
ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO E TEOR DE CARBONO ORGÂNICO EM SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO E CULTIVO MÍNIMO¹

Marlene Cristina de Oliveira Laurindo²; Lúcia Helena Pereira Nóbrega³, Joaquim Odilon Pereira⁴, Dirceu de Melo², Éderson Luiz Laurindo⁵.

RESUMO

Sistemas de manejo conservacionistas do solo têm como objetivo criar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas, possibilitarem controle eficiente da erosão e adequada conservação do solo e da água, devido à minimização dos efeitos erosivos. Contudo, ocorrem modificações na estrutura do solo, necessitando de estudos comparativos para determinar o manejo mais adequado, melhorando a produtividade e economia de recursos naturais e financeiros. Atributos físicos em sistemas de manejo plantio direto (PD) e cultivo mínimo (CM) foram avaliados em área experimental localizada no município de Foz do Iguaçu, região Oeste do Paraná, com histórico de cinco anos sob PD, sendo o solo classificado como NITOSSOLO. As amostras foram coletadas antes da semeadura e após a colheita do trigo para determinação de densidade de partículas, densidade do solo, porosidade total, densidade textural e teor de carbono orgânico do solo nas profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m. Quanto à densidade textural, determinaram-se os valores no estado de limite de saturação (somente água, sem ar) e no limite de retenção de ar e água, correspondentes à faixa de friabilidade (adesão x coesão) e maior estabilidade de agregados para cada profundidade analisada. O sistema PD apresentou maior teor de carbono orgânico e o menor valor de porosidade total na camada de 0,0-0,05 m de profundidade. Os valores de densidade de partículas aumentaram com a profundidade e a porosidade total. O sistema CM apresentou maiores valores de porosidade nas camadas superficiais, porém, contribuiu para redução da porosidade do solo nas camadas de 0,10-0,15 e de 0,15-0,20 m de profundidade.

Palavras-chave: sistema de cultivo, matéria orgânica, densidade do solo.

ABSTRACT

PHYSICAL ATTRIBUTES OF SOIL AND ORGANIC CARBON CONTENT IN NO-TILLAGE AND MINIMUM TILLAGE SYSTEMS¹

Conservationist management systems of soil aim at creating propitious conditions to develop crops, allowing an efficient control of erosion and a correct maintenance of soil and water, due to erosive effects minimization. On the other hand, there are some changes on soil structure which show the importance of comparative studies that determine a better management in order to improve productivity and economy of natural and financial recourses. The physical properties on no-tillage (NT) and minimum tillage (MT) management systems were analyzed in an experimental area in Foz do Iguaçu, Western of Paraná, whose production has been carried out during five years under NT system. It was an Alfisol soil. Samples were collected before wheat seeding and after its crop to registered particles densities, soil density, total porosity, textural density and organic carbon content from soil on the following depths: 0.00-5; 0.05-0.10; 0.10-0.15 and 0.15-0.20m. Textural density supported the answers for determining values concerning the saturation limit status (only water, without air) and water and air retention limit, related to friability range (adhesion x cohesion) and a better stability of aggregated to each analyzed depth. The NT system showed greater organic carbon content and the least result of total porosity at 0.0-0.05m of depth. The particles density results increased with depth and total porosity, while MT system showed greater answers of porosity on upper layers, even though it contributed on reducing soil porosity from 0.10-0.15 and 0.15-0.20m layers of depths.

Keywords: organic matter, soil density, tillage system.

Recebido para publicação em 06/08/2007. Aprovado em 13/09/2009

¹Parte da dissertação de mestrado do primeiro autor. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola – PGEAGRI - Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE – Cascavel, PR

²Mestre em Eng. Agrícola - UNIOESTE;

³ Eng. Agrícola, Prof. UFERSA; e-mail: jodilon@ufersa.br

⁴ Eng. Agrônoma, Profa. Associada, PGEAGRI - UNIOESTE - Cascavel, PR; e-mail: lhpn@unioeste.br

⁵Eng. Agrônomo, Esp. em Gestão Ambiental

INTRODUÇÃO

A busca pela elevada produtividade e melhorias nos atributos físicos, químicos e biológicos do solo faz com que sejam necessários estudos que avaliem os diversos sistemas de manejo.

