



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Emissão de óxido nitroso em cebola (*Allium cepa* L.) cultivada sob Sistema de Plantio Direto Agroecológico

*Nitrous oxide emissions in onion (*Allium cepa* L.) grown under Agroecological No-Tillage System*

MÜLLER JÚNIOR, Vilmar¹; SOUZA, Monique²; KOUCHER, Leoncio de Paula³; KURTZ, Claudinei⁴; BRUNETTO, Gustavo⁵; COMIN, Jucinei José⁶

¹Doutorando em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), vilmar_muller@hotmail.com; ²Doutoranda em Agroecossistemas, UFSC; ³Mestre em Agroecossistemas, UFSC; ⁴Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI); ⁵Professor Adjunto, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM); ⁶Professor Titular, UFSC

Tema Gerador: Manejo de Agroecossistemas e Agricultura Orgânica

Resumo

A agricultura é uma das principais responsáveis pelo aumento das emissões de óxido nitroso (N₂O) para a atmosfera. O estudo objetivou avaliar as emissões de N₂O em cebola (*Allium cepa* L.) cultivada sob sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) de bases agroecológicas e em sistema de preparo convencional do solo (SPC). Foram avaliadas as emissões de N₂O em solo sob SPDH com adição de resíduos de nabo forrageiro (NF), aveia preta (AP) e vegetação espontânea (VE) e em uma área sob sistema de preparo convencional (SPC). As emissões de N₂O (em kg N-N₂O ha⁻¹) foram afetadas pelos diferentes sistemas de manejo, sendo aproximadamente 2,6 vezes maiores no tratamento com a presença de NF (5,28±1,04 kg N-N₂O ha⁻¹). O uso da AP e dos resíduos de VE não incrementou as emissões de N₂O para a atmosfera, podendo ser alternativa eficiente para a redução das emissões deste gás no SPDH. O uso do nabo forrageiro como planta de cobertura deve ser decidido com base em outras vantagens.

Palavras-chave: gases de efeito estufa; manejo do solo; nitrogênio.

Abstract

Agriculture is a major contributor to increased emissions of nitrous oxide (N₂O) to the atmosphere. The objective of this study was to evaluate N₂O emissions in onions (*Allium cepa* L.) grown under No-Tillage Vegetable Systems (NTVS) of agroecological basis and in conventional tillage system (CT). N₂O emissions were evaluated in NTVS with addition of oilseed radish (OR), black oat (AP) and fallow (FW) and a treatment under CT. N₂O emissions (kg N-N₂O ha⁻¹) were affected by the different management systems, being approximately 2.6 times greater in the treatment with OR (5.28 ± 1.04 kg N-N₂O ha⁻¹). The use of BO and FW residues did not increase N₂O emissions to the atmosphere and could be an efficient alternative to reduce emissions of this gas in the NTVS. The use of oilseed radish as a cover crop should be decided on the basis of other advantages

Keywords: greenhouse; soil management; nitrogen.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



Introdução

A agricultura é uma das principais responsáveis pelo aumento das emissões antrópicas de gases de efeito estufa (GEE) para a atmosfera. Dentre eles, o óxido nitroso (N₂O) apresenta um potencial de aquecimento global equivalente a 298 vezes o do gás mais emitido pela atividade humana, o dióxido de carbono (CO₂) (IPCC, 2007). As emissões de GEE estão intimamente relacionadas às práticas de manejo adotadas nas áreas de produção de cebola (*Allium cepa* L.). Dentre os sistemas de manejo mais utilizados, o sistema de preparo convencional (SPC), onde se utilizam arações e gradagens para o preparo do solo e adubos químicos para a nutrição dos cultivos é o mais amplamente utilizado (Epagri, 2013). Nos últimos anos, vem sendo desenvolvido o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) de bases agroecológicas, como uma alternativa ao SPC (Souza et al., 2013). No SPDH, são utilizadas plantas de cobertura como a aveia preta (*Avena strigosa* Scherb.) e o nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.), que, associadas ao uso dos dejetos de aves (DA) e ao revolvimento restrito do solo, contribuem para a melhoria dos atributos físicos, químicos e biológicos do solo (Loss et al., 2015). Por se tratar de um sistema relativamente recente, não existem na literatura informações sobre os efeitos do SPDH nas emissões de GEE. Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar as emissões de N₂O em áreas cultivadas sob SPDH e SPC de cebola.

