



## **098 - Variações diurnas da emissão de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo sobre diferentes manejos pós-colheita da cana-de-açúcar**

*Diurnal variations in CO<sub>2</sub> emissions, temperature and soil moisture on different post-harvest management of cane sugar*

MOITINHO, Mara Regina. UNESP - Jaboticabal/SP, maramoitinho@gmail.com; PADOVAN, Milton Parron. Embrapa Agropecuária Oeste, padovan@cpao.embrapa.br; PANOSSO, Alan Rodrigo. UNESP - Jaboticabal/SP, arpanosso@yahoo.com.br; SALOMÃO, Gisele de Brito. UNIGRAN/Embrapa Agropecuária Oeste, giselebrito\_gbs@hotmail.com; LA SCALA JR, Newton. UNESP - Jaboticabal/SP, lascala@fcav.unesp.br.

### **Resumo**

O objetivo do trabalho foi investigar as variações diurnas da emissão de CO<sub>2</sub> do solo (FCO<sub>2</sub>), temperatura e umidade do solo submetido a diferentes manejos em áreas de cana-de-açúcar. Após a colheita da cana a área foi dividida em três parcelas amostrais de 25 × 40 m cada, compreendendo os manejos: solo com palha residual da cana e sem revolvimento (CPSR), solo sem palha e sem revolvimento (SPSR) e solo sem palha com revolvimento do solo (SPCR). O preparo do solo consistiu de uma subsolagem e duas gradagens. Para determinação da FCO<sub>2</sub> foi utilizado o sistema portátil LI-8100. Concomitantemente à avaliação de FCO<sub>2</sub> foram avaliados as variáveis temperatura do solo (termômetro integrante do sistema LI-8100) e umidade do solo (aparelho TDR). As avaliações foram realizadas durante os períodos da manhã (08:00 a 09:30h) e tarde (15:00 a 16:30h), através de 10 pontos amostrais em cada parcela, durante sete dias consecutivos. O manejo CPSR resultou na menor média da FCO<sub>2</sub> e temperatura do solo nos dois períodos avaliados, o solo com palha reteve maior teor de umidade.

**Palavras-chave:** transição agroecológica, respiração do solo, cana crua, preparo do solo.

### **Abstract**

*The objective was to evaluate the diurnal variations of FCO<sub>2</sub>, temperature and soil moisture under different management systems in areas of cane sugar. After harvesting the cane area was divided into three sample plots of 25x40m each, comprising the managements: straw and sugarcane residual soil without tilling (CPSR) without straw and without revolving (SPSR) and without straw with soil disturbance (SPCR). Soil preparation involved a subsoiling and disking. To determine FCO<sub>2</sub> system was used LI-8100. Concomitant with the assessment FCO<sub>2</sub> variables were measured soil temperature (thermometer built into the system LI-8100) and soil moisture (TDR unit). The evaluations were realized during the morning (08:00 to 09:30 h) and afternoon (15:00 to 16:30 h) through 10 sampling points in each plot for seven consecutive days. The management responded by CPSR lower average FCO<sub>2</sub> and soil temperature in both periods, the soil with straw retained more moisture.*

**Keywords:** agroecological transition, soil respiration, green harves, soil tillage.



## Introdução

A emissão de CO<sub>2</sub> do solo é oriunda da decomposição aeróbica da matéria orgânica pela atividade metabólica de microrganismos e respiração das raízes. Fatores ambientais relacionados ao clima, ao solo e às diversas práticas agrícolas (como o preparo do solo por meio da aração e gradagem) influenciam tal emissão, dentre esses a temperatura e umidade do solo. Práticas convencionais de preparo e manejo do solo estimulam a ação microbiana, fornecendo maior aeração e aumentando o contato do solo aos resíduos vegetais, promovendo, assim uma maior exposição do carbono orgânico lábil, anteriormente protegido no interior dos agregados (AMADO et al., 2001; LA SCALA et al., 2006).

Neste contexto, as formas de manejo influenciam as variáveis que controlam o estoque de carbono no solo e a sua emissão para a atmosfera na forma de CO<sub>2</sub>. Sistemas de manejo de culturas agrícolas que realizam o mínimo revolvimento do solo juntamente com a adoção de técnicas de rotação de culturas, que forneçam um aporte de resíduos com alta relação C/N, aumentam o estoque e a conservação do carbono no solo (SIX et al., 2000).

