

# XXXI CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO

CONQUISTAS  
& DESAFIOS  
da Ciência do  
Solo brasileira

De 05 a 10 de  
agosto de 2007

Serrano Centro de  
Convenções  
Gramado/RS



XXXI  
CONGRESSO CONQUISTAS  
BRASILEIRO & DESAFIOS  
DE CIÊNCIA da Ciência do  
DO SOLO Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

Realização:



Promoção:



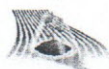
Apoio:



Patrocínio:







XXXI  
CONGRESSO BRASILEIRO  
DE CIÊNCIA DO SOLO  
CONQUISTAS & DESAFIOS  
da Ciência do Solo brasileira



De 05 a 10 de agosto de 2007 Serrano Centro de Convenções - Gramado-RS

## Alterações na Composição da Matéria Orgânica por Sistemas de Preparo e de Culturas, Verificadas por CPMAS $^{13}\text{C}$ RMN e Fluorescência Induzida por Laser

J. DIECKOW<sup>(1)</sup>, P.C. CONCEIÇÃO<sup>(2)</sup>, D.M.B.P. MILORI<sup>(3)</sup>, L. MARTIN-NETO<sup>(3)</sup>,  
C. BAYER<sup>(4)</sup>, J. MIELNICZUK<sup>(4)</sup>

**RESUMO** - Sistemas de preparo e sistemas de culturas podem alterar a composição da matéria orgânica do solo. Visando identificar, por meio de espectroscopia de ressonância magnética nuclear (CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN) e de fluorescência induzida por laser (FIL), alterações que sistemas de preparo e sistemas de culturas podem promover na composição da matéria orgânica do solo, foram coletadas amostras da camada de 0-5 cm de um Argissolo Vermelho submetido ao preparo convencional (PC) e plantio direto (PD) em associação com os sistemas de culturas aveia/milho (A/M) e aveia+ervilhaca/ milho+caupi (AE/MC). No sistema A/M, o preparo convencional reduziu a proporção de C carboidrato e aumentou a de C aromático, conforme resultados de CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN, e aumentou o índice de humificação da matéria orgânica, conforme resultados de FIL, em comparação ao plantio direto. No sistema AE/MC, não houveram mudanças na composição orgânica em função do preparo, possivelmente em função da maior adição de biomassa. Entre os sistemas de culturas, A/M apresentou maior índice de humificação em relação ao sistema AE/MC. Porções mais lábeis da matéria orgânica, como carboidratos, são preferencialmente mineralizadas no solo com preparo convencional, o que aumenta a concentração relativa de estruturas mais recalcitrantes, como as aromáticas. A proteção física da matéria orgânica no sistema plantio direto, por outro lado, possivelmente possibilitou maiores concentrações de estruturas lábeis.

### Introdução

O volume de informação referente às implicações de sistemas de preparo do solo, como preparo convencional e plantio direto, e de sistemas de culturas, com alta ou baixa adição de biomassa, sobre estoques da matéria orgânica e as respectivas implicações na qualidade do solo e no sequestro de carbono é relativamente grande [1, 2]. Por outro lado, talvez por limitações metodológicas e instrumentais de laboratório, ainda existe uma demanda de informações

mais refinadas com relação à influência que tais sistemas de preparo e culturas exercem sobre a composição química da matéria orgânica, especialmente em solos de regiões tropicais e subtropicais.

A hipótese desse trabalho é de que o sistema plantio direto e sistemas de culturas com altas taxas de adição de biomassa alteram a composição da matéria orgânica do solo em função de um aumento relativo na concentração de estruturas orgânicas mais lábeis, como as derivadas de carboidratos, e de uma redução relativa na concentração de estruturas mais recalcitrantes, como as aromáticas.

O objetivo desse trabalho foi identificar, por meio de espectroscopia de ressonância magnética nuclear e de fluorescência induzida por laser, alterações na composição da matéria orgânica de um Argissolo subtropical em função de sistemas de preparo e sistemas de culturas.

**Palavras-Chave:** RMN, fluorescência, plantio direto

### Material e métodos

O trabalho foi baseado num experimento de campo de longa duração (18 anos) instalado num Argissolo Vermelho distrófico típico, de textura franco argilo arenosa, na EEA/UFRGS, Eldorado do Sul RS.

