

Matéria orgânica leve do solo em sistema agroflorestal de corte e trituração sob manejo de capoeira

Lívia Gabrig Turbay Rangel-Vasconcelos⁽¹⁾, Osvaldo Ryohei Kato⁽²⁾ e Steel Silva Vasconcelos⁽²⁾

⁽¹⁾Universidade Federal Rural da Amazônia, Avenida Presidente Tancredo Neves, nº 2.501, Caixa Postal 917, CEP 66077-530 Belém, PA. E-mail: liviaturbay@gmail.com ⁽²⁾Embrapa Amazônia Oriental, Travessa Dr. Enéas Pinheiro, s/nº, Caixa Postal 48, CEP 66095-100 Belém, PA. E-mail: osvaldo.kato@cpatu.embrapa.br, steel.vasconcelos@cpatu.embrapa.br

Resumo – O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos do ciclo pousio-cultivo sobre as frações leves da matéria orgânica do solo (MOS), em sistema agroflorestal sequencial de corte e trituração, com diferentes manejos de capoeira, na Amazônia Oriental. A amostragem foi realizada nas fases de pré-pousio, pós-pousio e pós-cultivo de milho. Foram determinados os estoques de matéria orgânica leve livre (MOL-L) e matéria orgânica leve oclusa (MOL-O), carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT) e estoques de C e N na MOL-L e na MOL-O. Não houve efeito do manejo da capoeira nas variáveis estudadas, exceto quanto ao NT a 30–50 cm e à MOL-O a 10–20 cm de profundidade do solo. As frações da matéria orgânica leve foram afetadas pelas fases do sistema agroflorestal sequencial de corte e trituração. Os maiores estoques de C e N foram observados na MOL-L, nos períodos pós-pousio e pós-cultivo. Embora os estoques de C e N totais do solo não tenham aumentado, o aumento da MOL-L e de seus estoques de C e N indica melhoria e manutenção da qualidade do solo no sistema de corte e trituração da biomassa acumulada em 23 meses de pousio, mesmo após período de cultivo.

Termos para indexação: Amazônia, ciclagem da matéria orgânica, enriquecimento da capoeira, fracionamento da matéria orgânica, matéria orgânica lábil, qualidade do solo.

Soil light organic matter fractions in slash-and-mulch agroforestry system under fallow vegetation management

Abstract – The objective of this work was to evaluate the impacts of fallow to crop cycle on the light fractions of soil organic matter (SOM) in a slash-and-mulch agroforestry system with different fallow vegetation management, in the Eastern Amazon. Sampling was carried out in the pre-fallow, post-fallow, and post-cultivation stages. Stocks of free light organic matter (F-LOM) and occluded light organic matter (O-LOM), total organic carbon (TOC), total nitrogen (TN), and C and N stocks on F-LOM and O-LOM were determined. There was no effect of fallow management in the studied variables, except for TN at 30–50 cm and O-LOM at 10–20 cm soil depth. Light organic matter fractions were affected by the phases of the agroforestry slash-and-mulch system. The highest C and N stocks were observed in F-LOM in the post-fallow and post-cultivation periods. Although there was no increase in total C and N stocks, the increase in F-LOM and its stocks of C and N indicates the improvement and maintenance of soil quality in the slash-and-mulch system of biomass accumulated in 23 months of fallow, even after crop phase.

Index terms: Amazon, organic matter cycling, fallow enrichment, organic matter fractionation, labile organic matter, soil quality.

Introdução

A agricultura de “derrubada e queima”, que inclui ciclos de cultivo e pousio da vegetação secundária, é um dos principais sistemas de uso da terra na Amazônia brasileira. A vegetação secundária de floresta tropical, denominada de capoeira, desempenha papel-chave para a manutenção desse sistema, pois é durante o período de pousio que o sistema acumula biomassa

e nutrientes para atender à demanda nutricional das culturas agrícolas (Schroth & Lehmann, 2003).

Em consequência do crescimento populacional, a pressão por novas áreas de cultivo tem resultado no encurtamento do período de pousio e na intensificação do período de cultivo; portanto, com menor acúmulo de biomassa e nutrientes, o que torna este sistema insustentável (Sommer et al., 2004).

A adoção de técnicas de manejo sem uso do fogo e que promovam o acúmulo de matéria orgânica e a ciclagem de nutrientes no sistema é de grande importância para a sustentabilidade da agricultura familiar na Amazônia (Denich et al., 2005). O manejo da vegetação de pousio, ou capoeira, por meio da introdução de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio (N), associada ao corte e à trituração da biomassa acumulada, pode promover a melhoria da qualidade do solo e garantir sustentabilidade ao sistema (Basamba et al., 2007; Mulumba & Lal, 2008). Dos processos relacionados à melhoria da qualidade do solo, destacam-se: a fixação biológica do N atmosférico pelas espécies leguminosas da vegetação espontânea (Gehring et al., 2005) e pelas leguminosas utilizadas no enriquecimento de pousio (Koutika et al., 2005); a ciclagem de nutrientes lixiviados para as camadas mais profundas do solo (Schroth & Lehmann, 2003; Sommer et al., 2004); e o aporte da matéria orgânica ao solo pela deposição da biomassa triturada (Bayer et al., 2004).

