ISSN 1413-1455
Novembro, 2010

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 94

Matéria orgânica e indicadores biológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas de produção de melancia de base ecológica no norte do Piauí

Luiz Fernando Carvalho Leite
Francisco das Chagas Oliveira
Ademir Sérgio Ferreira Araújo
Bruna de Freitas Iwata
Janyelle de Oliveira Lemos
Claudyanne do Nascimento Costa

Teresina, PI
2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte
Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64006-220 Teresina, PI
Fone: (86) 3089-9100
Fax: (86) 3089-9130
Home page: www.cpamn.embrapa.br
E-mail: sac@cpamn.embrapa.br

Comitê de Publicações

Presidente: *Kaesel Jackson Damasceno e Silva*
Secretário-administrativo: *Erick Gustavo de Oliveira Sales*
Membros: *Humberto Umbelino de Sousa, Lígia Maria Rolim Bandeira, Maria Eugênia Ribeiro, Orlane da Silva Maria, Aderson Soares de Andrade Júnior, Francisco José de Seixas Santos, Marissônia de Araujo Noronha, Adilson Kenji Kobayashi, Milton José Cardoso, José Almeida Pereira, Maria Teresa do Rêgo Lopes, Marcos Jacob de Oliveira Almeida, Francisco das Chagas Monteiro,*

Supervisão editorial: *Lígia Maria Rolim Bandeira*
Revisão de texto: *Edsel Rodrigues Teles*
Normalização bibliográfica: *Orlane da Silva Maia*
Editoração eletrônica: *Jorimá Marques Ferreira*
Foto da capa: *Francisco das Chagas Oliveira*
1ª edição
1ª impressão (2010): 300 exemplares

Todos os direitos reservados.
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Meio-Norte

Matéria orgânica e indicadores biológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas de produção de melancia de base ecológica no norte do Piauí / Luiz Fernando Carvalho Leite ... [et al.]. - Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2010.

19 p. ; 21 cm. - (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-Norte, ISSN 1413-1455 ; 94).

1. Conservação do solo. 2. Sequestro de carbono. 3. Fertilidade do solo. I. Leite, Luiz Fernando Carvalho. II. Série. CDD 631.45 (21. ed.)

© Embrapa, 2010

Sumário

Resumo 5

Abstract 7

Introdução 9

Material e Métodos 10

Resultados e Discussão 13

Conclusões 18

Referências 18

Matéria orgânica e indicadores biológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob sistemas de produção de melancia de base ecológica no norte do Piauí

Luiz Fernando Carvalho Leite[1]
Francisco das Chagas Oliveira[2]
Ademir Sérgio Ferreira Araújo[3]
Bruna de Freitas Iwata[4]
Janyelle de Oliveira Lemos[5]
Claudyanne do Nascimento Costa[5]

Resumo

Sistemas de produção de base ecológica são considerados sustentáveis e podem melhorar a qualidade do solo. O objetivo deste trabalho foi quantificar os efeitos de sistemas de plantio de melancia de base ecológica e convencional sobre a dinâmica da matéria orgânica e indicadores biológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Jatobá, norte do Piauí. Foram estudados cinco sistemas: floresta nativa (FN); plantio direto com adubação orgânica (PD/ORG); plantio direto com adubação química (PD/QUI); plantio direto com adubação química e orgânica (PD/QUI/ORG);

[1]Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Solos e Nutrição de Plantas, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, luizf@cpmnn.embrapa.br

[2]Engenheiro-agrônomo, M.Sc. em Fitotecnia, analista da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI, oliveira@cpamn.embrapa.br

[3]Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Agronomia, professor do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFFI), Teresina, PI, asfarvaj@yahoo.com.br

[4]Engenheira-agrônoma, mestranda em Agronomia do CCA/UFPI, Teresina, PI, iwatameioambiente@yahoo.com.br