Amostras de solo da camada de 0-5 cm foram coletadas em parcelas manejadas sob preparo convencional (PC), caracterizado por uma aração e duas gradagens antes do cultivo de verão, e plantio direto (PD). Dentro de cada sistema de preparo, foram selecionados dois sistemas de culturas: aveia preta (*Avena strigosa*)/ milho (*Zea mays*) [A/M] e aveia preta+ervilhaca (*Vicia sativa*)/ milho+caupi (*Vigna unguiculata*) [AE/MC], sem aplicação de nitrogênio nas culturas. Amostras de solo da camada de 0-5 cm do campo nativo próximo ao experimento também foram coletadas. As amostras foram secas ao ar e passadas em peneira de 2 mm.

O teor de carbono orgânico total foi determinado num analisador TOC (Shimadzu VCSH) e expresso em

<sup>(1)</sup> Professor do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba PR. E-mail: [jefersondieckow@ufpr.br](mailto:jefersondieckow@ufpr.br)

<sup>(2)</sup> Professor da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Santana do Livramento RS.

<sup>(3)</sup> Pesquisador da Embrapa Instrumentação Agropecuária, São Carlos SP.

<sup>(4)</sup> Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre RS.



base volumétrica, considerando-se a densidade da camada de 0-5 cm [3].

As amostras de solo das três repetições de campo foram submetidas à espectroscopia de (i) ressonância magnética nuclear do  $^{13}\text{C}$  com ângulo mágico de giro (CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN) e (ii) fluorescência induzida por laser (FIL) [4]. Antes da análise por CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN, as amostras de solo foram tratadas com ácido fluorídrico 10% para remover o  $\text{Fe}^{3+}$  paramagnético derivado de óxidos e para concentrar o C orgânico na amostra. Os espectros foram adquiridos num espectrômetro Varian Unity Nova (Embrapa Instrumentação Agropecuária), operando com uma frequência de 100,6 MHz, tempo de contato de 1 ms, atraso de pulso de 0,400 s e rotação de giro de 8,1 kHz. Cada tipo de C (C alquil, C O-alquil, C aromático e C carbonila) foi quantificado por meio da integração da área em suas respectivas bandas espectrais.

Para a espectroscopia de FIL, amostras de solo inteiro, sem tratamento com HF, foram submetidas a uma radiação laser de 458 nm. A área do sinal de fluorescência entre 470 e 650 nm, relacionada com a concentração de sistemas insaturados rígidos como estruturas aromáticas condensadas e substituídas, foi normalizada pelo teor de C a fim de gerar o índice de humificação, denominado  $H_{\text{FIL}}$  e expresso em unidades arbitrárias (u.a.) [4].

### Resultados e discussão

Teores mais elevados de carbono orgânico foram obtidos no solo sob plantio direto em relação ao solo preparado convencionalmente (Tabela 1), onde supostamente a taxa de mineralização da matéria orgânica foi maior em decorrência da exposição ao ambiente mais oxidado condicionado pelo revolvimento. Entre os sistemas de culturas, maiores teores de C orgânico foram obtidos para o sistema AE/MC, cuja adição média anual de C é  $7,6 \text{ Mg C ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  [5], em relação ao sistema A/M, com adição anual de  $4,1 \text{ Mg C ha}^{-1}$  [5].

De acordo com os resultados de CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN, o preparo convencional do solo diminuiu a proporção de C carboidrato (90 a 60 ppm) e C alquil (45 a 10 ppm) e aumentou a de C aromático O-substituído (160 a 140 ppm) e C- e H-substituído (140 a 110 ppm), em comparação as proporções originais presentes no solo do campo nativo (Figura 1). Além disso, o preparo convencional aumentou a proporção de C com ressonância entre 60 e 45 ppm, possivelmente devido à incrementos na concentração de C metoxila de ligninas, o que é coerente com incrementos na proporção de C aromático O-substituído (Figura 1).

