



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

Influência do manejo do solo no estoque de carbono do solo.

Natalia Pereira Zatorre⁽¹⁾; **Luis Cláudio Jordão da Cruz**⁽²⁾; **Julio Cezar Franchini dos Santos**⁽³⁾; **Bruno Jose Rodrigues Alves**⁽⁴⁾ & **Robert Michael Boddey**⁽⁴⁾

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 (apresentador do trabalho); (2) Graduando do Curso de Agronomia, (UFRRJ), BR 465, km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000 lc.calado@hotmail.com; (3) Pesquisador Embrapa Soja, Rodovia Carlos João Strass, Londrina, PR, CEP: 86001-970. franchin@cnpso.embrapa.br; (4) Pesquisador Embrapa Agrobiologia, BR465, km 47, Seropédica, RJ, CEP: 23890-000. bruno@cnpab.embrapa.br e bob@cnpab.embrapa.br

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

RESUMO – A utilização de sistema não conservacionista pode reduzir as taxas de acúmulo ou provocar a redução dos estoques de carbono e nitrogênio total devido ao menor aporte de resíduos vegetais ao solo. A mudança do sistema de plantio convencional para o plantio direto promove um considerável acúmulo de carbono no solo ao longo dos anos. O objetivo neste trabalho foi determinar a contribuição do sistema de plantio direto no estoque de carbono total no perfil do solo. 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 diferentes rotações de cultura. A análise realizada foi estoque de carbono do solo em diferentes profundidades. Observamos que neste trabalho que o sistema de plantio direto, apresentou maior estoque de carbono, principalmente quando faz amostragem até um metro de profundidade. Podemos concluir que a adoção de sistemas de manejo sob plantio direto favorece o estoque de carbono no solo.

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

INTRODUÇÃO - Na última década tem prevalecido um consenso geral de que a mudança do sistema de plantio convencional (PC) para o plantio direto (PD) poderia conduzir um acúmulo de carbono no solo resultando em maiores valores de

biomassa, atividade microbiana e uma reciclagem de nutrientes, melhorando as condições do solo (Lal et al., 2003).

Em áreas sob diferentes sistemas de preparo do solo e diferentes rotações de culturas, têm-se obtido resultados consistentemente positivos com o plantio direto quando as rotações de culturas incluem plantas de cobertura, especialmente leguminoso para adubação verde (Bayer et al., 2001; Sá et al., 2001; Sisti et al., 2004).

A aração e a gradagem são as principais práticas agrícolas que estimulam a ação microbiana sobre o carbono do solo e resíduos vegetais pelo aumento da aeração, maior contato solo/resíduos e ruptura dos agregados do solo, expondo material orgânico lábil (Costa et al., 2008). O potencial para acúmulo de matéria orgânica no sistema de plantio direto torna estratégico para a mitigação das emissões de CO₂ e redução do efeito estufa (Lal et al., 2003). Contudo, tem havido pouca investigação destinada a aos estoques de carbono em profundidades, a maioria dos trabalhos estão sendo coletados apenas para os primeiros 30 cm e a subsuperfície pode estar funcionando como um sumidouro de carbono.

O objetivo do trabalho foi determinar a contribuição do sistema de plantio direto no estoque de carbono total no perfil do solo ao longo prazo em sistema de plantio direto e convencional.

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 distroférrico (EMBRAPA, 2006), com textura muito argilosa (787 g kg⁻¹ de argila, 168 g kg⁻¹ de silte e 45 g kg⁻¹ 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⁻¹ de N (em cobertura) e para as culturas de verão somente o milho recebeu 80 kg ha⁻¹ 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); R2 (milho/tremoço - milho/tremoço - milho/nabo forrageiro) e R3 (milho/trigo - milho/aveia - milho/trigo).

Os estoques de carbono do solo foram determinados 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 80-100 cm, com a sua respectiva densidade do solo. O processo de ajuste da massa de solo foi feito camada a camada seguindo a diferença entre a densidade do solo de cada camada, utilizando a técnica descrita por Sisti et al. (2004.)