[5]Estudantes do curso de Engenharia Agronômica do CCA/UFPI, Teresina, PI, janyelle_lemos@yahoo.com.br, claudyannecosta@hotmail.com

plantio convencional com adubação química (PC/QUI). As amostras de solos foram coletadas nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, para determinação dos estoques totais de carbono (COT), nitrogênio (NT) e carbono da fração leve (C_{FL}), teores de carbono da biomassa microbiana (C_{mic}), além das atividades enzimáticas do diacetato de fluoresceína (FDA) e desidrogenase (DH). Os estoques de COT e C_{FL} (considerado como carbono lábil –C_L) foram utilizados para estimar os índices de compartimento de C (ICC) e de manejo (IMC). Os estoques de COT e NT foram maiores nos sistemas PD/QUI/ORG e PD/ORG nas duas camadas estudadas. O sistema PD/QUI/ORG apresentou maior potencial de sequestro de carbono, assim como maiores ICC e IMC, comparado aos demais sistemas de manejo do solo. Os atributos biológicos (C_{mic}, FDA, desidrogenase e atividade enzimática) também foram superiores nos sistemas PD/QUI/ORG e PD/ORG nas duas camadas estudadas. O manejo de áreas sob plantio direto e adubação orgânica melhora a qualidade do solo e pode ser indicado para áreas de produção de melancia no norte do Piauí.

Palavras-Chave: conservação do solo, sequestro de carbono, fertilidade do solo.

Organic matter and biological indicators of a Red-Yellow Latosol in ecologically-based watermelon production systems in northern Piauí

Abstract

Ecologically-based production systems are considered sustainable and can improve soil quality. The aim of this study was to quantify the effects of conventional and ecologically-based watermelon planting systems on the organic matter dynamics and biological indicators of a Red-Yellow Latosol in Jatobá, northern Piauí. Five systems were studied: native forest (NF), no-tillage with organic manure (NT/ORG), no-tillage with chemical fertilization (NT/CHE), no-tillage with chemical and organic fertilization (NT/CHE/ORG), conventional tillage with chemical fertilization (CT/CHE). Soil samples were collected at 0-10 cm and 10-20 cm layers for the determination of total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN) and light fraction carbon (C_{LF}) stocks, microbial biomass carbon (C_{mic}) content and enzymatic activity of fluorescein diacetate (FDA) and dehydrogenase (DH). TOC and C_{LF}

(considered as labile carbon - C_L were used to estimate carbon pool index (CPI) and carbon management index (CMI). TOC and TN stocks were higher in NT/CHE/ORG and NT/ORG systems in the two studied layers. NT/CHE/ORG showed greater potential for carbon sequestration, as well as higher CPI and CMI, compared to other soil management systems. Biological attributes (C_{mic}, FDA and dehydrogenase) were also higher in NT/CHE/ORG and NT/ORG in the two studied layers. No-tillage and organic manure areas improves soil quality and can be recommended for watermelon production areas in northern Piauí.

Index terms: soil conservation, carbon sequestration, soil fertility.

Introdução

Sistemas mais conservacionistas têm sido considerados excelentes alternativas para uma agricultura sustentável. Estes sistemas evitam ou praticamente excluem o uso de fertilizantes e pesticidas sintéticos, aumentam o aporte de resíduos vegetais e reduzem o revolvimento do solo, favorecendo a recuperação das propriedades físicas e químicas, aumentando os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) e melhorando a sua qualidade (LEITE et al., 2003).

Diversos estudos estabelecem que a MOS é um indicador de qualidade essencial do solo, especialmente por seus efeitos sobre estrutura, retenção de água, disponibilidade de nutrientes e micro-organismos do solo (APARÍCIO; COSTA, 2007; GALANTINI; ROSELL, 2006; LEITE et al., 2007). Ademais, a MOS tem despertado grande interesse científico por conta do fenômeno do aquecimento global e da perspectiva de o solo ser utilizado como reservatório do carbono (liberado para a atmosfera (CO_2), resultante das ações antrópicas).

Além da MOS, os indicadores biológicos têm também sido frequentemente utilizados para avaliar alterações na qualidade do solo por serem influenciados por pequenas alterações no seu manejo e indicarem mais rapidamente estas modificações (BARROS et al., 2010). A microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos compostos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia do solo (NOGUEIRA et al., 2006). Mais especificamente, a biomassa microbiana e sua atividade têm sido apontadas como as características mais sensíveis às alterações na qualidade do solo, causadas por mudanças de uso e práticas de manejo, como as promovidas pela aplicação de resíduos orgânicos (KASCHUK et al., 2010).