A matéria orgânica do solo (MOS) é importante fonte de nutrientes para a produção vegetal, e sua ciclagem está vinculada à ciclagem dos nutrientes no solo por meio da atividade microbiana (Cambardella & Elliott, 1993). Suas frações podem ser divididas em lábil, estável e inerte (Strosser, 2010). A matéria orgânica leve (MOL), ou lábil, é de rápida decomposição, sensível às alterações de manejo do solo, como plantio, adubação e rotação de culturas, e é considerada como um bom indicador da qualidade do solo (Bayer et al., 2006; Strosser, 2010). Essa fração da MOS é derivada de resíduos de plantas, raízes e hifas que apresentam estruturas celulares típicas (Marschner et al., 2008; Wagai et al., 2009). A MOL pode ser dividida em matéria orgânica leve livre (MOL-L) e matéria orgânica leve oclusa (MOL-O). Embora ambas sejam leves, alguns estudos mostraram, por meio de espectroscopia e microscopia eletrônica (Wagai et al., 2009), diferenças quanto à sua composição estrutural, o que resulta em diferentes níveis de recalcitrância. Entender como essas frações sofrem impactos pelo sistema de cultivo e como elas estão relacionadas às mudanças da disponibilidade de nutrientes no solo representa uma ferramenta importante para a adoção de práticas e técnicas mais sustentáveis pela agricultura.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar os impactos do ciclo pousio-cultivo sobre as frações leves da matéria orgânica do solo e seus estoques de

C e N, em um sistema agroflorestal sequencial de corte e trituração, com diferentes manejos de capoeira, na Amazônia Oriental.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Comunidade São João (1°00'4"S, 47°38'3"W), no Município de Marapanim, no nordeste do Estado do Pará, incluído na Zona Bragantina, uma das áreas mais antigas de colonização na Amazônia, com uso intenso dos recursos naturais.

O clima da região é do tipo Am_i, conforme a classificação de Köppen – tropical sem ocorrência de inverno estacional, com temperaturas médias anuais em torno de 26°C, que podem chegar a 31°C no período seco. Na região há ocorrência de maior pluviosidade entre março e abril (418,0 mm por mês) e menor entre setembro e novembro (29,2 mm por mês).

Os solos da região são classificados como Argissolo Amarelo distrófico com textura arenosa a média. O relevo é classificado como plano a suave-ondulado. A caracterização química e granulométrica do solo da área experimental, à época de implantação do experimento, está apresentada na Tabela 1.

A área experimental, de aproximadamente 0,5 ha, com vegetação secundária de oito anos, foi submetida à trituração com implemento fresador florestal, em março de 2006. Um mês após a trituração da biomassa acumulada pelo período de pousio, foi realizado um plantio de mandioca (*Manihot esculenta*, cv. Cearense), em espaçamento de 1x1 m, sob o material triturado distribuído na área como cobertura morta. Em junho de 2007, quando a área estava coberta com a cultura da mandioca, foi instalado um experimento de enriquecimento de capoeira com as leguminosas ingá, *Inga edulis* Mart, e tachi-branco, *Sclerolobium paniculatum* Vogel, alternadas em espaçamento 2x2 m entre as linhas alternadas da mandioca. A vegetação espontânea se encontrava com massa de matéria seca estimada em 3,97±0,4 Mg ha⁻¹.

O experimento foi realizado em delineamento de blocos ao acaso, com três tipos de manejo de capoeira –, capoeira; CAP_{leg}, capoeira enriquecida com ingá e tachi-branco; CAP_{leg+p}, capoeira enriquecida com ingá e tachi-branco + adubação fosfatada – e quatro repetições, o que totalizou 12 unidades experimentais de 10x12 m. A adubação para as leguminosas introduzidas no sistema utilizou fosfato

natural parcialmente acidulado, à dose de 200 g por cova (165 kg de P_2O_5 ha⁻¹).

Em outubro de 2007, após a colheita da mandioca, realizou-se o coroamento nas leguminosas, e a área experimental entrou em pousio. O período de enriquecimento de capoeira durou 23 meses e, em junho de 2009, foi realizada a trituração da biomassa acumulada pela capoeira para preparo de área e plantio de milho (*Zea mays*). A massa de matéria seca da vegetação de pousio (parte aérea + serapilheira), transformada em cobertura morta, foi estimada em 13,9, 19,7 e 25,6 Mg ha⁻¹, para os tratamentos capoeira, CAP_{leg} e CAP_{leg+p} respectivamente.

A amostragem de solo foi realizada em três fases durante o experimento – pré-pousio, em junho de 2007; pós-pousio, em maio de 2009; e pós-cultivo do milho, em agosto de 2010 –, tendo-se coletado uma amostra composta de seis amostras simples por parcela, com auxílio de um trado calador. A amostragem do período pré-pousio foi realizada nas camadas de 0–10, 10–20, 20–30 e 30–50 cm, e as do pós-pousio e pós-cultivo foram realizadas a 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 e 30–50 cm de profundidade do solo. Para a comparação das três épocas de coleta, foi considerada a média dos valores das profundidades 0–5 e 5–10 cm.