O solo cultivado sofre alterações em seus atributos físicos por ser resultado de um processo complexo de reações químicas, físicas e biológicas sob a intervenção de fatores como: clima, tempo, seres vivos e a topografia. Dos processos de desagregação e decomposição resulta a fração mineral do solo.

A qualidade do solo foi definida como a capacidade de determinada classe de solo para sustentar a produtividade vegetal e animal, manter ou aumentar a qualidade do ar e da água, e ser suporte para a vida saudável do homem, dentro dos limites de ecossistemas naturais ou manejados (IMHOFF, 2002).

A estrutura do solo é um dos atributos mais importantes para a adaptação das espécies e pode ser avaliada pela densidade do solo, macro e microporosidades, estabilidade de agregados, resistência do solo, permeabilidade, entre outros. Estes atributos podem ser utilizados como indicadores de adensamento, compactação, encrostamento, susceptibilidade à perda da produtividade e degradação ambiental.

O fornecimento contínuo de material orgânico pelos restos culturais e /ou excreções radiculares, cujos subprodutos são constituídos por moléculas orgânicas em diversas fases de decomposição, atua como agente de formação e estabilização dos agregados, proporcionando melhor estruturação do solo. Tais alterações são mais pronunciadas nos sistemas convencionais de preparo que nos conservacionistas, as quais se manifestam, em geral, na densidade do solo, volume e distribuição de tamanho dos poros e estabilidade dos agregados, influenciando na infiltração da água, erosão hídrica e desenvolvimento das plantas.

Se o cultivo intensivo é o responsável pela degradação da estrutura do solo, por facilitar a ação dos elementos, clima, homem e máquinas, sua redução com o acúmulo de resíduos orgânicos na superfície do solo, provavelmente, reverterá tal situação (CORSINI & FERRAUDO, 1999).

A matéria orgânica do solo provém, em quase sua totalidade, de resíduos vegetais cuja composição média varia entre as diferentes espécies de vegetais e, dentro da mesma espécie, com a idade e nutrição da planta.

Um dos atributos afetados pela matéria orgânica é a

densidade do solo, relação entre a massa e volume. Quanto maior o número de poros (macroporos) o solo apresentar, menor será sua densidade. A matéria orgânica tem o poder de flocular o solo, abrir espaços e, evitar a compactação, por isso, diminui a massa em relação ao volume. Ademais, a matéria orgânica, em si, tem densidade menor do que a matéria mineral.

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar os atributos físicos e o teor de matéria orgânica do solo por meio da densidade do solo, densidade de partículas, teor de carbono orgânico e porosidade total do solo em sistemas de manejo conservacionistas.

MATERIAL E MÉTODO

O trabalho foi conduzido no ano agrícola de 2004/2005, no município de Foz do Iguaçu, região Oeste do Paraná, cujas coordenadas geográficas são: 25° 26' 41,3" de latitude sul e 54° 29' 22,7" de longitude oeste e altitude de 24 m. O clima da região é temperado, mesotérmico e superúmido, com precipitação anual em torno de 1.800 mm anuais e temperatura média anual de 25°C. Pela classificação de Köppen, o clima é Cwa (clima tropical de altitude, com inverno seco e temperatura do mês mais quente maior que 22°C), conforme Pereira et al. (2002).

O solo foi classificado como um NITOSSOLO, com textura argilosa e relevo plano (EMBRAPA, 1999).

O experimento foi instalado em área de 2.000 m² com histórico de cinco anos de plantio direto, sendo anteriormente sob sistema convencional, com cultivo sucessivo de trigo no inverno e soja no verão, sem rotação de culturas.

A área experimental apresentava homogeneidade das condições ambientais e do material experimental, localizada em topografia plana, sem variação do tipo de solo e técnicas de manejo. A parcela trabalhada foi locada no centro do terreno para descartar os prováveis efeitos de bordadura.