Metodologia

O estudo foi realizado na safra de 2015 na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), localizada no município de Ituporanga - SC, região do Alto Vale do Itajaí (Latitude 27° 24' 52", Longitude 49° 36' 9" e altitude de 475 m). O clima da região é classificado como Cfa - subtropical úmido, segundo classificação climática de Köppen, com temperatura média anual de 17,6°C e precipitação média anual de 1.400 mm. Em 2009 foi instalado o experimento em SPDH sem herbicidas, com seis tratamentos compostos por diferentes espécies de plantas de cobertura em cultura pura e consorciadas, cultivadas no outono/inverno. Maiores detalhes podem ser obtidos em Souza et al (2013). Os tratamentos selecionados para este estudo foram: testemunha com vegetação espontânea (VE), aveia preta (AP) e nabo forrageiro (NF). Os tratamentos em SPDH receberam dose de 5 Mg ha⁻¹ de dejetos de aves (DA), equivalente a 100 kg N ha⁻¹, 175 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 125 kg K₂O ha⁻¹. A quantidade total de DA foi parcelada, sendo metade da dose foi aplicada no dia do transplante das mudas de cebola e a outra metade aos 35 dias após o transplante (DAT). Além desses, avaliou-se um tratamento adjacente ao experimento em que a cebola é cultivada no SPC. A adubação de base no SPC constou na aplicação de 20



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



kg N ha⁻¹ (nitrato de amônio), 160 kg P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato simples) e 60 kg K₂O ha⁻¹ (Fonte cloreto de potássio). Em cobertura foram realizadas duas adubações com 33,3 kg N ha⁻¹ cada (nitrato de amônio), aos 35 e 60 dias após o transplante, totalizando 86,6 kg N ha⁻¹ ao longo do ciclo da cultura (CQFS-RS/SC, 2004). O solo de ambas as áreas é classificado como Cambissolo Húmico (Embrapa, 2013).

A emissão de N₂O foi avaliada usando câmaras estáticas (Aita et al., 2014), desde o plantio da cebola até sua colheita (agosto a novembro de 2015), totalizando 99 dias de avaliação. Durante esse período foram realizadas 15 coletas, as quais ocorreram preferencialmente entre as 09:00 e 10:00h da manhã (Jantalia et al., 2008). As emissões foram realizadas em triplicata, com amostragens de ar nos tempos zero (0'), vinte (20') e quarenta minutos (40') após o fechamento das câmaras estáticas. A concentração de N₂O nas amostras foi determinada em cromatógrafo gasoso (marca Shimadzu GC - 2014 modelo 21 Greenhouse, Japão), sendo os fluxos calculados conforme descrito por Jantalia et al. (2008). A emissão acumulada de N₂O foi obtida pela integração das médias diárias.

Resultados e Discussão

Os fluxos de N₂O no solo variaram de -57,1±51,1 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹ no SPC aos 99 DAT, a 2523,6±536,4 µg N-N₂O m⁻² h⁻¹ no solo com deposição de NF aos 01 DAT, onde valores positivos e negativos indicam absorção e fluxo líquido de N₂O do solo à atmosfera, respectivamente (**Figura 1a**).

