

Emissão de óxido nitroso (N₂O) associada à aplicação de uréia na cultura do feijoeiro comum sob plantio direto

ADRIANA RODOLFO DA COSTA¹, MÁRCIA THAÍS DE MELO CARVALHO², BEATA EMOKE MADARI³, JANNE LOUIZE SOUSA SANTOS⁴, PEDRO LUIZ OLIVEIRA DE ALMEIDA MACHADO⁵ & WILSON MOZENA LEANDRO⁶

RESUMO - O óxido nitroso (N₂O) é considerado um dos mais importantes gases de efeito estufa do planeta. Em solos agrícolas, a desnitrificação e a nitrificação são os principais processos responsáveis pela sua produção. A temperatura, a umidade, o pH do solo, a disponibilidade de nitrogênio e o manejo do solo podem afetar diretamente estes dois processos e consequentemente a emissão do N₂O. O objetivo deste estudo foi quantificar a emissão de óxido nitroso na produção de feijoeiro comum irrigado cultivado em plantio direto, com e sem cobertura vegetal de braquiária, em Latossolo de Cerrado, na ausência e presença da aplicação de uréia, no sulco de plantio e em cobertura via fertirrigação. O ensaio era composto de quatro tratamentos. (T1) Feijoeiro irrigado, com N, em plantio direto com palhada de braquiária; (T2) Feijoeiro irrigado, sem N, em plantio direto com palhada de braquiária; (T3) Feijoeiro irrigado, com N, em plantio direto sem palhada de braquiária; (T4) Feijoeiro irrigado, sem N, em plantio direto sem palhada de braquiária e amostragem de gases era feita semanalmente e em cinco dias consecutivos após a adubação nitrogenada. Os fluxos de N₂O foram mais altos nos tratamentos com palhada de braquiária em relação aos sem palhada. Os maiores fluxos ocorreram no terceiro dia após semeadura (12/06). Após a 1ª e 2ª fertirrigações os maiores fluxos foram novamente observados para os tratamentos com palhada. Diante do exposto, conclui-se que as emissões de óxido nitroso no período de 47 dias após semeadura do feijoeiro cultivado em plantio direto com cobertura vegetal foram maiores do que em plantio direto sem cobertura vegetal.

Palavras-Chave: (gás de efeito estufa; adubação nitrogenada; cobertura vegetal; *Brachiaria sp.*)

Introdução

O óxido nitroso (N₂O) é considerado um dos mais importantes gases de efeito estufa do planeta. Apesar de baixa concentração na atmosfera apresenta alto potencial de aquecimento, sendo o equivalente a 296 vezes mais que uma molécula de dióxido de carbono (CO₂) [1]. No setor agropecuário é um dos principais gases emitidos e o incremento em suas concentrações responde por cerca de 6% do efeito estufa [2]. O uso de fertilizantes nitrogenados, a mineralização da matéria orgânica e dejetos de animais em pastagens, entre outros fatores, contribuem com quase 70% do total das fontes antrópicas de emissões de N₂O para a atmosfera [3].

Em solos agrícolas, a desnitrificação e a nitrificação são os principais processos responsáveis pela produção de N₂O [4]. Ambos são dependentes da disponibilidade de oxigênio, porém em condições contrárias. Podendo ocorrer simultaneamente no solo, visto que no interior dos agregados pode desenvolver micrositios de aerobiose e anaerobiose [5].

A temperatura, a umidade e o pH do solo afetam diretamente estes dois processos, seja por elevar a saturação de água no solo ou por proporcionar condições adequadas ao desenvolvimento dos microrganismos destrutivos e/ou nitrificadores. Em condições de solo com baixos valores de espaço poroso do solo saturado com água (%EPSA), a nitrificação é o processo responsável pela emissão de N₂O. No entanto, quando se tem alta saturação do solo com água a desnitrificação passa a ser o processo mais importante para emissão deste gás [6].

