

Emissão de Óxido Nitroso do Solo com Aplicação de Fontes de Fertilizantes Nitrogenados em Sistema Plantio Direto no Cerrado



Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 281

Emissão de Óxido Nitroso do Solo com Aplicação de Fontes de Fertilizantes Nitrogenados em Sistema Plantio Direto no Cerrado

*Arminda Moreira de Carvalho
Bruno José Rodrigues Alves
Lara Line Pereira*

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73310-970 Planaltina, DF

Fone: (61) 3388-9898

Fax: (61) 3388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Fernando Antônio Macena da Silva*

Secretária-Executiva: *Marina de Fátima Vilela*

Secretária: *Maria Edilva Nogueira*

Supervisão editorial: *Jussara Flores de Oliveira Arbués*

Equipe de revisão: *Francisca Elijani do Nascimento*

Jussara Flores de Oliveira Arbués

Assistente de revisão: *Elizelva de Carvalho Menezes*

Normalização bibliográfica: *Paloma Guimarães Correa de Oliveira*

Editoração eletrônica: *Fabiano Bastos*

Capa: *Fabiano Bastos*

Foto da capa: *Arminda Moreira de Carvalho*

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Alexandre Moreira Veloso

1ª edição

1ª impressão (2010): tiragem 100 exemplares

1ª edição online (2010)

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Cerrados

C331e Carvalho, Arminda Moreira de.

Emissão de óxido nitroso do solo com aplicação de fontes de fertilizantes nitrogenados em sistema plantio direto no Cerrado / Arminda Moreira de Carvalho, Bruno José Rodrigues Alves, Lara Line Pereira. – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2010.

14 p. — (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X, ISSN online 2176-509X ; 281).

1. Cerrado. 2. Plantio direto. 3. Fertilizante. I. Alves, Bruno José Rodrigues. II. Pereira, Lara Line. III. Título. IV. Série.

631.8 - CDD 21

© Embrapa 2010

Sumário

Resumo	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	9
Resultados e Discussão.....	11
Conclusões.....	14
Referências	14

Emissão de Óxido Nitroso do Solo com Aplicação de Fontes de Fertilizantes Nitrogenados em Sistema Plantio Direto no Cerrado

Arminda Moreira de Carvalho¹; Bruno José

Rodrigues Alves²; Lara Line Pereira³

Resumo

Estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação estabelecem aumentos das emissões de óxido nitroso (N_2O) em função do uso de fertilizantes nitrogenados em 35% a 60% até 2030. Estudos relacionados à emissão de N_2O , principalmente, considerando doses, fontes e modos de aplicação de fertilizantes, são praticamente inexistentes em agroecossistemas no Cerrado. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar efeitos de fontes de fertilizantes nitrogenados nas emissões de N_2O em Latossolo sob milho e feijão, em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho argiloso na área experimental da Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. As fontes aplicadas às culturas de feijão e milho irrigados em sistema plantio direto foram: ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio. A testemunha foi ausência de aplicação de nitrogênio em cobertura. Determinou-se a concentração de N_2O das amostras em cromatógrafo gasoso. A aplicação de ureia resultou em emissões mais elevadas de N_2O do solo durante o período de monitoramento e o sulfato de amônio, nas menores emissões, para as duas culturas. Portanto, o sulfato de amônio mostra ser um fertilizante ambientalmente mais adequado em relação às emissões de N_2O do solo para atmosfera em cultivos sob irrigação em sistema plantio direto no Cerrado.

Termos para indexação: gases de efeito estufa, mudanças climáticas, nitrogênio.