Para a determinação da densidade do solo, foram coletadas amostras indeformadas por meio de anel volumétrico das profundidades de 0–5, 5–10, 10–20, 20–30 e 30–50 cm, no pós-cultivo. Os teores de C orgânico (COT) e de N total (NT) foram determinados por analisador elementar Leco, modelo CNS 2000, (Leco do Brasil, Rio de Janeiro, RJ).

O fracionamento da matéria orgânica do solo foi realizado pelo método densimétrico, adaptado de Sohi et al (2001) por Mendonça & Matos (2005), para a obtenção das frações leve livre (FLL) e leve oclusa (FLO). Para a separação da FLL, amostras de aproximadamente 15 g de terra fina seca ao ar (TFSA) foram agitadas com 30 mL de solução de iodeto de sódio com densidade de 1,8 g cm⁻³, em tubo de

centrífuga de 100 mL, por 15 min a 1.300 g (FCR_{média}). O sobrenadante foi vertido em cadinho de Gooch de 100 mL, ligado a três frascos de Kitasato, dos quais o último foi ligado a uma bomba de vácuo. A FLO foi obtida pela agitação do solo remanescente com 30 mL de solução de iodeto de sódio, em tubo de centrífuga, por 16 horas a 1.300 g (FCR_{média}). A determinação das concentrações de C e N, nestas frações, foi realizada por combustão a seco, com analisador elementar Leco, modelo CNS 2000, (Leco do Brasil, Rio de Janeiro, RJ).

Foi utilizado o programa estatístico SAS versão 9.1 (SAS Institute, 2004) para a análise estatística. Foram analisados efeitos do manejo da capoeira, das fases do sistema e da interação manejo da capoeira x fases do sistema nos estoques de C e N totais do solo e das frações da matéria orgânica leve do solo, por meio de análise de variância de dois fatores, separadamente, para cada profundidade do solo estudada. Quando necessário, os dados foram transformados (logaritmo neperiano e raiz quadrada), para atender aos requisitos de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias. Os resultados, no entanto, foram apresentados com média e erro-padrão originais. Aplicou-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade, para a comparação das médias.

Resultados e Discussão

Somente as fases de cultivo nas profundidades de 10–20 e 30–50 cm apresentaram efeito significativo sobre as médias dos estoques de carbono total (Tabela 2). A fase de pré-pousio apresentou os maiores valores de COT na camada de 10–20 cm, e a fase de pós-cultivo os menores na camada de 30–50.

Quanto aos estoques de NT, observou-se diminuição após o período de cultivo, em todas as profundidades estudadas (Tabela 2). Estudos mostram esse comportamento em sistemas de cultivo convencionais, em comparação a sistemas conservacionistas, como o de plantio direto (Espinoza et al., 2007; Siqueira Neto

Tabela 1. Caracterização química e granulométrica do solo da área experimental, em junho de 2007.

Profundidade (cm)	pH em água	N --- (g kg ⁻¹) ---	MO	P	K	Na	Ca	Ca+ Mg	Al	H + Al	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila
				----- (mg dm ⁻³) -----				----- (cmol _c dm ⁻³) -----			----- (g kg ⁻¹) -----			
0–10	5,3	1,7	11,5	4	32	14	2,5	3,0	0,1	5,8	544	335	62	60
10–20	4,8	1,4	10,4	2	22	12	0,8	1,2	0,6	6,6	447	396	57	100
20–30	4,7	1,4	9,6	1	28	10	0,6	1,0	0,8	7,1	429	383	88	100
30–50	4,6	1,1	5,1	1	16	8	0,4	0,7	1,0	6,3	381	379	80	160

et al., 2009). A diminuição dos estoques de NT, após o período de cultivo, pode estar relacionada à alta mobilidade que este nutriente tem no solo, associado à sua exportação pelo cultivo de milho. Além disso, a falta de cobertura vegetal pode intensificar as perdas de N por lixiviação.

Os tratamentos de enriquecimento da capoeira com leguminosas arbóreas – com ou sem adubação fosfatada – promoveram o aumento das médias dos estoques de NT à profundidade de 10–20 cm (Tabela 2). À profundidade de 30–50 cm, houve efeito da interação fase do sistema x manejo da capoeira, com maiores estoques de NT nos tratamentos de enriquecimento, nos períodos pré e pós-pousio. Os elevados estoques de NT, no período pós-pousio, evidenciam o efeito das leguminosas arbóreas, adubadas ou não, no acúmulo de NT do solo. Macedo et al. (2008) mostraram a efetividade da utilização de espécies leguminosas arbóreas no reestabelecimento dos estoques de COT e NT do solo.

A análise de variância mostrou que os efeitos do manejo da capoeira e da interação entre fases do sistema x manejo da capoeira sobre as variáveis avaliadas

foram menos frequentes que os efeitos da fase do sistema (Tabela 3). A faixa de resultados do presente estudo está de acordo com a literatura acerca do tema (Lima et al., 2008; Vergutz et al., 2010; Pegoraro et al., 2011).

