



VIII Encontro Brasileiro de  
Substâncias Húmicas

Matéria Orgânica Ambiental e Sustentabilidade  
2009 | Pelotas | RS

Realização:

Embrapa

Ministério da  
Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento

BRASIL  
GOVERNO FEDERAL



International  
Biocarbon Initiative



Patrocínio:

Microplasto

Apoio:

Associação  
Agrícola



# EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> E SUA RELAÇÃO COM O GRAU DE HUMIFICAÇÃO DE UM LATOSSOLO NOS SISTEMAS DE COLHEITA CANA CRUA E CANA QUEIMADA

Alan Rodrigo Panosso<sup>1</sup>, Débora Marcondes Bastos Pereira Milori<sup>2</sup>, José Marques Júnior<sup>1</sup>, Newton La Scala Jr<sup>1</sup>, Ladislau Martin-Neto<sup>2</sup>.

## Resumo

Práticas de manejo causam mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, alterando assim, a dinâmica do carbono do solo. O objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade temporal da emissão de CO<sub>2</sub> do solo (FCO<sub>2</sub>) e sua relação com o grau de humificação em áreas de cultivo de cana-de-açúcar em diferentes sistemas de manejo: cana crua (CC), colheita mecanizada, e cana queimada (CQ), colheita manual. O experimento foi conduzido no período após a colheita da cultura. A média de FCO<sub>2</sub> foi 34% superior no sistema CQ (2,77 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) quando comparado ao sistema de CC (2,07 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) durante um período de 70 dias de avaliação. Foi observada uma correlação negativa e significativa entre a FCO<sub>2</sub> e o grau de humificação multiplicado pela densidade do solo na área de CQ (R<sup>2</sup>=0,45, p<0,01), porém não houve correlação significativa entre essas variáveis na área de CC (Figura 2a, R<sup>2</sup>=0,10, p>0,10).

## Introdução

Em âmbito global, a agricultura em conjunto ao uso da terra é responsável por 22% do total de gases do efeito estufa enviado por ano para a atmosfera. No Brasil o quadro é diferente, uma vez que o setor agropecuário aliado às mudanças no uso da terra é responsável por 75% do total de gases do efeito estufa emitido pelo país (Bernoux et al. 2002)

A cultura da cana-de-açúcar é relacionada à produção de alimento, biocombustível e à produção de energia, sendo considerada uma alternativa importante no problema das mudanças climáticas (Cerri et al. 2007). No interior de São Paulo, mais importante que a própria expansão da cultura, é a mudança nos sistemas de manejo uma vez que grandes áreas de cana de açúcar têm sido convertidas do sistema de colheita cana queimada (CQ) para o sistema de cana crua (CC). No sistema de CQ a cultura é queimada no campo com o objetivo de facilitar a prática da colheita manual, pela remoção de folhas e insetos. Por outro lado, no sistema de CC a operação de colheita é mecanizada, proporcionando um retorno dos resíduos da cultura (palhada) à superfície do solo, favorecendo um acúmulo de matéria orgânica e, conseqüentemente, redução da emissão de CO<sub>2</sub> do solo (FCO<sub>2</sub>) quando comparado ao sistema CQ (Cerri et al., 2007). Apesar de todos os esforços, poucos são os conhecimentos sobre o papel das propriedades do solo sobre FCO<sub>2</sub> no sistema CQ para CC.

A hipótese do trabalho foi que diferentes sistemas de manejos podem resultar em alterações na dinâmica do carbono do solo, sendo expressas em termos da variabilidade espacial temporal de FCO<sub>2</sub>, e sua relação com a qualidade da matéria orgânica do solo. Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade temporal de FCO<sub>2</sub> e sua relação com o grau de humificação em áreas cultivadas com cana-de-açúcar nos sistemas de manejo: cana queimada e cana crua.

## Material e métodos

O estudo foi conduzido em áreas com mais de 35 anos de cultivo de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*), na Fazenda São Bento, localizada na cidade de Guariba, SP, pertencente à

<sup>1</sup> FCAV/UNESP. Via de Acesso Prof. Paulo Donato Castellane s/n, Jaboticabal, SP. e-mail: arpanosso@yahoo.com.br.