¹ Engenheira Agrônoma, D.Sc., pesquisadora da Embrapa Cerrados, arminda@cpac.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc., pesquisador da Embrapa Agrobiologia, bruno@cnpab.embrapa.br

³ Engenheira Agrônoma, B.Sc., Secretária de Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Distrito Federal

Emissions of Nitrous Oxide from Soil with Nitrogen Fertilizers Sources under no-Tillage System in the Cerrado

Abstract

Estimates from the Food and Agriculture Organization of the United Nations establish increases in N_2O emissions due to the use of nitrogen fertilizers around 30-60% by 2030. Studies related to N_2O emissions, mainly the ones regarding doses, sources, and application modes, are practically nonexistent for the Cerrado agroecosystems. The objective of this study was to evaluate the effects of sources of nitrogen fertilizers on the emissions of N_2O from Red clayey Latosol, under cultivation of corn and bean through no-tillage system. The experiment was conducted under Red clayey Latosol at the experimental area of Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, Brazil. It was used the experimental design of randomized blocks, with three replications. The sources applied to the irrigated crops of maize and bean under no-tillage system were: urea, ammonium sulfate, and ammonium nitrate. The control was no application of nitrogen. The concentration of N_2O in the soil samples was determined by gas chromatography. The application of urea resulted in higher emissions of N_2O from the soil during the monitoring period, and the application of ammonium sulfate resulted in lower emission, for both crops. Therefore, the ammonium sulfate shows itself a more environmentally adequate fertilizer regarding emissions of N_2O from the soil to the atmosphere in irrigated crops under no-tillage system in Cerrado.

Index terms: greenhouse gases, climate changes, nitrogen.

Introdução

A concentração global atmosférica de N_2O na década de 1990 era de aproximadamente 310 ppbv e vem aumentando significativamente nos últimos anos. Um fator que agrava o potencial do N_2O como agente do efeito estufa é o seu longo tempo de residência na atmosfera (150 anos). O potencial de aquecimento da atmosfera do N_2O é cerca de 200 vezes superior ao do CO_2 . O aumento da concentração desse gás de efeito estufa na atmosfera tem sido atribuído às maiores emissões antropogênicas pela conversão de áreas de vegetação natural para agricultura, queimadas, revolvimento do solo, utilização de fertilizantes nitrogenados, entre outros. Na agricultura, os fertilizantes e a decomposição de resíduos vegetais são considerados as principais fontes de N_2O (CARVALHO et al., 2006; ALVES et al., 2006).

As estimativas da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2003) estabelecem aumentos das emissões de N_2O em função do uso de fertilizantes nitrogenados de 35% a 60% até 2030. De modo semelhante, há estimativas de que as emissões desse gás deverão aumentar 50% até 2020 em relação a 1990 (MOSIER; KROEZE, 2000). Entretanto, essas emissões sofrem impactos diretos dos seguintes fatores: mineralização de resíduos vegetais, fontes, doses e manejo dos fertilizantes nitrogenados (CARVALHO, 2005; CARVALHO et al., 2006).

Entre 1960 e 1995, a produção global de fertilizantes nitrogenados aumentou sete vezes, e a expectativa é que triplique até o ano 2050. No Brasil, esse incremento foi de 67.000 toneladas em 1960 para 2.295.000 toneladas em 2003 (ANDA, 2005). Estima-se que a necessidade de nitrogênio para a produção de 1 tonelada de milho seja de 20 kg ha^{-1} a 28 kg ha^{-1} . As doses de nitrogênio indicadas para adubação do milho normalmente situam-se entre 60 kg ha^{-1} e 120 kg ha^{-1} , mas podem ultrapassar os 200 kg ha^{-1} em condições de alto potencial produtivo, sob irrigação. A extração média de nitrogênio na cultura do feijoeiro é de 35,5 kg por tonelada de grãos produzida. As recomendações de fertilização nitrogenada

para o feijoeiro indicam doses de 30 kg ha⁻¹ a 100 kg ha⁻¹ de N, dependendo da produtividade esperada. A demanda de nitrogênio aumenta linearmente com o incremento na produção de grãos e torna-se mais crítica em sistemas de agricultura intensiva (SCHRÖDER et al., 2000; SOUSA; LOBATO, 2004).

