



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas  
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas  
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo  
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo  
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.  
Centro de Convenções do SESC

## Efeito do manejo do solo e das sequencias de cultivo na concentração de carbono nos macroagregados do solo.

**Luis Cláudio Jordão da Cruz**<sup>(1)</sup>; **Natalia Pereira Zatorre**<sup>(2)</sup>; **Julio Cezar Franchini dos Santos**<sup>(3)</sup>; **Ricardo L.L. Berbara**<sup>(4)</sup> & **Robert Michael Boddey**<sup>(5)</sup>

- (1) Graduando do Curso de Agronomia, (UFRRJ), BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. [lc.calado@hotmail.com](mailto:lc.calado@hotmail.com) (apresentador do trabalho); (2) Doutoranda do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo – Bolsista Capes – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000 [agrozatorre@yahoo.com.br](mailto:agrozatorre@yahoo.com.br); (3) Pesquisador Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Londrina, PR, CEP: 86001-970. [franchin@cnpso.embrapa.br](mailto:franchin@cnpso.embrapa.br); (4) Professor do Departamento de Solos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, CEP 23890-000 [berbara@ufrj.br](mailto:berbara@ufrj.br); (5) Pesquisador Embrapa Agrobiologia, BR 465, km 47, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. [bob@embrapa.cnpab.br](mailto:bob@embrapa.cnpab.br)

**Apoio:** Embrapa Agrobiologia, Embrapa Soja, CPGA-CS, CNPq, CAPES.

**RESUMO** – A utilização de sistema não conservacionista, pode afetar a dinâmica do carbono reduzindo as taxas de acúmulo ou provocando a redução dos estoques de carbono orgânico e nitrogênio total devido ao menor aporte de resíduos vegetais ao solo. O objetivo do trabalho foi determinar a contribuição do carbono total nas frações dos macroagregados do solo, ao longo prazo, em sistema de plantio direto e convencional. O trabalho foi realizado em Londrina, PR, na área experimental da Embrapa Soja. O solo é classificado como Latossolo Vermelho, com textura muito argilosa. A partir da safra de inverno de 1995 as áreas foram divididas em sistemas de plantio direto e plantio convencional, que envolvem as seguintes plantas de cobertura: trigo, soja, milho, aveia-preta e trevo-branco e nabo forrageiro. Este experimento foi amostrado na época da safra de inverno, 2010, no sistema de plantio direto e convencional em cada rotação de cultura R1 e R2. As análises realizadas foram quantidade de carbono do solo em quatro frações de agregados, em diferentes profundidades. O sistema de plantio direto, independentemente do tipo de rotação de culturas, apresentou maior incremento de carbono nos macroagregados do solo quando comparados ao sistema de plantio convencional.

**Palavras-chave:** Plantio direto, plantio convencional, rotação de cultura.

**INTRODUÇÃO** - As medidas para a conservação e seqüestro de C no solo têm forte

interesse científico e político para a mitigação nos gases de efeito estufa, que contribuem para o aquecimento global (Franzluebbers & Stuedemann, 2009).

Os agregados do solo são importantes na determinação da matéria orgânica do solo, pois é influenciada por diversas características. Muitos autores observaram correlações positivas entre a matéria orgânica e os macroagregados, devido ao seu papel na proteção física da matéria orgânica neles contidos (Barthès et al., 2008). A MOS protegida no interior de agregados apresenta um tempo de permanência no solo maior do que a MO livre, sendo esta proteção maior nos microagregados do que nos macroagregados (Buyanovsky et al., 1994).

A proteção física da MOS exercidas pelos agregados é considerada uma barreira física que impede que os microrganismos e enzimas entrem em contato com a MOS dentro dos agregados, especialmente em microagregados. Além dessa proteção, ainda existe a proteção bioquímica da MOS, que é entendida como a estabilização devido a sua própria composição química (Six et al., 2002), por apresentar componentes recalcitrantes, que contribuem para que a decomposição no interior dos agregados seja mais lenta (Six et al., 2002).

Beata et al. (2005) verificaram que em sistema de plantio direto a quantidade de agregados estáveis em água era maior em comparação ao sistema de PC, principalmente, nos macroagregados. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do manejo em sistema de plantio direto e convencional e de rotações de

culturas na concentração de macroagregados do solo.

**MATERIAL E MÉTODOS** - O trabalho foi realizado no Município de Londrina, PR, na área experimental da Embrapa Soja, a 23°23'S e 51°11'W, a 560 m de altitude. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico (EMBRAPA, 2006), com textura muito argilosa (787 g kg<sup>-1</sup> de argila, 168 g kg<sup>-1</sup> de silte e 45 g kg<sup>-1</sup> de areia) (Zotarelli et al., 2005). O clima da região é subtropical úmido (Cfa), com precipitação e temperatura média anuais de 1.615 mm e 21°C, respectivamente.

