

EFEITO DE SISTEMAS DE PLANTIO DIRETO SOBRE A MATÉRIA ORGÂNICA EM LATOSSOLO VERMELHO AMARELO DO SUDESTE PARAENSE

Eduardo Jorge Maklouf Carvalho¹, Carlos Alberto Costa Veloso¹, Luís de Souza Freitas², Moacir Azevedo Valente¹, Austrelino Silveira Filho¹

1. INTRODUÇÃO

A produção agrícola e a qualidade ambiental nas regiões tropicais e subtropicais brasileiras dependem diretamente da manutenção e melhoramento dos atributos do solo, onde a construção e a preservação da matéria orgânica se destaca como elemento-chave, principalmente, quando se refere a diferentes sistemas de cultivos praticados nas propriedades rurais com vários tipos de solos.

Uma das características marcantes do sistema de cultivo em plantio direto (SPD) é o aumento do teor de matéria orgânica na camada superficial do solo com o decorrer do tempo de sua implantação. A ausência do uso de máquinas e implementos agrícolas para preparo do solo e a quantidade e qualidade, tanto dos resíduos das culturas de interesse econômico em rotação ou sucessão, como das plantas de coberturas ao longo dos anos, acarretam um aumento gradual no teor de matéria orgânica, notadamente na camada superficial (0-10 cm), Lopes et al. (2003).

O aumento nos estoques de matéria orgânica 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. Portanto, este aumento nos teores de matéria não ocorre nos primeiros anos de adoção do sistema plantio direto, mais sim, após seis ou sete anos de início de sua implantação.

A elevação do teor de matéria orgânica nas camadas superficiais do solo é uma consequência não somente de sua mineralização mais lenta no sistema plantio direto em relação ao sistema plantio convencional, devido ao menor contato com o solo, o que retarda a ação dos microorganismos responsáveis por este processo, mais também, pela maior adição de fitomassa das culturas em rotação e/ ou, sucessão e pela diminuição do ataque de microorganismos e de seus complexos enzimáticos.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de sistemas de manejo sobre a matéria orgânica em área de cerrado no Município de Redenção, Região sudeste do Estado do Pará.

¹ Pesquisador da Embrapa Amazônia Oriental, Caixa postal 48, Belém – Pará. maklouf@cpatu.embrapa.br, mvalente@cpatu.embrapa.br, veloso@cpatu.embrapa.br, sarmanho@cpatu.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo. M.Sc. Estudante de Pós-Graduação da FCAP, Caixa Postal 917, CEP 66077-530. Belém, PA

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área da fazenda Modelo, situada na mesorregião do sudeste paraense, município de Redenção, no período compreendido entre janeiro de 2000 e junho de 2002, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, textura argilosa, cuja amostragem, anterior à instalação do experimento, foi efetuada na camada de 0 a 20 cm de profundidade, cujas características químicas e físicas apresentaram os seguintes resultados: pH (H₂O) = 4,6; M.O.= 27,5 g/kg; P= 1,0 mg.dm⁻³; e os cátions trocáveis, em mmol_c.dm⁻³, K = 0,8; Ca²⁺ =4,0; Mg²⁺=2,0; Al³⁺ =4,0; H + Al=6,2. A análise granulométrica em g.kg⁻¹, Areia=240,0; Silte=180,0; Argila=580,00.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro tratamentos, e três repetições, sendo o T1 (plântio direto: conduzido com soja/milho em rotação na palhada de milheto), T2 (plântio direto: conduzido com milho/soja, em rotação na palhada de milheto), T3 (plântio convencional: conduzido com rotação de soja/milho), T4 (plântio convencional conduzido com o monocultivo de soja) e a área de cerrado natural, serviu como comparação para as médias dos resultados.

O experimento foi conduzido com esquema de parcela subdividida ("Split plot"), onde as parcelas constituíram os tratamentos e as subparcelas as profundidades de coleta de amostragem. As áreas das parcelas foram dimensionadas em 100 m x 36,50m (3.650m²), sendo as ruas de 5 m entre parcelas e de 10 m entre blocos. Foram coletadas amostras deformadas, em cinco profundidades: 0-5, 5-10, 10-20, 20-30 e 30-50 cm.

