

## EMIÇÃO DE ÓXIDO NITROSO ORIGINÁRIA DE EXCRETAS BOVINA EM PASTAGEM SOB INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

ADRIANA RODOLFO DA COSTA<sup>1</sup>, BEÁTA EMÖKE MADARI<sup>2</sup>, MARIA LUCRÉCIA GEROSA RAMOS<sup>3</sup>, GLAUCILENE DUARTE CARVALHO<sup>4</sup>, RUBIA SANTOS CORRÊA<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Engenheira Agrônoma, Doutoranda, Universidade de Brasília (UnB), Goiânia, GO, adriana\_rodolfo@yahoo.com.br; <sup>2</sup>Engenheira Agrônoma, Pesquisadora, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO, beata.madari@embrapa.br; <sup>3</sup>Bióloga, Professora, Universidade de Brasília (UnB), Brasília, DF, lucrecia@unb.br; <sup>4</sup>Engenheira Agrônoma, Doutoranda, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, glaucilene\_agro@yahoo.com.br; <sup>5</sup>Engenheira Agrônoma, Mestranda, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, GO, rubiascorreagyn@hotmail.com

**RESUMO:** O N perdido do sistema, originado das excretas dos animais, pode dar origem a significativos fluxos de  $N_2O$ , colaborando para aumentar a concentração desse gás na atmosfera. O objetivo deste trabalho é estudar o impacto das excretas bovinas (fezes e urina) sobre as emissões de  $N_2O$  em pastagem, sob integração lavoura-pecuária na região de cerrado. O comportamento das emissões de  $N_2O$  foi estudado em uma área sob Integração Lavoura-Pecuária (ILP), durante a estação de seca no cerrado brasileiro. Os tratamentos foram: 1. Adição de fezes (2 kg por câmara); 2. Adição de urina (0,5 L por câmara) e 3. Controle (sem adição de excretas). As amostras de ar foram coletadas em dois tempos (0 e 20 minutos após o fechamento destas câmaras), por um período de três meses, com o auxílio de uma bomba de vácuo manual, que possibilita a transferência do gás das câmaras para frascos de vidro, após vácuo à 70 kPa, e depois foram analisados por cromatografia gasosa. Pelo menos duas vezes por semana, o solo foi coletado na profundidade de 0-0,1 m para a determinação do nitrato ( $NO_3^-$ ), amônio ( $NH_4^+$ ) e da umidade gravimétrica, a qual posteriormente foi utilizada para determinar o espaço poroso saturado por água (EPSA). Análises descritivas foram utilizadas para demonstrar os fluxos diários de  $N_2O$  e o comportamento, no mesmo período, do  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ , EPSA do solo. Logo após a aplicação das excretas no solo, nos quinze primeiros dias de avaliação, não foram observados fluxos de  $N_2O$ . Após precipitação, condições favoráveis de umidade (EPSA) e teores de nitrato no solo favoreceram os fluxos de  $N_2O$ , especialmente devido à adição das excretas bovinas.

**PALAVRAS-CHAVE:** desnitrificação, fezes, gases de efeito estufa, urina

**INTRODUÇÃO:** A transformação de ambientes naturais, como o Cerrado, em sistemas agrícolas tem promovido a degradação de extensas áreas,

