

Emissões de dióxido de carbono em sistema plantio direto de longa duração⁽¹⁾.

Fernando Dubou Hansel⁽²⁾; Telmo Jorge Carneiro Amado⁽³⁾; Cristiano Keller⁽⁴⁾; Rafael Pivotto Bortolotto⁽⁴⁾; Rodrigo da Silveira Nicoloso⁽⁵⁾; Douglas Dalla Nora⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos CAPES e CNPq.

⁽²⁾ Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, RS; E-mail: fernandohansel@gmail.com; ⁽³⁾ Professor, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁴⁾ Estudante, Universidade Federal de Santa Maria; ⁽⁵⁾ Pesquisador, Embrapa Suínos e Aves.

RESUMO: Com os recentes estudos sobre os efeitos do aquecimento global ocasionados pelos gases do efeito estufa (GEE), os solos agrícolas vêm sendo vistos, como um importante reservatório natural de dióxido de carbônico (C-CO₂), um dos gases responsáveis pelo aumento da temperatura no planeta. O trabalho teve por objetivo quantificar as emissões de C-CO₂ em sistema plantio direto (SPD) e avaliar a influência de fatores ambientais sobre o mesmo. Para a determinação do fluxo de C-CO₂ do solo foi utilizada uma câmara LI-COR “long-term” (estática) (LI-8100, LI-COR, NE, EUA), instalada sobre um anel de PVC, em SPD, sendo programada para medir o fluxo de C-CO₂ a cada 15 minutos. O fluxo médio diário de C-CO₂ no período avaliado (22/05/2010 a 16/09/2010) variou conforme as condições de temperatura do ar e precipitações ocorridas. As menores emissões médias diárias de C-CO₂ (18,2 kg C ha⁻¹ dia⁻¹) foram observadas no mês de agosto, devido às baixas temperaturas (média de 12,5°C) e baixos índices pluviométricos. A temperatura do ar apresentou a maior correlação com o fluxo de C-CO₂. É possível quantificar o fluxo médio diário de C-CO₂ o qual atingiu a média de 23,4 kg C ha⁻¹ dia⁻¹ no período de estudo. A temperatura do ar é o fator ambiental estudado que mais influencia as emissões de C-CO₂ no SPD.

Termos de indexação: Gás carbônico, semeadura direta, efeito estufa.

INTRODUÇÃO

As atividades agrícolas estão entre os principais responsáveis pelas emissões dos gases de efeito estufa (GEE). Este setor, mundialmente, produz aproximadamente 5% das emissões antropogênicas de dióxido de carbono (CO₂), sendo também o agente causal de aproximadamente 47 e 84% das emissões de metano (CH₄) e óxido nítrico (N₂O), respectivamente (Rice, 2006). No Brasil, a participação do setor agrícola pode ser ainda maior, alcançando 75, 91 e 94% das emissões totais de CO₂, CH₄ e N₂O, respectivamente (Cerri & Cerri, 2007), sendo que uma grande parte destes valores

se deve ao desmatamento e queimada de florestas. No âmbito das mudanças climáticas globais, os solos agrícolas estão sendo considerado como um importante dreno ou fonte de GEE, dependendo do uso e sistema de manejo a que forem submetidos (IPCC, 2007).

Mundialmente estima-se que o setor agrícola tem potencial de compensar aproximadamente 10% das emissões atuais de GEE, enquanto no Brasil este potencial pode alcançar 20 a 30% das emissões de GEE do país (Bayer, 2007).

As emissões de CO₂ estão relacionadas com a respiração, que é geralmente estimulada pelo preparo do solo. O preparo reduzido do solo e principalmente o sistema plantio direto (SPD) podem diminuir as emissões de CO₂, aumentando assim os estoques de Carbono (C) do solo (Mosier et al., 2004). Desta forma as emissões de C-CO₂ em sistemas conservacionistas devem ser quantificadas para estimar o potencial dos solos agrícolas em drenar carbono atmosférico, contribuindo para a redução dos efeitos do aquecimento global.