O experimento foi instalado no ano de 1991 e até a safra de verão 1994/1995, a área foi cultivada com a sucessão soja/trigo em sistema de plantio convencional (PC). A partir da safra de inverno de 1995 as áreas foram divididas em duas faixas para instalação dos sistemas de manejo do solo: 1) Plantio direto (PD), 2) Preparo convencional. Estas áreas foram subdivididas nos diferentes tratamentos de rotação de cultura, que envolveram as seguintes culturas e plantas de cobertura: trigo (*Triticum aestivum* L.); soja (*Glycine max* L.); milho (*Zea mays*); aveia-preta (*Avena strigosa*); tremoço-branco (*Lupinus albus*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus*). Das culturas de inverno apenas o trigo recebeu adubação nitrogenada de 60 kg ha<sup>-1</sup> de N (em cobertura) e para as culturas de verão somente o milho recebeu 80 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura aos 45 dias.

Neste estudo, amostragens foram feitas na época da safra de inverno 2010 no sistema de PD e PC em cada rotação de cultura R1 (milho/aveia - soja/aveia - soja/nabo forrageiro) e R2 (milho/trigo - milho/aveia - milho/trigo).

A quantidade de carbono do solo foi determinada utilizando a concentração do C através do analisador CHN nas profundidades 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50, 50-60, 60-80 e 80-100cm, nas amostras separadas manualmente no campo, pelas peneiras de tamanhos de abertura de malha de 8mm, 4mm, 2mm e 1mm.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e os valores médios comparados entre si pelo teste de LSD- Student, a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** - Os resultados de carbono em cada fração encontram-se na Figura 1, sob sistema de plantio direto e convencional nas rotações 1 e 2. Podemos observar que, a maior concentração de C está na maior fração 8 mm em comparação com as outras frações, enquanto que, as menores concentrações de C encontram-se na fração de 1-2 mm, nas duas rotações. Beata et al. 2005, examinando a quantidade de carbono dentro de todas

as classes de agregados, encontraram que os maiores valores de carbono estão nas duas maiores frações, que foram 19-8 mm e 8-4 mm. Esses mesmos autores sugerem que os teores de C no solo inteiro não revelam as relações existentes entre o carbono do solo e o estado de agregação do solo. Era de se esperar que a menor quantidade de carbono estaria na fração de agregados que tivesse a maior superfície específica por causa da facilidade da decomposição, provavelmente.

Segundo Zinn et al. (2005), as maiores taxas de decomposição da MOS observadas em áreas sob cultivo ocorrem devido às alterações físicas do solo, que implicam no rompimento dos macroagregados (reduz a proteção física da MOS), expondo a MO protegida aos processos microbianos, contribuindo, dessa forma, para aumentar as taxas de emissão de CO<sub>2</sub> para a atmosfera.

Observando a distribuição da quantidade de carbono em profundidade a camada superficial, 0-5 cm, apresentou maior valor de carbono em relação às outras profundidades, principalmente no sistema de PD (Figura 1). Também podemos observar que os valores de carbono decrescem em profundidade, em todas as frações e nas duas rotações de culturas. Com a ilustração do gráfico podemos dizer que, entre as rotações de culturas os valores de C tiveram a mesma tendência.

Wohlenberg et al. (2004) encontraram que as sequências de culturas com sucessão de gramíneas com leguminosas apresentaram maior agregação e quantidade de MOS. Em solos de Londrina, PR, Barreto et al. (2009) encontraram maiores valores de DMG em sistema de plantio direto e uma maior quantidade de C nos agregados no solo em sistema de PD.

Provavelmente a utilização de sistemas de manejo sob plantio direto favorece a manutenção de resíduos vegetais na superfície, conseqüentemente, um contínuo aporte de carbono orgânico, o que é fundamental para a manutenção dos agregados no solo e a sua conservação.

Na Tabela 1 estão os valores de carbono total no solo, variando entre 0-100 cm. Observar-se que o plantio direto apresentou maiores valores em relação ao plantio convencional, independentemente da rotação aplicada. A distribuição de carbono em profundidade mostram que os maiores valores estão nas camadas mais superficiais do solo, decrescendo em profundidade e praticamente se igualando, nos sistemas de manejo e nas rotações.