Os estoques de MOL-L e de C e N da MOL-L, à profundidade de 0–10, foram significativamente inferiores na fase pré-pousio, em comparação aos demais períodos (Tabela 4). Houve incremento de 50% no estoque de MOL-L e de 37 e 33% nos estoques de C da MOL-L e N da MOL-L, respectivamente, durante o período de pousio, que se mantiveram em quantidades significativas mesmo após o período de cultivo. Roscoe & Buurman (2003) observaram redução da MOL-L após cultivo em solos de cerrado; entretanto, a redução foi menor em solos sob plantio direto. A matéria orgânica leve do solo está relacionada ao aporte de nutrientes ao sistema, e sua permanência está relacionada à qualidade do resíduo. Os resultados do presente trabalho sugerem ter havido suprimento suficiente de resíduos pela vegetação de pousio, aliada à deposição de sua biomassa triturada com baixas taxas de decomposição, que pudessem garantir a manutenção

Tabela 2. Estoques de carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) de Argissolo Amarelo distrófico, em sistema de corte e trituração, com os manejos: capoeira sem enriquecimento; capoeira enriquecida com leguminosas arbóreas (CAP_{leg}); e capoeira enriquecida com leguminosas arbóreas e adubação fosfatada (CAP_{leg+p})⁽¹⁾.

Fases do sistema	Estoques de C (Mg ha ⁻¹)			Média	Estoques de N (Mg ha ⁻¹)			Média
	Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+p}		Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+p}	
0–10 cm								
Pré-pousio	20,1±2,5	16,7±2,6	16,7±0,5	17,8±1,1	1,4±0,1	1,5±0,2	1,3±0,2	1,4±0,4A
Pós-pousio	17,3±2,3	19,8±1,8	17,0±1,4	18,0±1,2	0,9±0,2	1,4±0,2	1,2±0,1	1,2±0,3A
Pós-cultivo	17,0±3,5	15,4±1,4	19,9±2,4	17,4±1,2	1,0±0,2	0,9±0,1	1,1±0,1	1,0±0,3B
Média	18,1±1,5	17,3±1,0	17,9±0,9	-	1,1±0,1	1,3±0,1	1,2±0,03	-
10–20cm								
Pré-pousio	12,0±0,9	13,9±0,8	13,9±0,02	13,3±0,5A	1,0±0,3	1,5±0,1	1,6±0,1	1,3±0,4A
Pós-pousio	10,5±0,2	13,6±1,3	14,9±3,6	13,0±0,5AB	0,6±0,1	1,2±0,1	1,2±0,2	1,0±0,3A
Pós-cultivo	10,2±1,9	10,5±0,4	12,3±1,3	11,0±0,7B	0,5±0,1	0,6±0,1	0,7±0,1	0,6±0,2B
Média	10,9±0,7	12,6±0,5	13,7±0,6	-	0,7±0,1B	1,1±0,1B	1,2±0,04A	-
20–30cm								
Pré-pousio	9,9±1,0	11,1±0,6	11,0±0,3	10,7±0,4	0,8±0,3	1,3±0,03	1,3±0,03	1,2±0,4A
Pós-pousio	10,3±0,7	10,0±0,4	11,7±1,4	10,7±0,3	0,6±0,2	1,0±0,1	1,0±0,1	0,9±0,3A
Pós-cultivo	7,8±0,4	10,0±0,9	9,4±0,9	9,1±0,5	0,4±0,1	0,5±0,1	0,6±0,2	0,5±0,2B
Média	9,4±0,5	10,4±0,4	10,7±0,4	-	0,6±0,1	1,0±0,1	1,0±0,04	-
30–50cm								
Pré-pousio	10,5±0,7	10,2±0,5	11,4±0,6	10,7±0,4A	0,7±0,3Ab	1,2±0,1Aa	1,4±0,1Aa	1,1±0,4
Pós-pousio	8,4±0,7	8,5±0,4	9,1±0,6	8,7±0,3A	0,4±0,2Bb	0,9±0,03Aa	0,8±0,1Ba	0,7±0,2
Pós-cultivo	7,2±0,7	7,2±0,3	7,5±1,0	7,3±0,4B	0,3±0,1Ba	0,3±0,04Ba	0,4±0,1Ca	0,3±0,1
Média	8,7±0,5	8,5±0,4	9,3±0,6	-	0,5±0,1	0,8±0,1	0,9±0,03	-

⁽¹⁾Média±erro padrão seguida de letras iguais, maiúsculas entre fases do sistema e minúsculas entre manejos de “capoeira”, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

dessa fração da MOS. O fato de a área experimental ter sido submetida anteriormente à trituração – após pousio de oito anos, em junho de 2006 – e, posteriormente, ter havido apenas o plantio de mandioca seguido do pousio de 23 meses, também pode ter favorecido a manutenção da qualidade do solo.

Os estoques de MOL-O e C-MOL-O foram significativamente maiores no tratamento de enriquecimento da capoeira com adubação fosfatada à profundidade 10–20 cm (Tabela 5). Macedo et al. (2008) observaram aumento da MOL-O, em solo recuperado com leguminosas arbóreas. Houve

Tabela 3. Análise de variância dos efeitos de manejo da capoeira e fases do sistema sobre os estoques de carbono orgânico total do solo (COT), nitrogênio total do solo (NT), matéria orgânica leve livre (MOL-L), carbono da MOL-L, nitrogênio da MOL-L, matéria orgânica leve oclusa (MOL-O), carbono da MOL-O e nitrogênio da MOL-O, em diferentes profundidades do solo.