<sup>2</sup> CNPDIA/EMBRAPA. Rua XV de Novembro 1452, São Carlos, SP. e-mail: debora@cnpdia.embrapa.br

Usina São Martinho. As coordenadas geográficas são 21° 24' S e 48° 09' O, com elevação ao redor de 550 m acima do nível do mar. O clima da região é classificado como Aw, de acordo com Köpen, tropical de verão chuvoso e inverno seco. A média de precipitação anual é de 1.425 mm, concentradas no período de outubro a março e com temperatura média anual de 22,2 °C. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférico, textura muito argilosa de acordo com EMBRAPA (1999).

A emissão de CO<sub>2</sub> foi computada utilizando-se uma câmara de solo LI-8100 fabricada pela companhia LI-COR, Nebraska, EUA. Tal sistema é fechado com volume interno de 991 cm<sup>3</sup>, com uma área de contato com o solo de 71.6 cm<sup>2</sup>. Sendo colocado sobre colares de PVC, instalados no solo alguns dias antes das medições. A câmara é acoplada a um sistema de análise de fotossíntese que monitora as variações na concentração de CO<sub>2</sub> em seu interior por meio de espectroscopia de absorção óptica na região espectral do infravermelho. A temperatura do solo e a umidade do solo foram avaliadas utilizando-se um sensor acoplado ao sistema LI-8100 e um aparelho TDR-Campbell® respectivamente. As avaliações foram realizadas em 20 pontos em cada área ao longo de 70 dias (9 avaliações), no estágio inicial de desenvolvimento da cultura, no período das manhãs das 7:00–9:00 h. Ao final do experimento amostras indeformadas de solo foram extraídas (20 CC e 20 CQ) com o intuito de determinarmos a densidade do solo (D<sub>s</sub>, g cm<sup>-3</sup>) em todos os pontos estudados.

Para as análises com LIBS e LIFS foram preparadas pastilhas submetendo-se as amostras pulverizadas a uma pressão de 12 toneladas durante 3 minutos. Duas pastilhas foram preparadas para cada amostra.

Os espectros LIBS foram capturados utilizando um sistema comercial modelo LIBS2500, da Ocean Optics. A energia do pulso utilizada foi 50 mJ e a duração de 1 ns. O tempo de atraso entre o disparo do laser e a captura do espectro foi da ordem de 1 µs. A região espectral analisada foi de 190 a 900 nm. Dez espectros foram capturados por pastilha, sendo cada espectro correspondente a diferentes regiões da pastilha. Um pulso prévio sempre foi utilizado antes da captura do espectro para garantir a limpeza da superfície da pastilha. A média de dez espectros em cada pastilha foi considerada uma única medida. Durante o procedimento de tratamento dos dados para calibração uma correção da linha base espectral foi aplicada. Em seguida, foram obtidas as médias que representavam as medidas.

Os espectros LIFS foram capturados utilizando um sistema montado pela Embrapa Instrumentação Agropecuária. Um laser de argônio cw com emissão em 458 nm e potência de 300 mW é direcionado para a pastilha de solo conforme descrito por Milori et al. (2006). A região espectral analisada foi de 470 a 650 nm. A resolução espectral do sistema é em torno 4 nm.

## Resultados e discussão

A Figura 1 apresenta a emissão de CO<sub>2</sub> do solo ± erro padrão em 09 observações realizadas ao longo de um período de 70 dias, nos sistemas CC e CQ. No primeiro dia de estudo, as emissões estiveram próximas a 1,85 µmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, praticamente não diferindo quando os sistemas de colheita são comparados. Porém enquanto as emissões no sistema CC não apresentam grandes variações ao longo do tempo, o sistema CQ indicou grandes flutuações. Este resultado é também evidenciado nos valores superiores do desvio padrão e erro padrão de FCO<sub>2</sub> na área de CQ quando comparado a CC (Tabela 1). Nossos resultados mostram que os eventos de precipitação foram responsáveis pelo aumento da emissão, indicando que a umidade do solo neste caso foi o fator que mais se relacionou a variabilidade temporal de FCO<sub>2</sub>, especialmente no sistema CQ (Panosso et al., 2009). Isso é evidente a partir dos valores da emissão observados no dia 210, após um evento de precipitação de aproximadamente 150 mm ocorrido dias antes. Após esse evento FCO<sub>2</sub> atingiu seu valor