Os processos microbianos estão diretamente interligados à MOS e também são importantes para a gestão dos sistemas agrícolas e melhoria da qualidade do solo. A manutenção da produtividade do ecossistema depende, principalmente, da transformação da matéria orgânica e, consequentemente, da biomassa microbiana do solo (BMS) (NEVES et al., 2009).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos dos sistemas de produção de melancia com base ecológica e convencional sobre os compartimentos da matéria orgânica e os indicadores biológicos de um Latossolo Vermelho-Amarelo no município de Jatobá, norte do Piauí.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no ano de 2008, no município de Jatobá (04º 46' 16" S; 41º 49' 04" W), norte do Estado do Piauí. A temperatura média anual é de 30 ºC com precipitação pluvial média anual de 1.000 mm. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, submetido aos sistemas com base ecológica e convencional, sendo cultivado há 12 anos com melancia e utilizando como culturas subsequentes o milho e o feijão-caupi.

Foram estudados cinco sistemas de manejo: plantio direto com uso da palha de carnaúba e adubação orgânica (40 m^3 ha^{-1} de esterco caprino) (PD/ORG); plantio direto com uso da palha de carnaúba e adubação química (120 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 100 kg ha^{-1} de K_2O) (PD/QUI); plantio direto com uso da palha de carnaúba acrescido de adubação química (120 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 100 kg ha^{-1} de K_2O) e adubação orgânica (PD/QUI/ORG) e plantio convencional com adubação química (120 kg ha^{-1} de N, 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 100 kg ha^{-1} de K_2O) (PC/QUI). Como referência de um estado de equilíbrio estudou-se também uma área

adjacente sob floresta nativa (FN) transicional cerrado-caatinga. As características químicas do composto orgânico e da palha da carnaúba estão descritas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas dos compostos orgânicos e da palha da carnaúba.

Composto orgânico	
Mistura (g/Kg)	380
Densidade (g/cm^3)	0,36
P (dag/Kg)	0,7
K (dag/Kg)	2,6
Ca (dag/Kg)	1,0
Mg(dag/Kg)	0,4
N Total (dag/Kg)	3,2
C/N	7
Palha de carnaúba	
Proteína bruta (% de matéria seca)	14,0
Ca (% de matéria seca)	0,17
P (% de matéria seca)	0,10
Fibra em detergente neutro (FDN) (% de matéria seca)	51,9; 76,2
Lignina (% de matéria seca)	18,1

Após a colheita de melancia no período chuvoso, foram coletadas, em cada parcela, oito amostras simples nas camadas 0-10 cm e 10-20 cm para formar uma amostra composta. Em seguida, as amostras foram passadas por uma peneira com malha de 2 mm e parte delas (300 g) acondicionadas em refrigerador (4-8 °C) para a determinação da biomassa microbiana (BMS) pelo método da irradiação-extração (ISLAM; WEILL, 1998). O extrator utilizado foi K_2SO_4 0,5 mol L^{-1} e o C contido nos extratos (C_{mic}) foi quantificado por meio do procedimento de oxidação úmida (YEOMANS;

BREMNER, 1988). As atividades do diacetato de fluoreceína (FDA) e da desidrogenase (DH) foram medidas como indicação da atividade microbiana (ALEF, 1995; CASIDA JR. et al., 1964; SCHNURER; ROSSWALL, 1982). As amostras restantes foram secas ao ar, moídas e passadas em uma peneira de 0,21 mm para a determinação do carbono orgânico total (COT), o qual foi quantificado pela oxidação da matéria orgânica por via úmida, empregando a solução de dicromato de potássio a 0,167 mol L^{-1} em meio ácido, com fonte externa de calor (YEOMANS; BREMNER, 1988). O nitrogênio total (NT) foi quantificado nas amostras de solo submetidas à digestão sulfúrica e dosado por destilação Kjedhal (BREMNER, 1996). Os estoques do COT foram usados para calcular a contribuição dos sistemas de manejo na emissão ou sequestro de C-CO_2 pelo solo. O carbono da fração leve (C_{FL}), foi obtido por flotação em líquido de alta densidade (NaI = 1,8 g cm^{-3}) e quantificado por oxidação com dicromato de potássio (YEOMANS; BREMNER, 1988). Com base nas mudanças no COT e no C_{FL} (considerado carbono lábil (C_L)), entre um sistema referência e um sistema cultivado, foi criado um Índice de Compartimento de Carbono (ICC), calculado como $ICC = COT_{cultivado}/COT_{referência}$ e um Índice de Labilidade (IL) quantificado como $IL = L_{cultivado}/L_{referência}$ (onde $L = C_L$/carbono não lábil - C_{NL}). Estes dois índices foram usados para calcular o Índice de Manejo de Carbono (IMC) obtido pela seguinte expressão: IMC = ICC x IL x 100 (BLAIR et al., 1995).