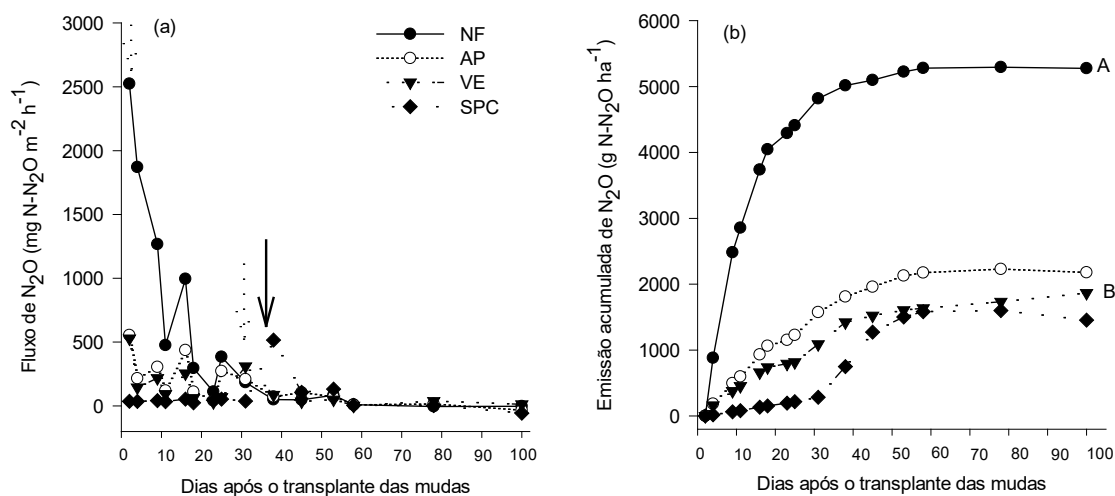


Figura 1 - Fluxos (a) e emissão acumulada (b) de N_2O em solo com deposição de resíduos de vegetação espontânea (VE), nabo forrageiro (NF), aveia preta (AP), e sistema de preparo convencional (SPC), na safra de 2015. Setas tracejadas indicam adubação com dejetos de aves nos tratamentos sob sistema plantio direto. Setas contínuas indicam adubação somente no tratamento SPC. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% ($n = 3$).

Os maiores fluxos de N_2O foram verificados no período de 15 dias após o manejo das plantas de cobertura em SPDH (média de $960,4 \pm 483,0 \mu\text{g N-N}_2\text{O m}^{-2} \text{h}^{-1}$) e após a adubação com nitrato de amônio (32% N) no SPC, aos 37 dias após o preparo do solo ($516,1 \pm 158,7 \mu\text{g N-N}_2\text{O m}^{-2} \text{h}^{-1}$). Nesse período, também foi verificado um pico significativo de emissão de N_2O aos 15 dias após o manejo em todos os tratamentos em SPDH, especialmente, no solo com deposição de NF+DA ($994,3 \pm 215,1 \mu\text{g N-N}_2\text{O m}^{-2} \text{h}^{-1}$).

As emissões de N_2O acumuladas no período após o manejo (01 dia após o transplante das mudas) variaram de $17,1 \pm 4,9 \text{ g N-N}_2\text{O ha}^{-1}$ no SPC a $879,7 \pm 317,7 \text{ g N-N}_2\text{O ha}^{-1}$ no solo com deposição de NF (**Figura 1b**), seguidos pelo solo com deposição de AP, e VE, que apresentaram emissões equivalentes a $184,50 \pm 45,87$ e $161,33 \pm 98,47 \text{ g N-N}_2\text{O ha}^{-1}$, respectivamente.

Os maiores fluxos de N_2O verificados principalmente após o manejo das plantas de cobertura e a adição de DA pode ter acontecido por causa do fornecimento de carbono e nitrogênio à população microbiana envolvida nos processos responsáveis pela emissão de N_2O (Hayakawa et al., 2009). Além disso, os resíduos de NF apresentam rápida decomposição, especialmente por causa dos baixos valores de relação C/N, favorecendo a rápida mineralização do N (Redin et al., 2014), o que contribui para o aumento das emissões de N_2O (Huang et al., 2004).



As emissões acumuladas de N₂O ao longo do ciclo (em kg N-N₂O ha⁻¹) foram maiores no tratamento NF que apresentou valores acumulados ($p < 0,05$), na ordem de $5,28 \pm 1,04$ kg N-N₂O ha⁻¹ (**Figura 1b**). As emissões de N₂O não diferiram estatisticamente no solo com deposição VE, AP e no SPC, com média geral de $2,02 \pm 0,72$ kg N-N₂O ha⁻¹ (VE e AP) e $1,45 \pm 0,55$ kg N-N₂O ha⁻¹ (SPC). Shcherbak et al. (2014), verificaram que em uma escala global as emissões de N₂O crescem à medida que as entradas de N no solo excedem as necessidades dos cultivos. Estas informações concordam com as obtidas no presente estudo, onde a quantidade de N adicionada no tratamento NF foi na ordem de 250 kg N ha⁻¹, muito superior aos valores recomendados pela CQFS-RS/SC.

De maneira geral, áreas cultivadas com cebola apresentam valores de emissão elevadas (Van der Weerden et al. 2000; Kusa et al., 2002), semelhantes ao verificados no presente estudo. Uma das possíveis explicações para as elevadas emissões acumuladas de N₂O pode ser uma baixa eficiência da cultura da cebola em absorver N, quando comparada a culturas de maior porte, como por exemplo o milho. Outro fator pode estar associado a desnitrificação do N proveniente dos DA aplicado sobre os resíduos.

Mesmo sendo observado os maiores picos de emissão de N₂O no solo sob SPDH, o uso de plantas de cobertura em sistemas onde o solo não é revolvido, como o SPDH, contribuem para o aumento dos teores de carbono nas camadas mais superficiais do solo (Guimire et al., 2016). Já as práticas de preparo convencional do solo expõem a matéria orgânica, antes protegida no interior dos agregados, à atividade da população microbiana, proporcionando menores teores de carbono nas camadas superficiais do solo (Loss et al., 2015), reduzindo o potencial de mitigação das emissões pelo sistema.

