



Emissão de N₂O proveniente de excretas de bovinos em sistema de integração lavoura-pecuária e pastagem permanente na região tropical do Cerrado brasileiro⁽¹⁾

Michely Tomazi⁽²⁾; Julio César Salton⁽³⁾; Rodrigo Paulino Favarin⁽⁴⁾; Marciana Retore⁽³⁾; Daiane Carvalho dos Santos⁽⁵⁾; Cimélio Bayer⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Projeto MP1-Pecus da Embrapa e do CNPq.

⁽²⁾ Pesquisadora; Embrapa Agropecuária Oeste; Dourados, MS, michely.tomazi@embrapa.br; ⁽³⁾ Pesquisador(a) Embrapa Agropecuária Oeste; ⁽⁴⁾ Graduando em Tecnologia em Produção Agrícola/Estagiário; Embrapa Agropecuária Oeste; ⁽⁵⁾ Pós-doutoranda; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; ⁽⁶⁾ Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO: As excretas representam uma importante fonte de nitrogênio, podendo aumentar as emissões de óxido nitroso (N₂O). Neste estudo avaliou-se a emissão de N₂O proveniente da deposição de fezes e urina de bovinos em sistema de integração lavoura-pecuária (ILP) e pastagem permanente (PP) no Cerrado Brasileiro. O estudo foi realizado na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, MS. Doses crescentes de fezes e urina foram aplicadas e o N₂O quantificado ao longo de 62 e 91 dias, nas estações chuvosa e seca, respectivamente. Somente a urina resultou em incremento nas emissões de N₂O, e aumentou com a dose aplicada. Os picos de emissão de N-N₂O atingiram 634,52 µg m⁻² h⁻¹ na estação chuvosa e 213,19 µg m⁻² h⁻¹ na estação seca, respectivamente nos sistemas ILP e PP. Considerando a emissão média das três doses de urina, a iLP superou 8, 5 vezes a PP na estação chuvosa, enquanto que na estação seca, os valores de emissão da iLP foram praticamente a metade da PP. No somatório das duas épocas, as emissões na iLP foram cerca de 2 vezes o observado na PP. Apesar da menor emissão de N-N₂O na área com PP é necessário avaliar com cautela este resultado quando se trata da potencial do sistema de produção para emissão de GEE, visto que o N₂O é uma das fontes de emissão.

Termos de indexação: esterco, nitrogênio, efeito estufa

INTRODUÇÃO

As emissões de N₂O têm recebido especial atenção devido seu potencial de aquecimento global, aproximadamente 300 vezes superior ao do CO₂ (IPCC, 2007). No Brasil, mais de 90% das emissões deste gás vem do setor agropecuário e mudanças de uso do solo, sendo que no Brasil aproximadamente 40% destas emissões é proveniente da criação de animais em pastejo (MCT, 2013).

A pecuária é uma das principais atividades econômicas do país, com um rebanho bovino de 212,8 milhões de cabeças (IBGE, 2011). A urina

depositada pelos animais em pastejo constitui importante fonte de emissão de N₂O (Sordi et al., 2012), pois forma “manchas” no solo com alta concentração de nitrogênio e carbono prontamente disponível à comunidade microbiana envolvida na produção de N₂O (Oenema et al., 2005).

O N₂O é formado durante os processos microbiológicos de nitrificação e desnitrificação, os quais dependem da complexa interação entre os processos do solo sob diferentes condições ambientais e sistemas de manejo (Luo et al., 2010). Fatores como disponibilidade de nitrogênio e carbono prontamente disponíveis no solo, temperatura, volume de poros preenchidos por água, pH do solo, tipo e forma (líquido e sólido) do dejetos e quantidade e disponibilidade do C e N presente nos mesmos, podem influenciar a atividade microbiana.

Além das características intrínsecas às excretas, o potencial do solo para emissão de N₂O pode variar em função do sistema de produção. Os sistemas de integração lavoura-pecuária (iLP) se destacam em relação aos sistemas com pastagem permanente (PP), tanto pelo incremento na produtividade em as ambas atividades, quanto nos aspectos ambientais e melhorias na qualidade do solo (Salton et al., 2012). A adubação das lavouras reflete diretamente na maior produtividade da pastagem e, por consequência, maior produção animal.