Fonte de variação	COT	NT	MOL-L	C _{MOL-L}	N _{MOL-L}	MOL-O	C _{MOL-O}	N _{MOL-O}
0–10 cm								
Manejo da capoeira	0,19	0,61	0,20	0,48	0,27	0,69	1,08	0,85
Fase do sistema	0,33	5,84*	13,25**	10,44**	9,34**	20,07***	57,20***	51,98***
Manejo x fase	1,43	1,20	0,42	0,76	1,05	0,19	0,43	1,09
10–20 cm								
Manejo da capoeira	2,03	4,46*	0,38	1,52	1,16	6,86*	9,74*	5,40*
Fase do sistema	4,75*	21,73***	2,90	0,07	0,80	6,97*	40,17***	17,03**
Manejo x fase	0,20	1,66	1,17	1,18	0,83	1,08	1,31	0,89
20–30 cm								
Manejo da capoeira	1,51	3,69	1,01	0,39	0,93	0,79	2,57	1,27
Fase do sistema	3,35	16,03**	2,50	1,10	2,94	2,42	10,84**	6,46*
Manejo x fase	0,94	0,65	1,06	1,18	1,46	0,77	1,00	2,34
30–50 cm								
Manejo da capoeira	0,51	3,62	-	-	-	-	-	-
Fase do sistema	26,88***	55,61***	-	-	-	-	-	-
Manejo x fase	0,20	5,60**	-	-	-	-	-	-

*, ** e ***Significativo a 5, 1 e 0,1% , respectivamente, pelo teste F.

Tabela 4. Estoques de matéria orgânica leve livre (MOL-L), carbono da matéria orgânica leve livre (C-MOL-L) e nitrogênio da matéria orgânica leve livre (N-MOL-L) de um Argissolo Amarelo distrófico, em sistema de corte e trituração, com os manejos: capoeira sem enriquecimento; capoeira enriquecida com leguminosas arbóreas (CAP_{leg}); e capoeira enriquecida com leguminosas arbóreas e adubação fosfatada (CAP_{leg+P})⁽¹⁾.

Fase do sistema	MOL-L (Mg ha ⁻¹)			Média	C-MOL-L (Mg ha ⁻¹)			Média	N-MOL-L (Mg ha ⁻¹)			Média
	Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+P}		Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+P}		Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+P}	
0–10 cm												
Pré-pousio	8,5±1,3	11,4±2,8	8,3±1,6	9,4±1,1B	3,2±0,5	4,5±1,1	3,1±0,6	3,6±0,4B	0,1±0,02	0,2±0,05	0,1±0,02	0,2±0,02B
Pós-pousio	18,9±4,5	20,6±2,7	16,8±2,5	18,8±1,2A	6,0±1,4	6,7±0,9	4,5±0,7	5,7±0,5A	0,3±0,1	0,3±0,04	0,2±0,03	0,3±0,02A
Pós-cultivo	16,9±4,1	17,1±1,1	18,7±3,8	17,6±1,3A	5,5±1,3	5,8±0,4	6,4±1,3	5,9±0,5A	0,2±0,1	0,2±0,02	0,3±0,06	0,3±0,02A
Média	14,7±2,03	16,4±1,7	14,6±2,0	-	4,9±0,7	5,6±0,5	4,7±0,6	-	0,2±0,03	0,2±0,02	0,2±0,03	-
10–20cm												
Pré-pousio	2,2±0,4	2,6±0,4	2,3±0,5	2,4±0,2	0,7±0,1	0,9±0,2	0,8±0,1	0,8±0,1	0,02±0,004	0,03±0,005	0,02±0,004	0,02±0,002
Pós-pousio	2,9±0,9	3,3±0,5	5,4±1,0	3,9±0,5	0,6±0,2	0,9±0,1	1,3±0,2	0,9±0,1	0,02±0,007	0,03±0,004	0,05±0,01	0,03±0,005
Pós-cultivo	3,0±0,6	3,1±0,9	2,8±0,8	3,0±0,4	0,8±0,2	0,9±0,3	0,9±0,3	0,9±0,1	0,02±0,005	0,03±0,01	0,03±0,01	0,03±0,005
Média	2,7±0,4	3,0±0,4	3,5±0,4	-	0,7±0,1	0,9±0,1	1,0±0,1	-	0,02±0,003	0,03±0,004	0,03±0,01	-
20–30cm												
Pré-pousio	1,4±0,2	1,3±0,3	1,4±0,2	1,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,1	0,4±0,04	0,01±0,002	0,01±0,002	0,01±0,002	0,01±0,001
Pós-pousio	1,8±0,6	2,2±0,9	4,1±1,4	2,7±0,6	0,5±0,1	0,5±0,2	1,0±0,3	0,6±0,1	0,02±0,005	0,09±0,007	0,03±0,012	0,02±0,005
Pós-cultivo	2,2±0,4	1,9±1,2	1,5±0,1	1,9±0,4	0,7±0,1	0,5±0,3	0,5±0,02	0,6±0,1	0,03±0,005	0,02±0,01	0,02±0,0005	0,02±0,005
Média	1,8±0,2	1,8±0,5	2,3±0,6	-	0,5±0,1	0,5±0,1	0,6±0,1	-	0,02±0,003	0,02±0,005	0,02±0,005	-