A determinação da matéria orgânica foi realizada, no Laboratório de Solos da Embrapa Amazônia Oriental, utilizando o método Walkley-Black (oxidação do carbono orgânico por dicromato na presença de ácido sulfúrico concentrado), de acordo com o Manual de Métodos de Análises do Solo (Embrapa, 1997). As médias obtidas foram submetidas à análise de variância (ANAVA) e comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5 % de probabilidade, utilizando o programa SISVAR.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios de teores de matéria orgânica, em diferentes profundidades, para os tratamentos e anos agrícolas estudados, variaram de 12,96 a 24,33 g.kg⁻¹ de solo na área de cerrado natural de 10,77 a 32,38 g.kg⁻¹ de solo no plântio direto e de 15,71 a 29,65 g.kg⁻¹ de solo no plântio convencional, sendo os teores mais elevados na camada de 0-5 cm de profundidade (Tabela 1 e 2).

A análise estatística desses dados, mostrou que só ocorreram diferenças significativas ao nível de 5 % de probabilidade pelo teste de Scott-Knott, para os desdobramentos tratamento *profundidade* ano (p no sentido das colunas-ano 2000; P no sentido das colunas-ano 2002).

Com relação aos tratamentos, dentro de cada ano e profundidade, apesar de não terem ocorrido diferenças estatísticas significativas, pelo teste e nível de significância utilizado, observa-se uma tendência de valores maiores nos tratamentos em plântio direto, nas camadas mais superficiais, e a inversão dessa tendência nas camadas mais profundas no sistema convencional devido à incorporação dos restos vegetais com o preparo do solo, o que não ocorre no sistema plântio direto.

Tabela 1. Valores médios de Matéria Orgânica (g.kg⁻¹), em diferentes profundidades, para o sistema Plantio Direto, referentes aos anos 2000 e 2002, no município de Redenção - PA.

Prof. (cm)	Ano	Cerrado Natural	Tratamentos			
			Plantio Direto (PD)		Média PD	
			soja/milho/soja	milho/soja/milho		
0-5	2000	24,33	32,81 a ₁ A ₁ p ₁	31,95 a ₁ A ₁ p ₁	32,38	
	2002		28,52 a ₁ A ₁ P ₁	26,85 a ₁ A ₁ P ₁	27,68	
5-10	2000	23,53	29,82 a ₁ A ₁ p ₁	30,52 a ₁ A ₁ p ₁	30,17	
	2002		26,76 a ₁ A ₁ P ₁	23,63 a ₁ A ₁ P ₁	25,29	
10-20	2000	18,94	28,33 a ₁ A ₁ p ₁	27,69 a ₁ A ₁ p ₁	28,01	
	2002		23,31 a ₁ A ₁ P ₁	20,88 a ₁ A ₁ P ₁	22,09	
20-30	2000	14,36	2,58 a ₁ A ₁ p ₂	14,82 a ₁ A ₁ p ₂	13,70	
	2002		19,22 a ₁ A ₁ P ₂	14,93 a ₁ A ₁ P ₂	17,07	
30-50	2000	12,96	10,57 a ₁ A ₁ p ₂	10,97 a ₁ A ₁ p ₂	10,77	
	2002		13,18 a ₁ A ₁ P ₂	11,65 a ₁ A ₁ P ₂	12,41	

As médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas em cada ano e maiúscula nas colunas não apresentam diferença significativa ao nível de 5%, pelo teste de Scott-Knott.

Tabela 2. Valores médios de Matéria Orgânica (g.kg⁻¹), em diferentes profundidades, para o sistema Plantio convencional, referentes aos anos 2000 e 2002, no município de Redenção - PA.

Prof. (cm)	Ano	Cerrado Natural	Tratamentos			
			Plantio convencional (PC)		Média PC	
			soja/milho/soja	monocultura/soja		
0-5	2000	24,33	30,52 a ₁ A ₁ p ₁	28,79 a ₁ A ₁ p ₁	29,65	
	2002		24,54 a ₁ A ₁ P ₁	21,94 a ₁ A ₁ P ₁	23,24	
5-10	2000	23,53	30,06 a ₁ A ₁ p ₁	27,69 a ₁ A ₁ p ₁	28,87	
	2002		23,62 a ₁ A ₁ P ₁	19,22 a ₁ A ₂ P ₁	21,42	
10-20	2000	18,94	29,36 a ₁ A ₁ p ₁	21,09 a ₁ A ₁ p ₁	25,22	
	2002		23,36 a ₁ A ₁ P ₁	19,61 a ₁ A ₁ P ₁	21,48	
20-30	2000	14,36	22,06 a ₁ A ₁ p ₂	17,93 a ₁ A ₁ p ₂	19,99	
	2002		22,19 a ₁ A ₁ P ₁	17,52 a ₁ A ₁ P ₁	19,85	
30-50	2000	12,96	18,50 a ₁ A ₁ p ₂	12,93 a ₁ A ₁ p ₂	15,71	
	2002		17,71 a ₁ A ₁ P ₁	15,30 a ₁ A ₁ P ₁	16,50	

Trabalhos realizados por Falleiro, et al. (2003) e Maria (2003), apresentam resultados semelhantes onde os teores de matéria orgânica são superiores na camada de 0-5 cm de profundidade no tratamento plantio direto, em relação aos demais tratamentos e, ou, profundidades de amostragens, devido ao não

revolvimento do solo e à permanência dos resíduos culturais na sua superfície do solo.

