



XXXIII

Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

EMIÇÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA EM SISTEMAS DE USO DO SOLO ENVOLVENDO LAVOURA, PECUÁRIA E FLORESTA

Jonatas Thiago Piva⁽¹⁾; Anibal de Moraes⁽²⁾; Jeferson Dieckow⁽³⁾; Vanderlei Porfírio da Silva⁽⁴⁾ Cimélio Bayer⁽⁵⁾ Laise da Silveira Pontes⁽⁶⁾; André Sordi⁽⁷⁾ & Marcio Amaral Alburquerque⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Doutorando do Programa de Pós Graduação em Agronomia: Produção Vegetal, Universidade Federal do Paraná-UFPR, Rua dos Funcionários, Curitiba, PR; email: jonatastpiva@yahoo.com.br; ⁽²⁾ Professor Associado, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, UFPR, Curitiba, PR. ⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, UFPR, Curitiba, PR. ⁽⁴⁾ Pesquisador Embrapa Floresta, Colombo, PR. ⁽⁵⁾ Professor Associado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS, Porto Alegre-RS. ⁽⁶⁾ Pesquisadora IAPAR, Ponta Grossa, PR. ⁽⁷⁾ Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná-UFPR, Curitiba, PR

Resumo – Sistemas de produção integrados são baseados dentro de conceitos sustentáveis, os quais visam à diminuição da degradação do meio ambiente, principalmente através da mitigação da emissão dos gases de efeito estufa. Objetivo desse trabalho foi avaliar a emissão de N_2O , CH_4 e CO_2 em sistemas integrados de produção (ILP e ILPF) e lavoura no sul do Brasil. O trabalho foi desenvolvido na fazenda modelo do IAPAR em Ponta Grossa-PR. Os tratamentos avaliados foram: LAV: Lavoura anual, com aveia em cobertura; ILP: Integração lavoura-pecuária, com pastejo da aveia no inverno; ILPF: Integração lavoura-pecuária floresta, pastejo da aveia no inverno intercalado com linhas de árvores. As avaliações foram feitas usando uma câmara e uma base inserida no solo, sendo feito três tempos de coleta por conjunto 0;15;30 minutos após se assentar a câmara sobre a base. As amostras foram analisadas por cromatografia gasosa. As taxas de emissões de N_2O e CH_4 foram menores no sistema ILPF, seguido do ILP. O tratamento LAV teve a maior emissão de N_2O e CH_4 $46 \mu g N m^{-2} h^{-1}$ e $70 \mu g C m^{-2} h^{-1}$ respectivamente. A emissão de CO_2 foi influenciada pela temperatura do solo, sendo maior a emissão em ILP seguida da ILPF e LAV. Sistemas de uso do solo envolvendo integração lavoura-pecuária são eficientes para diminuir a emissão de gases de efeito estufa.

Palavras-Chave: Mudanças climáticas; sistemas integrados de produção; árvores.

INTRODUÇÃO

A agropecuária por ser um setor da economia que é dependente das condições climáticas para ter sucesso, esta sentindo as mudanças de temperatura e precipitação, seja pelas estiagens prolongadas ou fora de épocas ou pelas chuvas intensas concentradas em determinadas regiões. Com isso deve-se tentar alcançar um equilíbrio entre maiores produções para atender a demanda de alimento do planeta de forma mais sustentável, diminuindo a emissão dos gases de efeito estufa (GEE).

Para alcançar esse objetivo um recurso que deve ser adotado como medida de integração dentro da propriedade é o uso da integração lavoura-pecuária (ILP) e mais recentemente a integração lavoura-pecuária floresta (ILPF), juntamente com o sistema plantio direto, sendo este um grande aliado no combate a inúmeras degradações causadas ao meio ambiente, dentre elas a emissão dos GEE.

A ILP baseia-se nos princípios conservacionista baseados no plantio direto, com rotação de culturas e cobertura do solo visando à sustentabilidade (Carvalho et al., 2005). Esse sistema traz inúmeras vantagens de ordem química, física e biológica ao solo e conseqüentemente ao sistema. Sistemas de uso do solo com alta produção de matéria seca tanto superficial como abaixo do solo através da massa de raízes, tem potencial para sequestrar e acumular C- CO_2 no solo, tornando o balanço final desse sistema de uso e manejo favorável a mitigação dos GEE.

