

Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica

Arcângelo Loss^{1*}, André Geraldo de Lima Moraes², Marcos Gervasio Pereira³,
Eliane Maria Ribeiro da Silva⁴, Lúcia Helena Cunha dos Anjos³

¹Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. Bolsista CNPq.

*Autor correspondente, e-mail: arcangeloloss@yahoo.com.br

²Estudante de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil. Bolsista FAPERJ

³Departamento de Solo, Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, Brasil

⁴Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ, Brasil

Resumo

A avaliação da matéria orgânica leve em água e o fracionamento do carbono orgânico por diferentes graus de oxidação podem contribuir para o entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo em áreas sob manejo orgânico. Este trabalho teve como objetivo avaliar o carbono orgânico total (COT) do solo, a matéria orgânica leve (MOL) em água e frações oxidáveis do COT sob diferentes sistemas de produção orgânica. Foram selecionadas cinco áreas: cultivo de figo, consórcio maracujá – *Desmodium* sp.; cultivo de milho/feijão, com preparo convencional (PC) do solo; cultivo de berinjela/milho, em sistema plantio direto (SPD) e um sistema agroflorestal (SAF). Foram coletadas amostras de solo nas profundidades de 0-0,05 e 0,05-0,10 m, sendo avaliados o COT, a MOL em água e carbono orgânico oxidável (frações F1, F2, F3 e F4). A área de figo apresentou os maiores teores de COT e N. Os maiores teores de MOL foram observados na área em SPD, sendo os menores verificados na área em PC do solo. Os maiores teores de C da F1 foram encontrados nas áreas de figo e maracujá (0-0,05 m). Para a F4, as áreas de Figo e SPD apresentaram os maiores valores de C (0-0,05 m). De maneira geral, o sistema de uso do solo com figo está aumentando os teores de COT e N em detrimento aos demais. A área sob SPD favorece maiores teores de MOL e N quando comparado ao PC. O cultivo orgânico em sistema plantio direto com berinjela/milho propicia melhor distribuição do carbono de cada fração oxidável em relação ao COT, apresentando um equilíbrio entre matéria orgânica de maior labilidade no solo (F1) e matéria orgânica mais recalcitrante (F4).

Palavras-chave: agricultura orgânica, sistema plantio direto, adubação verde.

Carbon, light organic matter and oxidizable organic carbon fractions in different organic production systems

Abstract

The evaluation of water light organic matter and organic carbon fractioning by different oxidation degrees may contribute to the soil organic matter dynamics understanding in areas under organic management. This study aimed to evaluate the total soil organic carbon (TOC), light organic matter (LOM) in water and TOC oxidizable fractions under different organic production systems. It was selected five areas: fig cultivation, passion fruit and *Desmodium* sp consortium; corn/beans cultivation in conventional tillage (CT), eggplant/corn cultivation in no-tillage (NT) and agroforest system (AFS). The soil samples were collected at 0-0.05 and 0.05-0.10 m depths, and TOC, LOM in water and organic carbon oxidizable (fractions F1, F2, F3 and F4) were evaluated. The fig area showed higher TOC and N contents. The highest levels of LOM in water were observed in NT and the lowest in CT area. The highest C contents of F1 were observed in fig and passion fruit areas (0-0.05 m). For F4, the Fig and NT areas showed the C highest values (0-0.05 m). In a general way, in the fig area it was observed an increasing of TOC and N contents when compared with others areas. The NT area promot the highest LOM and N contents when compared to the CT system. The organic farming system in no-tillage with eggplant/corn provides better carbon distribution in each oxidizable fraction in relation to the TOC, showing a balance between more lability (F1) soil organic matter and more recalcitrant organic matter fraction (F4).

Key words: organic agriculture, no-tillage system, green manure.

Recebido: 02 Julho 2009

Aceito: 21 Dezembro 2009

Introdução

Nas últimas décadas, novos conceitos de sistemas de produção agrícola, baseados na conservação do solo, diversificação de culturas, reciclagem de nutrientes, uso sistemático de adubos orgânicos e outras práticas alternativas, têm sido desenvolvidos na tentativa de equilibrar a produtividade com a conservação do meio ambiente (Salmi et al., 2006).

Partindo-se desse pressuposto, uma das modalidades de produção que atende a esse conceito é o sistema de cultivo orgânico. Entretanto, são recentes os estudos em áreas com esse tipo de manejo no Brasil referentes aos efeitos sobre as frações da matéria orgânica do solo (MOS), provenientes desse manejo em áreas sob culturas de frutíferas e oleráceas (Loss et al., 2009a,b,c).