O efeito dos diferentes sistemas de manejo foi avaliado por meio da análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do sistema computacional ASSISTAT.

Resultados e Discussão

Os estoques de COT foram maiores ($p < 0,05$) nos sistemas PD/QUI/ORG (0-10 cm: 14,0 Mg ha^{-1}; 10-20 cm: 13,1 Mg ha^{-1}) e PD/ORG (12,6 Mg ha^{-1} e 11,6 Mg ha^{-1}) do que nos demais sistemas. Similarmente para o NT, foram observados maiores valores para os sistemas PD/QUI/ORG (0,97 Mg ha^{-1}) e PD/ORG (1,01 Mg ha^{-1}) , na camada de 0-10 cm. Na camada de 10-20 cm, esses sistemas não diferiram do sistema PC/QUI (Figura 1). Esses resultados, corroborados pela maior taxa de sequestro de carbono (Tabela 2), podem ser atribuídos à maior quantidade de resíduos mantidos sobre o solo, em áreas sob plantio direto, e ao aumento de aporte de carbono proveniente da adubação orgânica e adição de palha de carnaúba.

Na camada 0-10 cm, os estoques de C_L foram maiores ($p < 0,05$) no sistema PD/ORG (3,61 Mg ha^{-1}) e representou 28,5 do COT. Por outro lado, na camada de 10-20 cm, esse sistema foi superior apenas ao sistema PC/QUI e FN (Tabela 2). O rápido tempo de ciclagem do compartimento lábil é especialmente importante para mudanças ambientais, como alterações no clima e no uso da terra. Portanto, no sistema PD/ORG, as contribuições dos resíduos e do composto, aplicados anualmente podem, de fato, aumentar os estoques de C_L .

Em ambas as camadas, maiores valores de ICC foram verificados no sistema PD/QUI/ORG e refletem o elevado potencial em restabelecer os estoques originais de carbono (Tabela 2). Quanto ao IMC, os maiores valores foram observados no sistema PD/ORG, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm, indicando que a adoção do plantio direto e aplicação do composto podem ser consideradas como uma forma eficiente de reciclar nutrientes e matéria orgânica, mantendo a qualidade do solo.

Maiores valores de Cmic foram observados no sistema PD/QUI/ORG (190 mg C kg^{-1}) e PD/ORG (155 mg C kg^{-1}), na camada de 0-10 cm e PD/QUI/ORG e FN, na camada de 10-20 cm (Figura 2). Estes resultados são decorrentes do maior aporte de matéria orgânica em sistemas como o plantio direto e com aplicação de composto, que favorece o incremento do COT, considerado fonte de nutriente para a manutenção da atividade metabólica das comunidades microbianas do solo (ORMOND et al., 2002).