máximo em ambos os sistemas, de 4,8 e 2,7  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , em CQ e CC, respectivamente. Ao final do experimento FCO<sub>2</sub> na área de CQ foi 34% superior ao observado na área de CC.

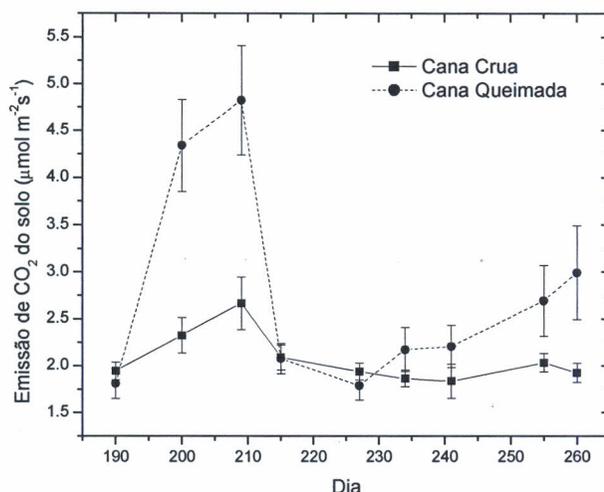


Figura 1. Emissão de CO<sub>2</sub> do solo ao longo do dia Juliano em área de CC (cana crua) e CQ (cana queimada).

A Figura 2 apresenta a relação entre a emissão de CO<sub>2</sub> e o grau de humificação multiplicado pela densidade do solo ( $D_s \times Hum$ ) nos locais estudados. Este fator se relacionou negativamente a FCO<sub>2</sub> na área de CQ (Figura 2b,  $R^2=0,56$ ,  $p<0,01$ ), porém não se relaciona com as emissões da área de CC (Figura 2a,  $R^2=0,16$ ,  $p<0,10$ ). Os resultados indicam que o grau de humificação explica 56% da variabilidade de FCO<sub>2</sub> observada nos 20 pontos amostrados na área de CQ.

Fontaine et al. (2007) observaram que o aporte de biomassa fresca no solo estimulava a mineralização microbiológica de C estável (presente nas substâncias húmicas e datado de milhares de anos). Os resultados apresentados neste trabalho parecem corroborar com o resultado obtido pelo grupo francês. A MOS da CC apresenta uma humificação maior do que MOS da CQ, e a CQ apresenta uma respiração maior. Parece que o aporte de biomassa fresca promovido pela CC leva a um aumento da atividade biológica do solo que acaba consumir rapidamente da MOS lábil e em seguida consumir a MO mais humificada levando a um aumento no grau de humificação. Numa segunda etapa, a atividade biológica volta a ser reduzida por falta de fonte de energia. Portanto, a respiração menos intensa na CC está refletindo a diminuição da atividade biológica do solo e ratificando o grau de humificação observado da MO. Outra observação interessante que corrobora com os resultados da respiração e análise do grau de humificação da MO é que, embora o experimento já tenha 7 anos de instalação, o carbono do solo da CC diminuiu cerca de 12% neste período quando comparado ao C da área de CQ.

Tabela 1. Estatística descrita de FCO<sub>2</sub> ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e grau de humificação corrigido pela densidade do solo ( $D_s \times Hum$ ) nos sistemas.

Sistema	Média	Desvio Padrão	Erro Padrão	Máximo	Mínimo
<b>Cana Crua</b>					
FCO <sub>2</sub>	2,07	0,29	0,06	1,66	2,74
Carbono	2,09	0,16	0,04	2,45	1,78
$D_s \times Hum$	288,06	30,29	6,77	371,02	241,60
<b>Cana Queimada</b>					
FCO <sub>2</sub>	2,77	0,74	0,17	1,45	4,76
Carbono	2,41	0,19	0,04	2,76	2,14
$D_s \times Hum$	230,65	29,33	6,56	298,89	181,29

FCO<sub>2</sub>:  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ .  $D_s \times Hum$ : Unidades Arbitrárias.