Além destes fatores a disponibilidade de nitrogênio mineral no solo é considerada um fator chave para o dimensionamento e interpretação das emissões de óxido nitroso do solo. No entanto, alguns estudos mostram que as emissões sofrem variações influenciadas, também, por alterações climáticas, pela cultura, forma de nitrogênio aplicada e pelo manejo adotado [6]. No plantio direto, por

¹ Primeira autora é mestranda em Agronomia, área de concentração Solo e Água, pela Universidade Federal de Goiás, bolsista CAPES. Estagiária da Embrapa Arroz e Feijão. Campus Samambaia (Campus II) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos CEP:74001-970 - Caixa Postal: 131 - Goiânia – Goiás. Email: adriana_rodolfo@yahoo.com.br

² Segunda autora é pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12 Zona Rural C.P. 179. Santo Antônio de Goiás – Goiás. Email: Márcia@cnpaf.embrapa.br

³ Terceira autora é pesquisadora da Embrapa Arroz e Feijão. Rodovia GO-462, km 12 Zona Rural C.P. 179. Santo Antônio de Goiás – Goiás. Email: madari@cnpaf.embrapa.br

⁴ Quarta autora é doutoranda em Agronomia, área de concentração Solo e Água, pela Universidade Federal de Goiás. Estagiária da Embrapa Arroz e Feijão. Campus Samambaia (Campus II) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos CEP:74001-970 - Caixa Postal: 131 - Goiânia – Goiás. Email: agroize@gmail.com

⁵ Quinto autor é pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462, km 12 Zona Rural C.P. 179. Santo Antônio de Goiás – Goiás. Email: pmachado@cnpaf.embrapa.br

⁶ Sexto autor é professor da Universidade Federal de Goiás, Campus Samambaia (Campus II) – Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos CEP:74001-970 - Caixa Postal: 131 - Goiânia – Goiás. Email:Leandro@agro.ufg.br

exemplo, devido à manutenção dos resíduos na superfície do solo, há uma redução na evaporação da água e conseqüentemente um aumento na umidade do solo, fato que pode favorecer emissão de N₂O pelo processo de desnitrificação.

O feijoeiro destaca-se entre as principais culturas anuais em adaptação ao sistema plantio direto e tem sido a mais importante, em área cultivada, nos sistemas irrigados por aspersão, no período de entressafra, com semeadura em maio-junho [7]. Para suprir a carência de nitrogênio em solos onde o feijoeiro comum é cultivado, utiliza-se em larga escala a uréia como fertilizante nitrogenado, pois esta fonte fornece imediatamente o nitrogênio nos momentos de maior demanda da cultura, potencializando a produtividade [8]. Mas que, segundo Fageria e colaboradores [9], se perde facilmente por lixiviação, volatilização e desnitrificação no sistema solo-planta-atmosfera.

Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi quantificar a emissão de óxido nitroso na produção de feijoeiro comum irrigado cultivado em plantio direto, com e sem cobertura vegetal de braquiária, em Latossolo de Cerrado, na ausência e presença da aplicação de uréia, no sulco de plantio e em cobertura via fertirrigação.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido na Fazenda Capivara, Embrapa Arroz e Feijão, num Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa com 554 g kg⁻¹ de argila, 111 g kg⁻¹ de silte e 335 g kg⁻¹ de areia, a 823 metros de altitude e coordenadas de 16°29'17''S e 49°17'57''W.

Neste estudo avaliou-se duas áreas de cultivo no outono/inverno 2008 onde foram cultivados feijoeiro em plantio direto, sem e com cobertura vegetal de braquiária (*Brachiaria* sp.), irrigado por aspersão, tipo pivô central. A cultivar utilizada foi o BRS Agreste, que é um feijão comum de grão tipo mulatinho indicado para safras das águas e de inverno no estado de Goiás e Distrito Federal. Utilizou-se a uréia como fonte de nitrogênio (N) para adubação, aplicada nas doses de 20 kg de N ha⁻¹ na semeadura (09/06/08) e 90 kg de N ha⁻¹ em cobertura, por fertirrigação, parceladas em duas doses de 45 kg ha⁻¹ aos 30 e 43 dias após semeadura (09 e 22/07/08). Constituindo o ensaio de quatro tratamentos. (T1) Feijoeiro irrigado, com N, em plantio direto com palhada de braquiária; (T2) Feijoeiro irrigado, sem N, em plantio direto com palhada de braquiária; (T3) Feijoeiro irrigado, com N, em plantio direto sem palhada de braquiária; (T4) Feijoeiro irrigado, sem N, em plantio direto sem palhada de braquiária.