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 – A Figura 1 ilustra o estoque de carbono no sistema de PD e PC, na profundidade de 0-30 cm (atualmente recomendado pelo IPCC) e na profundidade de 0-100 cm, utilizando a correção de massa de acordo sugerido por Sisti et al. (2004). Estes resultados sugerem que o aumento da profundidade de amostragem de 30 cm para 100 cm, pode aumentar substancialmente a estimativa do potencial de mitigação de C induzido pela mudança de PC para PD em solos tropicais e subtropicais.

Vários trabalhos demonstram que a utilização de sistema não conservacionista, pode afetar a dinâmica da MOS 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. Observamos que neste trabalho que o sistema de PD, apresentou maiores

valores, principalmente quando se faz amostragem até um metro de profundidade e, mas também encontramos diferença significativa até 30 cm.

É provável que o acréscimo do estoque de carbono no solo decorre do fato da taxa de decomposição de palha mantida na superfície do solo ser menor do que se fosse incorporada ao solo como ocorre no sistema de PC. Segundo Machado e Silva (2001) o aumento nos estoques de carbono é dependente de vários fatores, tais como: quantidade de palha, tipo de rotação de cultura adotada, grau de revolvimento do solo, clima da região e doses de fertilizantes aplicadas nas lavouras.

Os efeitos gerais do PD, rotação, e sua interação sobre o estoque de carbono são apresentados na Figura 2, em diferentes profundidades. A área sob PD na rotação 1 e 3, foram as áreas que apresentaram os maiores valores de estoque de carbono em todas as profundidades, diferenciando do PC em até 19 Mg C ha⁻¹, quando é feito o estoque de carbono até um metro. Independente do sistema de rotação de cultura aplicado o PD apresentou os maiores valores em relação ao PC.

Em um experimento de 13 anos realizado no Centro de pesquisa da Embrapa Trigo, Sisti et al., (2004) verificaram que, quando a leguminosa no inverno (ervilhaca) foi incluído na rotação de cultura sob manejo de PD e PC com soja, trigo e milho, o acúmulo de C no PD no solo foi muito superior a uma profundidade de 100 cm (aproximadamente 17 Mg C ha⁻¹) do que a uma profundidade de 30 cm (de 5,7 a 9,1 Mg C ha⁻¹), sugerindo uma grande retenção de C na camada de 30-100 cm em Latossolos (Sisti et al., 2004). No presente estudo, não foi observado diferença significativa entre as áreas com utilização de leguminosa de inverno.

Baker et al. (2007) criticaram a grande maioria dos trabalhos publicados nos EUA e outros países que somente amostraram o solo até uma profundidade de 30 cm ou menos. Segundo esse mesmo autor nos poucos trabalhos onde foram retiradas amostras de maiores profundidades, a diferença entre estoques de C no solo entre PD e PC não era significativa.

Trabalho de Boddey et al. (2010) em sistema de plantio direto e convencional, encontrou o acúmulo de C no solo de 0,04 a 0,88 Mg C ha⁻¹ano⁻¹, quando avaliada até 30 cm de profundidade. No entanto, quando os solos foram amostrados até 100 cm de profundidade, a quantidade de C acumulado sob PD foi maior, entre 0,48 e 1,53 Mg C ha⁻¹ ano⁻¹. Porém, neste trabalho, a quantidade de estoque de carbono quase que dobra quando a amostragem é feita entre a camada 30-100 cm em todos os tratamentos concordando com Sisti et al. (2004) e Boddey et al. (2010).

Diekow et al. (2005), conduziram a conclusões semelhantes. Foi avaliado o efeito de três diferentes seqüências de cultivo no estoque de carbono em sistema de PD: aveia-milho, lab-lab/milho ou feijão guandu/milho. Nos tratamentos que tiveram leguminosas durante o verão, o estoque de C no solo até 17,5 cm de profundidade aumentou aproximadamente 8 Mg ha⁻¹ durante os 17 anos de cultivo. Quando a mudança no estoque de C no solo foi avaliada até 107,5cm, o aumento foi de 13,1 e 21,2 Mg C ha⁻¹ para o cultivo milho/lab-lab e milho/guandu, respectivamente.