A exemplo, dos manejos realizados em áreas com a cultura da cana-de-açúcar, são poucos os trabalhos que caracterizem a emissão de CO<sub>2</sub> do solo referente a sua variabilidade temporal dentro de um dia e em períodos curtos, devido as incertezas relacionadas a essas medidas. Dentro do exposto objetivou-se investigar a variação diurna da emissão de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo submetido a diferentes manejos pós-colheita da cana-de-açúcar em Dourados, Mato Grosso do Sul.

## Metodologia

O estudo foi desenvolvido, em Dourados, Estado de Mato Grosso do Sul, nas coordenadas 22° 16' latitude sul, 54° 49' longitude e 408 m de altitude, num Latossolo Vermelho Distroférrico típico e textura muito argilosa (152, 104 e 744 g kg<sup>-1</sup> de areia, silte e argila, respectivamente), em um sistema sob transição agroecológica. A área apresenta um relevo plano com declives de até 3% (EMBRAPA, 2000). O clima da região, segundo a classificação climática de Köppen, é do tipo Cwa, definido como clima temperado com inverno seco e verão chuvoso.

O plantio das variedades de cana-de-açúcar (RB 95-5744, RB 72- 454, RB 93-5608, RB 85-5113 e SP 83-2847) ocorreu em novembro de 2009, sendo composto por 5 tratamentos e quatro repetições, com cada unidade experimental composta por quatro linhas de cana-de-açúcar com 6,0 m de comprimento, espaçadas de 1,2 m. Anteriormente ao plantio da cana a área era cultivada com aveia-preta (*Avena stringosa*).

A colheita foi realizada manualmente entre os dias 21 a 25/11/2011. O preparo do solo ocorreu no dia 27/11/2011, composto por uma subsolagem e duas gradagens. Após a colheita da cana a área foi dividida em 3 parcelas experimentais de 25 × 40 m, sendo: primeira parcela (CPSR), solo com palha da cana e sem revolvimento; segunda parcela (SPSR), solo sem palha e sem revolvimento e a terceira parcela (SPCR), solo sem palha e com revolvimento (preparo convencional executado). Em cada parcela foram inseridos 10 colares de PVC para as avaliações da emissão de CO<sub>2</sub> do solo (FCO<sub>2</sub>), temperatura e umidade do solo, que ocorreram entre os dias 28/11 a 4/12/2011, num total de 7 dias de avaliações, compreendidas no horário da manhã (08:00h as 09h30min) e tarde (15:00h as 16h30min).

FCO<sub>2</sub> foi registrada com um sistema automatizado portátil de fluxo de CO<sub>2</sub> do solo LI-COR (LI-8100) Nebraska EUA. Em seu modo de medição, o sistema LI-8100 monitora as mudanças na



concentração de CO<sub>2</sub> dentro da câmara, por meio de espectroscopia, na região do infravermelho (IRGA Infrared Gas Analyzer), que foi colocada sobre colares de PCV previamente inseridos no solo. A temperatura foi avaliada com um termômetro (parte integrante do sistema LI-8100) inserido no solo próximo aos colares de PVC na profundidade de 12 cm. A umidade do solo foi registrada utilizando-se de um aparelho TDR (Time Domain Reflectometry) - Campbell® (Hydrosense TM, Campbell Scientific, Austrália), constituído por uma sonda e duas hastes de 12 cm que são inseridas no solo em locais próximos aos colares de PVC.

Os dados foram analisados por meio da estatística descritiva (média, erro padrão da média, máximo mínimo e coeficiente de variação).

## Resultados e Discussão

O manejo onde a palha da cana foi deixada no solo não revolvido (CPSR) respondeu pela menor média ( $\pm$  erro padrão da média) de emissão de CO<sub>2</sub> do solo ( $2,12 \pm 0,09$  e  $2,47 \pm 0,08 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) e temperatura ( $24,12$  e  $24,90$  °C) nos dois períodos da manhã e tarde respectivamente, assim como as maiores médias de umidade do solo no período da manhã em todos os dias de estudo (Tabela 1 e Figura 1). De acordo com Reicosky (1997), a presença de palha favorece a infiltração e preserva a porosidade superficial, além de conservar a umidade, pois evita a ação do vento e dos raios solares diretos sob a superfície, evitando o aumento excessivo da temperatura influenciando na redução da emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera (SALTON; MIELNICZUK, 1995).

**Tabela 1.** Estatística descritiva para emissão de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo nos diferentes manejos. Dourados, MS, 2012.