No sistema A/M, o plantio direto tendeu a incrementar a proporção de C carboidrato (90 a 60 ppm) e diminuir a de C aromático C- e H-substituído (140 a 110 ppm) em comparação ao preparo convencional (Figura 1). No sistema AE/MC, entretanto, não foram observadas alterações na composição de matéria orgânica em função do sistema

de preparo, possivelmente em função da maior adição de resíduos por esse sistema ter mascarado algum eventual efeito do preparo.

Os resultados de espectroscopia de FIL foram coerentes com os de CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN. Em relação ao solo de campo nativo, o preparo convencional aumentou o grau de humificação da matéria orgânica, como evidenciado pelo aumento no  $H_{\text{FIL}}$  (Figura 2). Entre os sistemas de preparo, menores valores de  $H_{\text{FIL}}$  ocorreram no plantio direto em relação ao preparo convencional. Entre os sistemas de culturas, AE/MC apresentou menor valor de  $H_{\text{FIL}}$  em relação ao sistema A/M (Figura 2).

Conclui-se que porções mais lábeis da matéria orgânica, como carboidratos, são preferencialmente mineralizadas no solo com preparo convencional, o que aumenta a concentração relativa de estruturas mais recalcitrantes, como as aromáticas, não significando obviamente um aumento na quantidade absoluta de tais estruturas. Por outro lado, a proteção física da matéria orgânica promovida por agregados estáveis no sistema plantio direto possibilita maiores tempos de residência e, conseqüentemente, maiores concentrações de estruturas lábeis, reduzindo no entanto a recalcitrância global da matéria orgânica.