Podemos observar que o sistema de plantio direto, independentemente da rotação de cultura utilizada, apresentou maiores quantidades de carbono. Para as camadas mais profundas, as diferenças verificadas são menores, porém mantêm a mesma proporcionalidade entre os sistemas de

manejo. No entanto, entre as rotações de culturas não houve diferença.

A utilização de sistema de plantio direto, pode trazer benefícios que podem ajudar a alcançar uma utilização adequada dos recursos naturais e o desenvolvimento sustentável no setor agrícola, necessitando-se de estudos mais detalhados sobre como ocorrem esses benefícios e quais são esses fatores.

### CONCLUSÕES –

O sistema de plantio direto, independentemente do tipo de rotação de culturas, apresentou maior incremento de carbono nos macroagregados do solo quando comparados ao sistema de plantio convencional.

Os tipos de rotação de cultura estudados não influenciaram na concentração de carbono dos macroagregados do solo.

### REFERÊNCIAS

BARRETO, R. C.; MADARI, B. E., MADDOCK, J. E. L.; MACHADO, P. L.O.A.; TORRES, E.; FRANCHINI J. C.; COSTA, A. R. The impact of soil management on aggregation, carbon stabilization and carbon loss as CO<sub>2</sub> in the surface layer of a Rhodic Ferralsol in Southern Brazil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 132, p.243–251, 2009

BARTHÈS, B. G.; KOUAKOUA, E.; LARRÉ-LARROUY, M. C.; RAZAFIMBELO, T.M.; LUCA, E. F.; AZONTONDE, A.; NEVES, C. S. V. J.; FREITAS, P. L.; FELLER, C. L. Texture and sesquioxide effects on water-stable aggregates and organic matter in some tropical soils. *Geoderma*, v.143, p. 14–25, 2008.

BEÁTA, M.; MACHADO, P. L. O. A.; TORRES, E. ANDRADE, A. G.; VALENCIA, L. I. O. No tillage and crop rotation effects on soil aggregation and organic carbon in a Rhodic Ferralsol from southern Brazil. *Soil & Tillage Research*. v. 80, p. 185–200, 2005.

BUYANOVSKY, G.A; WAGNER, G.H. Post-harvest residue input to cropland. *Plant and Soil*, v.93, p.57-65. 1986.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos, Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos, Rio de Janeiro, 2006. p. 412.

FRANZLUEBBERS, A. J.; STUEDEMANN, J. A. Soil - profile organic carbon and total nitrogen during 12 years of pasture management in the Southern Piedmont USA. *Agriculture Ecosystems and the Environment*, v. 129, p. 28-36, 2009.

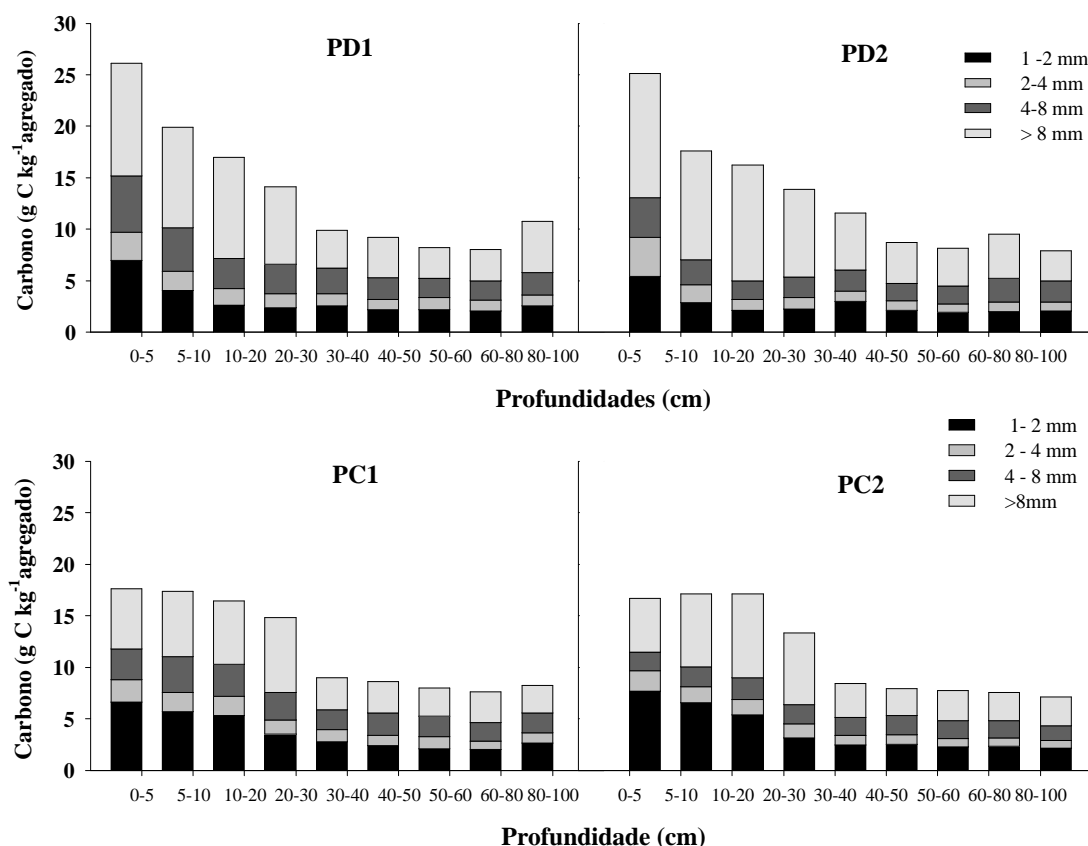
SIX, J., FELLER, C., DENEFF, K., OGLE, S. M., MORAES-SÁ, J.C., ALBRECHT, A., Soil organic matter, biota and aggregation in temperate and