Na mesma linha temos a ILPF, onde dentro do sistema de ILP citado acima ocorre à inclusão de mais um fator ou cultura, as árvores. Com isso, dentro das vantagens já referidas existentes em um sistema de ILP, são incluídas outras no sistema ILPF como: melhor ambiência para os animais, maior ciclagem de nutrientes pelas raízes das árvores que exploram maiores profundidades, retorno econômico com a venda das árvores, dentre outros (Embrapa, 2011).

No entanto, como esse sistema é mais recente, poucos estudos existem até o momento referente à capacidade de sequestro de carbono e do potencial de mitigação dos GEE. A ILPF tem a capacidade de armazenar C no solo e na biomassa vegetal das pastagens e das árvores, podendo com isso ser uma ótima estratégia para aumentar os estoques de C e assim mitigar a emissão de gases.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a emissão de N_2O , CH_4 e CO_2 em sistemas integrados de produção (ILP e ILPF) e lavoura no sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O trabalho foi realizado num experimento de longa duração conduzido numa área pertencente à Fazenda Modelo do IAPAR em Ponta Grossa, PR, região fisiográfica do segundo planalto paranaense numa altitude de 973 m. O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (Maak, 1948). A precipitação média anual de 1500 mm. O solo é classificado como associação Latossolo relevo suave ondulado, + Cambissolo Háplico relevo ondulado, (Embrapa, 2006).

Tratamentos

O experimento consistiu dos seguintes tratamentos. Três sistemas de uso do solo:

Lavoura: No inverno foi semeado aveia+azevem servindo de cobertura morta. No verão foi semeado a cultura da soja em sistema de plantio direto.

ILP: Integração lavoura-pecuária, onde no inverno animais da raça purunã pastejaram a aveia+azevem e no verão foi cultivado a cultura da soja em sistema de plantio direto.

ILPF: Integração lavoura-pecuária floresta onde os animais também pastejaram a cultura da aveia+azevem no inverno, porém essa área é intercalada com fileiras de árvores dispostas 3 m entre plantas e 14 m entre fileiras. No verão também foi cultivada com a cultura da soja em plantio direto.

Na cultura da aveia+azevem no inverno também foi feita a aplicação de nitrogênio (N) 90 kg N ha⁻¹. Com uma área total do experimento de 12,9 ha.

Avaliação da emissão de gases do efeito estufa (GEE)

As avaliações da emissão de GEE foram feitas no período que compreendeu a cultura agrícola da soja nos anos de 2010/2011 totalizando sete coletas. Os intervalos de avaliações foram variáveis entre, semanais e quinzenais, dependendo da proximidade com momentos de operações consideradas críticos para a emissão dos GEE.

Coleta de amostras de ar

A metodologia de coleta foi feita de acordo com a descrita por Mosier (1989), sendo utilizado um conjunto de câmara e base estática fechada. Cada câmara foi constituída de um balde, (35 cm de altura x 33 cm de diâmetro) fechado na parte superior e assentado, somente durante as coletas, sobre uma base de metal previamente introduzida no solo. A base de metal foi mantida na microparcela durante todo o ciclo de avaliação.

As amostras de ar num total de três por conjunto, foram coletadas a partir das 9:00 h, quando se colocou a câmara sobre a base, coletando a primeira amostra, e após 15 minutos de intervalo coletou-se a segunda amostra e com mais 15 minutos a terceira. Para coleta das amostras foi utilizado uma seringa de

polipropileno de 20 mL equipada com uma válvula de fechamento no orifício de saída.

As seringas contendo as amostras de ar foram acondicionadas em isopor com gelo gel para manter a temperatura baixa, para que assim pudesse ser transportada até o Laboratório de Biogeoquímica do Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre-RS).