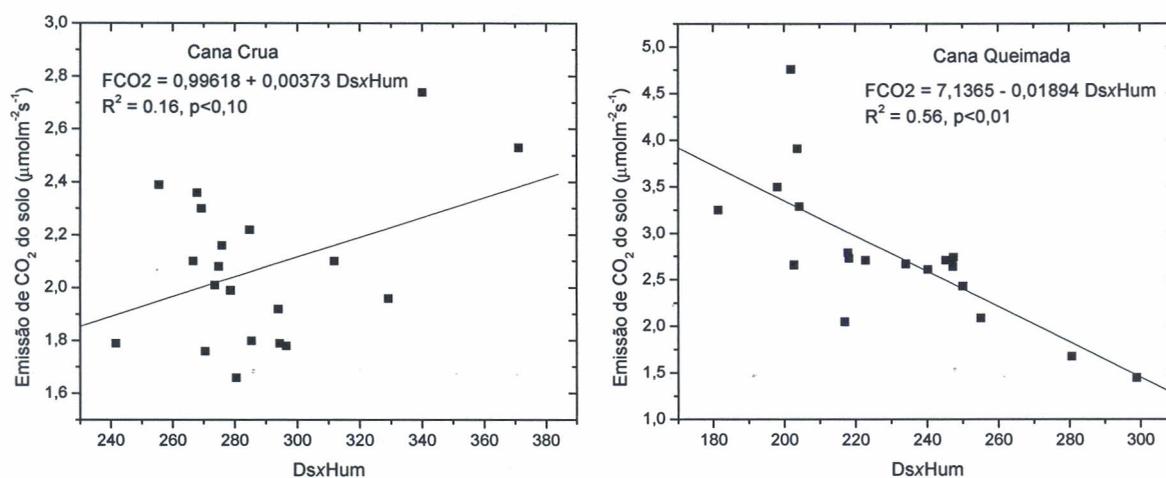


Figura 2. Relação FCO2 e o grau de humificação (versus Ds) nos sistemas CC (a) e CQ (b)

### Conclusões

Os resultados apresentados revelam que o alto aporte de biomassa fresca pode gerar mudanças profundas na atividade biológica do solo e gerar resultados negativos no que diz respeito à MOS com conseqüências ambientais relevantes. O sistema de manejo da CC precisa ser mais estudado para que efetivamente possa resultar num sistema produtivo sustentável ambientalmente.

### Referências

- BERNOUX, M; CARVALHO, M.C.S; VOLKOFF, B.; CERRI, C.C. 2002. Brazil's soil carbon stocks. *Soil Science Society of America Journal*, 66, 888-896.
- CERRI, C. E. P.; SPAROVEK, G.; BERNOUX, M.; EASTERLING, W. E.; MELILLO, J. M.; CERRI, C.C. 2007. Tropical agriculture and global warming: impacts and mitigation options. *Scientia Agricola*, 64, 83-99.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, Embrapa, 412 p.
- FONTAINE, S.; BAROT, S.; BARRÉ, P.; BDIQUI, N. ; MARY, B. ; RUMPEL, C. – *Nature*, vol.408, p.277-280, 2007.
- MILORI, D. M. B. P. ; GALETI, H. V. A. ; MARTIN-NETO, L. ; DIECKOW, J. ; GONZÁLEZ-PÉREZ, M. ; BAYER, C. ; SALTON, J. C. - *Soil Science Society of America Journal*, v. 70, p. 57-63, 2006.
- PANOSSO, A. R.; MARQUES JR., J.; PEREIRA, G.T.; LA SCALA Jr., N. 2009. Spatial and temporal variability of soil CO<sub>2</sub> emission in a sugarcane area under green and slash-and-burn managements. *Soil and Tillage Research* (in press).