O principal problema do uso de fertilizantes nitrogenados em sistemas agrícolas está relacionado à sua alta mobilidade no solo, com possibilidade de perdas significativas, que podem ocorrer via emissões gasosas, lixiviação e volatilização. Embora os atributos físicos dos Latossolos promovam boa aeração e não favoreçam emissões de N₂O, fluxos pontuais elevados de óxido nitroso para atmosfera ocorrem em situações de queimadas e fertilização associadas à presença de água, seja por precipitação pluviométrica ou por meio de irrigação (CARVALHO, 2005; CARVALHO et al., 2006). A desnitrificação, que resulta em produção de N₂O no solo, ocorre, principalmente, quando o N-nítrico (N-NO₃⁻) encontra um ambiente anaeróbico, devido ao excesso de água ou em solos bem drenados, em microssítios com falta de oxigênio, seja por compactação ou pela elevada disponibilidade de carbono solúvel (DAVIDSON et al., 2001).

O nitrogênio na forma nítrica é normalmente perdido mais rapidamente por desnitrificação após qualquer prática que leve à restrição de oxigênio no solo, em comparação com a forma amoniacal (MOSIER et al., 2004). Essa última precisa passar primeiro por um processo de hidrólise, e a amônia formada é nitrificada e, posteriormente, desnitrificada.

Várias práticas de mitigação têm sido propostas, mas ainda não estão adequadamente avaliadas para recomendação. O uso de fertilizantes cujas reações no solo não favorecem a desnitrificação é uma alternativa de mitigação de N₂O (MOSIER et al., 2004). Essa prática, quando associada ao uso de leguminosas que incorporam nitrogênio via fixação biológica, pode potencializar a mitigação. Porém, o impacto dessas tecnologias na emissão de N₂O ainda é incerto, já que, no processo de decomposição dos resíduos vegetais, a mineralização de N pode aumentar as emissões de N₂O à medida que o nitrogênio é disponibilizado no solo (HUTH et al., 2010).

Estudos relacionados à emissão de N_2O , principalmente, considerando doses, fontes e modos de aplicação de fertilizantes, são praticamente inexistentes em solos de Cerrado. Entretanto, pesquisas como essas são fundamentais diante das questões relacionadas às emissões antrópicas de gases de efeito estufa e das mudanças climáticas. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar efeitos de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados (ureia, sulfato de amônio e nitrato de amônio) na emissão de óxido nitroso de Latossolo Vermelho sob cultivos irrigados de feijão e milho, em sistema plantio direto no Cerrado.

Material e Métodos

O experimento foi implantado em um Latossolo Vermelho argiloso, na área experimental da Embrapa Cerrados, localizada em Planaltina, DF. Foram aplicadas as seguintes fontes de nitrogênio em cobertura: ureia (46% de N), nitrato de amônio (32% de N) e sulfato de amônio (20% de N). O experimento foi conduzido em delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. A testemunha constituiu-se de parcelas sem aplicação de nitrogênio em cobertura. Duas culturas (feijão e milho) foram semeadas em áreas distintas em sistema plantio direto e em sucessão ao milheto.

O feijão, cultivar BRS-Horizonte, foi semeado em plantio direto sob resíduos vegetais de milheto em 9/5/2007. O espaçamento utilizado foi de 0,40 m entre linha, com 12 plantas m^{-1} . No sulco de semeadura, foram aplicados 38 $Kg\ ha^{-1}$ de N, 100 $Kg\ ha^{-1}$ de P_2O_5 , 100 $Kg\ ha^{-1}$ de K_2O , 15 $Kg\ ha^{-1}$ de S e 10 $Kg\ ha^{-1}$ de FTE BR 12 provenientes de ureia, superfosfato triplo, cloreto de potássio, superfosfato simples e fritas silicatos complexos (FTE) respectivamente. Numa única cobertura, em 13/6/2007, aplicaram-se 62 $Kg\ ha^{-1}$ de N das fontes supracitadas, ao lado do sulco de semeadura do feijão, sob as três diferentes formas e, logo em seguida, a área recebeu lâmina de 25 mm de água por aspersão. A primeira coleta de N_2O foi realizada ao lado da linha de semeadura, logo após a aplicação do nitrogênio em cobertura. As demais coletas para medidas dos fluxos de N_2O foram determinadas em: 14/6; 15/6; 16/6; 17/6; 22/6; 27/6; 4/7; 11/7; 21/8 e 31/8.