Neste sentido, o manejo orgânico pode influenciar positivamente nas propriedades edáficas (Cardozo et al., 2008; Loss et al., 2009a). Portanto, a avaliação de atributos químicos, tais como o carbono orgânico total do solo (COT), carbono oxidável e matéria orgânica leve (MOL) em água, podem ajudar a elucidar a dinâmica da MOS em áreas conduzidas sob agricultura orgânica.

O carbono oxidável (Chan et al., 2001) é dividido em quatro frações (F1, F2, F3 e F4). As frações F1 e F2 estão associadas com a disponibilidade de nutrientes e com a formação de macroagregados (Chan et al., 2001; Blair et al., 1995) sendo a fração F1 a de maior labilidade no solo e altamente correlacionada com a fração leve livre da MOS (Maia et al., 2007). Já as frações F3 e F4 estão relacionadas a compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da MOS (Stevenson, 1994). A fração F4 é a mais resistente no solo, sendo denominada de "compartimento passivo" nos modelos de simulação da MOS, com tempo de reciclagem de até 2.000 anos (Chan et al., 2001).

Alguns estudos (Conceição et al., 2005; Xavier et al., 2006; Maia et al., 2007; Rangel et al., 2008; Loss et al., 2009b,d) têm demonstrado que determinados compartimentos da MOS são capazes de detectar, mais rapidamente, as mudanças nos conteúdos de carbono no solo associadas ao manejo. As reduções nestes compartimentos são, de modo geral, maiores que as observadas, quando se considera apenas o conteúdo de carbono orgânico total do solo (Janzen et al., 1992). Numa escala crescente de sensibilidade, obtém-se, em primeira ordem, a biomassa microbiana do solo, bastante variável e sensível, considerada como compartimento ativo na dinâmica da MOS (Lundquist et al., 1999); em seguida, representando uma medida de sensibilidade intermediária, teria-se a matéria orgânica leve (Freixo et al., 2002).

A matéria orgânica leve (MOL) é

constituída por resíduos orgânicos parcialmente humificados em vários estádios de decomposição e apresenta um tempo de residência no solo que varia de 1 a 5 anos (Janzen et al., 1992). Esta fração pode ser quantificada por meio de flotação do material em líquido de densidade variando de 1,6 a 2,0 kg L⁻¹ (Sohi et al., 2001) ou em água (Anderson & Ingran, 1989).

Em função do reduzido número de informações sobre a compartimentalização da matéria orgânica em solos submetidos a manejo orgânico, este trabalho teve como objetivo quantificar o carbono orgânico total do solo, a matéria orgânica leve em água e as frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA), implantado em 1993 e localizado na Embrapa Agrobiologia, Seropédica, RJ (22°45'S, 43°41'W, à altitude de 33 m). O clima é do tipo Aw, conforme a classificação de Köppen. O solo foi classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO (Embrapa, 2006), com textura franco-arenosa no horizonte superficial, com valores médios de 784, 168 e 48 g kg⁻¹, à profundidade de 0-0,05 m, e de 770, 168 e 62 g kg⁻¹ na camada 0,05-0,10 m, para areia, argila e silte, respectivamente. Os valores médios de temperatura e precipitação ocorridos durante a época da coleta das amostras encontram-se na Figura 1.

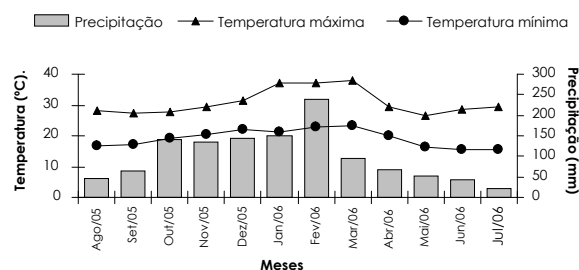


Figura 1. Valores de precipitação pluviométrica e temperatura ocorridos na área experimental durante a coleta das amostras. Fonte: Estação meteorológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio de Janeiro, PESAGRO.

No SIPA, são desenvolvidos experimentos com oleráceas e frutíferas, para a identificação de cultivares adaptadas a sistemas orgânicos, adequação do uso de leguminosas para adubação verde, ajuste do sistema plantio direto sob agricultura orgânica, entre outros. Foram selecionadas cinco glebas de 0,12 ha cada uma, sendo estas: cultivo de figo com sete anos e grama batatais (*Paspalum notatum*) nas entrelinhas; consórcio maracujá – *Desmodium* sp, sendo esta área cultivada com maracujá desde 1996; cultivo de milho/feijão, em área que há oito anos vem sendo conduzidos experimentos com rotação de culturas, tais como milho, feijão, quiabo, couve, berinjela, com preparo convencional (PC) do solo (aração e gradagem); cultivo de berinjela/

milho, com a mesma seqüência de rotação de culturas e tempo de utilização da área de milho/feijão, entretanto sob sistema plantio direto (SPD) e um sistema agroflorestal (SAF) com cinco anos de implantação, sendo formado por banana, palmito jussara, cacau, mamão e guapuruvu.