	FCO2 ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ )		Temperatura do solo (°C)		Umidade do solo (%)	
	Média*	CV (%)	Média*	CV (%)	Média*	CV (%)
Com Palha Sem Revolvimento (CPSR)						
Manhã	$2,12 \pm 0,09$	30,66	$24,12 \pm 0,11$	3,44	$50,63 \pm 1,15$	16,79
Tarde	$2,47 \pm 0,08$	23,88	$24,9 \pm 0,08$	2,41	$36,75 \pm 1,22$	24,57
Sem Palha Sem Revolvimento (SPSR)						
Manhã	$2,78 \pm 0,12$	34,84	$25,29 \pm 0,22$	6,37	$36,13 \pm 1,49$	30,67
Tarde	$3,34 \pm 0,15$	33,83	$27,76 \pm 0,16$	2,41	$29,5 \pm 1,83$	45,86
Sem Palha Com Revolvimento (SPCR)						
Manhã	$2,58 \pm 0,13$	37,6	$25,58 \pm 0,15$	4,34	$37,75 \pm 1,12$	21,99
Tarde	$3,61 \pm 0,19$	38,23	$27,86 \pm 0,13$	3,41	$27,38 \pm 1,20$	32,36

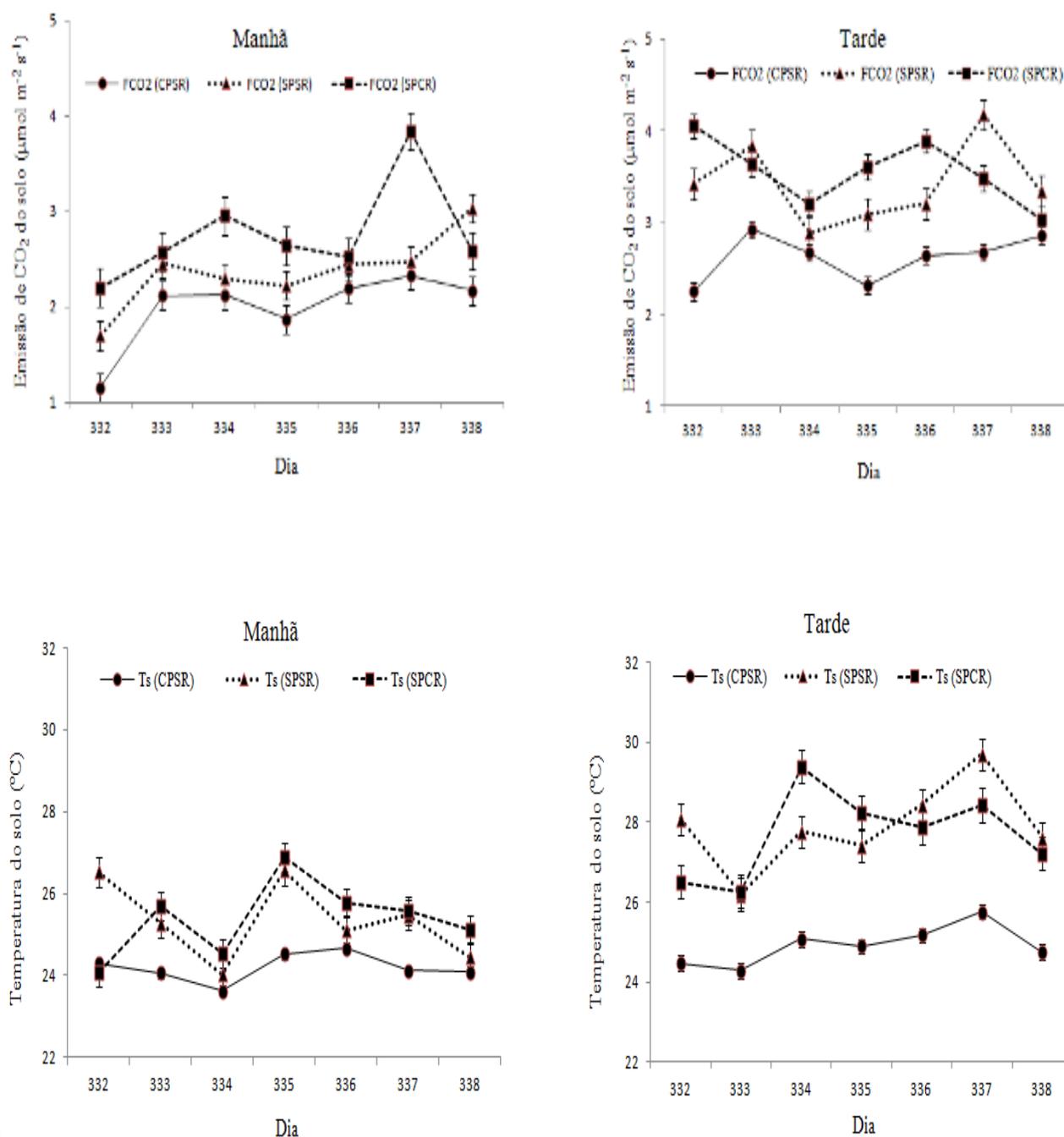
N= 60; \*Média  $\pm$  Erro Padrão da Média; CV= Coeficiente de Variação.