Foram efetuados dois tratamentos, o primeiro plantio direto e o segundo cultivo mínimo, com mobilização por meio de escarificação a 0,20 m de profundidade. Antes da semeadura da cultura do trigo foram coletadas amostras para determinação da densidade do solo, matéria orgânica e porosidade total do solo.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial dois fatores (dois sistemas de manejo (PD e CM) e quatro profundidades de amostragem (0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m).

Após colheita, foi analisado somente o sistema de manejo cultivo mínimo, com 16 repetições para densidade do solo

e quatro repetições para teor de carbono orgânico, em delineamento experimental inteiramente casualizado.

O experimento foi instalado em parcelas com área de 1.000 m² (20 x 50 m). As parcelas sob sistema plantio direto estavam distantes 10 m das parcelas sob cultivo mínimo.

A mobilização superficial do solo no sistema cultivo mínimo foi realizada 15 dias antes da sementeira do trigo, na profundidade de 0,20 m, com um trator marca Ford modelo 6610, a velocidade de 6 km h⁻¹ e escarificador do tipo bico de pato, com cinco hastes.

Foi implantada a cultura do trigo no inverno, sendo efetuados a sementeira, adubação e os tratamentos fitossanitários de acordo com as recomendações agrônomicas para a cultura.

Foram avaliados a densidade do solo e o teor de matéria orgânica antes e após a sementeira do trigo. A densidade de partículas e a porosidade total foram avaliadas somente antes da sementeira no sistema plantio direto, devido ao fato de estarem ligadas ao teor de matéria orgânica, o qual muda lentamente no decorrer do tempo, sem diferir entre os sistemas de cultivo.

A determinação da granulometria foi obtida por amostras coletadas ao acaso, antes da mobilização do solo com escarificação, caracterizando toda a área experimental. As amostras de solo foram coletadas nas profundidades 0,0-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m.

Foram coletadas amostras em quatro pontos das parcelas, aleatoriamente, para determinação da densidade do solo, porosidade total e granulometria, gerando 16 repetições. Para densidade de partículas e teor de matéria orgânica, as amostras foram compostas, coletadas em quatro pontos e misturadas nas profundidades correspondentes, gerando amostras compostas com quatro repetições, totalizando 16

amostras.

A densidade do solo foi determinada pelo método do anel volumétrico (EMBRAPA, 1997), com quatro repetições para cada profundidade. A determinação da porosidade total do solo foi segundo Stengel (1983).

Para porosidade total considerou-se todos os poros existentes no solo, macro e microporos, sendo expressa pela equação:

$$P_T = 1 - \rho_s / \rho_p \tag{1}$$

em que

P_T = porosidade total (%);

ρ_s = densidade do solo (g cm⁻³);

ρ_p = densidade de partículas (g cm⁻³).

As médias para os sistemas de cultivo foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de significância, usando o programa ESTAT (UNESP, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise granulométrica do solo apresentou textura argilosa com teores de argila que variaram de 59 a 65 %, silte de 20 a 24 % e areia de 14 a 16 % (Quadro 1).

Observou-se aumento da porcentagem de argila nas profundidades amostradas, concordando com os obtidos por Centurion *et al.* (2004), que observaram aumento significativo da argila com a profundidade amostrada, independentemente do manejo da entrelinha adotado, o que pode ser reforçado por Fuller *et al.* (1995), que observaram a alteração no conteúdo de eluviação da argila com manejo intenso do solo cultivado com cana-de-açúcar.

Quadro 1. Teores de argila, silte e areia, em porcentagem, nas profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,15 m. Foz do Iguaçu – 2004/2005

Frações do solo (%)	Profundidades (m)		
	0,0 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15
Argila	59	65	65
Silte	24	20	20
Areia	16	14	14

No Quadro 2 observa-se que os maiores valores de densidade do solo são encontrados no sistema de cultivo mínimo com exceção da profundidade de 0,0-0,05 m, que apresentou o menor valor ($1,10 \text{ g cm}^{-3}$). Porém, sem diferença significativa entre os tratamentos. Essa redução pode ser explicada pela mobilização superficial que o solo sofreu. Observa-se também aumento da densidade do solo em função de sua profundidade. Tais observações estão em conformidade com o encontrado por Corsini & Ferraudo (1999), que verificaram que as operações de preparo do solo diminuem os valores de densidade do solo nas camadas superficiais e aumentam nas camadas inferiores.