D' Andréa et al., (2004), em trabalhos desenvolvidos em região de cerrados encontraram resultados semelhantes aos deste estudo, com redução dos teores de matéria orgânica em profundidade e falta de significância na comparação de sistemas de manejo, principalmente na superfície do solo. Resultados apresentados por Freitas et al. (2000) e Freixo et al. (2002), também estão de acordo com os deste estudo.

A análise global desses resultados, mostra que ocorreu diminuição nos teores dessa variável em profundidade, com diferenças estatísticas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm, as quais apresentaram valores superiores de matéria orgânica quando comparadas com as profundidades de 20-30 e 30-50 cm, independente do tratamento utilizado e do tempo de cultivo.

Esse maior teor de matéria orgânica nas três primeiras camadas superficiais, principalmente, no sistema de cultivo em plantio direto (SPD), está diretamente relacionado com a deposição de resíduos vegetais e animais que a matéria orgânica representa (CARVALHO,1994), bem como pela natureza superficial das raízes da maioria dos vegetais (SANCHES, 1981).

De acordo com Haridasan (1998), o acúmulo de matéria orgânica, em cerrado natural, é devido à lenta decomposição do litter acumulado na superfície que pode chegar até 6,8 t.ha⁻¹ de litter. Este pequeno acúmulo de matéria orgânica no cerrado é explicado por Lopes et al.(2003), afirmando que nestes solos o período de estiagem prolongada, o pH ácido e a baixa disponibilidade de nutrientes, reduzem a taxa de mineralização da matéria orgânica. É importante salientar que o manejo inadequado e o cultivo intensivo contínuo do solo, notadamente, neste tipo de sistema, pode acarretar a redução da matéria orgânica a níveis baixíssimos em poucos anos de cultivo.

Quando se compara os conteúdos médios de matéria orgânica, pode-se averiguar que tanto o sistema de manejo em plantio direto como o convencional apresentaram maiores teores de matéria orgânica que no cerrado natural, tanto em profundidade, como durante os anos de estudo, porém, pode-se observar que o plantio direto (SPD), foi o sistema que acumulou maiores teores de matéria orgânica, principalmente, nas profundidades de 0-5 cm; 5-10 cm e 10-20 cm, melhor ilustrado na (Figura 1). Estes resultados estão de acordo com os que foram obtidos no trabalho realizado por Perez et al., (2004).

Oliveira et al. (2002), afirmam que a adição de palhada e o acúmulo de matéria orgânica durante os anos no sistema de plantio direto, ocorre não somente pelos resíduos oriundos das plantas de cobertura, mas também, pelo não revolvimento do solo, da alta relação C/N e menor taxa de decomposição dos resíduos provenientes de culturas comerciais. Neste particular, o milho assume papel fundamental ao programa de rotação de cultura em sistema de plantio direto no cerrado, como gerador de matéria orgânica devido à grande quantidade de palha que retorna ao solo após a sua colheita.