Entretanto os resultados obtidos no presente estudo, após 13 anos de implantação do experimento, demonstram que o sistema de PD mantém maior estoque de carbono no solo em relação ao sistema de PC, salientando-se a importância da utilização dessas práticas de manejo como contribuinte para o aumento e/ou manutenção de estoque de carbono no solo e, conseqüentemente, uma melhor qualidade do solo.

CONCLUSÕES – As áreas sob sistema de plantio convencional, independentemente do sistema de rotação de cultura, apresentaram resultados inferiores de estoque de carbono em relação ao plantio direto.

REFERÊNCIAS

- BAYER, C.; MARTIN NETO, L; MIELNICZUCK, J; PILLON, C.N.; SANGOI, L. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. *Soil Science Society of America Journal*, v. 65, p. 1473-1478, 2001.
- BAKER, J.M.; OCHSNER, T.E.; VENTEREA, R.T. GRIFFIS, T. J. Tillage and carbon sequestration - hat do we really know? *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v. 118, p.1-4, 2007.
- COSTA, F.S.; BAYER, C.; ZANATTA, J.A.; MIELNICZUK, J. Estoque de carbono orgânico no solo e emissões de dióxido de carbono influenciadas por sistemas de manejo no sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 32, n. 1, p. 323-332, 2008.
- DIEKOW J., MIELNICZUK J., KNICKER H., BAYER C., DICK D.P., KOGEL-KNABNER I. 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*, v.81, p.87-95. 2005.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos, Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária de Solos, Rio de Janeiro, 2006. p. 412.
- LAL, R; FOLLET, R.F.; KIMBLE, J.M. Achieving soil carbon sequestration in the United States: a challenge to policy makers. *Soil Science*, 168, 827-845. 2003.
- MACHADO, P.L.O. de A.; SILVA, C.A. Soil management under no-tillage systems in the tropics with special reference to Brazil. *Nutrient Cycling In Agroecosystems*, v. 61, p.119–130. 2001.
- SÁ, J.C. DE M., CERRI, C.C., DICK, W.A., LAL, R., FILHO, S.P.V., PICCOLO, M.C., FEIGL, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. *Soil Science Society of American Journal*, v. 65, p. 1486-1499. 2001.
- SISTI C.P.J.; SANTOS, H.P. DE; KOCHHANN R.A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, v. 76, p. 39-58, 2004.
- 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.

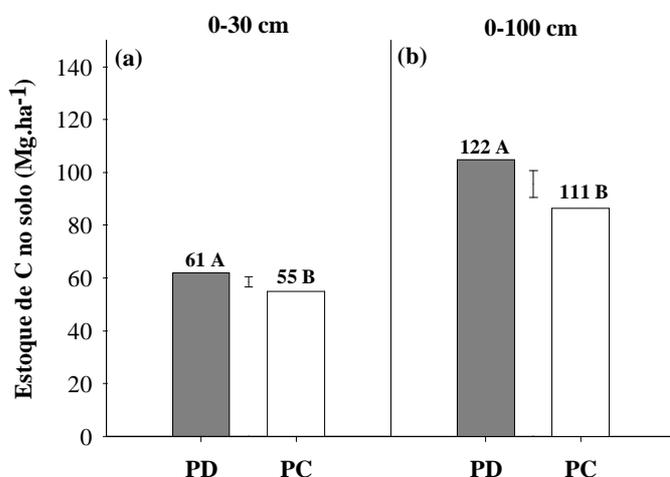


Figura 1: Valores de estoque de carbono (Mg C ha^{-1}), obtido pela media da soma das três rotações de culturas, no sistema de plantio direto (PD) e convencional (PC), nas profundidades de 0-30 cm (a) e de 0-100 cm (b). As barras representam a distância mínima significativa e as letras maiúsculas comparam a diferença entre os sistemas, através do teste LSD- Student, $P < 0,05$, entre o PD e o PC.