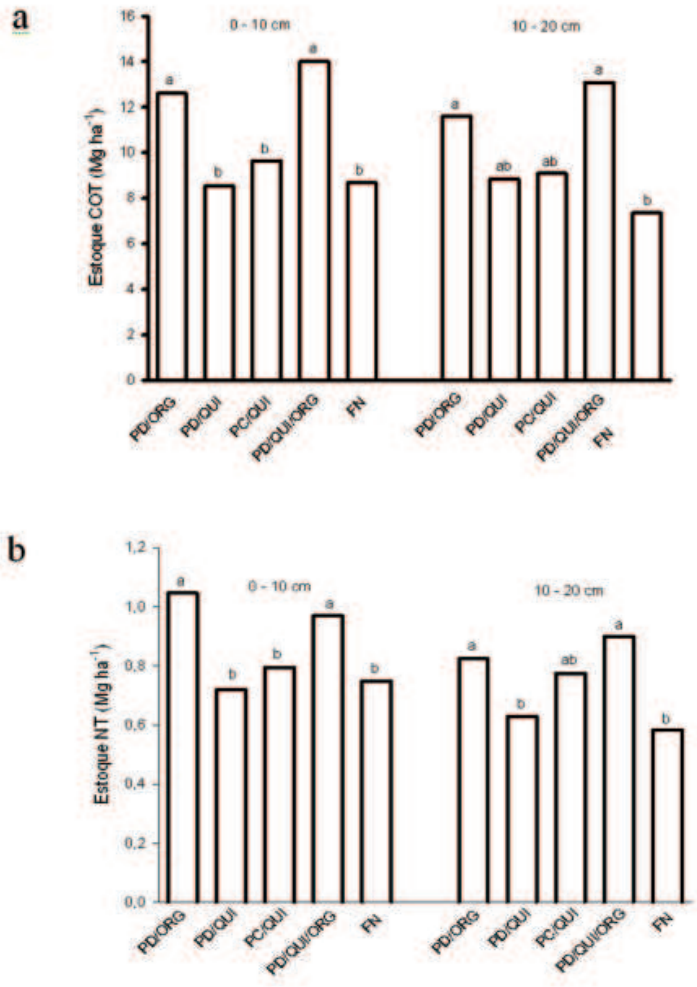

Figura 1. Estoques totais de carbono (COT) (a) e nitrogênio (NT) (b) nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo sob diferentes sistemas de manejo. PD/ORG: plantio direto + adubo orgânico; PD/QUI: plantio direto + fertilizantes químicos; PC/QUI: preparo convencional + fertilizantes químicos; PD/QUI/ORG: plantio direto + fertilizantes químicos + adubos orgânicos; FN: floresta nativa. Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Estoques de carbono lábil (C_L) e não lábil (C_{NL}), Índice de Manejo de Carbono (IMC) e Taxa de emissão (-) ou sequestro (+) de C-CO_2 nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com melancia sob diferentes sistemas de manejo.

Sistema	C-CO_2	C_L*	C_{NL}	C_L /COT	Índice de compartimento de carbono (ICC)	Labilidade de carbono (L)	Índice de labilidade (IL)	IMC
	Mg ha^{-1} ano^{-1}	Mg ha^{-1}		%				
				0 – 10 cm				
FN	---–	0.62 c	8.05 b	7.23 c	–---	0.08	-----	-----
PD/ORG	+0.40	3.61 a	9.04 b	28.5 a	1.46	0.43	5.49	801 a
PD/QUI	-0.01	2.42 b	6.12 c	28.3 a	0.98	0.43	5.56	544 b
PD/QUI/ORG	+0.53	2.38 b	11.6 a	17.0 b	1.61	0.20	2.63	424 b
PC/QUI	+0.10	0.64 c	9.00 b	6.61 c	1.11	0.08	0.90	100 c
				10 – 20 cm				
FN	---–	0.49 b	6.86 c	6.63 b	–---	0.07	-----	-----
PD/ORG	+0.43	2.22 a	9.39 b	19.1 a	1.58	0.24	3.33	526 a
PD/QUI	+0.15	1.55 a	7.29 bc	17.5 a	1.20	0.22	3.08	370 b
PD/QUI/ORG	+0.57	1.69 a	11.4 a	12.9 a	1.78	0.16	2.21	354 b
PC/QUI	+0.17	0.64 b	8.46 b	7.00 b	1.24	0.07	1.04	129 c

* O carbono da fração leve foi considerado carbono lábil. Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. # IMC = IRC x IL x 100, sendo que o IRC = PC amostra / PC referência, IL = amostra L / L referência e L = CL / CNL. PD/ORG: plantio direto + adubo orgânico; PD/QUI: plantio direto + fertilizantes químicos; PC/QUI: preparo convencional + fertilizantes químicos; PD/QUI/ORG: plantio direto + fertilizantes químicos + adubos orgânicos; FN: floresta nativa.