Segundo Medolo et. al. (2008) não há consenso entre os autores sobre o nível crítico da densidade do solo (valor acima do qual o solo é considerado compactado). Camargo & Alleoni (1997) consideraram crítico o valor de $1,55 \text{ kg dm}^{-3}$ em solos franco-argilosos a argilosos. De Maria et al. (1999) constataram que, na densidade do solo acima de $1,2 \text{ kg dm}^{-3}$, no Latossolo Roxo, ocorre restrição ao desenvolvimento de raízes quando o solo estiver na capacidade de campo, o que caracteriza um estado de compactação do solo. Queiroz - Woltans et al. (2000), avaliando o efeito da compactação do solo na anatomia da raiz e no desenvolvimento de dois cultivares de soja, constataram que valores de densidade do solo abaixo de $1,5 \text{ kg dm}^{-3}$ não afetaram o desenvolvimento dos cultivares. As médias de densidade do solo para os dois sistemas de cultivo ficaram bem próximas ao nível crítico observado no Latossolo Roxo.

Considerando o valor de $1,2 \text{ g cm}^{-3}$ utilizado para Latossolo

Roxo, somente a camada com 0,00-0,05 m de profundidade do sistema cultivo mínimo estaria abaixo do limite considerado crítico para o desenvolvimento das raízes.

O menor valor observado de densidade do solo, em relação à profundidade de 0,00-0,05 m, no sistema de cultivo mínimo, diferiram das observações de Costa *et al.* (2003), que avaliaram um Latossolo Bruno aluminico câmbico, com classe textural argilosa a muito argilosa, sob plantio direto e convencional cultivados com a sucessão soja/trigo e concluiu que o solo sob plantio direto apresentou melhores condições estruturais, evidenciadas, principalmente, pela redução da densidade do solo em subsuperfície e pelo aumento da estabilidade de agregados na camada superficial do solo. A redução da densidade indica melhoria na qualidade física do solo decorrente, possivelmente, da atividade da fauna e de raízes, as quais atuam na formação de bioporos. Em longo prazo, é possível que o acúmulo de matéria orgânica e a redução do tráfego de máquinas contribuam para diminuir a densidade do solo no sistema de plantio direto, porém, neste trabalho não foi possível a avaliação em longo prazo.

Ao se analisar o Quadro 3, observa-se aumento da densidade do solo com o aumento da profundidade. Anterior à semeadura, o menor valor encontrado foi de $1,10 \text{ g cm}^{-3}$ na profundidade de 0,00 - 0,05 m.

O contrário foi observado nas profundidades amostradas após a colheita, em que se verificou a redução da densidade do solo nas camadas mais profundas, sendo o menor valor encontrado na camada de 0,15-0,20 m

Quadro 2. Valores de densidade do solo (g cm^{-3}) nas profundidades de 0,0-0,05, 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20 m, em função dos sistemas de cultivo. Foz do Iguaçu – 2004/2005

Sistema de cultivo	Profundidades (m)				Médias
	0,00 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	
PD	1,12	1,28	1,32	1,28	1,29A
CM	1,10	1,37	1,37	1,31	1,28A
Médias	1,20a	1,27a	1,33a	1,33a	
MG = 1,18; DP = 0,12; CV = 9,19%					

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

MG = média geral; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Quadro 3. Valores de densidade do solo (g cm^{-3}) nas profundidades de 0,0-0,05, 0,05-0,10; 0,10-0,15; 0,15-0,20 m, antes da semeadura e após a colheita do trigo. Foz do Iguaçu – 2004/2005

Época de amostragem	Profundidades (m)				Médias
	0,00 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	
AS	1,10	1,37	1,37	1,31	1,28A
AC	1,43	1,49	1,32	1,16	1,08B
Médias	1,20a	1,27a	1,33a	1,33a	
MG = 1,18; DP = 0,18; CV = 15,87%					

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

MG = média geral; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação.