O milho híbrido Pioneer 30K75 foi semeado em plantio direto sob resíduos vegetais de milheto em 6/8/2007. O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre linha, com 5 plantas m^{-1} . No sulco de plantio, foram aplicados 20 Kg ha^{-1} de N; 150 Kg ha^{-1} de P_2O_5 ; 90 Kg ha^{-1} de K_2O com utilização da fórmula 4-30-16; 22,5 Kg ha^{-1} de S e 10 Kg ha^{-1} de FTE BR 12. Em uma única cobertura, aplicaram-se 62 Kg ha^{-1} de N utilizando as fontes relacionadas aos tratamentos descritos anteriormente. O nitrogênio foi aplicado em cobertura em 11/9/2007, ao lado do sulco de semeadura, sob as três diferentes formas e, em seguida, a área recebeu lâmina de 25 mm de água por aspersão. A primeira coleta de N_2O foi realizada logo após a aplicação do N em cobertura (11/9/2007), ao lado da linha de semeadura. As demais coletas para medida dos fluxos de N_2O foram determinadas em: 12/9; 13/9; 14/9; 15/9; 17/9; 19/9; 21/9 e 28/9.

A quantificação do N_2O emitido das parcelas foi realizada utilizando-se uma câmara do tipo estática fechada, com as coletas efetuadas após aplicação da lâmina d'água de 25 mm. Em cada parcela, foram colocadas três câmaras, cada qual composta por uma base retangular de metal com 38 cm x 58 cm e inserida no solo até 5 cm de profundidade, que permaneceu instalada no mesmo local durante todo período de avaliação. No momento da amostragem, uma campânula plástica, com 9 cm de altura e as mesmas dimensões da base de metal, foi acoplada sobre essa base e selada com água. As amostras de ar no interior da câmara foram retiradas imediatamente após seu fechamento e também depois de 30 minutos. Um teste para avaliar se o acúmulo de N_2O nas câmaras foi constante ao longo do tempo (teste de linearidade) foi realizado antes de iniciarem as análises. A concentração de N_2O das amostras foi determinada em um cromatógrafo gasoso, com coluna preenchida com "Porapak Q" e detector de captura de elétrons. Em cada amostragem, o solo foi coletado na profundidade de 5 cm para determinação de nitrogênio mineral (N-NH_4^+).

Resultados e Discussão

A emissão de N_2O do solo na área cultivada com milho irrigado em sistema plantio direto foi 10 vezes superior àquela medida sob cultivo de feijão irrigado em plantio direto, para todas as fontes de nitrogênio aplicadas (Figura 1). É possível que as condições de temperatura do solo sob cultivo de milho, que mantiveram média de 3 °C acima da temperatura do solo sob feijão, nas profundidades de 0 cm a 5 cm (25 °C) e de 5 cm a 10 cm (24 °C), tenham contribuído para esse resultado. Além disso, considerando que a quantidade de nitrogênio aplicada em cobertura foi igual para as duas culturas, então, em 1 m linear de cultivo de milho (1 m entre linhas), aplicaram-se 2,5 vezes (6,2 g m⁻²) a quantidade aplicada em 1 m linear de cultivo do feijoeiro (0,4 em entrelinhas), favorecendo emissões mais elevadas na área sob cultivo de milho. A palhada de milho também pode ter imobilizado nitrogênio e disponibilizado esse nutriente no solo durante o cultivo de milho, resultando em maior emissão de N_2O .