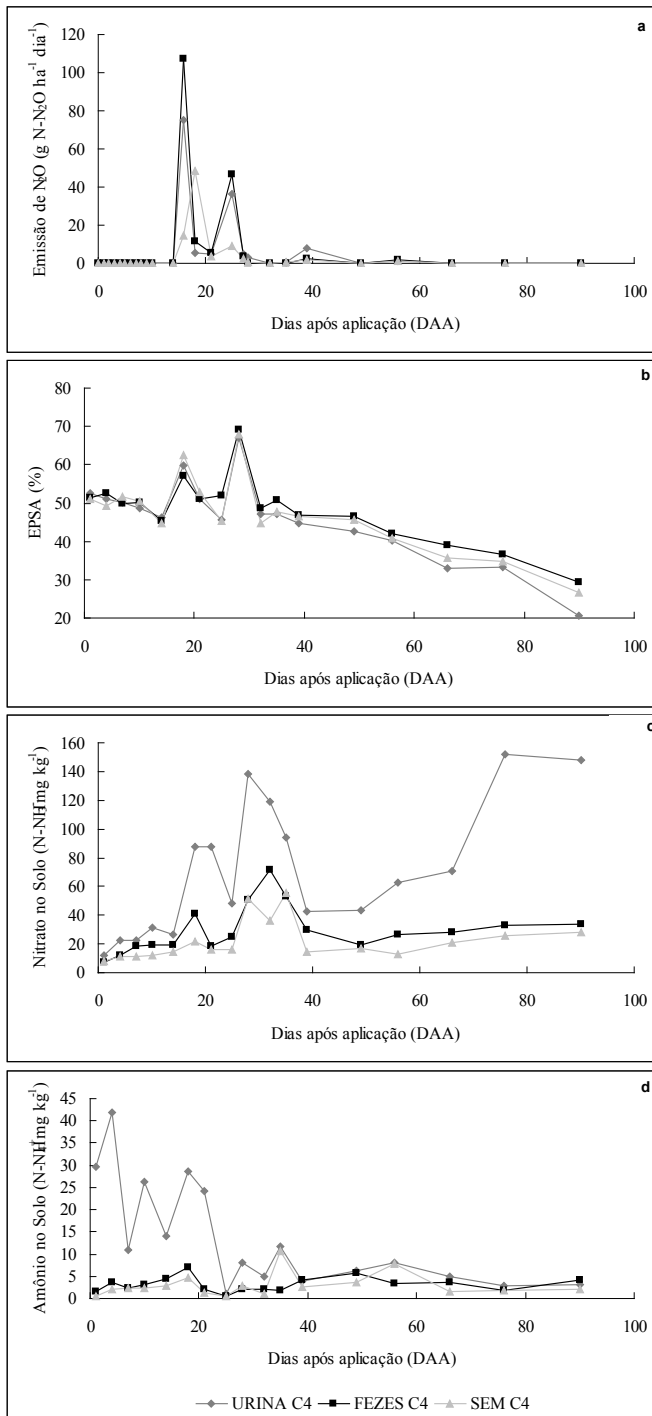
em consequência de sua inadequada exploração. No entanto, a exploração deste bioma, que sempre se baseou no cultivo intensivo e na monocultura de grãos ou na criação de gado, aos poucos vem se transformando num modelo produtivo mais sustentável e assim, mais competitivo, especialmente por meio da adoção de manejos conservacionistas inovadores, como o sistema plantio direto e a integração lavoura-pecuária. A agropecuária é uma importante fonte antropogênica mundial de gases de efeito estufa (GEE), como o dióxido de carbono ( $CO_2$ ), o óxido nitroso ( $N_2O$ ) e o metano ( $CH_4$ ). Dentre estes gases o  $N_2O$  é de grande importância, por possuir um potencial de aquecimento global (PGA) 296 vezes maior que a de  $CO_2$  (Robertson & Grace, 2004) e um aumento modesto das emissões de  $N_2O$  pode superar as adições líquidas de carbono no solo, proporcionada por estes sistemas. O N perdido do sistema, originado das excretas dos animais, pode dar origem a significativos fluxos de  $N_2O$ , colaborando para aumentar a concentração desse gás na atmosfera. Em pastagens sob pastejo, o retorno de N através da urina e das fezes proporciona "hot-spots", ou sítios de alta produção de  $N_2O$  (Lessa, 2011), tendo em vista que cerca de 95% do N consumido pelos animais podem ser excretados. Para que estas perdas possam ser compreendidas é importante o conhecimento dos processos e fatores ambientais que regulam as emissões. Em solos agrícolas, o  $N_2O$  é produzido por dois processos microbiológicos, a nitrificação e a desnitrificação. Este segundo processo é o principal responsável por emissões de  $N_2O$  em solos argilosos (Davidson et al., 1993), sendo realizado por bactérias anaeróbicas facultativas (nitrobacter) as quais dependem da disponibilidade de nitrato e carbono orgânico no solo. A temperatura, a umidade, o pH e a própria atividade microbiana do solo afetam diretamente estes dois processos, pela elevação da atividade de água no solo ou por proporcionar condições adequadas ao desenvolvimento dos mi-

crorganismos desnitrificadores e/ou nitrificadores. Complexas interações entre vários fatores edafoclimáticos resultam em larga variação de emissão de  $N_2O$  tanto temporal quanto espacial (Bowman et al., 2002). As estimativas de emissões de  $N_2O$  derivadas de fertilizantes nitrogenados têm recebido bastante atenção, mas as informações quanto à influência da excreta bovina sobre as emissões de  $N_2O$  é bastante limitada. Nesse sentido, muito ainda deve ser esclarecido, especialmente em regiões de clima tropical, como o Cerrado, bioma de maior importância agropecuária para o Brasil. O objetivo deste trabalho é estudar o impacto das excretas bovinas (fezes e urina) sobre as emissões de  $N_2O$  em pastagem, sob integração lavoura-pecuária na região de cerrado.