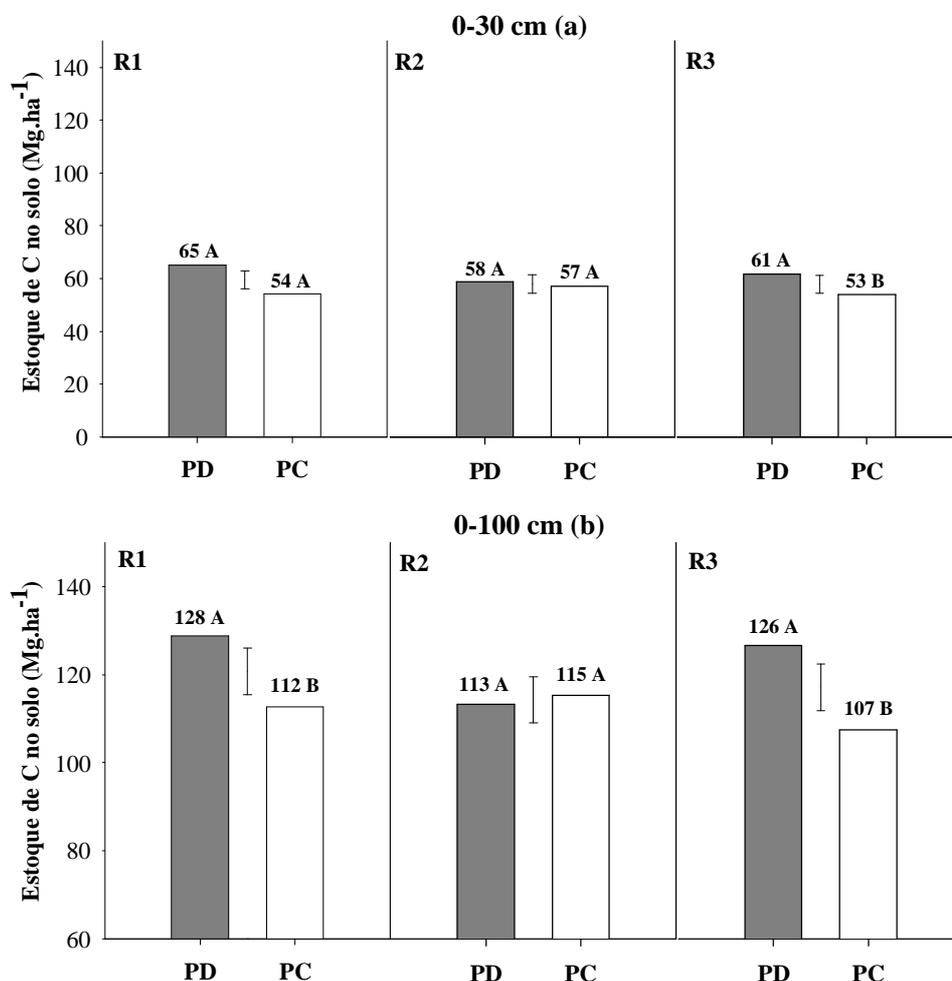


Figura 2: Valores de estoque de carbono (Mg C ha^{-1}), no sistema de plantio direto e convencional em cada rotação de cultura, nas profundidades de 0-30 cm (a) e de 0-100 cm (b). R1 (milho/aveia-soja/aveia-soja/ nabo forrageiro); R2 (milho/tremoço – milho/tremoço- milho/nabo forrageiro) e R3 (milho/trigo – milho/aveia – milho/trigo). As barras representam a distância mínima significativa e as letras maiúsculas comparam a diferença entre os sistemas, através do teste LSD- Student, $P < 0,05$.