O manejo da fertilidade do solo das áreas foi iniciado com a correção da acidez pela incorporação de calcário dolomítico, em quantidade baseada nos resultados de análises de solo de cada gleba. As hortaliças e os cereais foram regularmente adubados com esterco de aviário e esterco bovino, e forneceram o equivalente à dose de 100 kg ha⁻¹ de N. As fruteiras receberam esses mesmos insumos, aplicados nas covas de plantio e, posteriormente, em cobertura. Além de esterco, foram fornecidos P e K às culturas, mediante a aplicação de farinha de ossos, termofosfato sílico-magnésiano e cinzas de lenha. O esterco de aviário utilizado apresentou, em média, os seguintes teores de nutrientes (g kg⁻¹): N= 37,25; Ca= 50,03; Mg= 6,23; P= 22,68; K= 23,93. O esterco bovino apresentou, em média, os seguintes teores de nutrientes (g kg⁻¹): N= 15,20; Ca= 9,68; Mg= 3,43; P= 2,24; K= 5,80. Esta caracterização dos adubos utilizados no SIPA é decorrente de um histórico de análises dos esterco, encontrado em vários trabalhos desenvolvidos no local (Ribas et al., 2003; Castro et al., 2005; Silva et al., 2009). A caracterização química do solo dos diferentes sistemas de uso, segundo Embrapa (1997), encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo nos diferentes sistemas de uso avaliados.

Sistemas avaliados	Propriedades avaliadas/Profundidade			
	pH*	Ca + Mg	K	P
0-0,05 m				
Berinjela/Milho (SPD)	6,85	5,20	0,40	98,75
Milho/Feijão (PC)	6,85	5,90	0,30	124,65
Figo	6,70	5,85	0,75	289,30
Maracujá	6,30	5,30	0,40	74,80
SAF	6,60	4,80	0,20	80,95
0,05-0,10 m				
Berinjela/Milho (SPD)	6,65	4,65	0,20	90,50
Milho/Feijão (PC)	6,95	5,85	0,35	102,70
Figo	6,70	5,40	0,60	159,50
Maracujá	5,85	4,65	0,20	43,60
SAF	6,15	4,45	0,10	61,40

*Feito segundo Embrapa (1997). SPD=sistema plantio direto; PC=preparo convencional.

Os sistemas agroecológicos, selecionados para este trabalho, apresentavam as formas de manejo e adubação descritos a seguir. O SAF não recebeu nenhum tipo de adubação complementar, ou seja, o fornecimento de nutrientes foi decorrente do aporte e da decomposição do material vegetal das espécies presentes no sistema; a área com maracujá, consorciada com *Desmodium* sp., teve as covas adubadas com esterco bovino, no momento do plantio, e recebeu duas adubações de cobertura com cama-de-aviário por ano; as áreas cultivadas com figo, milho/

feijão e berinjela/milho receberam adubação com cama-de-aviário no momento do plantio e, depois, em cobertura, de acordo com as necessidades de cada cultura.

Na área de plantio de figo, anteriormente a este trabalho, havia sido realizado consórcio da frutífera com crotalaria (*Crotalaria juncea*) e siratro (*Macroptilium atropurpureum*). Na época deste trabalho havia apenas cobertura morta, composta por resíduos vegetais provenientes do corte da grama batatais (*Paspalum notatum*), que é mais largamente utilizada na estação chuvosa.

Anteriormente ao plantio de milho/feijão e berinjela/milho, foram plantadas mucuna-cinza (*Mucuna pruriens*), mucuna-anã (*Mucuna deeringiana*), *Crotalaria spectabilis* e *Crotalaria juncea*, consorciadas com a cultura principal. Entretanto, no momento das coletas, essas leguminosas não estavam presentes na área.

Em junho de 2006, coletou-se para cada área estudada cinco amostras compostas, formadas por seis subamostras simples. As profundidades amostradas foram de 0-0,05 m e 0,05-0,10 m. Quantificou-se o carbono orgânico total (COT) segundo Yeomans & Bremner (1988), o nitrogênio total do solo (Tedesco et al., 1995), também fracionou-se o carbono orgânico do solo em quatro frações (Chan et al., 2001), quanto ao grau de oxidação:

- Fração 1 (F1): C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄;
- Fração 2 (F2): diferença entre o C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 6 e 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄;
- Fração 3 (F3): diferença entre o C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 9 e 6 mol L⁻¹ de H₂SO₄;
- Fração 4 (F4): diferença entre o C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 12 e 9 mol L⁻¹ de H₂SO₄.