⁽¹⁾Média±erro padrão seguida de letras iguais, maiúsculas entre fases do sistema, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

aumento dos estoques de MOL-O, no período de pousio, seguido de sua diminuição após o período de cultivo, à 0–10 e 10–20 cm de profundidade do solo, e os estoques de C-MOL-O apresentaram o mesmo comportamento em todas as profundidades estudadas. Os estoques de N-MOL-O, a 0–10 cm e 10–20 cm de profundidade, aumentaram significativamente com o período de pousio e diminuíram após o período de cultivo; entretanto, após o cultivo, os estoques ainda foram significativamente maiores do que no período pré-pousio. Esses resultados sugerem que esta fração da MOS é mais sensível ao manejo do solo do que a MOL-L. Em um estudo de comparação entre as frações lábeis da MOS, em sequência de cultura em plantio convencional, Sequeira et al. (2011) encontraram efeito parecido, em que a MOL-O foi mais sensível ao manejo do solo em comparação à MOL-L.

A MOL-L e MOL-O têm mecanismos específicos de proteção e estabilização e, conseqüentemente, diferentes graus de decomposição e disponibilidade para a biota do solo (Roscoe et al., 2006). A MOL-L é uma fração da MOS sensível ao manejo do solo, que sofre variações em curto espaço de tempo por ser química e fisicamente mais lábil (Roscoe & Buurman, 2003; Lima et al., 2008), enquanto a MOL-O apresenta transformação lenta, por estar protegida fisicamente nos agregados do solo e por ter em sua composição

uma mistura de material lábil e recalcitrante (Wagai et al., 2009). Assim, a MOL-O pode apresentar dois mecanismos de estabilização e recalcitrância à decomposição, um relacionado à composição química e o outro à proteção física, pela formação dos agregados do solo (Wagai et al., 2009).

O fato de a MOL-O ter diminuído após o período de cultivo, no presente estudo, pode estar relacionado à ruptura física de agregados do solo, causada possivelmente pelo processo da trituração mecanizada, realizada na área experimental, que disponibilizou o material lábil dessa fração da MOS que se encontrava protegido fisicamente pelos agregados do solo (Costa et al., 2004).

O aumento e a manutenção dos estoques de N nas frações leves da MOS, na primeiras profundidades do solo, sugerem melhoria da qualidade do solo com o pousio de 23 meses, independentemente de seu manejo, seguido de seu corte e trituração.

A massa acumulada pela vegetação de pousio, seguida do corte e trituração, no presente estudo, independentemente de seu manejo, permitiu o aporte de resíduos vegetais suficientes para promover a manutenção da qualidade do solo (Amado et al., 2006; Macedo et al., 2008), mesmo depois do período agrícola. Em pousio espontâneo de sistema tradicional de “derrubada e queima”, os estoques de

Tabela 5. Estoques de matéria orgânica leve oclusa (MOL-O), carbono da matéria orgânica leve oclusa (C-MOL-O) e nitrogênio da matéria orgânica leve oclusa (N-MOL-O) de um Argissolo Amarelo distrófico, em sistema de corte e trituração, com diferentes manejos: capoeira sem enriquecimento; capoeira enriquecida com leguminosas arbóreas (CAP_{leg}); e capoeira enriquecida com leguminosas arbóreas e adubação fosfatada (CAP_{leg+P})⁽¹⁾.