Para medir a emissão de N₂O foram instaladas seis câmaras, distribuídas numa faixa de 10 x 15 m (150 m²), por tratamento. As coletas de gases na interface solo-atmosfera foram realizadas a cada sete dias após semeadura do feijão e em cinco dias consecutivos, sempre após fertilização nitrogenada, sempre entre 8:00 e 12:00 horas. Cada câmara era composta por uma base de metal retangular de 38 x 58 cm, inserida

no solo até 5 cm de profundidade, onde permaneceu durante todo período de avaliação. Na parte superior da base metálica existe uma calha com cerca de 1 cm de largura, onde, no momento da amostragem, uma bandeja plástica com 9 cm de altura e com as mesmas dimensões de largura e espessura da base metálica, foi acoplada. Para garantir a vedação do sistema colocava-se água na canaleta da base de metal. Após o fechamento das câmaras, retirava-se a amostra inicial (T₀) e, depois de 20 minutos, uma nova amostra para o cálculo da taxa de emissão do N₂O. As amostras de gás do interior das câmaras foram coletadas com o auxílio de uma bomba de vácuo manual, que transfere o gás das câmaras para frascos de vidro, após vácuo à 80 kPa. A concentração de N₂O das amostras de gás foram analisadas por cromatografia gasosa. O cálculo dos fluxos de N₂O é dado pela equação $FN_2O = \delta C / \delta t (V/A) / V_m$, [10] onde: $\delta C / \delta t$ é a mudança de concentração de N₂O na câmara no intervalo de incubação; V = volume da câmara; A = área do solo coberto pela câmara; M = peso molecular de N₂O; V_m = volume molecular na temperatura de amostragem.

Durante as amostragens de gases foram coletadas amostras de solo para determinação do nitrogênio total no solo e umidade, foram aferidas, também, a temperatura do solo na profundidade de 0-10cm. Após o estabelecimento da cultura coletou-se amostras indeformadas de solo para verificação da densidade do solo, pelo método do anel volumétrico. E amostras deformadas para a densidade de partículas, que foi quantificada pelo método do anel volumétrico.

Com base nos resultados obtidos de umidade, densidade do solo e de partículas, foram calculadas a porcentagem do espaço poroso do solo ocupado por água (%EPSA) pela equação, $\%EPSA = U \times D_s / (1 - (D_s / D_p))$, descrita por Paul & Clark [11], em que U é a umidade gravimétrica do solo (g g⁻¹); D_s é a densidade do solo (g cm⁻³); e D_p é a densidade de partículas do solo (g cm⁻³).

Resultados

Ao se avaliar a porcentagem do espaço poroso do solo ocupado por água, nota-se que as médias na área onde se tinha a palhada de braquiária foram maiores. Dentro dos tratamentos a %EPSA variou de 53,63 a 95,74%, conforme apresentado no gráfico 1A.

Os fluxos de N₂O foram mais altos nos tratamentos com palhada de braquiária em relação aos sem palhada (Figura 1B). Os maiores fluxos ocorreram no terceiro dia após semeadura (12/06) e permaneceram até o 22º dia (01/07). Do 22º dia até a 1ª fertirrigação (09/07) os maiores fluxos foram observados no tratamento sem palhada com N. Após a 1ª e 2ª fertirrigações os maiores fluxos foram novamente observados para os tratamentos com palhada.

As emissões totais de N₂O do solo nos tratamentos com e sem palhada, com N, foram equivalentes a 141,65 e 59,84 g N-N₂O ha⁻¹, respectivamente, com adubação nitrogenada total de 110 kg de N ha⁻¹. Nos tratamentos com e sem palhada, sem N, as emissões totais foram equivalentes a 167,34 e 40,73 g N-N₂O ha⁻¹, respectivamente (Tabela 1). Assim, 0 e 19,11 g N-N₂O ha⁻¹ foram emitidos oriundo do fertilizante gerando um fator de

emissão do fertilizante de 0 e 0,03%, para os tratamentos com e sem palhada de braquiária, respectivamente.