Apesar da importância da pecuária para o Brasil e a extensa área ocupada com pastagens poucas informações estão disponíveis sobre a influência do manejo da pastagem na emissão de N₂O. Neste enfoque, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a emissão de N₂O proveniente da deposição de fezes e urina de bovinos mantidos em sistema de iLP e PP, nas estações chuvosa e seca.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, Mato Grosso do Sul (22°16'56,08" S e 54°48'17,17" W). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, com 630 g kg⁻¹ de argila, e o clima como Cwa (köppen) com verão quente e inverno

seco. O estudo foi conduzido no ano de 2012, nos meses de março a maio e de agosto a outubro, períodos pertencentes às estações chuvosa e seca, em duas áreas de pastagem pertencentes a um experimento de longa duração implantado em 1995: iLP - integração lavoura-pecuária e PP - pastagem permanente. A área de iLP é alternada a cada 2 anos com pastagem de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk) e a rotação soja/aveia, cultivados em plantio direto. Na pastagem permanente (PP) é utilizada a mesma gramínea, porém não recebe correção do solo nem fertilização desde sua implantação.

Os tratamentos consistiram de doses crescentes de urina (0,8L, 1,5L e 2,2L), de fezes (1,0kg, 1,6kg e 2,2kg) e, um controle, sem aplicação de excretas. As maiores doses de fezes e urina corresponderam, em média, à quantidade máxima de cada excreção dos animais em pastejo.

Em ambas épocas do ano, três meses antes da instalação dos tratamentos, uma área de 50 x 30 m foi isolada em cada pastagem para evitar interferência de N proveniente de excretas dos animais em pastejo. Foram realizados cortes da pastagem para manter altura equivalente a área que estava sob pastejo, retirando o material para fora da área. A área de iLP encontrava-se no início da fase de pastejo, com a pastagem vigorosa devido influência da lavoura anterior, enquanto que a pastagem permanente estava debilitada em função da forte geada no ano anterior.

As fezes foram coletadas à medida que eram defecadas sobre a pastagem e armazenadas em recipientes fechados, em câmara fria (10°C), até três dias, para completar a quantidade necessária. A urina foi coletada de vacas leiteiras alimentadas com mesmo tipo de forragem, sem suplementação no cocho, armazenada à $\pm 4^\circ\text{C}$ por no máximo quatro dias.

Antes da aplicação das excretas foram fixadas no solo bases metálicas (0,36 x 0,56 cm) à oito cm de profundidade, e três metros de distância entre bases. A urina e as fezes de cada pastagem foram aplicados sobre a pastagem na parte interna das bases metálicas, simulando as excreções dos animais.

Para avaliação das emissões de N-N₂O utilizou-se o método da câmara estática, adaptado de Parkin & Venterea (2010), com 36,5 x 56,5 cm e 32 cm altura, confeccionadas com caixas de polipropileno e revestimento de manta térmica aluminizada. A concentração do gás foi determinada por cromatografia gasosa, e os fluxos de emissão do solo, calculados pelo aumento da concentração do gás dentro da câmara na unidade de tempo (Zanatta et al., 2010). A emissão total acumulada durante o período de avaliação foi calculada pela integral dos valores obtidos em cada tratamento durante o período avaliado. Para cada tratamento foi calculado as médias e erro padrão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fluxos de emissão de N-N₂O variaram de -3,03 a 634,52 $\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ na estação chuvosa, com maiores valores na iLP, e de -5,92 a 213,19 $\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$ na estação seca, com maiores valores na PP (**Figura 1A e B**). Em ambas épocas os fluxos de emissão de N-N₂O das fezes foram semelhantes aos do solo controle, com mesmo padrão de comportamento. Para facilitar a visualização no gráfico, foi apresentada a média das três doses de esterco em cada sistema de produção. Por outro lado, a urina resultou em maiores fluxos de N-N₂O, e estes aumentaram com aumento da dose aplicada. Os picos de emissão ($\mu\text{g m}^{-2} \text{h}^{-1}$) na época da chuva atingiram 634,52 na iLP e 71,78 na PP, enquanto na época da seca os picos foram de 135,50 na iLP e 213,19 na PP.

No solo com urina as emissões mais expressivas ocorreram entre o 6° e 30° dia na estação chuvosa e 33° e 77° dia na estação seca. O N orgânico presente na urina é rapidamente mineralizado pelos organismos heterotróficos do solo, transformando a uréia da urina em NH₃ e em seguida NH₄⁺ e NO₃⁻, substratos para os microrganismos nitrificantes e desnitrificantes, respectivamente (Oenema et al., 2005). No entanto, estas transformações são dependentes do teor de umidade no solo (Luo et al., 2010), o que explica a emissão “tardia” de N-N₂O no período seco. Além disso, as temperaturas mais baixas no inverno diminuem o desenvolvimento da braquiária, reduzindo também o consumo de N do solo, resultando em menor potencial para emissão de N-N₂O logo após a ocorrência das primeiras chuvas. Esta condição é particular para ambientes com período seco, e deve ser levada em consideração na quantificação das emissões, prolongando as avaliações até que mesmo havendo umidade no solo, todos os tratamentos atinjam valores semelhantes ao solo controle.