**MATERIAL E MÉTODOS:** As emissões de  $N_2O$  foram estudadas em uma área sob Integração Lavoura-Pecuária (ILP) na Fazenda Capivara, pertencente à Embrapa Arroz e Feijão em Santo Antônio de Goiás, durante a estação de seca no cerrado brasileiro (maio a agosto de 2012). As excretas foram separadas em curral de ordenha leiteira da própria fazenda da Embrapa Arroz e Feijão. Foram estabelecidas 12 parcelas, em um delineamento experimental de blocos casualizados com três tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: 1. Adição de fezes (2 kg por câmara); 2. Adição de urina (0,5 L por câmara) e 3. Controle (sem adição de excretas). Sub-amostras das excretas foram recolhidas para determinação do N e do C presente, segundo Alves et al. (1999). A área de pastagens já estava estabelecida a dois anos (*Urochloa ruziziensis*) sob ILP desde 1995. Cada parcela constou de uma área de 40 x 60 cm que correspondeu à área da câmara para a determinação das emissões de  $N_2O$ . Numa área ao lado e três vezes maior que a área da câmara foram aplicadas as excretas nas mesmas proporções para a amostragem de solo. De acordo com Alves et al. (2012), selecionou-se o período da manhã, entre 9:00 e 10:00h, para as amostragens de  $N_2O$ . Logo após a aplicação das excretas, as coletas foram realizadas diariamente, por um período de sete dias. Posteriormente as coletas foram feitas duas vezes por semana até um mês após a aplicação, depois deste as coletas foram realizadas semanalmente. As amostras de ar foram coletadas em dois tempos (0 e 20 minutos após o fechamento destas câmaras), com o auxílio de uma bomba de vácuo manual, que possibilita a transferência do gás das câmaras para frascinhos de vidro, após vácuo à 70 kPa. As amostras

foram levadas para o laboratório, onde foram analisadas por cromatografia gasosa, em no máximo cinco dias após a coleta. O cálculo dos fluxos de  $N_2O$  foi realizado utilizando a equação descrita por Rochette et al. (2004). Pelo menos duas vezes por semana, o solo foi coletado na profundidade de 0-0,1 m para a determinação do nitrato ( $NO_3^-$ ), amônio ( $NH_4^+$ ) e da umidade gravimétrica, a qual posteriormente foi utilizada para determinar o espaço poroso saturado por água, segundo Paul & Clark (1996). O  $NO_3^-$  e  $NH_4^+$  foram extraídos por solução de cloreto de potássio (KCl) 1M (Tedesco et al., 1995) e determinados no FIA. Análises descritivas foram utilizadas para demonstrar os fluxos diários de  $N_2O$  e o comportamento, no mesmo período, do  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ , EPSA do solo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Independentemente do tratamento, logo após a aplicação das excretas no solo, nos quinze primeiros dias de avaliação, não foram observados fluxos de  $N_2O$ . Neste período, o EPSA do solo estava abaixo de 55% (Figura 1b), o teor de nitrato no solo era menor que  $30 \text{ mg kg}^{-1}$  de  $N-NO_3^-$  (Figura 1c), apresentando valores menores até que o de amônio no solo para o tratamento urina (Figura 1d). Condições estas, que segundo Firestone (1982) são desfavoráveis para que ocorra desnitrificação, principal processo de produção de óxido nitroso em solos (Giacomini et al., 2006; Liu et al., 2007; Santos, 2009). No entanto, após este período de fluxos nulos de  $N_2O$ , ocorreu uma precipitação de 12,2 mm, que foi o suficiente para elevar a saturação dos poros do solo com água para valores maiores que 60% (Figura 1b), aumentando, também os teores de nitrato no solo nos tratamentos que receberam excretas bovinas. Isso possibilitou aumento de fluxos de  $N_2O$ , com picos de 107, 57; 75,15 e 48,56  $\text{g N-N}_2\text{O ha}^{-1}\text{dia}^{-1}$  (Figura 1a) para os tratamentos fezes, urina e controle, respectivamente. Estes maiores fluxos foram mantidos enquanto o EPSA permaneceu superior a 55%, e isso concomitantemente a teores de nitrato no solo maiores que o de amônio. Segundo Birch (1960) pulsos de umidade após períodos de seca podem favorecer, também, a nitrificação devido ao aumento na atividade microbiana como resultado de um recém crescimento populacional ou até mesmo, devido a decomposição dos microrganismos mortos durante a secagem precedente. Os fluxos originários de fezes foram maiores em comparação aos da urina, possivelmente devido a maior volatilização de amônia na fase inicial das avaliações (dados não apresentados).