Também foram quantificados os teores de matéria orgânica leve (MOL) em água, segundo Anderson & Ingram (1989). Para tanto, pesou-se 50 g de terra fina seca ao ar (TFSA) em becker de 250 mL, em seguida adicionou-se 100 mL de solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, este material permaneceu em repouso por uma noite. Decorrido o tempo, a suspensão foi agitada com bastão de vidro e todo o material passado por peneira de 0,25 mm, eliminando-se toda a fração argila. Posteriormente o material retido na peneira (MOL e areia) foi transferido novamente para o becker, completando-se o volume com água. A porção sobrenadante foi passada por peneira de 0,25 mm, tomando-se cuidado para separar a MOL da fração areia. Novamente adicionou-se água ao becker, seguido de agitação manual para ressuspender a MOL restante e verter este material vagarosamente em peneira de 0,25 mm. Essa operação foi repetida até a completa

remoção do material flotante. Após a separação, a MOL foi seca em estufa a 65 °C até peso constante e posteriormente pesada em balança de precisão. Além do peso seco, determinou-se o teor de carbono da MOL, segundo Yeomans & Bremner (1988).

Ao final verificou-se a normalidade dos dados (teste de Lilliefors), a homogeneidade da variância (teste de Cochran & Bartlett) e aplicou-se o teste F. Os valores médios, quando significativos pelo teste F, foram comparados entre si pelo teste LSD-Student a 5%.

Resultados e Discussão

Em relação aos teores de COT, observou-se uma tendência numérica de teores mais elevados na camada de 0 a 5 m, com exceção da área de milho/feijão (PC), a qual apresentou maiores valores de COT na profundidade de 0,05-0,10 m (Tabela 2). Este padrão demonstra a maior influência dos resíduos vegetais deixados em superfície pelos diferentes sistemas de uso do solo analisados. Na área de milho/feijão, o maior teor de COT (0,05-0,10 m) foi devido ao preparo do solo, pois antes da coleta das amostras, a área havia sido arada e gradeada, sendo os resíduos da cultura do milho incorporados e homogeneizados nos primeiros dez centímetros de solo para plantio da cultura do feijão. Tais práticas de manejo de solo favorecem uma mineralização mais rápida do COT em superfície (0-0,05 m), e em subsuperfície, os teores de MOS mantiveram-se mais estáveis.

Resultados semelhantes a estes foram verificados por Matias et al. (2009), avaliando o COT em áreas de cerrado (PI) sob LATOSSOLO com cultivo de soja em preparo convencional, com 20 anos, e comparado ao cerrado nativo. Os autores encontraram maiores teores de COT no PC (14,0 g kg⁻¹) que no cerrado nativo (8,6 g kg⁻¹) na profundidade de 10-20 cm. Segundo Costa et al. (2004), em estudo sobre o aumento da MOS em áreas de manejo com PC e SPD, a incorporação dos resíduos culturais no PC acarretou em maiores estoques de COT (10-20 cm) quando comparado ao SPD.

A área cultivada com figo apresentou os maiores teores de COT nas duas profundidades avaliadas, sendo que o tratamento milho/feijão acompanhou o melhor resultado obtido com o figo na camada de 0,05-0,10 m. Este resultado é devido ao uso de cobertura morta proveniente de material roçado da própria vegetação de gramíneas (*Paspalum notatum*) da área, sendo esta prática observada com maior intensidade na estação chuvosa. Os maiores teores de COT na área de figo também são decorrentes do uso da adubação verde com leguminosas nessa área, em acordo com Ribas et al. (2003) e Silva et al. (2009), pois esta prática aumenta os teores de COT quando os adubos verdes são introduzidos junto ao cultivo principal (Duda et al., 2003).

Tabela 2. Carbono orgânico total, nitrogênio e frações oxidáveis do carbono orgânico do solo sob diferentes áreas de produção orgânica.