O trabalho teve por objetivo quantificar as emissões de C-CO₂ em SPD e avaliar a influência de fatores ambientais sobre o mesmo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na área experimental da Cooperativa Central Gaúcha LTDA (CCGL-Tec) no município de Cruz Alta, RS. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distrófico típico (Embrapa, 2006). A localização geográfica é 28°33' de latitude Sul e 53°40' de longitude Oeste. A altitude é de 409 m. O clima da região é subtropical úmido, Cfa 2a, segundo classificação climática de Köppen (1931). A precipitação média anual é de 1774 mm.

As medições do fluxo de C-CO₂ foram realizadas em um experimento de longa duração (25 anos) de preparo de solos e sistemas de culturas soja/aveia/soja/aveia+ervilhaca/milho/nabo/trigo, com a câmara LI-COR “long-term” (estática) fabricada pela companhia LI-COR (LI-8100, LI-COR, NE, EUA). Após a colocação da câmara sobre o

anel de PVC previamente instalado no solo, programou-se a mesma para realizar leituras em intervalos de 15 minutos durante todo o período de avaliação, concomitantemente com determinações das condições de temperatura e umidade do ar e solo.

A câmara monitora as mudanças na concentração de C-CO₂ em seu interior utilizando um analisador de gás infravermelho. Possui um volume interno de 991 cm³, com uma área exposta para o solo de 71,6 cm². Uma vez que a câmara é fechada no modo de medição, são necessários cerca de 1,5 minutos para executar a interpolação de tempo de mudança da concentração de C-CO₂ em seu interior.

As medições iniciaram no dia 22/05/2010 e foram realizadas até o dia 16/09/2010, com pequenas interrupções quando foi retirada da parcela para manejo das culturas (plantio, colheita, etc.) ou para limpeza e manutenção preventiva.

Os dados foram submetidos à análise de variância, com uso do programa computacional SAS (SAS, 1996). A normalidade dos dados foi verificada através do teste de Shapiro-Wilk, considerando 10% de probabilidade. Para as causas de variação isoladas e para as interações foi considerado 5% de significância pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O fluxo médio diário de C-CO₂ foi de 23,4 kg C ha⁻¹ dia⁻¹, com grandes variações conforme as condições de temperatura do ar e precipitações ocorridas (**Figura 1**). As menores emissões médias diárias de C-CO₂ (18,2 kg C ha⁻¹ dia⁻¹) foram observadas no mês de agosto, devido às baixas temperaturas (média de 12,5°C) e baixos índices pluviométricos registrados no período, corroborando com resultados descritos por Quincke et al. (2007) e Chavez et al. (2009) que apontam a baixa temperatura e umidade como redutores do potencial de emissão de C-CO₂.

Entre os atributos ambientais avaliados (temperatura do ar e do solo, umidade do ar e do solo), a temperatura do ar apresentou a maior correlação com o fluxo de C-CO₂ do solo (**Tabela 1**). A temperatura do ar e do solo são altamente correlacionadas, porém esta, tendo maior amplitude do que a temperatura do ar, mas influenciando de maneira semelhante os fluxos de C-CO₂ do solo (Epron et al., 2006 & Ryu et al., 2009).

A correlação entre umidade do solo e fluxos de C-CO₂ foi de -0,29, retratando a redução do fluxo de C-CO₂ logo após os eventos de chuva quando a umidade do solo se encontrava próximo da

saturação, ou de maneira oposta, quando o solo se encontrava com umidade muito baixa. Lou et al. (2004) relataram que aproximadamente 43-57% da variabilidade sazonal do efluxo de CO₂ pode ser explicada pelos eventos de precipitação, o que representa um importante fator indireto que controla estas variações sazonais. La Scala et al. (2005) afirmaram que os dados meteorológicos são as principais variáveis que influenciam na variabilidade temporal da emissão de CO₂ em solo descoberto.