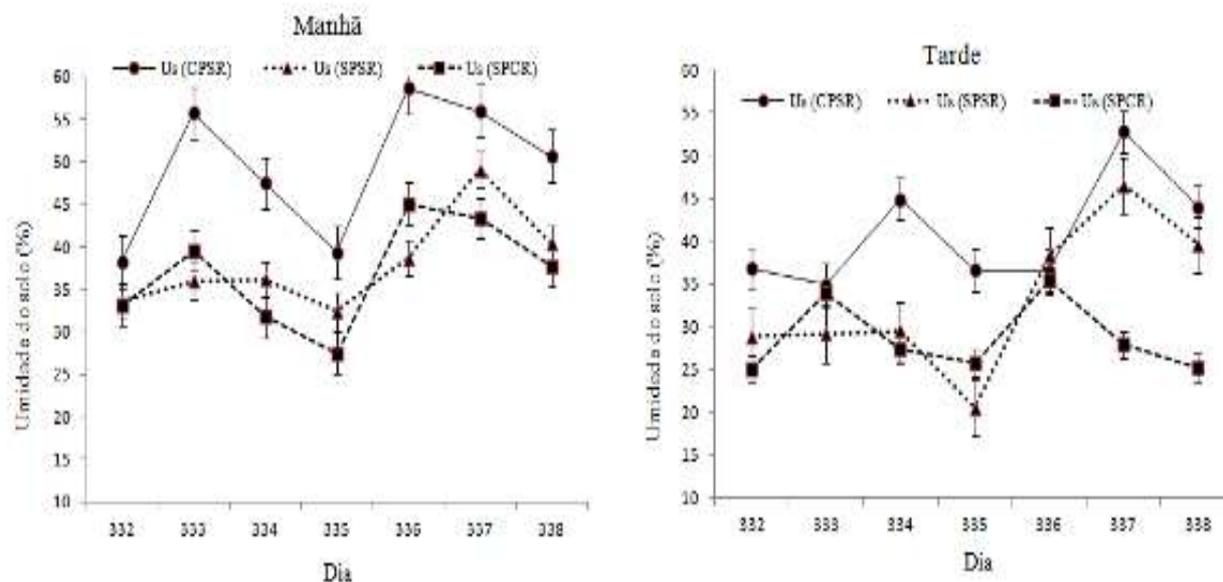
Não houve diferença significativa na média de FCO2 entre os manejos SPSR e SPCR nos períodos avaliados, esperava-se uma maior emissão no manejo com revolvimento do solo (SPCR), devido a maior exposição do carbono para atividade microbológica, uma hipótese seria o fato que os implementos agrícolas não chegaram às camadas mais profundas realizando um revolvimento mais superficial do solo, menos intenso e também por não haver a incorporação de resíduos, uma vez que a palha foi retirada para mobilização do solo neste manejo. La Scala et al. (2001), avaliando as emissões de CO<sub>2</sub> em solos submetidos a preparo convencional evidenciaram que a intensidade de preparo foi um fator determinante das perdas de CO<sub>2</sub> do solo para a atmosfera. A temperatura e a umidade do solo também não tiveram uma variação significativa nesses manejos.



Observando o coeficiente de variação entre os manejos avaliados referentes a FCO<sub>2</sub>, nota-se maior homogeneidade no manejo com palha sem revolvimento do solo, especificamente no período da tarde (23,88%), no qual essa emissão tende a sofrer uma maior variabilidade devido as maiores temperaturas do dia (Tabela 1). O coeficiente de variação é considerado baixo quando for menor ou igual a 25%.

Na Figura 1, estão apresentadas as médias diárias para emissão de CO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo durante os sete dias de estudo nos períodos da manhã e tarde.





**Figura 1.** Variabilidade temporal da emissão de CO<sub>2</sub> do solo; temperatura do solo e umidade do solo nos períodos da manhã e tarde durante 7 dias de estudo.