Os valores de densidade de partículas (Quadro 4) não foram comparados entre os sistemas de manejo devido ao fato do solo apresentar a mesma constituição mineralógica e a densidade de partículas não ser influenciada por alterações mecânicas.

Segundo Alvarenga, Guimarães & Mourão Junior (2001), a densidade de partículas é influenciada pelo teor de matéria orgânica, sendo que esse teor, em solo cultivado, muda lentamente com o tempo, em função do uso e do manejo.

Os maiores valores de densidade de partículas foram observados na camada de 0,15 a 0,20 m (2,68 g cm⁻³), sendo que a média de densidade de partículas foi 2,51 g cm⁻³.

No Quadro 5, observam-se os maiores valores de porosidade total do solo nas camadas de 0,0-0,05 m e 0,15-0,20 m, nos dois sistemas de cultivo, mas sem diferir estatisticamente.

O menor valor de porosidade total foi apresentado pelo sistema plantio direto na camada de 0-5 m, concordando com Stone & Silveira (1999); Tormena *et al.* (2002); Cruz, Pauletto & Flores (2003); Falleiro *et al.* (2003), cujas conclusões mostraram que o arrançamento natural do solo pelo seu não revolvimento, a movimentação de máquinas e implementos agrícolas ocasiona redução da porosidade total, na camada superficial.

O revolvimento do solo pela escarificação, no sistema cultivo mínimo, não garantiu aumento da porosidade total em todas as profundidades, esses aumentos só foram observados nas camadas de 0-5 e 15-20 m de profundidade.

Nas camadas ou profundidades de 10-15 e 15-20 m houve aumento na porosidade total, fato também observado para o

sistema cultivo mínimo. Tais observações concordaram com as realizadas por Theodoro *et al.* (2002) que observaram redução da porosidade total do solo com o revolvimento, devido à oxidação dos compostos orgânicos do solo, os quais perdem a ação cimentante de agregados. Outro fator é o adensamento ou compactação, esmagamento, pulverização, fragmentação ou suspensão dos agregados pela ação física dos implementos.

O aumento da porosidade por ocasião do preparo do solo é observado apenas na camada de 0,0-0,05 m. As camadas mais profundas apresentaram valores menores de porosidade total, quando comparadas com o sistema plantio direto. Esses valores não concordam com os de Corsini & Ferraudo (1999), ao mostrarem que ocorreu aumento da porosidade quando realizado o preparo do solo.

Não houve diferença significativa entre os sistemas de preparo e as profundidades estudadas, concordando com Alves & Suzuki (2004).

No Quadro 6 (não pode ser apresentado antes do Quadro 5?????) são apresentados os valores médios de porosidade do solo (%) no sistema de cultivo mínimo após a colheita da cultura do trigo. Os valores de porosidade total foram maiores na camada de 0,00–0,05 m, porém reduziram na camada de 0,05 – 0,10 m e novamente aumentaram nas camadas de 0,10 - 0,15 e 0,15-0,20 m. O mesmo fato pode ser observado no Quadro 5.

As amostras coletadas antes da semeadura da cultura do trigo apresentaram maior valor (54%) de porosidade total na camada 0,00-0,05 m, após a colheita. O maior valor antes da colheita foi observado na camada de 0,15-0,20 m (57 %). Houve diferença significativa entre as épocas de amostragem.