Fases do sistema	MOL-O (Mg ha ⁻¹)			Média	C-MOL-O (Mg ha ⁻¹)			Média	N-MOL-O (Mg ha ⁻¹)			Média
	Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+P}		Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+P}		Capoeira	CAP _{leg}	CAP _{leg+P}	
0–10 cm												
Pré pousio	1,0±0,3	0,7±0,1	1,3±0,2	1,0±0,1B	0,1±0,02	0,1±0,01	0,2±0,02	0,1±0,02B	0,004±0,0009	0,003±0,0005	0,007±0,001	0,004±0,001C
Pós pousio	4,3±1,1	4,6±1,5	4,5±1,1	4,5±0,1A	1,1±0,3	1,2±0,4	0,5±0,2	0,9±0,02A	0,054±0,01	0,049±0,02	0,044±0,01	0,049±0,001A
Pós cultivo	1,1±0,2	1,1±0,2	1,6±0,3	1,3±0,5B	0,2±0,1	0,2±0,04	0,4±0,1	0,2±0,14B	0,010±0,003	0,009±0,002	0,021±0,004	0,014±0,007B
Média	2,2±0,6	2,1±0,7	2,5±0,6	-	0,5±0,2	0,5±0,2	0,3±0,2	-	0,02±0,01	0,020±0,01	0,02±0,01	-
10–20cm												
Pré pousio	0,5±0,1	0,3±0,04	1,2±0,3	0,7±0,1B	0,02±0,01	0,04±0,01	0,1±0,02	0,1±0,01B	0,001±0,0002	0,002±0,0003	0,003±0,0008	0,002±0,0004C
Pós pousio	1,0±0,4	1,6±0,8	1,4±0,3	1,3±0,3A	0,1±0,03	0,6±0,3	0,7±0,1	0,4±0,10A	0,004±0,001	0,010±0,005	0,008±0,001	0,007±0,002A
Pós cultivo	0,2±0,1	0,4±0,1	0,9±0,1	0,5±0,1B	0,3±0,1	0,02±0,01	0,019±0,003	0,1±0,03B	0,017±0,004	0,003±0,0009	0,001±0,002	0,007±0,0004B
Média	0,6±0,1b	0,8±0,3b	1,2±0,2a	-	0,15±0,02b	0,21±0,11b	0,26±0,03a	-	0,007±0,001a	0,005±0,002b	0,004±0,002b	-
20–30cm												
Pré pousio	0,5±0,1	0,6±0,1	0,7±0,3	0,6±0,1	0,1±0,01	0,01±0,01	0,03±0,01	0,04±0,01B	0,0039±0,0004	0,003±0,0008	0,0009±0,0003	0,003±0,0005
Pós pousio	1,8±0,5	1,9±1,4	0,7±0,1	1,5±0,5	0,1±0,04	0,4±0,3	0,2±0,03	0,24±0,10A	0,0059±0,002	0,013±0,009	0,0060±0,009	0,008±0,003
Pós cultivo	0,5±0,1	1,5±0,7	0,5±0,2	0,8±0,2	0,1±0,01	0,2±0,1	0,04±0,01	0,10±0,03B	0,0026±0,0005	0,009±0,004	0,0043±0,001	0,005±0,001
Média	0,9±0,3	1,3±0,5	0,6±0,1	-	0,08±0,02	0,21±0,10	0,09±0,02	-	0,004±0,001	0,008±0,003	0,004±0,001	-

⁽¹⁾Média±erro padrão seguidas de letras iguais, maiúsculas entre fases do sistema e minúsculas entre manejos de “capoeira”, não diferem, entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

MOS geralmente diminuem em 60–90% em relação aos níveis iniciais (Szott & Palm, 1996). A dinâmica da MOS durante o período de pousio depende do grau de perda de C durante o período agrícola anterior. O sistema de corte e trituração permite a liberação lenta e gradual de nutrientes, o que reduz as perdas por erosão e lixiviação, além de outros benefícios como o aumento da porosidade total, agregação e umidade do solo (Mulumba & Lal, 2008). A manutenção da qualidade do solo vai depender do contínuo aporte de resíduos orgânicos no sistema (Bayer et al., 2004).

Conclusões

1. Os estoques das frações leves da matéria orgânica do solo são afetados pelas fases do sistema agroflorestal sequencial de corte e trituração.

2. O enriquecimento da capoeira com espécies leguminosas, submetidas ou não à adubação fosfatada de baixa solubilidade, afeta o nitrogênio total e a matéria orgânica leve oclusa do solo.

3. O sistema de corte e trituração da vegetação de pousio de 23 meses, com o enriquecimento de capoeira, aumenta os estoques de matéria orgânica leve livre e melhora a qualidade do solo.

Agradecimentos

À Embrapa Amazônia Oriental e à Universidade Federal Rural da Amazônia, pelo apoio logístico e financeiro; à Sra. Neuza Ferreira da Silva, pela realização de análises físico-químicas, no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Oriental.

Referências

AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; CONCEIÇÃO, P.C.; SPAGNOLLO, E.; CAMPOS, B.H.C. de; VEIGA, M. de. Potential of carbon accumulation in no-till soils with intensive use and cover crops in Southern Brazil. **Journal of Environmental Quality**, v.35, p.1599-1607, 2006.

BASAMBA, T.A.; BARRIOS, E.; SINGH, B.R.; RAO, I.M. Impact of planted fallows and a crop rotation on nitrogen mineralization and phosphorus and organic matter fractions on a Colombian volcanic-ash soil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.77, p.127-141, 2007.

BAYER, C.; MARTIN-NETO, L.; MIELNICZUK, J.; PAVINATO, A. Carbon storage in labile fractions of soil organic matter in a tropical no-tillage Oxisol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.677-683, 2004.

BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; GIASSON, E.; MARTIN-NETO, L.; PAVINATO, A. Tillage effects on particulate and mineral-associated organic matter in two tropical Brazilian soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.37, p.389-401, 2006.

CAMBARDELLA, C.A.; ELLIOTT, E.T. Carbon and nitrogen distribution in aggregates from cultivated and native grassland soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.57, p.1071-1076, 1993.

COSTA, F. de S.; BAYER, C.; ALBUQUERQUE, J.A.; FONTOURA, S.M.V. Aumento de matéria orgânica num Latossolo bruno em plantio direto. **Ciência Rural**, v.34, p.587-589, 2004.

DENICH, M.; VLEK, P.L.G.; SA, T.D.D.; VIELHAUER, K.; LUCKE, W.G. A concept for the development of fire-free fallow management in the Eastern Amazon, Brazil. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.110, p.43-58, 2005.

ESPINOZA, Y.; LOZANO, Z.; VELÁSQUEZ, L. Efecto de la rotación de cultivos y prácticas de labranza sobre las fracciones de la materia orgánica del suelo. **Interciencia**, v.32, p.554-559, 2007.