**Figura 1.** Emissão de  $N_2O$  (a), espaço poroso saturado por água (b), nitrato (c) e amônio (d) no solo durante 90 dias após a aplicação de excretas bovinas em solo de pastagem sob integração lavoura-pecuária.

**CONCLUSÕES:** Mesmo na presença de excretas bovinas (fonte de nitrogênio), sem condições favoráveis para a desnitrificação, ou seja, espaço poroso saturado por água (EPSA) superior a 55% e teores adequados de nitrato, não é possível observar fluxos de óxido nitroso do solo originário de excretas bovinas em pastagem sob integração lavoura-pecuária.

**AGRADECIMENTOS:** Meus sinceros agradecimentos aos colegas que sempre me ofereceram o apoio necessário nas amostragens de campo: Márcio Borges, Ailton Ferreira e Romildo, os quais não mediram esforços em colaborar nos trabalhos. E à CAPES pela concessão da bolsa de estudo do doutorado e mestrado. A segunda autora é bolsista de produtividade em PQ do CNPq (306 912/2011-2).

## REFERÊNCIAS

- ALVES, B. J. R.; BAËTA, A. M.; ALVES, J. V. Protocolo da Embrapa Agrobiologia para análise de nitrogênio em adubos orgânicos, solo e tecidos. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, Embrapa-CNPAB. 1999, 17p. (Documentos, 100).
- ALVES, B. J. R.; SMITH, K. A.; FLORES, R. A.; CARDOSO, A. S.; OLIVEIRA, W. R. D.; JANTALIA, C. P.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Selection of the most suitable sample time for estimation of daily mean  $N_2O$  flux from soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 124-136, 2012.
- BIRCH, H. F. Nitrification in soils after different periods of dryness. **Plant and Soil**, v. 12, n. 1, p. 81-96, 1960.
- BOUWMAN, A. F.; BOUMANS, L. J. M.; BATJES, N. H. Modeling global annual  $N_2O$  and NO emissions from fertilized fields. **Global Biogeochemical Cycles**, Washington, v. 16, n. 4, p. 1080-1089, 2002.
- DAVIDSON, E. A., MATSON, P. A., VITOUSEK, P. M., RILEY, R., DUNKIN, K., GARCÍA-MÉNDEZ, G., MAASS, J. M. Processes regulating soil emissions of NO and  $N_2O$  in a seasonally dry tropical forest. **Ecology**, Tempe, v. 74, n. 1, p. 130-139, 1993.

GIACOMINI, S. J.; JANTALIA, C. P.; AITA, C.; URQUIAGA, S.; ALVES, B. J. R. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 11, p. 1653-1661, 2006.

LESSA, A. C. R. 2011. 59 p. **Emissão de Óxido Nitroso e Volatilização de Amônia de Urina e Fezes Bovinas em Pastagens**. Dissertação (Mestrado em Agronomia: Ciência do Solo). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do rio de Janeiro, Seropédica, 2011.

LIU, X. J.; MOSIER, A. R.; HALVORSON, A. D.; REULE, C. A.; ZHANG, F. S. Dinitrogen and N<sub>2</sub>O emissions in arable soils: effect of tillage, N source and soil moisture. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 39, n. 9, p. 2362-2370, 2007.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. 2ed. Califórnia: Academic Press, 340 p., 1996.

ROBERTSON, G. P.; GRACE, P. R. Greenhouse gas gasses in tropical and temperate agriculture: the need for a full-cost accounting of global warming potentials. **Environment, development and sustainability**, v. 6, n. 1, p. 51-63. 2004.

ROCHETTE, P.; ANGERS, D. A.; BÉLANGER, G.; CHANTIGNY, M. H.; PRÉVOST, D.; LÉVESQUE, G. Emissions of N<sub>2</sub>O from alfalfa and soybean crops in Eastern Canada. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 68, n. 2, p. 493-506, 2004.

SANTOS, J. L. S. **Qualidade do solo após a implantação do sistema integração lavoura-pecuária em pastagem degradada no Cerrado**. 2009. 151 f. Mestrado. (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174. 1995.