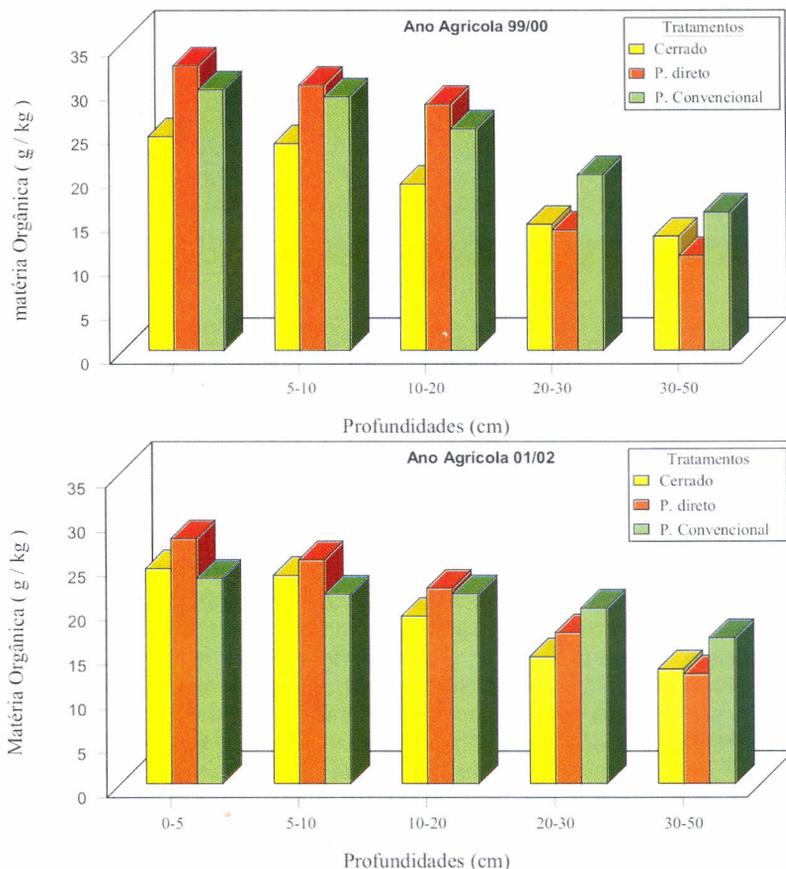


Figura 1. Valores médios de matéria orgânica (g.kg^{-1} de solo), em diferentes profundidades, comparando os sistemas plantio direto e convencional, com a área de cerrado natural, referentes aos anos agrícolas 99/00 e 01/02, no município de Redenção - PA.

Ao analisar os valores médios de matéria orgânica, na camada de 5-10 cm do solo, nota-se que houve diferença estatística entre as médias dos dois anos dentro de cada profundidade, 2000 (A_1 no sentido das colunas), ano dentro de cada profundidade no ano 2002 (A_2 no sentido das colunas), apenas na monocultura cultivada sob plantio convencional.

Apesar dos maiores teores desta variável observada no plantio direto, nos demais tratamentos não ocorreu diferenças significativas entre os anos estudados, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Muzilli (2002) obteve resultados semelhantes de acúmulo de matéria orgânica em unidades de observação, onde os valores elevados foram devido ao incremento de rotação de

culturas comerciais como a soja e o milho, proporcionando bons resultados de produtividade e rentabilidade econômica.

Ao analisar os valores de MO do primeiro para o segundo ano, observou-se que houve uma tendência de decréscimo destes valores no segundo ano, até os 20 cm de profundidade do solo. Silveira e Stone (2001) argumentam que em solos de cerrado pela incorporação de calcário e maior mobilização do solo no primeiro ano agrícola ocorrem maiores valores pH, menores de cálcio, de magnésio e conteúdo de MO. Trabalho realizado por Silva et al. (1994), avaliando a matéria orgânica submetida ao preparo convencional em três tipos de solo, durante seis anos, no Noroeste do Estado da Bahia, observaram um rápido decréscimo de matéria orgânica, a partir do segundo ano, em todos os solos estudados.

Observando-se os resultados, nota-se que ocorreu menor acúmulo de matéria orgânica no sistema convencional do que no plantio direto, o que é justificado pela elevada taxa de decomposição no plantio convencional, devido a constante mobilização do solo (SANCHEZ, 1981; citado por CARVALHO, 1994).

Quando se compara as médias dos tratamentos e sistemas de manejo estudados com o cerrado natural, são evidentes as menores médias para este último que apresenta o maior teor de $24,33 \text{ g.kg}^{-1}$ de solo na camada e 0-5 cm de profundidade. Portanto, verifica-se que houve aumento dos valores médios de matéria orgânica com o decorrer do tempo para os sistemas de plantio direto da ordem de $32,38 \text{ g.kg}^{-1}$ de solo e convencional da ordem de $29,65 \text{ g.kg}^{-1}$ de solo, até 5 cm de profundidade, principalmente, no primeiro ano, porém não diferindo estatisticamente. Segundo Tomé Jr. (1997), estes teores encontrados de matéria orgânica evidenciam valores de fertilidade médios e altos, respectivamente, para o cerrado e sistemas de manejo em plantio direto e convencional.