GEHRING, C.; VLEK, P.L.G.; SOUZA, L.A.G. de; DENICH, M. Biological nitrogen fixation in secondary regrowth and mature rainforest of central Amazonia. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v.111, p.237-252, 2005.

GHANI, A.; DEXTER, M.; PERROTT, K.W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**, v.35, p.1231-1243, 2003.

KOUTIKA, L.S.; NOLTE, C.; YEMEFACK, M.; NDANGO, R.; FOLEFOC, D.; WEISE, S. Leguminous fallows improve soil quality in South-Central Cameroon as evidenced by the particulate organic matter status. **Geoderma**, v.125, p.343-354, 2005.

LIMA, A.M.N.; SILVA, I.R. da; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; MENDONÇA, E. de S.; DEMOLINARI, M.M.S.; LEITE, F.P. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce - MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1053-1063, 2008.

MACEDO, M.O.; RESENDE, A.S.; GARCIA, P.C.; BODDEY, R.M.; JANTALIA, C.P.; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Changes in soil C and N stocks and nutrient dynamics 13 years after recovery of degraded land using leguminous nitrogen-fixing trees. **Forest Ecology and Management**, v.255, p.1516-1524, 2008.

MARSCHNER, B.; BRODOWSKI, S.; DREVES, A.; GLEIXNER, G.; GUDE, A.; GROOTES, P.M.; HAMER, U.; HEIM, A.; JANDI, G.; JI, R.; KAISER, K.; KALBITZ, K.; KRAMER, C.; LEINWEBER, P.; RETHMEYER, J.; ASCHÄFFER, A.; SCHMIDT, M.W.I.; SCHWARK, L.; WIESENBERG, G.L.B. How relevant is recalcitrance for the stabilization of organic matter in soils? **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.171, p.91-110, 2008.

MENDONÇA, E. de S.; MATOS, E. da S. **Matéria orgânica do solo: métodos de análises**. Viçosa: UFV, 2005. 107p.

MULUMBA, L.N.; LAL, R. Mulching effects on selected soil physical properties. **Soil and Tillage Research**, v.98, p.106-111, 2008.

- PEGORARO, R.F.; SILVA, I.R. da; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; FONSECA, S.; DAMBROZ, C.S. Estoques de carbono e nitrogênio nas frações da matéria orgânica em Argissolo sob eucalipto e pastagem. **Ciência Florestal**, v.21, p.261-273, 2011.
- ROSCOE, R.; BODDEY, R.; SALTON, J. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. **Matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: modelagem matemática e métodos auxiliares. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.17-42.
- ROSCOE, R.; BUURMAN, P. Tillage effects on soil organic matter in density fractions of a Cerrado Oxisol. **Soil and Tillage Research**, v.70, p.107-119, 2003.
- SCHROTH, G.; LEHMANN, J. Nutrient capture. In: SCHROTH, G.S.; SINCLAIR, F.L. (Ed.). **Trees, crops and soil fertility**: concepts and research methods. Wallingford: CABI, 2003. p.167-174.
- SEQUEIRA, C.H.; ALLEY, M.M.; JONES, B.P. Evaluation of potentially labile soil organic carbon and nitrogen fractionation procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, v.43, p.438-444, 2011.
- SIQUEIRA NETO, M.; VENZKE FILHO, S. de P.; PICCOLO, M. de C.; CERRI, C.E.P.; CERRI, C.C. Rotação de culturas no sistema plantio direto em Tibagi (PR). I - Sequestro de carbono no solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, p.1013-1022, 2009.
- SOHI, S.P.; MAHIEU, N.; ARAH, J.R.M.; POWLSON, D.S.; MADARI, B.; GAUNT, J.L. A procedure for isolating soil organic matter fractions suitable for modeling. **Soil Science Society of America Journal**, v.65, p.1121-1128, 2001.
- SOMMER, R.; VLEK, P.L.G.; SA, T.D.D.; VIELHAUER, K.; COELHO, R.D.R.; FOLSTER, H. Nutrient balance of shifting cultivation by burning or mulching in the Eastern Amazon - evidence for subsoil nutrient accumulation. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.68, p.257-271, 2004.
- SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 9.1. Cary: SAS INSTITUTE, 2004.
- STROSSER, E. Methods for determination of labile soil organic matter: an overview. **Journal of Agrobiolgy**, v.27, p.49-60, 2010.
- SZOTT, L.; PALM, C. Nutrient stocks in managed and natural humid tropical fallows. **Plant and Soil**, v.186, p.293-309, 1996.
- VERGUTZ, L.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R. da; BARROS, N.F. de; NUNES, T.N.; PIAU, A.A. de M. Mudanças na matéria orgânica do solo causadas pelo tempo de adoção de um sistema agrossilvopastoril com eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.34, p.43-57, 2010.
- WAGAI, R.; MAYER, L.M.; KITAYAMA, K. Nature of the "occluded" low-density fraction in soil organic matter studies: a critical review. **Soil Science and Plant Nutrition**, v.55, p.13-25, 2009.

Recebido em 6 de novembro de 2011 e aprovado em 28 de maio de 2012