Sistemas de uso do solo avaliados	COT	N	F1	F2	F3	F4
	g kg ⁻¹					
	0-0,05 m					
Berinjela/Milho (SPD)	12,10 B	1,61 B	2,95 B	2,25 A	2,75 A	3,45 A
Milho/Feijão (PC)	11,41 B	0,97 CD	2,65 B	0,65 C	2,30 B	2,55 B
Figo	17,70 A	1,93 A	4,05 A	1,95 AB	3,60 A	3,15 A
Maracujá	12,38 B	1,18 C	3,83 A	1,60 B	2,65 B	2,30 B
SAF	13,05 B	0,86 D	2,65 B	2,55 A	1,30 C	2,55 B
0,05-0,10 m						
Berinjela/Milho (SPD)	9,82 C	0,97 BC	3,40 A	1,75 A	2,20 A	2,45 ^{ns}
Milho/Feijão (PC)	12,48 A	0,86 CD	3,25 A	1,25 A	0,55 B	2,55 ^{ns}
Figo	13,23 A	1,29 A	3,35 A	1,65 A	2,62 A	3,05 ^{ns}
Maracujá	10,96 B	1,08 B	3,35 A	1,70 A	2,35 A	2,40 ^{ns}
SAF	9,04 C	0,75 D	1,75 B	1,45 A	0,75 B	2,85 ^{ns}

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste LSD-Student a 5%. COT=carbono orgânico total, N=nitrogênio, F1: C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄; F2: diferença entre o C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 6 e 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄; F3: diferença entre o C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 9 e 6 mol L⁻¹ de H₂SO₄; F4: diferença entre o C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 12 e 9 mol L⁻¹ de H₂SO₄. SPD=sistema plantio direto; PC=preparo convencional.

Na profundidade de 0,05-0,10 m foram observadas maiores variações entre as áreas analisadas quanto ao teor de COT, sendo os maiores teores de COT encontrados sob os sistemas milho/feijão e figo, seguidos da área com maracujá, berinjela/milho e SAF, respectivamente (Tabela 2). Este padrão é decorrente do constante aporte de matéria orgânica, via cama de aviário e/ou esterco bovino, ambos associados ao uso de adubação verde, ocasionando uma homogeneização dos teores de COT em superfície, como notado nas áreas de milho/feijão (PC), berinjela/milho (SPD), maracujá. Já na profundidade de 0,05-0,10 m, o manejo dado a cada sistema de uso do solo, associado à quantidade de resíduos vegetais oriundos de cada cultura pode ter influenciado nas diferenças encontradas entre as áreas.

Os maiores teores de COT encontrados na área de maracujá em detrimento a área de berinjela/milho (SPD), na profundidade de 0,05-0,10 m (Tabela 2), são decorrentes do consórcio da cultura do maracujá com a leguminosa *Desmodium* sp. Tarré et al. (2001) verificaram sob condições de clima tropical que a taxa de acumulação de carbono no solo dobrou em pastagem de *Brachiaria humidicola* quando consorciada com *Desmodium ovalifolium*.

Para o nitrogênio, os maiores teores foram observados sob o sistema de uso do solo com figo, situação coincidente com os maiores valores de COT, também verificados nesta área (Tabela 2). Destaca-se nesta área o uso da leguminosa siratro (*Macroptilium atropurpureum*) como planta de cobertura desde o início do plantio da frutífera (1999) (Merlin et al., 2005). A quantidade de matéria seca de folhas provenientes da deiscência natural do siratro nesta área chegou a 2,0 Mg ha⁻¹, acarretando aporte de 50 kg ha⁻¹ de N provenientes deste resíduo (Almeida & Guerra, 2008).

Os menores teores de nitrogênio foram encontrados para o SAF, sendo igual a área com milho/feijão (Tabela 2). Este padrão é decorrente da ausência de adubação verde na área de SAF, uma vez que nas demais áreas avaliadas (berinjela/milho, figo e maracujá), já foram realizadas esta prática, com leguminosas principalmente.

Comparando-se os sistemas berinjela/milho e milho/feijão, verificaram-se maiores teores de nitrogênio para a área em SPD, principalmente na profundidade de 0-0,05 m (Tabela 2). Estes resultados demonstram o efeito negativo do preparo do solo, uma vez que as práticas de aração e gradagem aceleram a mineralização da MOS e, conseqüentemente, diminui os teores de COT e N.

Em relação ao carbono oxidável, os maiores teores de carbono da fração F1 foram encontrados nas áreas de figo e maracujá (0-0,05 m), e na profundidade de 0,05-0,10 m, apenas a área de SAF diferiu das demais, com menores valores de C da F1 (Tabela 2). A área de milho/feijão (PC) apresentou os menores valores de carbono para a fração F2 (0-0,05 m), indicando que as práticas de aração e gradagem desfavorecem a manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo. As áreas de berinjela/milho (SPD) e SAF apresentaram os maiores teores de carbono na F2.

Na profundidade de 0,05-0,10 m, os maiores valores de carbono na fração F1 para os sistemas com oleráceas e frutíferas são decorrentes do uso da adubação orgânica no plantio e em cobertura, diferindo do SAF, que basicamente tem apenas o aporte de matéria orgânica via deposição de seus resíduos vegetais.