Quadro 4. Valores de densidade de partículas do solo (g cm⁻³) nas profundidades de 0,00-0,05; 0,05-0,10; 0,10-0,15 e 0,15-0,20 m antes da semeadura do trigo. Foz do Iguaçu – 2004/2005

	Profundidades (m)			
	0,00 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20
Densidade de partículas	2,41	2,41	2,57	2,68

Quadro 5. Valores de porosidade total do solo (%) nas profundidades de 0,00 - 0,05; 0,05 - 0,10; 0,10 - 0,15; 0,15 - 0,20 m no sistema plantio direto cultivo mínimo antes da semeadura da cultura do trigo. Foz do Iguaçu – 2004/2005

Sistema de cultivo	Profundidades (m)				Médias
	0,00 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	
PD	53	47	49	52	49A
CM	54	43	47	51	48A
Médias	45				
MG = 48; CV(%) = 8,35 ; DP = 0,40					

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

MG = média geral; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação

Quadro 6. Valores de porosidade total do solo (%) nas profundidades 0,00-0,05; 0,05 - 0,10; 0,10 - 0,15; 0,15 - 0,20 m no sistema de cultivo mínimo após a colheita da cultura do trigo. Foz do Iguaçu – 2004/2005

Sistema de cultivo	Profundidades (m)				Médias
	0,00 – 0,05	0,05 – 0,10	0,10 – 0,15	0,15 – 0,20	
AS	54	43	47	51	57A
AC	41	38	48	57	49B
Médias				54	
MG = 53 ; CV(%) = 14,22; DP = 0,75					

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, e minúsculas, na mesma linha, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

MG = média geral; DP = desvio padrão; CV = coeficiente de variação

Os maiores teores de carbono orgânico foram observados no sistema plantio direto, antes da semeadura do trigo, na camada de 0,00 - 0,05 m (Figura 1), os quais podem ser explicados pelo processo de imobilização e mineralização da matéria orgânica. Quando ocorre a decomposição da palha por microrganismos, há liberação de compostos simples e energia, que é, em parte, utilizada para o próprio metabolismo e reprodução dos microrganismos e provoca aumento da biomassa no solo, imobilizando parte dos nutrientes que estavam contidos nos resíduos. O aumento da biomassa representa a imobilização temporária dos nutrientes que passam a fazer parte dos tecidos microbianos.

Nas camadas de 0,00 – 0,05 e 0,05 - 0,10 m, os valores de carbono orgânico apresentaram maior uniformidade; nas camadas de 0,10 – 0,15 e 0,15 – 0,20 m observa-se maior variação entre os valores médios. Os dados estão em conformidade com Muzzilli (2002), o qual destacou que os maiores valores de carbono orgânico, nas camadas superficiais, podem ser explicados pelas quantidades de carbono e nitrogênio existentes nos resíduos orgânicos, mantidos na superfície do solo, quando a cobertura é

realizada com resíduos vegetais de alta relação C/N, como o trigo, cultivado neste trabalho.

Nos dois sistemas de cultivo, o teor de carbono orgânico do solo sofreu pequena variação, em consonância com as observações de Alvarenga, Guimarães & Mourão Junior (2001), para os quais o teor de carbono orgânico muda lentamente em função do uso e manejo do solo.

Quando comparada às taxas de carbono orgânico após a colheita do trigo, nos dois sistemas de cultivo, observa-se redução dos teores no sistema cultivo mínimo, concordando com as reduções dos teores de carbono do solo em profundidade, obtidos por Freitas *et al.* (2002), sendo pequenas as diferenças na profundidade de 0,0-0,20 m, em ambos os sistemas de cultivo.

O sistema cultivo mínimo apresentou valores menores para o teor de carbono orgânico, por que o revolvimento do solo favorece a maior taxa de oxidação do carbono orgânico, cujo resultado é a diminuição do teor no solo (CORREIA, 2002).

Os valores médios encontrados de carbono orgânico do solo foram 19,13 g dm⁻³ e 17,81 g dm⁻³, respectivamente, para os sistemas plantio direto e cultivo mínimo