Discussão

O aumento no fluxo de óxido nitroso para a atmosfera, logo depois da aplicação de dejetos de suíno é atribuído por Giacomini e colaboradores [5] por três fatores: 1- os dejetos apresentarem fração de carbono prontamente disponível pelos microrganismos, o que eleva a demanda de oxigênio, favorecendo a anaerobiose e a emissão de N_2O ; 2- o processo de nitrificação do amônio (NH_4^+) aplicado com dejetos de suíno promove emissão de N_2O ; 3- a alta concentração de líquidos pode promover sítios de anaerobiose o que favorece a desnitrificação do nitrato (NO_3^-). Ao se estudar os fluxos de N_2O oriundos da adubação nitrogenada atribuem-se a maior emissão, na fase inicial, logo após a semeadura, devem ao estímulo na dinâmica de N do solo devido à interrupção do período seco pela irrigação, ocorrendo também na área não adubada com N (tratamento com palhada de braquiária e sem N).

Os fluxos de N_2O foram maiores logo após a semeadura, possivelmente, devido à forma de aplicação, no sulco de plantio. Já após as fertirrigações os fluxos foram menores, talvez devido à ocorrência de maiores perdas por volatilização de amônia.

Os fatores de emissão encontrados neste estudo estão muito abaixo do recomendado pelo Painel Intergovernamental da ONU sobre Mudança do Clima [12] que é de 1%, variando entre 0,3 e 3%. Madari e colaboradores [13] quantificaram a emissão de N_2O , derivada de 80 kg N ha⁻¹ na forma de uréia, aplicada na cultura do feijoeiro comum irrigado, sob plantio direto em Latossolo Vermelho distrófico, com adubação e irrigação controladas manualmente, ou seja, com aplicação direta do adubo nitrogenado na superfície do solo, evitando assim grandes perdas por volatilização de amônia, encontrando fator de emissão do fertilizante equivalente a 0,12 %, valor também abaixo do recomendado pelo IPCC.

Conclusões

Pode-se concluir que as emissões de óxido nitroso no período de 47 dias após semeadura do feijoeiro cultivado em plantio direto com cobertura vegetal de braquiária foram maiores do que em plantio direto sem cobertura vegetal.

Referências

- [1] ROBERTSON, G.P. & GRACE, P.R. 2004. 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, p. 51-63.
- [2] COTTON, W.R. & PIELKE, R.A. 1995. Human impacts on weather and climate. Cambridge: *Cambridge University Press*, 288p.
- [3] LIMA, M.A. de. Agropecuária brasileira e as mudanças climáticas globais: caracterização do problema, oportunidades e desafios. 2002. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, Brasília, v.19, n.3, p.451-472.
- [4] FIRESTONE, M.K. & DAVIDSON, E. A. Microbial basis of NO and N_2O production and consumption in soils. 1989. In: *Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere*, Andrea, M.O. & Schimel, D.S., (Eds) New York: John Wiley and Sons, p. 7-21
- [5] GIACOMINI, S.J.; JANTALIA, C.P.; AITA, C.; URQUIAGA, S.S. & ALVES, B.J.R. 2006. Emissão de óxido nitroso com a aplicação de dejetos líquidos de suínos em solo sob plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, p. 1653-1661.
- [6] JANTALIA, C. P.; ZOTARELLI, L.; SANTOS, H. P.; TORRES, E.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. & ALVES, B. J. R. 2006. Em busca da mitigação da produção de óxido nitroso em sistemas agrícolas: avaliação de práticas usadas na produção de grãos do sul do País. In: *Manejo de Sistemas Agrícolas: Impacto no Seqüestro de C e nas Emissões de Gases de Efeito Estufa*. ALVES; URQUIAGA, S.; AITA, C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P. & CAMARGO, F.A.O. (Eds.) Genesis, Porto Alegre.
- [7] KLUTHCOUSKI, J. & STONE, L.F. 2003. Desempenho de Culturas Anuais sobre Palhada de Braquiária. In: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L.F. & AIDAR, H. (Eds.) **Integração Lavoura-Pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. p. 499-522.
- [8] SILVA, C. C.; SILVEIRA, P. M. 2000. Influência de sistemas agrícolas na resposta do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) irrigado à adubação nitrogenada em cobertura. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 30, n. 1, p. 86-96.
- [9] FAGERIA, N. K.; STONE, L. F. & SANTOS, A. B. 1999. Maximização da eficiência de produção das culturas. Brasília: *Embrapa-SCT/Embrapa-CNPAF*. 294 p.
- [10] ROCHETTE, P.; ANGERS, D. A.; BÉLANGER, G.; CHANTIGNY, M. H.; PRÉVOST, D. & LÉVESQUE, G. 2004. Emissions of N_2O from alfalfa and soybean crops in Eastern Canada. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, n. 2, v. 68, p. 493-506, Mar./Apr.
- [11] PAUL, E.A. & CLARK, F.E. 1996. *Soil microbiology and biochemistry*. 2ed. Califórnia: Academic Press. 340 p.
- [12] IPCC. 2006. *Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*, v. 4, capítulo 11.
- [13] MADARI, B. E.; COSTA, A. R. da; JANTALIA, C. P.; MACHADO, P. L. O. A.; CUNHA, M. B. da; MARTINS, D. R.; SANTOS, J. H. G. dos & ALVES, B. J. R. 2007. Fator de Emissão de Óxido Nitroso (N_2O) para a Fertilização com N na Cultura do Feijoeiro Comum Irrigado no Cerrado. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão. 04 p. (*Comunicado Técnico 144*).