Os resultados apresentados estão de acordo com Oliveira et al. (2002), quando afirmam que em relação aos sistemas atuais de manejo do solo, o plantio direto é o mais viável, pois é capaz de manter a sustentabilidade ao solo, uma vez que no cerrado a partir do quarto ano agrícola, já é possível ocorrerem melhorias significativas em relação ao plantio convencional, nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

4. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados permitem afirmar que em solo com vegetação de cerrado, na área estudada, o sistema de manejo plantio direto proporcionou aumento dos teores de matéria orgânica no solo. A cobertura do solo com as palhadas das culturas é eficiente, não somente como forma de proteção do solo contra erosão, mas também, para manter e aumentar os teores de matéria orgânica gradativamente com o passar dos anos de implantação do sistema.

Devido a grande importância que a matéria orgânica exerce no solo como um todo para manter a sua sustentabilidade, os resultados obtidos com o manejo do solo com o plantio direto indicam que a utilização deste sistema é eficiente para esta finalidade.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARVALHO, E. J. M. **Efeito de sistemas de manejo sobre algumas propriedades físicas e químicas de um podzólico vermelho-amarelo câmbico distrófico fase terraço e sobre a produção de soja**, 1984. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1994.
- D'ANDRÉA, A.F.; SILVA, M.L.N.; CURTI, N.; GUILHERME, L.R.G. **Estoque de carbono e nitrogênio e formas de nitrogênio mineral em um solo submetido a diferentes sistemas de manejo**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 2, p. 179-186. 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Manual de métodos de análises do solo**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FALLEIRO, R.M.; SOUZA, C.M.; SILVA, C.S.W. et al. **Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, n.6, p. 1097-1104, 2003. Disponível na World Wide Web: <<http://www.scielo.br/scielo.php>.
- FREITAS, P.L. de. BLANCANGAUX, P.; GAVINELLI, E.; LARRÉ-LARROUY, 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.
- FREIXO, A.A.; MACHADO, P.L.O.A.; GUIMARÃES, C.M.; SILVA, C.A.; FADIGAS, F.S. **Estoque de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 26, p. 425-434, 2002.
- HARIDASAN, M. **Solos de matas de galeria e nutrição mineral de espécies arbóreas em condições naturais**. Planaltina, DF, 1998. IN: Cerrado: mata de galeria. RIBEIRO, J.F. Planaltina-DF, 1998.
- INSTITUTO DA POTASSA E DO FOSFATO. **Manual internacional de fertilidade do solo**. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2ª edição revisada e ampliada. Piracicaba, POTAFOS, 1998. 177p.
- LOPES, A.S.; SILVA, M. de C. & GUILHERME, L.R.G. **Acidez do solo e calagem**. ANDA, São Paulo. 1991. 22p. Boletim Técnico No 1.
- LOPES, A.S.; WIETHÖLTER, S.; GUILHERME, L.R.G. et al. **Sistema plantio direto: bases para o manejo da fertilidade do solo**. ANDA, São Paulo, 2003. 115 p.
- MARIA, L. de S.S. **Sistema de amostragem do solo e avaliação da disponibilidade de fósforo na fase de implantação do plantio direto**, Piracicaba: ESALQ, 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado)- ESALQ, Piracicaba, 2003.
- MUZILLI, O. **Manejo da matéria orgânica no sistema plantio direto: a experiência no Estado do Paraná**. Piracicaba: Potafos, 2002. (informações agrônômicas).
- OLIVEIRA, F.H.T.; NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.V.H.; CANTARUTTI, R.B.; BARROS, N.F. **Fertilidade do solo no sistema plantio direto**. IN: SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO, II-Tópicos em ciência do solo, Viçosa-MG, p. 393-486, 2002.
- PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, W. **Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos cerrados**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 39, n. 6, p. 567-573, jun. 2004.

- RAIJ, B. van. Avaliação da fertilidade do solo. Piracicaba, Instituto da Potassa & Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 1981. 142p.
- RUSSEL, J. & RUSSEL, E.W. Soil conditions and plant growth. Longmans, Green and Co. London/New York/Toronto, 1968. 635 p.
- SANCHEZ, P.A. **Suelos del trópicos: características y manejo**. San José: IICA, 1981. p. 634. (Libros y Materiales Educativos, 48).
- SILVA, J.E.; LEMAINSKI, J.; Resck, D.V.S. Perdas de matéria orgânica e suas relações com a capacidade de troca catiônica em solos da região do oeste baiano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 18, n. 3, p. 541-547, 1994.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Teores de nutrientes e de matéria orgânica afetados pela rotação de culturas e sistema de preparo do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v. 25, p. 387-394, 2001.
- TOMÉ JR, J.B. **Manual para interpretação de análise de solo**, ed. Agropecuária, RS, 1997. 247p.