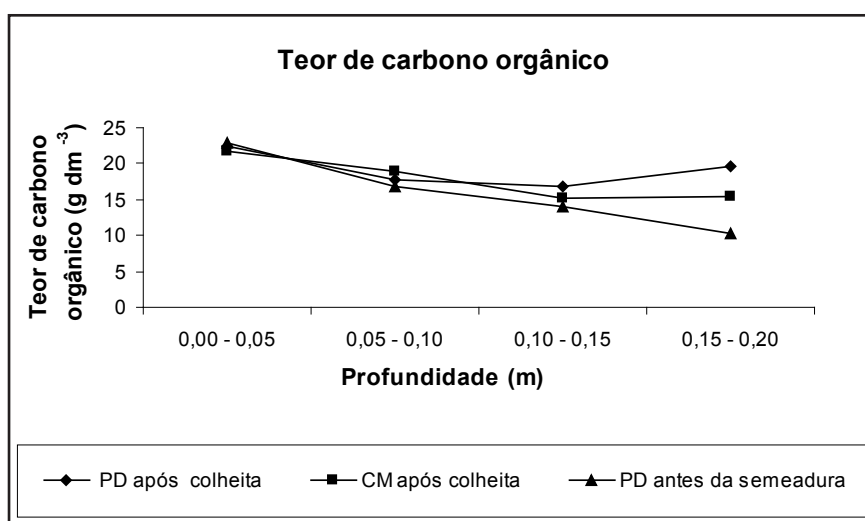


Figura 1. Valores de carbono orgânico no solo (g dm⁻³) nas profundidades de 0-5; 5-10; 10-15 e 15-20 cm, no sistema de plantio direto antes da semeadura e cultivo mínimo após a colheita do trigo

CONCLUSÕES

- A mobilização do solo, no sistema cultivo mínimo, acarretou a diminuição dos valores de densidade do solo nas camadas superficiais e o aumento nas camadas inferiores.
- No sistema plantio direto, o teor de carbono orgânico não variou entre as épocas (antes da semeadura e a colheita do trigo), enquanto que o sistema cultivo mínimo apresentou diminuição do teor. Como o teor de carbono orgânico muda lentamente com o decorrer do tempo, a pouca diminuição deve ser considerada a longo prazo, pois a duração deste experimento foi de apenas uma safra.
- Com o aumento da profundidade, há aumento da densidade de partículas.
- O sistema cultivo mínimo, com exceção para a camada de 0,0-0,05 m, promoveu o aumento dos valores de densidade do solo. A mesma comporta-se de forma diferente em função da profundidade, sofrendo aumento com o aumento da profundidade; porém, isso não é igual no início e final do ciclo da cultura, em qual se observa inversão do comportamento.
- O manejo do solo acarreta modificações nas propriedades físicas, químicas, como observado neste trabalho, e também nas propriedades biológicas. Essas alterações ocorrem ao longo do tempo e a velocidade das mudanças depende das condições locais, da cultura, do histórico da área, tipo de solo e clima, além de outros.
- Experimentos como este, são importantes quanto ao aspecto imediato das modificações que podem surgir, no entanto, há necessidade de acompanhamento ao longo dos anos, o que nem sempre é possível em se tratando de propriedades particulares, não destinadas à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R.C.; CRUZ, J.C.; NOVOTNY, E.H. Manejo de solo: plantas de cobertura de solo. Disponível em: <http://www.paginarural.com.br/artigosdetalhes.asp?subcategoriaid=10&id=720>. Acesso em 13/05/2009.

ALVES, M.C.; SUZUKI, L.E.A.S. Influência de diferentes sistemas de manejo do solo na recuperação de suas propriedades físicas. *Acta Scientiarum*. Agronomy. Maringá, v.26, n.1, p.27-34, 2004.

CAMARGO, O.A. & ALLEONI, L.R.F. **Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas**. Piracicaba,

Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 132p.

CENTURION, J.F.; ROQUE, C.G.; CENTURION, M.A.P.C.; PRADO, R.M. Manejo mecânico e cultura de cobertura na entrelinha da seringueira e os atributos físicos de uma Latossolo Vermelho no planalto paulista. *Revista Árvore*. Viçosa, v.28, n.1, p.7-13, 2004.

CORRÊA, J.C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de uma Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v. 37, n.2, p.203-209, 2002.