tropical soils: effects of no-tillage. *Agronomie* v.22, p.755–775. 2002.

WOHLENBERG, E. V. REICHERT, J. M. REINERT, D. J. & BLUME, E. Dinâmica da agregação de um solo franco-arenoso em cinco sistemas de culturas em rotação e em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 891-900. 2004.

ZINN, Y. L.; LAL, R.; RESCK, D. V. S. Changes in soil organic carbon stocks under agriculture in Brazil. *Soil & Tillage Research*, v. 84, p. 28–40, 2005.

ZOTARELLI, L.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; TORRES,E.; DOS SANTOS, H.P., PAUSTIAN, K., BODDEY, R.M.; SIX, J., Impact of tillage and crop rotation on aggregate-associated carbon in two Oxisols. *Soil Science Society of America Journal*. v. 69, p.482–491. 2005.



**Figura 1:** Quantidade de carbono nas diferentes frações sob sistema de plantio direto, nas rotações 1 e 2, em g C na fração de agregados  $\text{kg}^{-1}$  por solo inteiro. PD1- Plantio direto; PC- Plantio Convencional. R1 (milho/aveia-soja/aveia- soja/ nabo forrageiro) e R2 (milho/trigo – milho/aveia – milho/trigo).

**Tabela 1:** Concentração de carbono do solo em diferentes profundidades nos sistemas de plantio direto e convencional nas rotações de culturas.

Manejo	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional	Plantio Direto	Plantio Convencional
<b>Rotação</b>	<b>0-5 cm</b>		<b>5-10 cm</b>		<b>10-20 cm</b>	
<b>R 1</b>	26,8 A <sup>1</sup> a <sup>2</sup>	15,4 Ab	18,7 Aa	15,1 Ab	17,0 Aa	16,5 Aa
<b>R 2</b>	23,6 Ba	16,7 Ab	18,8 Aa	16,2 Ab	16,2 Aa	16,4 Aa
<b>CV%</b>	<b>9,77</b>		<b>13,20</b>		<b>11,28</b>	
	<b>20-30 cm</b>		<b>30-40 cm</b>		<b>40-50 cm</b>	
<b>R 1</b>	14,1 Aa	14,8 Aa	9,9 ABa	8,9 Aa	9,2 Aa	8,6 Aa
<b>R 2</b>	13,9 Aa	13,5 Aa	1,15 Aa	8,4 Ab	8,7 Aa	7,6 Aa
<b>CV%</b>	<b>18,04</b>		<b>14,88</b>		<b>11,25</b>	
	<b>50-60 cm</b>		<b>60-80 cm</b>		<b>80-100 cm</b>	
<b>R 1</b>	8,2 Aa	8,0 Aa	8,0 Ba	7,6 Aa	10,8 Aa	8,2 Aa
<b>R 2</b>	8,1 Aa	7,4 Aa	9,5 Aa	7,4 Ab	7,9 Aa	7,0 Aa
<b>CV%</b>	<b>8,49</b>		<b>9,22</b>		<b>24,30</b>	

R1 (milho/aveia-soja/aveia- soja/ nabo forrageiro) e R2 (milho/trigo – milho/aveia – milho/trigo).

<sup>1</sup> As médias de rotações de culturas seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si dentro de cada rotação pelo teste LSD de Student ( $P < 0,05$ ).

<sup>2</sup> As médias do manejo seguidas pela mesma letra minúscula na linha não diferem entre si dentro de cada sistema de manejo pelo teste LSD de Student ( $P < 0,05$ ).