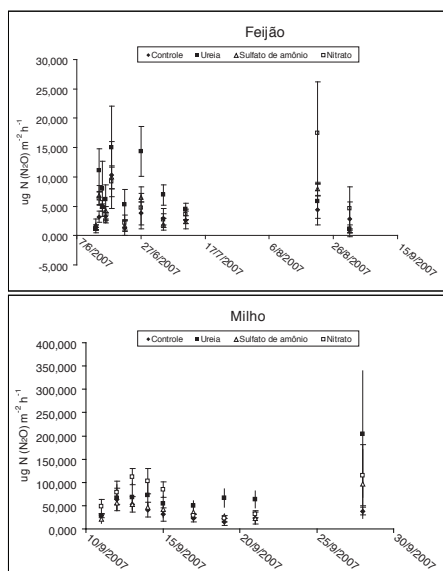


Figura 1. Fluxos de N_2O ($\mu\text{g m}^{-2}\text{ h}^{-1}$) após aplicação de diferentes fontes de fertilizantes nitrogenados em Latossolo Vermelho argiloso distrófico, em áreas cultivadas com feijão e milho em sistema plantio direto, Planaltina, DF.

Para as duas culturas, a ureia foi o fertilizante que resultou na emissão mais elevada de N_2O do solo para atmosfera durante todo o período de monitoramento e o sulfato de amônio, nas menores emissões desse gás (Figura 1). Os maiores fluxos de N_2O foram detectados logo após a aplicação dos fertilizantes e se mantiveram superiores aos observados no tratamento controle (sem aplicação de nitrogênio) por, no máximo, três dias para a maioria das fontes testadas. Na cultura do feijão, os fluxos de N_2O das parcelas tratadas com ureia foram superiores aos observados após aplicação de nitrato e sulfato de amônio. Na cultura do milho, os maiores fluxos foram observados inicialmente com o fertilizante na forma nítrica, concordando com Mosier et al. (2004), porém as parcelas tratadas com ureia mantiveram fluxos superiores ao controle por mais tempo.

Em razão da alta porosidade dos Latossolos, a irrigação realizada após a fertilização deve ter aprofundado a ureia e contribuído para reduzir as perdas por volatilização de amônia e intensificado a lixiviação de parte do nitrato (AULAKH; SINGH, 1997; MOSIER et al., 2004). Pela natureza ácida do sulfato de amônio, as condições de nitrificação devem ter sido limitadas, resultando em menores emissões de N_2O .

Nas parcelas fertilizadas com ureia, os teores de $N-NH_4^+$ na camada de 0 cm a 5 cm do solo foram mais elevados em relação aos teores de $N-NO_3^-$, principalmente, no solo sob cultivo de feijão, que apresentou teores elevados dessa forma mineral de nitrogênio (Figura 2). As parcelas que não receberam aplicações de nitrogênio em cobertura também apresentaram teores bastante elevados de $N-NH_4^+$, resultante do acentuado processo de mineralização dos resíduos vegetais presentes na área sob cultivo de feijão. Os teores mais elevados de nitrogênio mineral foram determinados nas parcelas fertilizadas com sulfato de amônio e ureia, o que deve explicar a maior emissão de N_2O determinada sob essas fontes aplicadas ao feijão. Os teores de nitrogênio mineral ($N-NH_4^+$; $N-NO_3^-$) no solo sob cultivo de milho e feijão foram mais elevados logo após as aplicações dos fertilizantes, mantendo valores elevados até um ou dois dias depois. Os teores

de nitrogênio mineral (N-NH_4^+ ; N-NO_3^-) no solo sob cultivo de milho foram mais elevados logo após as aplicações dos fertilizantes, embora a alta variabilidade impeça a verificação dos efeitos da irrigação sobre o destino do N de cada forma de fertilizante adicionada.