Análise das amostras de ar

Para determinação das concentrações de CO₂, CH₄ e N₂O foi feita a análise por cromatografia gasosa, num cromatógrafo modelo CG - Shimadzu 14-A, pertencente ao Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Porto Alegre-RS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão de N₂O no início das avaliações foi maior no sistema de uso com LAV, em relação aos sistemas integrados ILP e ILPF. O Sistema LAV manteve a tendência de maior emissão durante todas as avaliações, sendo que o maior valor de emissão foi próximo dos 46 µg N m⁻² h⁻¹ (Figura 1), valor este próximo ao observado em outros trabalhos em condições semelhantes (Piva, 2010; Siqueira Neto et al., 2009).

Os fatores que se correlacionam melhor com a emissão de N₂O nos solos agrícolas são a porosidade preenchida por água e o conteúdo de N-inorgânico (Dobbie e Smith, 2003). Esses fatores podem ter influenciado essa maior emissão no sistema LAV (Figura 1), em função do maior acúmulo de matéria seca da cultura de inverno que ficou sobre o solo, associado a um efeito residual da adubação nitrogenada pode ter aumentado a mineralização do N da matéria orgânica do solo, refletindo numa maior emissão de N₂O.

Os sistemas integrados de produção ILP e ILPF se mantiveram muito semelhantes durante as avaliações com valores bem baixos de emissão de N₂O. O sistema de ILPF teve em média as menores emissões ficando abaixo de 5 µg N m⁻² h⁻¹ (Figura 1), mostrando ser o sistema mais eficiente na diminuição da emissão desse gás. Características de solo como melhor agregação e estrutura, devido ao desenvolvimento radicular das pastagens e das árvores, podem ter contribuído para melhorar a porosidade e a densidade do solo nesse sistema, diminuindo eventuais emissões de N₂O.

Com relação ao CH₄ ocorreu comportamento semelhante ao N₂O, onde o sistema LAV teve os maiores valores de emissão de CH₄ perto dos 70 µg C m⁻² h⁻¹. A maior emissão de CH₄ principalmente nas coletas dos dias 05-12 e 11-01 em LAV (Figura 2) pode ter sido influenciada pela umidade do solo que nesse período estava alta e pelas condições físicas de agregação e porosidade menor do que nos sistemas integrados, principalmente na ILPF. Segundo Hütsch (1998), a produção de CH₄ ocorre através de bactérias anaeróbias, pelo processo chamado de metanogênese, em condições de baixo potencial redox e restrição de O₂ no solo (Smith et al., 2003). Já a oxidação é feita por bactérias aeróbicas metanotróficas, que utilizam o CH₄ como fonte de energia e carbono, dependendo do O₂ no solo. Com isso as condições de aeração do solo em diferentes sistemas de preparo e uso podem exercer grande

influência para o solo ser fonte ou dreno de CH₄ para a atmosfera.

A ILPF manteve uma tendência de influxo, absorvendo o CH₄ no solo, somente nas coletas dos dias 11-01 e 24-01 (Figura 2) ocorreu uma emissão para atmosfera, mas com valores muito baixos de CH₄.

A taxa de emissão de CO₂ no início do desenvolvimento da cultura da soja se manteve baixa sem grandes variações entre os tratamentos. Somente no mês de janeiro, na coleta do dia 24-01 ocorreu um pico de emissão nos três tratamentos, o sistema de ILP teve a maior emissão, chegando próximo a 700 mg de C m⁻² h⁻¹, diminuindo logo em seguida (Figura 3).

A emissão de CO₂ é fortemente influenciada pela atividade dos microrganismos no solo, sendo estes dependentes de condições do ambiente para se desenvolver. Assim, a temperatura do solo tem alta correlação com a emissão de CO₂ (Siqueira Neto et al., 2009), isso pode ter influenciado a taxa de emissão de CO₂ na coleta do dia 24-01 (Figura 3), onde foi maior no sistema ILP em função da menor cobertura do solo, seguido por ILPF e LAV.

CONCLUSÕES

1. Sistemas integrados de produção ILP e principalmente ILPF nas condições do estudo, tiveram menor emissão de N₂O e CH₄ do que o sistema exclusivo de lavoura.