Nas duas épocas do ano, em ambos os sistemas de produção, a urina resultou em maiores valores de emissão total de N-N₂O do que as fezes, as quais foram equivalentes ao tratamento controle (**Figura 2**). Sordi et al. (2012) também relataram a urina como principal como a principal fonte de emissão de N-N₂O em pastagens no Estado do Paraná.

Alguns fatores contribuem para as diferenças de emissão entre as fezes e urina: a) contato com o solo: a urina infiltra prontamente e as fezes permanecem na superfície por meses; b) a concentração de N em cada excretada é maior na urina; c) taxa de mineralização e forma do N: na urina – aproximadamente 80% na forma de uréia, no esterco constitui compostos orgânicos como proteínas, celulose, etc.

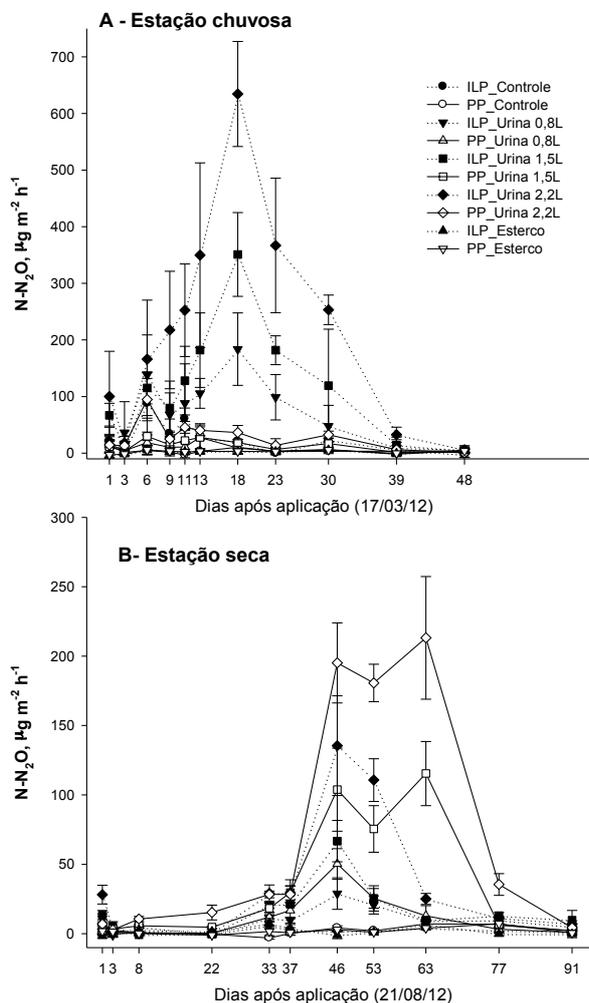


Figura 1. Fluxos de N-N₂O do solo com doses crescentes de urina, solo controle, e média das três doses de esterco (1,0; 1,6; 2,2kg), em pastagem no sistema de integração lavoura-pecuária e pastagem permanente, na estação chuvosa (A) e seca (B). As barras são erro padrão.

Considerando a emissão média de N-N₂O das três doses de urina, a iLP superou 8,5 vezes a PP na estação chuvosa, enquanto que, na estação seca, os valores de emissão da iLP foram praticamente a metade da PP. No somatório das duas épocas, a maior emissão foi na iLP, com diferença aproximada de 2 vezes. A maior contribuição da iLP para emissão de N-N₂O pode estar associada ao potencial intrínseco do solo para emissão de N-N₂O, visto que o tratamento controle na iLP apresentou uma emissão 4,6 vezes maior que na PP. Por outro lado, na estação seca, as emissões do solo controle foram semelhantes em ambas as pastagens.

O potencial de emissão da iLP, na primeira avaliação, pode estar relacionado ao manejo do sistema de produção. A pastagem da iLP havia sido precedida de lavoura no ano anterior, e encontrava-se no início do período de pastejo, em pleno desenvolvimento. Estas condições podem ter favorecido maiores quantidades de substrato para comunidade microbiana, como C prontamente disponível e N mineral, comparado à PP. O solo da PP, há 16 anos sem fertilização, apresentava maior demanda por nitrogênio, de forma que maior quantidade do N da urina deve ter sido imobilizado pela gramínea e/ou comunidade microbiana.

No entanto, as hipóteses levantadas precisam ser ainda melhor elucidadas, repetindo o estudo no decorrer da fase de pastagem da iLP, para verificar se o efeito é inerente a estação chuvosa ou ocorre apenas no período inicial da formação da pastagem, logo após a rotação com lavoura, pois ao longo do pastejo é esperado redução no N do solo, o que pode influenciar nas emissões.

Apesar da menor emissão de N-N₂O na área com PP é necessário avaliar com cautela este resultado quando se trata do potencial do sistema de produção para emissão de GEE, visto que o N₂O é uma das fontes de emissão. É importante considerar o balanço das emissões do sistema incluindo as demais fontes de emissão do solo e do animal, bem como custos de produção em C equivalente e produtividade do sistema.