Tabela 1 – Matriz de correlação entre fatores ambientais (médias diárias de temperatura do ar – Tar, temperatura do solo - Tsolo e umidade do ar - Uar e do solo - Usolo) e o fluxo médio diário de dióxido de carbono (C-CO₂) no sistema plantio direto com rotação intensiva de culturas.

	C-CO ₂	Tar	Uar	Tsolo	Usolo
C-CO ₂	1,00				
Tar	0,63	1,00			
Uar	0,40	0,20	1,00		
Tsolo	0,58	0,95	-0,05	1,00	
Usolo	-0,29	-0,37	0,28	-0,44	1,00

Analisando a **figura 2** é possível inferir que as baixas temperaturas ocorridas durante os meses de inverno limitaram o fluxo de C-CO₂ do solo, visto que sob condições de baixas temperaturas (menos de 15°C) observa-se baixa dispersão dos pontos. A maior dispersão dos pontos na **figura 2** com temperaturas acima de 15°C pode ser um indicativo de que a temperatura do ar não é mais limitante à atividade biológica e, outros fatores, tais como ocorrência de precipitações e a umidade do solo, podem definir aumento ou redução do fluxo de C-CO₂ do solo. Segundo Iqbal et al. (2008, 2009) o fluxo de CO₂ varia conforme a sazonalidade da temperatura, com a tendência de que os valores mínimos ocorram no inverno. Os baixos fluxos nesse período do ano podem ser relacionados com a redução da respiração microbiana e das raízes, que são causadas pelas baixas temperaturas do solo (Lou et al., 2004; Al-Kaisi & Yin, 2005).

CONCLUSÕES

É possível quantificar o fluxo médio diário de C-CO₂ o qual atingiu a média de 23,4 kg C ha⁻¹ dia⁻¹ no período de estudo.

A temperatura do ar é o fator ambiental estudado que mais influencia as emissões de C-CO₂ no SPD.



REFERÊNCIAS

- AL-KAISI, M.M. & YIN, X. Tillage and crop residue effects on soil carbon and carbon dioxide emission in corn-soybean rotations. *Journal of Environmental Quality*, 34: 437-445, 2005.
- BAYER, C. Desafios no manejo da matéria orgânica e seqüestro de C no solo na agricultura conservacionista (Palestra). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, Gramado, 2007.
- CERRI, C.C & CERRI, C.E.P. Sequestro de carbono em solos na América Latina. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 32: 40-44, 2007.
- CHAVEZ, L.F. et al. Carbon dioxide efflux in a Rhodic Hapludox as affected by tillage systems in southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33: 325-334, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2006. 306p.
- EPRON, D. et al. Spatial variation of soil respiration across a topographic gradient in a tropical rain forest in French Guiana. *Journal of Tropical Ecology*, 22:565-574, 2006.
- IPCC—Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA.
- IQBAL, J. et al. Differences in soil CO₂ flux between different land use types in mid-subtropical China. *Soil Biology and Biochemistry*, 40:2324-2333, 2008.
- IQBAL, J. et al. Temporal variability of soil-atmospheric CO₂ and CH₄ fluxes from different land uses in mid-subtropical China. *Atmospheric Environment*, 43: 5865-5875, 2009.
- KOPPEN, W.P. *Climatologia, com un estudio de los climas de la tierra*. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 478p.
- LA SCALA, N. et al. Soil CO₂ efflux following rotary tillage of a tropical soil. *Soil and Tillage Research*, 84:222-225, 2005.
- MOSIER, A et al. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. *Environment, Development and Sustainability*, 6:11-49, 2004.
- QUINCKE, J.A. et al. Occasional tillage of no-till systems: carbon dioxide flux and changes in total and labile soil organic carbon. *Agronomy Journal*, 99:1158-1168, 2007.
- RICE, C.W. Introduction to special section on greenhouse gases and carbon sequestration in agriculture and forestry. *Journal of Environmental Quality*, 35:1338-1340, 2006.
- RYU, S. et al. Prescribed burning and mechanical thinning effects on belowground conditions and soil respiration in a mixed-conifer forest, California. *Forest Ecology and Management*, 257:1324-1332, 2009.
- SAS Institute. *The SAS System For Windows Release 6.12 (Software)*. Cary, 1996.