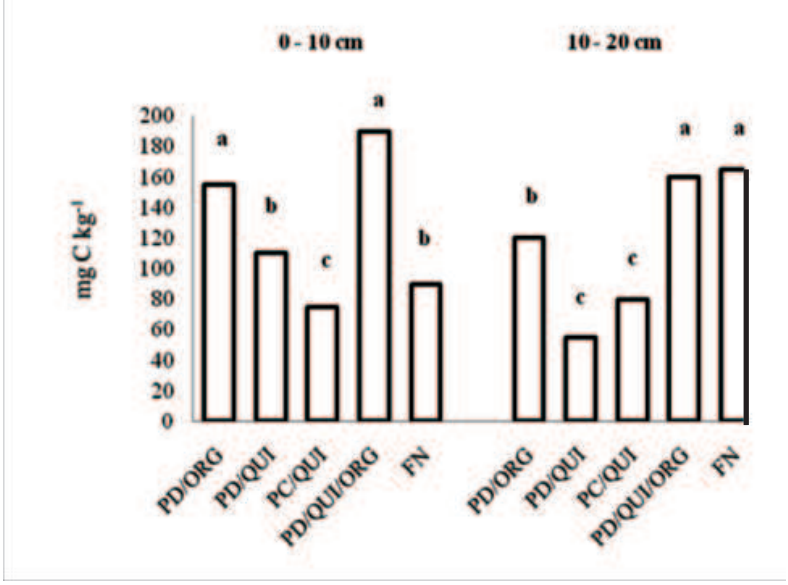

Figura 2. Teores de carbono da biomassa microbiana nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com melancia sob diferentes sistemas de manejo. PD/ORG: plantio direto + adubo orgânico; PD/QUI: plantio direto + fertilizantes químicos; PC/QUI: preparo convencional + fertilizantes químicos; PD/QUI/ORG: plantio direto + fertilizantes químicos + adubos orgânicos e; FN: floresta nativa. Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As atividades da FDA foram maiores ($p < 0,05$) no PD/QUI/ORG, seguido do PD/ORG, na camada de 0-10 cm. Na camada de 10-20 cm, não houve diferença entre PD/ORG e o PD/QUI/ORG (Figura 3a). As atividades da desidrogenase foram maiores nos sistemas PD/ORG e PD/QUI/ORG, nas duas camadas estudadas, diferenciando-se dos demais sistemas de manejo (Figura 3b). Isto ocorreu, provavelmente, devido à alta correlação que as atividades enzimáticas têm com a biomassa microbiana, já que esta se encontra em maior quantidade em sistemas orgânicos.

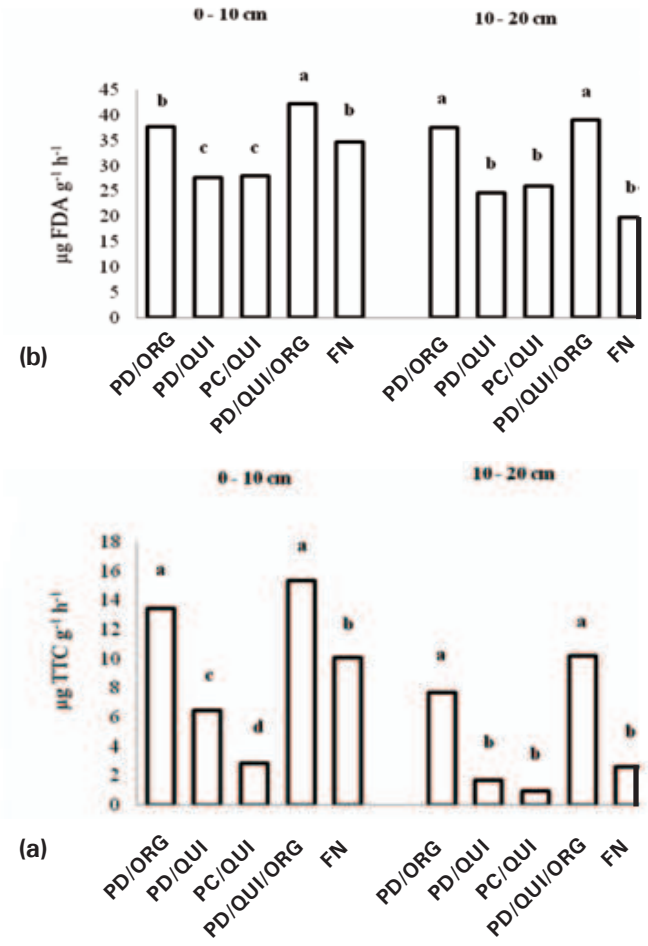

Figura 3. Sistemas de manejo do solo em cultivo de melancia e seus efeitos sobre a hidrólise da FDA (a) e desidrogenase (b) a 0-10 cm e 10-20 cm no solo. PD/ORG: plantio direto + adubo orgânico; PD/QUI: plantio direto + fertilizantes químicos; PC/QUI: preparo convencional + fertilizantes químicos; PD/QUI/ORG: plantio direto + fertilizantes químicos + adubos orgânicos e; FN: floresta nativa. Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada camada de solo, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusão

O sistema de produção de melancia com base ecológica calcado no plantio direto e adubação orgânica aumenta os estoques totais de carbono e nitrogênio e de carbono lábil e melhora os atributos biológicos em relação aos sistemas de produção convencionais, indicando que pode ser considerado uma alternativa sustentável para cultivo da cultura em solos da região norte do Piauí.