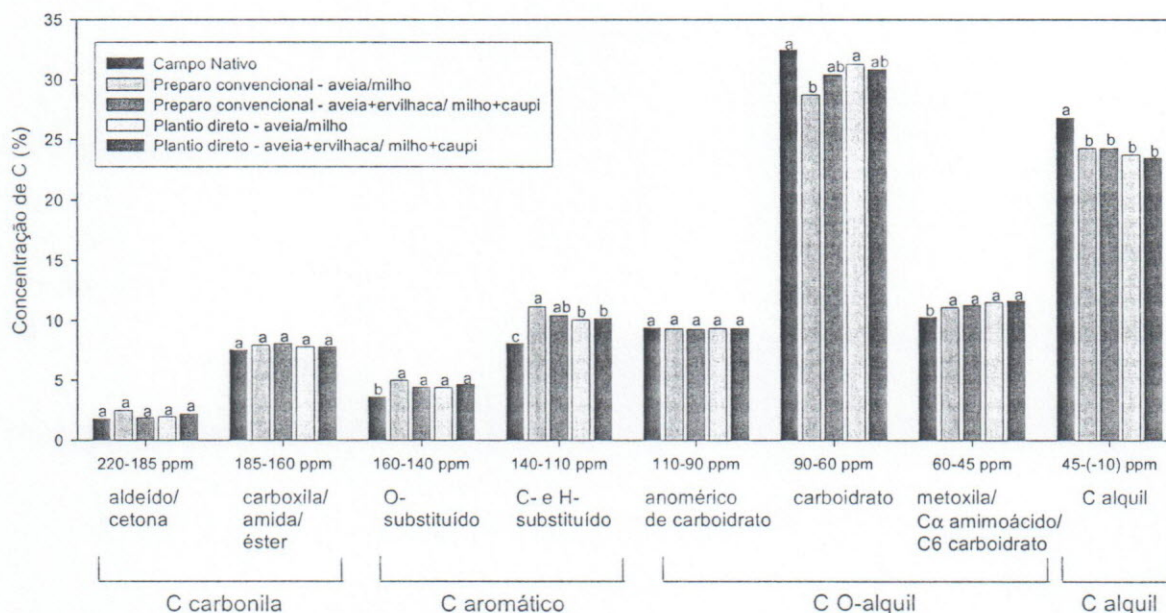
### Referências

- [1] BAYER, C., LOVATO, T., DIECKOW, J. ZANATTA, J.A., MIELNICZUK, J. 2006. A method for estimating coefficients of soil organic matter dynamics based on long-term experiments. *Soil & Tillage Research*, 91: 217-226.
- [2] DIECKOW, J., MIELNICZUK, J., KNICKER, H., BAYER, C., DICK, D.P., KÖGEL-KNABNER, I. 2005. Soil C and N stocks as affected by cropping systems and nitrogen fertilisation in a southern Brazil Acrisol managed under no-tillage for 17 years. *Soil & Tillage Research*, 81:87-95.
- [3] SILVA, M.A.S., MAFRA, A.L., ALBUQUERQUE, J.A., BAYER, C., MIELNICZUK, J. 2005. Atributos físicos do solo relacionados ao armazenamento de água em um Argissolo Vermelho sob diferentes sistemas de preparo. *Ciência Rural* 35: 544-552.
- [4] MILORI, D.M.B.P., GALETI, H.V.A., MARTIN-NETO, L., DIECKOW, J., GONZALÉZ-PÉREZ, M., BAYER, C., SALTON, J. 2006. Organic matter study of whole soil samples using laser-induced fluorescence spectroscopy. *Soil Science Society of America Journal*, 70: 57-63.
- [5] ZANATTA, J.A., BAYER, C., DIECKOW, J. VIEIRA, F.C.B., MIELNICZUK, J. 2006. Soil organic carbon accumulation and carbon costs related to tillage, cropping systems and nitrogen fertilization in a subtropical Acrisol. *Soil & Tillage Research*, (no prelo) doi:10.1016/j.still.2006.10.003

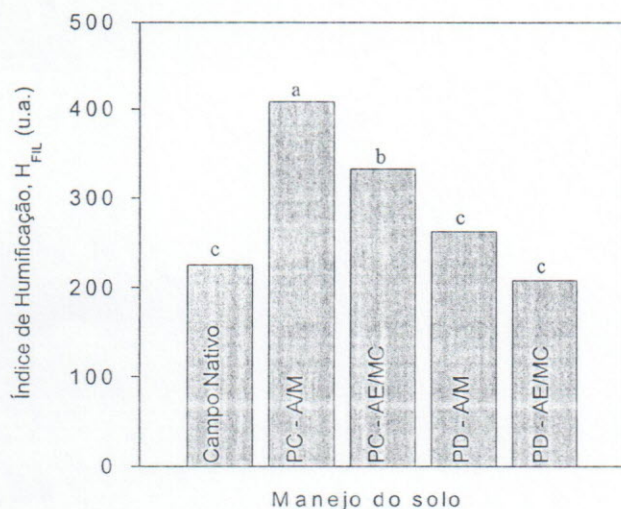


**Tabela 1.** Teor de carbono orgânico total na camada de 0-5 cm em função de sistemas de preparo e de sistemas de culturas num Argissolo Vermelho distrófico. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul RS.

Sistema de preparo	Sistema de cultura	Teor de C ( $\text{g dm}^{-3}$ )
	Campo Nativo	32,0
Preparo convencional	Aveia / milho	13,6
Preparo convencional	Aveia+ervilhaca/ milho+caupi	17,0
Plantio direto	Aveia / milho	19,8
Plantio direto	Aveia+ervilhaca/ milho+caupi	27,0



**Figura 1.** Concentração de diferentes tipos de C no solo inteiro da camada de 0-5 cm em função de sistemas de preparo e de sistemas de culturas num Argissolo Vermelho distrófico. Resultados de CPMAS  $^{13}\text{C}$  RMN em amostras tratadas com HF 10%. Letras no topo das barras comparam os tratamentos de manejo dentro de cada tipo de C (Teste de Tukey,  $P < 0,05$ ). EEA/UFRGS, Eldorado do Sul RS.



**Figura 2.** Índice de humificação ( $H_{FIL}$ ), dado em unidades arbitrárias (u.a.), no solo inteiro da camada de 0-5 cm em função de sistemas de preparo e de sistemas de culturas num Argissolo Vermelho distrófico. Resultados de espectroscopia por fluorescência induzida por laser (FIL). Letras no topo das barras comparam os tratamentos de manejo (Teste de Tukey,  $P < 0,05$ ). PC: preparo convencional, PD: plantio direto, A/M: aveia/milho, AE/MC: aveia+ervilhaca/ milho+caupi. EEA/UFRGS, Eldorado do Sul RS.