CORSINI, P.C.; FERRAUDO, A.S. Efeitos de sistemas de cultivo na densidade e macroporosidade do solo e no desenvolvimento radicular do milho em Latossolo roxo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. Brasília, v.34, n.2, p.289-298, 1999.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBERTO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional. *Revista Brasileira Ciência do Solo*. Viçosa, v.27, n.3, 2003.

CRUZ, A.C.R.; PAULETTO, E.A; FLORES, C.A; SILVA, J.B. Atributos físicos e carbono orgânico de um Argissolo Vermelhosob sistemas de manejo. *Revista Brasileira Ciência do Solo*. Viçosa, v.27, n.6, p.1-5, 2003. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832003000600015&lng=pt&nrm=isso&tlng=pt. Acesso em: 15/07/2005.

DE MARIA, I.C.; CASTRO, O.M. & DIAS, H.S. Atributos físicos do solo e crescimento radicular de soja em Latossolo Roxo sob diferentes métodos de preparo do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, n.23, p. 703-709, 1999.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, 2 ed., p. 212, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA-EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, p. 1-412, 1999.

- FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W.; SEDIYAMA, C.S.; SILVA, A; FAGUNDES, J.L. **Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. Revista Brasileira Ciência do Solo. Viçosa, v.27, p.1097-1104, 2003.**
- FREITAS, P. L.; BLANCANEAU, P.; GAVINELLI, E.; LARROUY, M. C. L.; FELLER, C. **Nível e natureza do estoque orgânico de latossolos sob diferentes sistemas de uso e manejo. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 35, n.1, p.157-170, jan. 2000.**
- FULLER, L. G.; GOH, T. B.; OSCARSON, D. W. **Cultivation effects on dispersible clay of soil aggregates. Canadian Journal of Soil Science, v. 75, p. 101-107, 1995.**
- IMHOFF, S. D. C. **Indicadores de qualidade estrutural e trafegabilidade de latossolos e argissolos vermelhos. Piracicaba, 2002. 94 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Setor de Solos e Nutrição de Plantas. Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz.**
- MODOLO, A.J.; FERNANDES, H.C.; NAIME, J.M.; SCHAEFER, C.E.G.R.; SANTOS, T.N.; SILVEIRA, J.C.M.; **Avaliação do ambiente solo-semente por meio da tomografia computadorizada. Revista. Brasileira Ciência do Solo, Viçosa, v.32. p 525-532, 2008.**
- MUZZILLI, O. **Manejo da matéria orgânica no sistema de plantio direto: A experiência no Estado do Paraná. Palestra apresentada no 3º Simpósio sobre Rotação soja/milho no plantio direto, Promovido pela POTAFOS, Piracicaba, julho/2002. Informações Agronômicas. n.100, 2002.**
- PEREIRA, A.R.; ALGELOCCI, R.L.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: Fundamentos e Aplicações práticas. 1 ed. Guaíba: Agropecuária, 2002.**
- QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; NOGUEIRA, S.S.S. & MIRANDA, M.A.C. **Aspectos da estrutura da raiz e do desenvolvimento de plantas de soja em solos compactados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35 , p.929-938, 2000.**
- STENGEL, P. **Analyse de la porosite. Seminare CEE-agrimed. 14-18 MARS, 1983.**
- STONE, L.F.; SILVEIRA, P.M. **Efeitos do sistema de preparo na compactação do solo, disponibilidade hídrica e comportamento do feijoeiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v. 34, n.1, p.83-91, 1999.**
- THEODORO, V.C.A.; ALVARENGA, M.I.N.; GUIMARÃES, R.J.; MOURÃO JUNIOR, M. **Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho-Escuro sob mata nativa e sistemas de produção de café orgânico, em conversão e convencional. Planeta orgânico. Disponível em: <http://www.planetaorganico.com.br/trabVanessa2.htm>. Acesso em: 20/04/06.**
- TORMENA, C.A; BARBOSA, M. C.; COSTA, A.C. S.; GONÇALVES, C.A. **Densidade, porosidade e resistência a penetração em Latossolo cultivado sob diferentes sistemas de manejo. Scientia Agrícola. Piracicaba, v.59, n.4, p.795-801, 2002.**