CONCLUSÕES

A urina é a principal fonte de emissão de N-N₂O em pastagens extensivas, sem adubação mineral.

As emissões de N-N₂O são maiores na estação chuvosa do que na estação seca, e variam com o manejo do sistema de produção.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro e a equipe da Embrapa Agropecuária Oeste pela condução do experimento de longa duração.

REFERÊNCIAS

- CARTER, M. S. Contribution of nitrification and denitrification to N₂O emissions from urine patches. *Soil Biology & Biochemistry*. 39:2091-2102, 2007.
- MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Relatórios de Referência: Emissões de Óxido Nitroso de Solos Agrícolas e Manejo de Dejetos. 2013. Disponível em: < <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/310922.html> >. Acesso em 13/04/2013.
- IBGE. Produção da pecuária municipal, v. 39. 2011. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/home/>

estatistica/economia/ppm/2011/default_pdf.shtm
Acesso em 02/05/2013.

> p. 3-1 to 3-19. 2010. Disponível:
www.ars.usda.gov/research/GRACEnet.

IPCC -Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Chapter 11: N₂O Emissions from Managed Soils and CO₂ Emissions from Lime and Urea Application, 2006. Disponível em: www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf. Acesso em 01/2012.

LUO, J.; DE KLEIN, C.A.M; LEDGARD, S.F. et al. Management options to reduce nitrous oxide from intensively grazed pasture: a review. *Agriculture, Ecosystems & Environment*. 136: 282-291, 2010.

OENEMA, O., N. WRAGE, G.L. VELTHOF, J.W. et al. Trends in global nitrous oxide emissions from animal production systems. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 72:51-65. 2005.

PARKIN, T.B.; VENTEREA, R.T. Sampling Protocols. Chapter 3. Chamber-Based Trace Gas Flux Measurements. IN *Sampling Protocols*. R.F.Follet, editor.

SALTON, J. C.; ZANATTA, J. A.; TOMAZI, M. et al. Soil organic matter in crop-livestock systems after 16 years on Midwest Brazil. In: II INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON INTEGRATED CROP-LIVESTOCK SYSTEMS, 2012, Porto Alegre. Anais do II ISICLS. Porto Alegre: INRA/UFPR/UFRGS/USDA, 2012. CD-ROM.

SORDI, A.; DIECKOW, J.; MORAES, A. et al. Emissão de óxido nitroso a partir de urina e esterco de bovinos em pastagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 2011, Uberlândia - MG. Solos nos Biomas Brasileiros: Sustentabilidade e Mudanças Climáticas, 2011. CD-ROM.

ZANATTA, J.A.; BAYER, C.; VIEIRA, F.C.B. et al. Nitrous oxide and methane fluxes in Southern Brazilian Gleysol as affected by nitrogen fertilizers. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, 34, 1653- 1665, 2010.

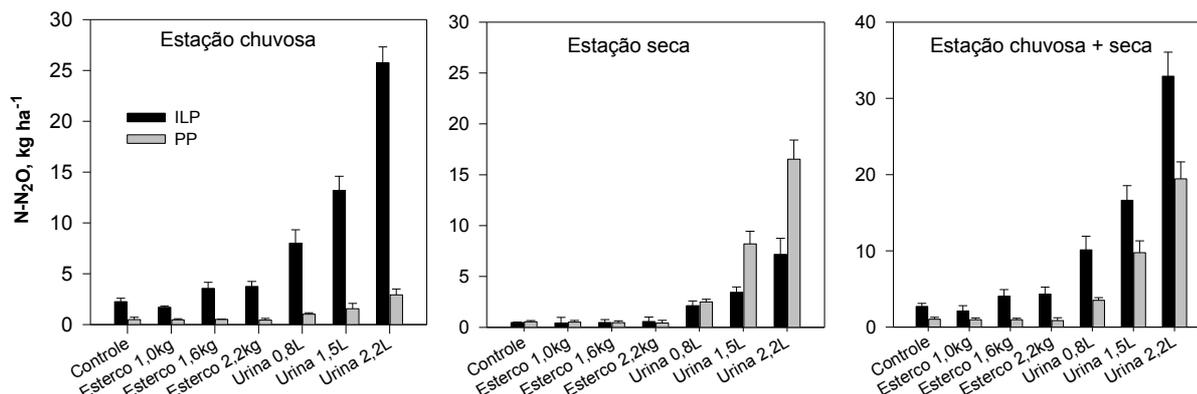


Figura 2 – Emissão total de N-N₂O na estação chuvosa (62 dias), estação seca (91 dias), e a soma das duas estações para os diferentes tratamentos avaliados (observar a diferença de escala). As barras são erro padrão.