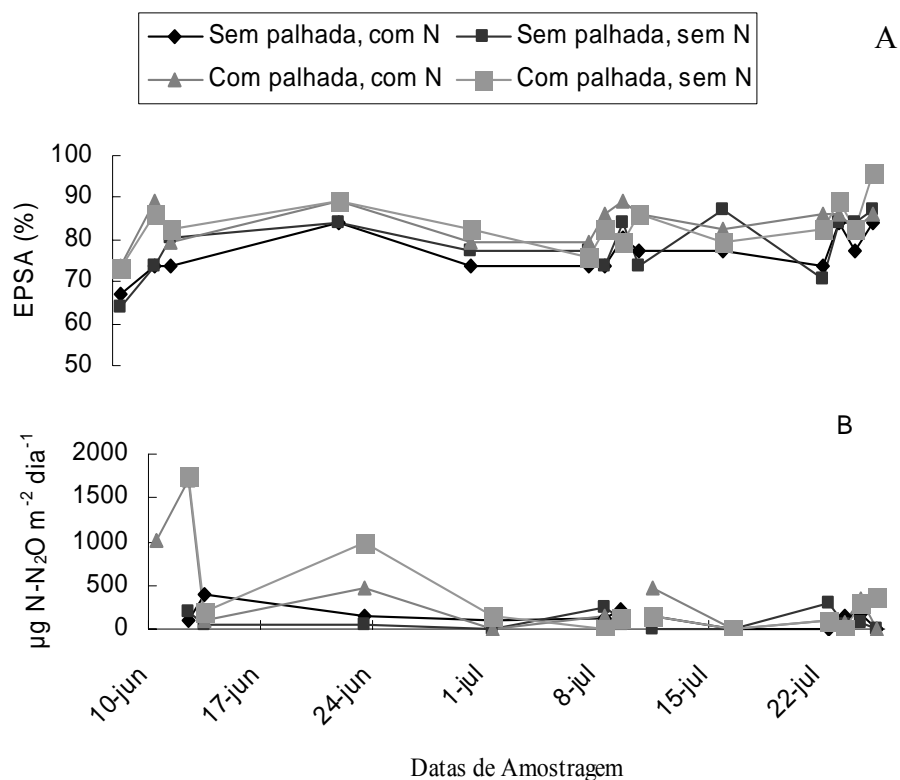


Figura 1 – Espaço poroso ocupado por água (EPSA %) na profundidade de 0-10cm (A) e fluxos de N₂O (B) observados em sistema de produção de feijoeiro comum irrigado em plantio direto em Latossolo Vermelho distrófico, no período de 47 dias após sementeira.

Tabela 1 - Emissões totais de N₂O em sistema de produção de feijoeiro comum irrigado em plantio direto em Latossolo Vermelho distrófico, no período de 47 dias após sementeira.

Tratamentos	Kg N-N ₂ O ha ⁻¹
Com palhada, com N	0,142 a
Com palhada, sem N	0,167 a
Sem palhada, sem N	0,0598 b
Sem palhada, com N	0,0237 b
CV	39,60%