Referências

ALEF, K. Estimation of soil respiration. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.). **Methods in soil microbiology and biochemistry**. New York: Academic Press, 1995. p. 464-470.

APARICIO, V.; COSTA, J. L. Soil quality indicators under continuous cropping systems in the Argentinean Pampas. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 96, n. 1-2, p. 155-165, Oct. 2007.

BARROS, Y. J.; MELO, V. de F.; SAUTTER, K. D.; BUSCHLE, B.; OLIVEIRA, E. B. de; AZEVEDO, J. C. R. de; SOUZA, L. C. de P.; KUMMER, L. Indicadores de qualidade de solos de área de mineração e metalurgia de chumbo. II - Mesofauna e plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, n. 4, p. 1413-1426, jul./ago. 2010.

BLAIR, G. J.; LEFROY, R. D.; LISLE, L. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and development of a carbon management index for agricultural systems. **Australian Journal of Agricultural Research**, Amsterdam, v. 46, n. 7, p. 1459-1466, 1995.

BREMMER, J. M. Nitrogen total. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Methods of soil analysis**: part 3. Madson: America Society of Agronomy, 1996. p. 1085-1121. (SSA Book Series: 5).

CASIDA JR., L. E.; KLEIN, D. A.; SANTORO, T. Soil dehydrogenase activity. **Soil Science**, v. 98, n. 6, p. 371-376, Dec. 1964.

GALANTINI, J.; ROSELL, R. Long-term fertilization effects on soil organic matter quality a dynamics under different production systems in semiarid Pampean soils. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 87, n. 1, p. 72-79, May 2006.

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 27, n. 4, p. 408-416, 1998.

KASCHUK, G.; ALBERTON, O.; HUNGRIA, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, Amsterdam, v. 42, n. 1, p. 1-13, Jan. 2010.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A. Influence of organic and mineral fertilisation on organic matter fractions of a Brazilian Acrisol under maize/ common bean intercrop. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 45, n. 1, p. 25-32, 2007.

LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; MACHADO, P. L. O. A.; MATOS, E. S. Total C and N storage and organic C pools of a Red-Yellow Podzolic under conventional and no tillage at the Atlantic Forest Zone, south-eastern Brazil. **Australian Journal of Soil Research**, Collingwood, v. 41, n. 4, p. 717-730, 2003.

NEVES, C. M. N.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; MACEDO, R. L. G.; MOREIRA, F. M. de S.; D'ANDRÉA, A. F. Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvopastoril no noroeste do estado de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 105-112, jan./fev. 2009.

NOGUEIRA, M. A.; ALBINO, U. B.; BRANDÃO-JÚNIOR, O.; BRAUN, G.; CRUZ, M. F.; DIAS, B. A.; DUARTE, R. T. D.; GIOPPO, N. M. R.; MENNA, P.; ORLANDI, J. M.; RAIMAM, M. P.; RAMPAZO, L. G. L.; SANTOS, M. A.; SILVA, M. E. Z.; VIEIRA, F. P.; TOREZAN, J. M. D.; HUNGRIA, M.; ANDRADE, G. Promising indicators for assessment of agroecosystems alteration among natural, reforested and agricultural land use in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Oxford, v. 115, n. 1-4, p. 237-247, 2006.

ORMOND, J. G. P.; PAULA, S. R. L. de; FAVERET FILHO, P.; ROCHA, L. T. M. da. Agricultura orgânica: quando o passado é futuro. **Revista de Política Agrícola**, Brasília, DF, v. 11, n. 1, p. 57-74, jan./mar. 2002.

SCHNURER, J.; ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. **Applied and Environmental Microbiology**, Washington, DC, v. 43, n. 6, p. 1256-1261, Jun. 1982.

YEOMANS, J. C.; BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, Philadelphia, v. 19, n. 13, p. 1467-1476, 1988.