Estudos com fracionamento do carbono orgânico do solo indicam que os maiores teores de carbono na fração F1 tendem a ser encontrados naquelas áreas onde há aporte de matéria orgânica via resíduos vegetais (Chan et al., 2001; Blair et al., 1995; Rangel et al., 2008), sendo este aumento relacionado, principalmente, à fração leve livre da MOS (Maia et al., 2007).

Para a fração F3, na profundidade de 0-0,05 m, os menores valores de carbono foram observados na área de SAF, seguidos das áreas de maracujá e milho/feijão. Para a profundidade de 0,05-0,10 m, as áreas de milho/feijão e SAF apresentaram este padrão. Para a fração F4, os sistemas de berinjela/milho (SPD) e figo apresentaram os maiores teores de carbono na profundidade de 0-0,05 m.

As frações F1 e F2 apresentaram maior labilidade no solo enquanto F3 e F4 são frações consideradas mais resistentes. Portanto, seria desejável um balanço nos teores de carbono destas frações, para que houvesse um equilíbrio entre as funções (disponibilidade de nutrientes e estruturação do solo (F1 e F2) e proteção física e química (F3 e F4) que estas frações desempenham no solo. Partindo desse pré-suposto, verificou-se

que o sistema de berinjela/milho apresentou uma distribuição mais homogênea do carbono de cada fração oxidável em relação ao COT (Tabela 3), com destaque para maiores proporções das frações F1 (24%, 0-0,05 m e 35%, 0,05-0,10 m) e F4 (29%, 0-0,05 m e 25%, 0,05-0,10 m). Este padrão demonstra que este sistema (SPD) apresenta tanto matéria orgânica de maior labilidade no solo (F1) quanto matéria orgânica mais recalcitrante (F4).

As menores proporções de carbono das frações oxidáveis verificadas no sistema milho/feijão (F2 - 6%, 0-0,05 m e, F3 - 4%, 0,05-0,10 m) demonstram que o preparo convencional do solo é negativo para o acúmulo de carbono nestas frações, quando comparado aos demais sistemas avaliados.

De maneira geral, as maiores proporções do carbono oxidável em relação ao COT estão presentes nas frações F1 e F4 (Tabela 3). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por Loss et al. (2009d) avaliando as frações de carbono oxidável de um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO em São Luiz, MA, sob cultivo em sistema de aléias com as seguintes leguminosas: sombreiro + guandu; leucena + guandu; acácia + guandu; sombreiro + leucena e leucena + acácia.

Os maiores teores de MOL foram encontrados no sistema berinjela/milho, nas duas profundidades avaliadas (Tabela 3). Este padrão deve-se principalmente a forma de manejo desta área, em sistema plantio direto, que mantém a palhada sobre a superfície do solo, aumentando os teores da fração leve da MOS. A área de milho/feijão (PC) apresentou os menores teores de MOL, confirmando que o revolvimento do solo desfavorece a manutenção da fração leve sobre o solo, diminuindo os teores de carbono das frações oxidáveis (Tabela 2).

Dentre os atributos avaliados, a MOL

Tabela 3. Matéria orgânica leve (MOL), carbono da MOL (Cmol) e proporções entre o carbono das frações oxidáveis com o COT sob diferentes áreas de produção orgânica.

Sistemas de uso do solo avaliados	MOL	Cmol	F1/COT	F2/COT	F3/COT	F4/COT
	g kg ⁻¹		%			
0-0,05 m						
Berinjela/Milho (SPD)	9,60 A	218,25 A	24	19	23	29
Milho/Feijão (PC)	2,40 E	163,65 C	23	6	20	22
Figo	3,60 D	221,09 A	23	11	20	18
Maracujá	5,60 C	201,79 AB	31	13	21	19
SAF	7,20 B	176,01 BC	20	20	10	20
0,05-0,10 m						
Berinjela/Milho (SPD)	8,20 A	169,88 B	35	18	22	25
Milho/Feijão (PC)	1,60 D	150,32 B	26	10	4	20
Figo	1,60 D	171,43 B	25	12	20	23
Maracujá	3,20 B	158,69 B	31	16	21	22
SAF	2,60 C	199,46 A	19	16	8	32

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem significativamente entre os diferentes sistemas de uso do solo pelo teste LSD-student a 5%. MOL=matéria orgânica leve em água, Cmol=carbono orgânico da matéria orgânica leve, F1, F2, F3 e F4/COT=proporção do carbono de cada fração oxidável em relação ao carbono orgânico total do solo. SPD=sistema plantio direto; PC=preparo convencional.

mostrou-se mais responsiva frente ao manejo empregado em cada sistema de uso do solo, uma vez que apresentou diferenças estatísticas entre todas as áreas avaliadas na profundidade de 0-0,05 m, sendo apenas verificadas similaridades entre as áreas de figo e milho/feijão na profundidade de 0,05-0,10 m (Tabela 3). Este resultado indica que em sistemas orgânicos, a utilização da MOL para verificar diferenças entre os diferentes sistemas avaliados é mais eficiente que o COT, pois apenas para a área de figo observou-se diferenças para este atributo (0-0,05 m) em relação à demais áreas estudadas.

