referências

ANDA. Associação Nacional para Difusão de Adubos. **Principais indicadores do setor de fertilizantes.**

Disponível em: <http://www.anda.org.br/estatisticas.aspx> >. Acesso em 31 de maio de 2010.

BOUWMAN, A. F. Direct emission of nitrous oxide from agricultural soils. **Nutrient Cycling and Agroecosystems**, v. 46, p. 53-70, 1996.

FAO. **FertiStat**: fertilizer use statistics. Disponível em: <[http://www.fao.org/ag/agl/fertistat/fst\\_fubc1\\_en.asp?country=BRA&commodity=%25&year=%25&search=Search+!](http://www.fao.org/ag/agl/fertistat/fst_fubc1_en.asp?country=BRA&commodity=%25&year=%25&search=Search+!)> Acesso em 31 de maio de 2010.

IBGE. Sidra. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Previsão de safra 2010.** Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/prevsaf/default.asp?t=2&z=t&o=25&u1=1&u2=1&u3=1&u4=1>>. Acesso em 31 de maio de 2010.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Greenhouse Gas Inventories. **Reference manual revised 1996 IPCC guidelines for national greenhouse inventories.** Genebra, 1996. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gl/invs1.html>> Acesso em 31 de maio de 2010.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Greenhouse Gas Inventory Programme. **Guidelines for national greenhouse gas inventories.** Hayama, Japan: Institute for Global Environmental Strategies, 2006. Disponível em: <<http://www.ipcc-nggi.iges.or.jp/public/2006gl>> Acesso em 31 de maio de 2010.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P. dos; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; ALVES, B. J. R. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil Nutrient. **Cycling**

**in Agroecosystems on line**, v. 82, n. 2, Disponível em: <<http://www.springerlink.com/content/j81340k7025qm233/fulltext.pdf>> DOI 10.1007/s10705-008-9178-y. Acesso em 31 de maio de 2010.

MADARI, B. E. ; COSTA, A. R. ; JANTALIA, C. P. ; MACHADO, P. L. O. A. ; CUNHA, M. B. ; MARTINS, D. R. ; SANTOS, J. H. G. ; ALVES, B. J. R. **Fator de emissão de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) para a fertilização com N na cultura do feijoeiro comum irrigado no Cerrado.** Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2007. (Embrapa Arroz e Feijão. Comunicado técnico, 144).

OLIVEIRA, W. R. D.; ZUCHELLO, F.; CARDOSO, A. S.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M.; JANTALIA, C. P.; ALVES, B. J. R. Nitrous oxide emissions from N fertilizer applied to a maize crop growing on an Ultisol of Rio de Janeiro State, Brazil. **Soil Biology and Biochemistry**, 2010. Submetido para publicação.

OLSSON, U. Confidence intervals for the mean of a log-normal distribution. **Journal of Statistics Education**. v. 13, n. 1, 2005. Disponível em: <[www.amstat.org/publications/jse/v13n1/olsson.html](http://www.amstat.org/publications/jse/v13n1/olsson.html)> Acesso em 31 de maio de 2010.

ZHOU, X-H.; GAO, S. Confidence intervals for the log-normal mean. **Statistics in Medicine**, v.16, p. 783-790, 1997.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. 402 p.

ZUCHELLO, F. **Emissões de óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) de um Cambissolo cultivado com cana-de-açúcar em Campos dos Goytacazes - RJ.** 2010. Dissertação. (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 42 f.

### Comunicado Técnico, 126

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:  
**Embrapa Agrobiologia**  
**Endereço:** BR465, km7 - Caixa Postal 74505  
 CEP 23851-970 - Seropédica/RJ, Brasil  
**Fone:** (21) 3441-1500  
**Fax:** (21) 2682-1230  
**Home page:** [www.cnpab.embrapa.br](http://www.cnpab.embrapa.br)  
**E-mail:** [sac@cnpab.embrapa.br](mailto:sac@cnpab.embrapa.br)  
**1ª edição**

1ª impressão (2010): 50 exemplares

Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento



### Comitê de Publicações

**Presidente:** Norma Gouvêa Rumjanek  
**Secretária-Executiva:** Carmelita do Espírito Santo  
**Membros:** Bruno José Rodrigues Alves, Ednaldo da Silva Araújo, Guilherme Montandon Chaer, José Ivo Baldani, Luis Henrique de Barros Soares.

### Expediente

**Revisão de texto:** Luis Henrique de Barros Soares, Ednaldo da Silva Araújo e Guilherme Montandon Chaer  
**Normalização bibliográfica:** Carmelita do Espírito Santo  
**Tratamento das ilustrações:** Maria Christine Saraiva Barbosa  
**Editoração eletrônica:** Marta Maria Gonçalves Bahia