2. A ILPF é uma alternativa dentro dos sistemas agropecuários para mitigar a emissão de gases.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a CAPES, pelas bolsas de estudo e de pesquisa dos autores. Ao IAPAR pela disponibilidade da área para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, P. C. de F.; ANGHINOI, I.; MORAES, A.; TREIN, C. R.; FLORES, J. P. C.I.; CEPIK, C. T.C.; LEVIEN, R.; LOPES, M. T.; BAGGIO, C.; LANG, C. R.; SULC, R. M.; PELISSARI, A. O estado da arte em integração lavoura-pecuária. In: GOTTSXHALL, C. S.; SILVA, J. L. S.; RODRIGUES, N. C. (Org.). Produção animal: mitos, pesquisa e adoção de tecnologia. Canoas-RS, p.7-44, 2005.
- DOBBIE, K. & SMITH, K. Nitrous oxide emissions factors for agricultural soil in Great Britain: The impact of soil waterfilled pore space and other controlling variables. *Global Change Biol.*, 9:204-218, 2003.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2006. 306p.
- EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Integração lavoura-pecuária floresta. Janeiro de 2011. Disponível em <<http://www.cpaa.embrapa.br:8080/embrapa/transferencia-de-tecnologia/vantagens-da-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-no-am-sao-apresentadas>> Acessado dia 02/05/2011.

HÜSTCH, B.W. Methane oxidation in arable soil as inhibited by ammonium, nitrite and organic manure with respect to soil pH. *Biol. Fert. Soils.*, 28:27-35, 1998.

MAACK, R. Notas preliminares sobre clima, solos e vegetação do Estado do Paraná. Curitiba, Arquivos de Biologia e Tecnologia., 2:102-200, 1948.

MOSIER, A.R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O. & SCHIMEL, D.S., ed. Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem **Workshop**. Berlin, Wiley, p.175-187, 1989.

PIVA, J. T. Emissão de óxido nitroso e metano em um Latossolo bruno submetido a sistemas de preparo e integração lavoura-pecuária. Curitiba, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, 2010, 57 p (Dissertação de Mestrado).

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.J.; VENZKE FILHO, S.P.; CERRI, C.E.P. & CERRI, C.C. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). II - Emissões de CO₂ e N₂O. *R. Bras. Ci. Solo*, 33:1023-1029, 2009.

SMITH, K. A.; BALL, T.; CONEN, F.; DOBBIE, K. E.; MASSHEDER, J. & REY, A. Exchange of greenhouse gases between soil and atmosphere: interactions of soil physical factors and biological processes. *Eur. J. Soil Sci.*, 54:779-791, 2003.

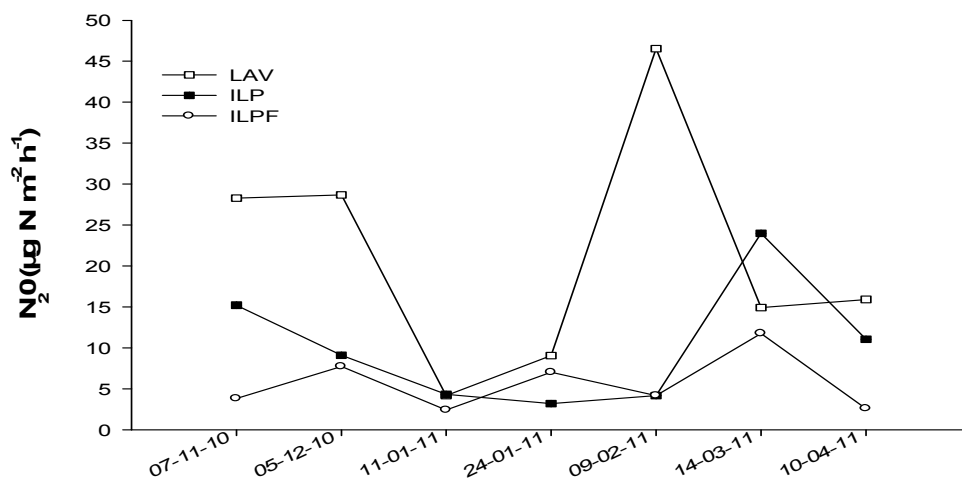


Figura - 1) Emissão de N₂O em sistemas integrados de produção: LAV: (Lavoura); ILP: (Integração Lavoura-pecuária); ILPF: (Integração Lavoura-Pecuária Floresta). Ponta Grossa-PR.