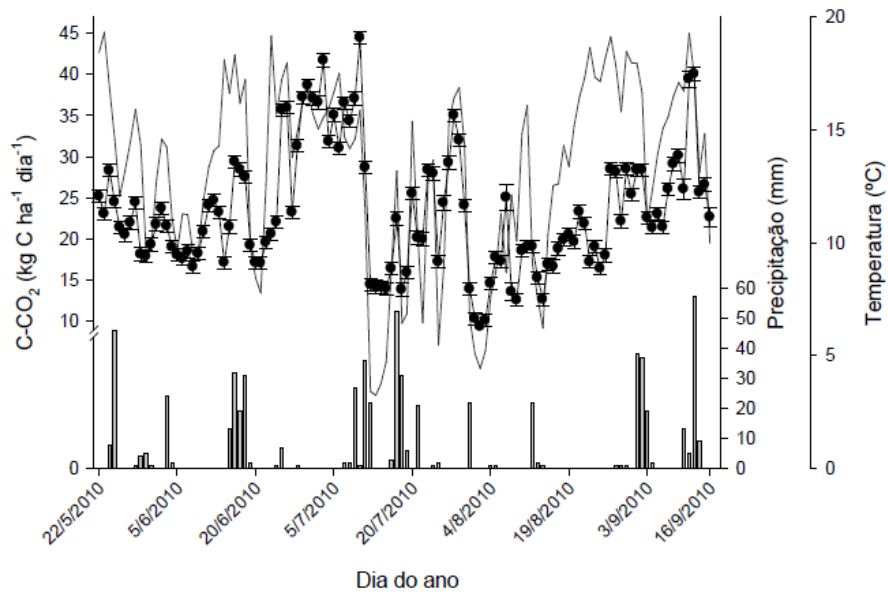


Figura 1 – Fluxo médio diário de dióxido de carbono (C-CO₂) do solo no sistema plantio direto com rotação intensiva de culturas, temperatura média diária do ar e precipitação ocorrida no período.

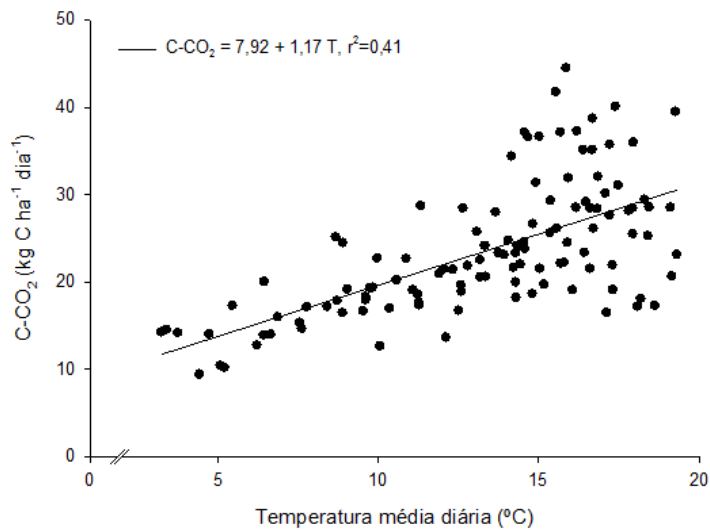


Figura 2 – Relação entre temperatura média diária do ar e fluxo médio diário de dióxido de carbono (C-CO₂) do solo no tratamento plantio direto com rotação intensiva de culturas.