A matéria orgânica leve é constituída por resíduos orgânicos parcialmente humificados em vários estádios de decomposição e apresenta um tempo de residência no solo que varia de 1 a 5 anos (Marin, 2002). O acúmulo de MOL resulta em maior fornecimento de substrato para o crescimento microbiano, o que reflete em liberação de nutrientes por meio da ciclagem da biomassa microbiana, além de recuperar o equilíbrio biológico do solo e melhorar sua qualidade (Anderson & Ingram, 1989).

Em relação aos teores de carbono da matéria orgânica leve (Cmol), verificaram-se maiores teores para os sistemas de berinjela/milho e figo, com menores teores para o sistema milho/feijão (0-0,05 m). Estes resultados são decorrentes da adição de matéria orgânica via cama de aviário e/ou esterco bovino, que são utilizados nas áreas. Na área de milho/feijão, o preparo convencional desfavoreceu os teores de MOL e, consequentemente, os teores de carbono desta.

Os resultados encontrados para MOL e Cmol estão de acordo com o trabalho de Xavier et al. (2006), onde os autores avaliaram a MOL em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na chapada da Ibiapaba (CE). Estes autores encontraram maiores teores de MOL e carbono da MOL nas áreas com manejo orgânico, em contraste ao manejo convencional, atribuindo tal resultado à influência do maior aporte de matéria orgânica, sob manejo orgânico.

Observou-se uma tendência de maiores valores de MOL e Cmol na profundidade de 0-0,05 m em detrimento a 0,05-0,10 m (Tabela 3). Este padrão evidencia que o efeito da adubação orgânica realizada na área, em relação ao incremento de MOL e Cmol, restringe-se aos primeiros centímetros do solo.

Na profundidade de 0,05-0,10 m, verificaram-se maiores teores de Cmol para o SAF. Este resultado pode ser decorrente de material mais resistente à degradação presente no solo, uma vez que esta área possui maior diversidade de espécies, com diferentes tamanhos (porte) e sistema radicular.

Conclusão

O sistema de uso do solo com figo fornece o maior aporte de COT e N em detrimento aos demais sistemas avaliados. Sob sistema plantio direto com berinjela/milho os maiores teores de MOL e N são favorecidos, em relação ao preparo convencional do solo com milho/feijão.

O plantio direto da berinjela/milho, sob sistema de cultivo orgânico, propicia melhor distribuição do carbono de cada fração oxidável em relação ao COT. Também há equilíbrio entre matéria orgânica de maior labilidade no solo (F1) e matéria orgânica mais recalcitrante (F4).

Referências

Almeida, D.L., Guerra, J.G.M. Uma experiência de pesquisa em agricultura orgânica: "fazendinha agroecológica - km 47". 2008. http://www.pronaf.gov.br/dater/arquivos/27_Experiencia_em_Pesquisa_Agric_Org.pdf/ <Acesso em 20 de Março 2008>

Anderson, J.M., Ingram, J.S.I. 1989. *Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods*. CAB International, Wallingford, Estados Unidos. 171 p.

Blair, G.J., Lefroy, R.D.B., Lisle, L. 1995. Soil carbon fractions based on their degree of oxidation, and the development of a carbon management index for agricultural systems. *Australian Journal of Agricultural Research* 46: 1459-1466.

Castro, C.M., Almeida, D.L., Ribeiro, R.L.D. 2005. No-tillage, green manure and supplementation with poultry manure on organic eggplant production. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40: 495-502.

Cardozo, S.V., Pereira, M.G., Ravelli, A., Loss, A. 2008. Caracterização de propriedades edáficas em áreas sob manejo orgânico e natural na região serrana do Estado do Rio de Janeiro. *Semina - Ciências Agrárias* 29: 517-530.

Chan, K.Y., Bowman, A., Oates, A. 2001. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an oxic paleustalf under different pasture ley. *Soil Science* 166: 61-67.

Conceição, P.C., Amado, T.J.C., Mielniczuk, J., Spagnollo, E. 2005. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 29: 777-788.

Costa, F.S., Bayer, C., Albuquerque, J.A., Fontoura, S.M.V. 2004. Aumento de matéria orgânica num Latossolo Bruno em plantio direto. *Ciência Rural* 34: 587-589.