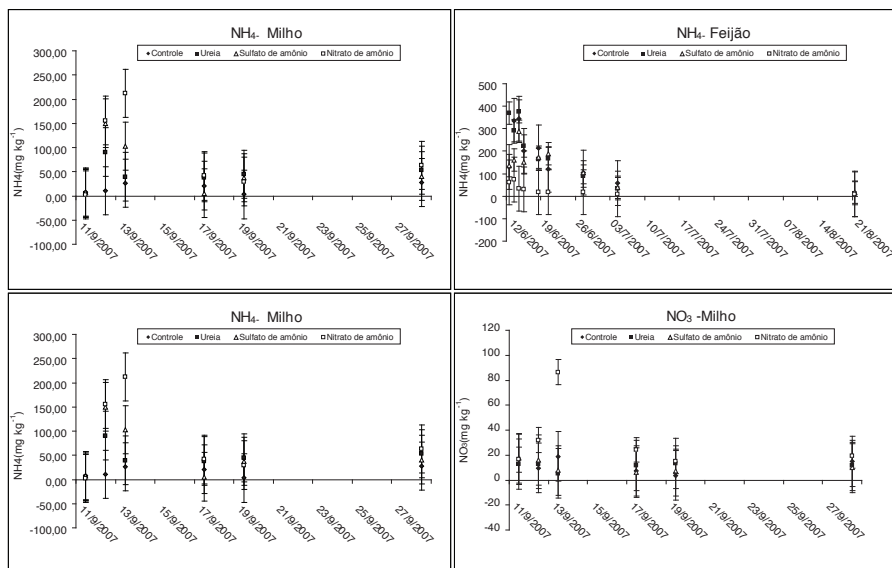


Figura 2. Teores de N-NH_4^+ e N-NO_3^- (mg Kg^{-1}) em Latossolo Vermelho argiloso distrófico cultivado com feijão e milho em sistema plantio direto, Planaltina, DF.

Conclusões

Constatou-se maior emissão de N_2O nas parcelas em que foram adicionadas fontes de fertilizantes nitrogenados. Nas parcelas fertilizadas com ureia, obtiveram-se maiores emissões, enquanto, nas tratadas com sulfato de amônio, foram medidas emissões mais baixas de N_2O , tanto quando cultivadas com milho, como com feijão, ambas culturas irrigadas em sistema plantio direto no Cerrado.

Considerando os resultados obtidos, o sulfato de amônio mostra ser um fertilizante ambientalmente mais adequado em cultivos irrigados sob sistema plantio direto no Cerrado, por resultar em menores fluxos de óxido nitroso do solo.

Referências

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

ANDA. **Anuário estatístico do setor de fertilizantes 2004**. São Paulo, SP: Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2005. 162 p.

Aulakh, M. S.; Singh, B. Nitrogen losses and fertilizer N use efficiency in irrigated porous soils. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 47, p. 197–212, 1997.

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 uréia sob plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 679-685, 2006.

CARVALHO, A. M. de. **Uso de plantas condicionadoras com incorporação e sem incorporação no solo**: composição química e decomposição dos resíduos vegetais: disponibilidade de fósforo e emissão de gases. 2005. 199 f. Dissertação (Doutorado). Universidade de Brasília, Brasília, DF.

DAVIDSON, E. A.; BUSTAMANTE, M. M. C.; PINTO, A. S. Emissions of nitrous oxide and nitric oxide from soils of native and exotic ecosystems of the Amazon and Cerrado regions of Brazil. **The Scientific World**, v. 1, p. 312-319, 2001.

FAO. **World Agriculture: towards 2015/2030: an FAO perspective**. Rome: FAO, 2003. 97 p.

HUTH; N. I.; THORBURN, P. J.; RADFORD, B. J.; THORNTON, C. M. Impacts of fertilizers and legumes on N₂O and CO₂ emissions from soils in subtropical agricultural systems: a simulation study. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 136, p.351–357, 2010.

Mosier A. R.; Wassmann, R.; Verchot L.; King J.; Palm C. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. In: WASSMANN, R.; VLEK, P. G. (Ed.). **Tropical agriculture in transition: opportunities for mitigating greenhouse gas emissions?**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. p. 11– 49.

MOSIER, A. R.; KROEZE, C. Potential impact on the global atmospheric N₂O budget of the increased nitrogen input required to meet future global food demands. **Chemosphere-Global Change Science**, v. 2, 2000. p. 465-473.

SCHRÖDER, J. J.; NEETSON, J. J. OENEMA, O; STRUIK, P. C. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of the art. **Field Crops Research**, v. 66, n. 1, p. 151-164, 2000.

SOUSA, D. M. G. de.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D. M. G. de; LOBATO, E. (Ed.). **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF: Embrapa, 2004. p. 129-145.