O manejo SPCR respondeu pela maior média de FCO<sub>2</sub> (3,89 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) registrados na manhã do dia 337, um dia após uma chuva de 10,2 mm na região, sendo que no mesmo dia no período da tarde o manejo SPSR apresentou a média para FCO<sub>2</sub> (4,55 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), a maior do período compreendido entre os dias de avaliação. Este evento pode ter ocorrido somado ao dia 333 onde também ocorreu uma chuva de menor intensidade (3,8 mm). Um aumento no teor de umidade do solo é acompanhado de aumento da emissão de CO<sub>2</sub>, pois os espaços porosos do solo são ocupados pela água. A transição do seco para o úmido já aumenta o fluxo de CO<sub>2</sub> do solo logo nas primeiras horas, porém após determinado tempo tende a normalizar-se e até diminuir essa emissão com o solo úmido (VARELLA et al., 2004). A exemplo dos resultados obtidos neste estudo onde as variáveis (FCO<sub>2</sub>, temperatura e umidade do solo) sofreram as maiores oscilações após as precipitações (Figura 1).

A temperatura do solo apresentou menor variação no manejo CPSR nos dois períodos avaliados, já nos manejos SPSR e SPCR as flutuações na temperatura ocorreram no período da tarde (Figura 1). De acordo com Silva et al. (2006), a menor média da temperatura do solo no manejo CPSR, provém da cobertura do solo onde os mesmos concluem que um manejo que forneça uma boa cobertura do solo pode ter sua temperatura reduzida em até 4°C e uma queda de até 25% na taxa de evaporação do solo, fato que também explica a maior umidade do solo representada por este manejo.

A respeito do teor ideal de umidade do solo, autores discutem que a umidade presente no solo pode favorecer ou inibir a produção de CO<sub>2</sub>, um determinado conteúdo de água no solo maximiza a atividade microbiana, já em excesso haverá limitação à difusão de O<sub>2</sub> pelos poros, entretanto a falta de umidade dificultará a solubilidade de substratos de carbono orgânico, fonte de energia da microbiota (CALDERÓN; JACKSON, 2002; SMART; PEÑUELAS, 2005). Em estudos realizados em solos encharcados encontraram uma variação da emissão de CO<sub>2</sub> do solo logo após sua



irrigação, apresentando um aumento imediato de seis e até dez vezes nessa emissão, que posteriormente tendeu a se normalizar.

## Conclusões

O manejo onde a palhada residual da cana foi deixada sobre o solo não revolvido apresentou os menores valores da FCO<sub>2</sub> e temperatura do solo, independentemente do período e dia avaliado, assim como foi o manejo que reteve o maior teor de umidade no solo. O manejo com o preparo convencional do solo (SPCR) resultou nas maiores médias diárias da emissão de CO<sub>2</sub> do solo.

## Referências

- AMADO, T. J. C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, p. 189-197, 2001.
- CALDERÓN, F. J.; JACKSON, L. E. Rototillage, disking, and subsequent irrigation: effects on soil dynamics, microbial biomass, and carbon dioxide efflux. **Journal of Environmental Quality**, Madison, v. 31, n. 3, p. 752-58, 2002.
- EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Levantamento semidetalhado dos solos do Campo Experimental de Dourados da Embrapa Agropecuária Oeste, município de Dourados, MS**. AMARAL, J. A. M. et al., 2000. 68 p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 22; Embrapa Solos. Documentos, 15).
- LA SCALA JUNIOR, N. et al. Carbon dioxide emissions after application of tillage systems for a dark red latosol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 62, p. 163-166, 2001.
- LA SCALA JUNIOR, N. et al. Short-term soil CO<sub>2</sub> emission after conventional and reduced tillage of a no-till sugar cane area in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 91, n. 1/2, p. 244-248, 2006.
- REICOSKY, D. C. et al. Tillage-induced soil carbon dioxide loss from different cropping systems. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, 41, p. 105-118, 1997.
- SALTON, J. C.; MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade do solo de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.19, n.2, p.313-319, 1995.
- SILVA, L. S. et al. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. J. **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 2006. 285 p.
- SIX, J. et al. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation: a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 32, p. 2099-2103, 2000.
- SMART, D. R; PEÑUELAS, J. Short-term CO<sub>2</sub> emissions from planted soil subject to elevated CO<sub>2</sub> and simulated precipitation. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 28, p. 247-57, 2005.