- Duda, G.P., Guerra J.G.M., Monteiro, M.T., De-Polli, H. 2003. Perennial herbaceous legumes as live soil mulches and their effects on C, N and P of the microbial biomass. *Scientia Agricola* 60: 39-147.
- Embrapa. *Manual de Métodos de análise de solo*. 1997. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brasil. 212p.
- Embrapa. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2006. Embrapa Solos, Rio de Janeiro, Brasil. 306p.
- Freixo, A.A., Machado, P.L.O.A., Guimarães, C.M., Silva, C.A., Fadigas, F.S. 2002. Estoques de carbono e nitrogênio e distribuição de frações orgânicas de Latossolo do cerrado sob diferentes sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 26: 425-434.
- Janzen, H.H., Campbell, C.A., Brandt, S.A., Lafond, G.P., Townley-Smith, L. 1992. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. *Soil Science Society of America Journal* 56: 1799-1806.
- Loss, A., Pereira, M.G., Schultz, N., Anjos, L.H.C., Silva, E.M.R. 2009a. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 44: 68-75.
- Loss, A., Pereira, M.G., Schultz, N., Anjos, L.H.C., Silva, E.M.R. 2009b. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção. *Ciência Rural* 39: 1067-1072.
- Loss, A., Pereira, M.G., Schultz, N., Ferreira, E.P., Silva, E.M.R., Beutler, S.J. 2009c. Distribuição dos agregados e carbono orgânico influenciados por manejos agroecológicos. *Acta Scientiarum Agronomy* 31: 523-528.
- Loss, A., Pereira, M.G., Ferreira, E.P., Santos, L.L., Beutler, S.J., Ferraz-Junior, A.S.L. 2009d. Frações oxidáveis do carbono orgânico do solo em sistema de aléias sob Argissolo Vermelho-Amarelo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 33: 867-874.
- Lundquist, E.J., Jackson, L.E., Scow, K.M., Hsu, C. 1999. Changes in microbial biomass and community composition, and soil carbon and nitrogen pools after incorporation of Rye into three California agricultural soils. *Soil Biology and Biochemistry* 31: 221-236.
- Maia, S.M.F., Xavier, F.A.S., Senna, O.T., Mendonça, E.S., Araujo, J.A. 2007. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry Systems* 71: 127-138.
- Marin, A.M.P. 2002. *Impactos de um sistema agroflorestal com café na qualidade do solo*. 83f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.
- Matias, M.C.B., Salviano, A.A.C., Leite, L.F.C., Araujo, A.S.F. 2009. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado do estado do Piauí. *Acta Scientiarum - Agronomy* 31: 517-521.
- Merlin, A.O., Guerra, J.G.M., Junqueira, R.M., Aquino, A.M. 2005. Soil macrofauna in cover crops of figs grown under organic management. *Scientia Agricola* 62: 57-61.
- Rangel, O.J.P., Silva, C.A., Guimarães, P.T.G., Guilherme, L.R.G. 2008. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciência e Agrotecnologia* 32: 429-437.
- Ribas, R.G.T., Junqueira, R.M., Oliveira, F.L., Guerra, J.G.M., Almeida, D.L., Alves, B.J.R., Ribeiro, R.L.D. 2003. Desempenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico. *Agronomia* 37: 80-84.
- Silva, E.E., Depolli, H., Loss, A., Pereira, M.G., Guerra, J.G.M. 2009. Matéria orgânica e fertilidade do solo em cultivos consorciados de couve com leguminosas anuais. *Revista Ceres* 56: 93-102.
- Stevenson, F.J. 1994. *Humus chemistry: Genesis, composition, reactions*. John Wiley and Sons, New York, Estados Unidos. 345p.
- Tarré, R., Macedo, R., Cantaruri, R.B., Rezende, C.P., Pereira, J.M., Ferreira, E., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey, R.M. 2001. The effect of the presence of legume on a *Brachiaria humidicola* pasture. *Plant Soil* 234: 15-26.
- Tedesco, M.J., Volkweiss, S.J., Bohnen, H. 1995. *Análise de solo, plantas e outros materiais*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 188p.
- Yeomans, J.C., Bremner, J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 19: 1467-1476.

Sohi, S., Mahieu, N., Arah, J.R.M., Polwson, D.S.P., Madari, B., Gaunt, J.L. 2001. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. *Soil Science Society of America Journal* 65: 1121-1128.

Salmi, G.P., Salmi, A.P., Abboud, A.C.S. 2006. Dinâmica de decomposição e liberação de nutrientes de genótipos de guandu sob cultivo em aléias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41: 673-678.

Xavier, F.A.S., Maia, S.M.F., Oliveira, T.S., Mendonça, E.S. 2006. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba-CE. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* 30: 247-258.