Conclusões

O uso da aveia preta e dos resíduos de vegetação espontânea não incrementaram as emissões de N₂O para a atmosfera, sendo uma alternativa eficiente para a redução das emissões deste gás.

O uso do nabo forrageiro como planta de cobertura deve ser decidido com base em outras vantagens, como melhorias nos atributos de qualidade do solo.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de doutorado concedida a Vilmar Müller Júnior, a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de mestrado concedida ao mesmo autor e ao CNPq pelas bolsas de produtividade em pesquisa concedidas a Jucinei



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF E ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



José Comin e Gustavo Brunetto. A Chamada Nº 81/2013 – MCTI/MAPA/MDA/MEC/MPA/CNPq e Chamada Universal – MCTI/CNPq Nº 14/2014 pelo auxílio financeiro para a condução do projeto.

Referências Bibliográficas

AITA, C.; GONZATTO, R.; MIOLA, E. et al. Injection of Dicyandiamide-Treated Pig Slurry Reduced Ammonia Volatilization without Enhancing Soil Nitrous Oxide Emissions from No-Till Corn in Southern Brazil. *Journal of Environmental Quality*, v.13, p. 789-800, 2014.

CQFS - RS/SC. Manual de adubação e de calagem para os estados para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10. ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004. p. 404.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª.ed. Rio de Janeiro: 2013.

EPAGRI. Sistema de produção para a cebola: Santa Catarina (4. Revisão). Florianópolis: 2013. 106p. (Epagri. Sistemas de Produção, 46).

GUIMIRE, R.; NORTON, U.; BISTA, P. Soil organic matter, greenhouse gases and net global warming potential of irrigated conventional, reduced-tillage and organic cropping systems. *Nutr Cycl Agroecosyst*, p. 1-14, 2016.

HAYAKAWA, A.; AKIYAMA, H.; SUDO, S.; YAGI, K. N₂O and NO emissions from an Andisol field as influenced by pelleted poultry manure. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 41, p. 521–529, 2009.

HUANG, Y.; ZOU, J.; ZHENG, X. et al. Nitrous oxide emissions as influenced by amendment of plant residues with different C:N ratios. *Soil Biology & Biochemistry*, v. 36, p.973–981, 2004.

IPCC. Climate change 2007: The physical science basis. The Fourth Assessment Report. Cambridge University Press: 2007.

JANTALIA, C. P.; SANTOS, H. P.; URQUIAGA, S. et al. Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v.82, p. 161-173, 2008.

KUSA, K.; SAWAMOTO, T.; HATANO, R. Nitrous oxide emissions for 6 years from a gray lowland soil cultivated with onions in Hokkaido, Japan. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 63, p. 239–247, 2002.



VI CONGRESSO LATINO-AMERICANO
X CONGRESSO BRASILEIRO
V SEMINÁRIO DO DF e ENTORNO
12-15 SETEMBRO 2017
BRASÍLIA- DF, BRASIL

Tema Gerador 9

Manejo de Agroecossistemas
e Agricultura Orgânica



LOSS, A.; BASSO, A.; OLIVEIRA, B. S. et al. Carbono Orgânico Total e Agregação do Solo em Sistema de Plantio Direto Agroecológico e Convencional de Cebola. R. Bras. Ci. Solo, v.39, p.1212-1224, 2015.

REDIN, M.; RECOUS, S.; AITA, C. et al. How the chemical composition and heterogeneity of crop residue mixtures decomposing at the soil surface affects C and N mineralization. Soil Biology & Biochemistry, v.78, p. 65-75, 2014.

SHCHERBAK, I.; MILLAR, N.; PHILIP ROBERTSON, G. Global metaanalysis of the nonlinear response of soil nitrous oxide (N₂O) emissions to fertilizer nitrogen. Proceedings of the National Academy of Sciences v. 111, n. 25, p. 9199–9204, 2014.

SOUZA, M.; COMIN, J. J.; LEGUIZAMÓN, E. S. et al. Matéria seca de plantas de cobertura, produção de cebola e atributos químicos do solo em sistema plantio direto agroecológico. Ciência Rural, v.43, n. 1, p. 21-27, 2013.

VAN DER WEERDEN, T.; SHERLOCK, R. R.; WILLIAMS, P. H.; CAMERON, K. C. Effect of three contrasting onion (*Allium cepa* L.) production systems on nitrous oxide emissions from soil. Biol Fertil Soils, v. 31, p. 334–342, 2000.