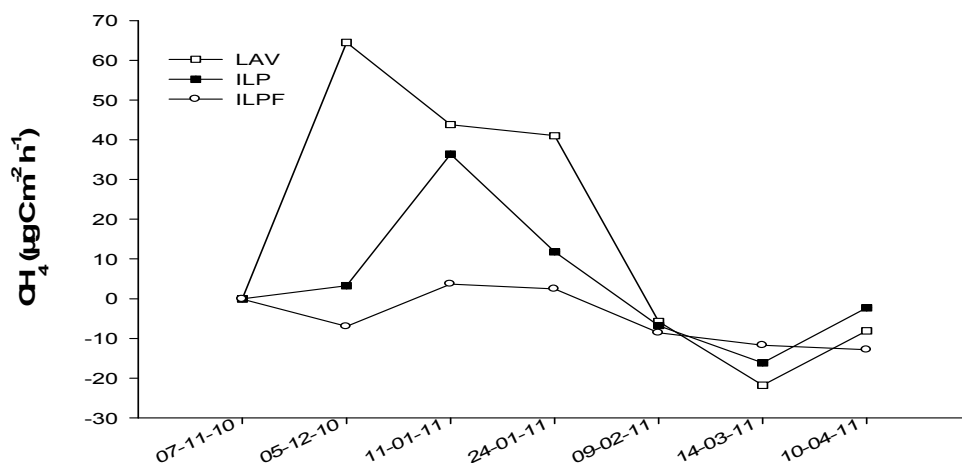


Figura - 2) Emissão de CH₄ em sistemas integrados de produção: LAV: (Lavoura); ILP: (Integração Lavoura-Pecuária); ILPF: (Integração Lavoura-Pecuária Floresta). Ponta Grossa-PR.

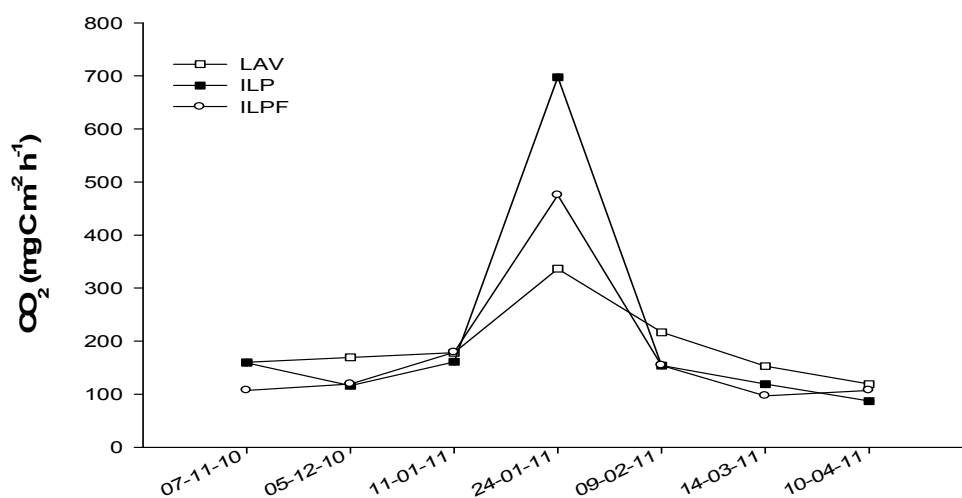


Figura - 3) Emissão de CO₂ em sistemas integrados de produção: LAV: (Lavoura); ILP: (Integração Lavoura-Pecuária); ILPF: (Integração Lavoura-Pecuária Floresta). Ponta Grossa-PR.