

Estoques de Carbono de Frações Lábeis e Estáveis da Matéria Orgânica em Solos sob Diferentes Tempos de Cultivo de Eucalipto no Vale do Jequitinhonha- MG

KARINA PULROLNIK⁽¹⁾, NAIRAM FÉLIX DE BARROS⁽²⁾, IVO RIBEIRO DA SILVA⁽²⁾, ROBERTO FERREIRA DE NOVAIS⁽²⁾ & CAROLINA BRAGA BRANDANI⁽³⁾

RESUMO - Há poucas informações sobre os efeitos do cultivo sucessivo de eucalipto sobre a matéria orgânica do solo (MOS). O objetivo deste trabalho foi avaliar as mudanças nos estoques de C em frações lábeis e estáveis da MOS em solos submetidos a ciclos sucessivos de cultivo com eucalipto e área adjacente sob Cerrado no Vale do Jequitinhonha –MG. Foram utilizadas amostras de solos provenientes de povoamentos de *Eucalyptus urophylla*, com tempo de cultivo de um ciclo, dois ciclos e três ciclos, e área adjacente de vegetação de Cerrado tomada como área de referência no município de Itamarandiba, no Vale do Jequitinhonha, MG. Foram analisados os estoques de C orgânico total (COT) do solo, C das substâncias húmicas, matéria orgânica leve e biomassa microbiana. O estoque de COT foi maior em solos sob eucalipto, que sucederam a pastagem, do que naquele com três ciclos em sucessão ao Cerrado. A maior quantidade de raízes finas do eucalipto, em comparação com o Cerrado, levou a maiores quantidades de C da matéria orgânica leve, e carbono da biomassa microbiana. Assim, o número de ciclos de cultivo de eucalipto não diminuiu os estoques de C, em relação ao Cerrado, sendo esses estoques maiores em povoamentos mais produtivos.

Palavras-Chave: (substâncias húmicas; matéria orgânica leve; Cerrado)

Introdução

A matéria orgânica do solo (MOS) influencia os principais processos químicos e físicos nos solos, e determina, muitas vezes, o comportamento químico e a fertilidade destes. O cultivo de florestas, principalmente nas regiões tropicais, tem sido apontado como meio eficiente de armazenar C em razão da acumulação deste na madeira e aumento do estoque no solo.

Post & Kwon [1] constataram que o cultivo de plantas lenhosas em substituição à pastagem resultou em decréscimo no teor de carbono orgânico total (COT) do solo. Apesar das plantas lenhosas produzirem maiores quantidades de material mais recalcitrante, elas podem apresentar menor contribuição para o estoque de COT do que gramíneas perenes.

LIMA et al. [2] estudando as frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG constataram que o

cultivo do eucalipto em áreas anteriormente ocupadas com pastagens mal manejadas promoveu a recuperação nos estoques de COT nos dois locais em estudo (Belo Oriente e Virgínoópolis-MG). Também, em Belo Oriente, o eucalipto favoreceu o aumento no estoque de C das frações argila, silte+argila e fração humina no solo, enquanto, em Virgínoópolis, favoreceu o aumento no estoque de C das frações leve, ácido fúlvico e ácido húmico.

Técnicas de manejo intensivo e rotações mais longas podem levar a alterações na quantidade de C nos solos florestais, mas pouco se sabe sobre os efeitos do cultivo sucessivo do eucalipto sobre os estoques de C do solo no Brasil. A redução da MOS pode comprometer a sustentabilidade da produção florestal em razão de seu efeito em processos relacionados à disponibilidade de água e de nutrientes para as plantas (Nambiar [3]).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do cultivo sucessivo de eucalipto sobre os estoques de C nas frações lábeis e estáveis da MOS, no Vale do Jequitinhonha –MG.

Material e Métodos

O estudo foi desenvolvido utilizando-se amostras de solos provenientes de povoamentos de *Eucalyptus urophylla*, com tempo de cultivo de um ciclo (7 anos), dois ciclos (14 anos) e três ciclos (21 anos), e área adjacente de vegetação de Cerrado tomada como referência no município de Itamarandiba, no Vale do Jequitinhonha, MG. Para o plantio do eucalipto, a vegetação do Cerrado foi cortada, a lenha removida e os resíduos enleirados e queimados. Nos plantios de um e dois ciclos, o eucalipto foi plantado em áreas de pastagem que substituíram o Cerrado original nativo (Tabela 1). No plantio com dois ciclos foi realizada a reforma do povoamento inicialmente implantado, ao final do décimo ano. Os povoamentos de eucalipto foram estabelecidos com mudas de semente, e plantados no espaçamento de 3x2m, em Latossolo Vermelho-Amarelo, muito argiloso, com topografia plana a suavemente ondulada. O clima na região é do tipo Cwa, conforme a classificação de Köppen, com a temperatura média anual de 20 °C, sendo que temperatura média máxima anual de 26 °C e a temperatura média mínima de 15 °C. A precipitação média anual é de 1.160 mm, concentrada entre os meses de outubro e março, sendo o verão quente e chuvoso e o inverno ameno e seco. A altitude é de 1.100 m.

As amostras de solo foram coletadas em quatro parcelas de 600 m², alocadas em áreas com eucalipto e Cerrado. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao

⁽¹⁾Primeira autora é Pesquisadora da Embrapa Cerrados. Rodovia BR 020, Km 18, CEP 73310-970 - Planaltina (DF). E-mail: karina.pulrolnik@cpac.embrapa.br. ⁽²⁾ Segundo, terceiro e quarto autores são Professores do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – UFV. CEP 36570-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq. E-mails: nbarros@ufv.br; ivosilva@ufv.br; rfnovais@ufv.br ⁽³⁾Quinta autora é estudante de Mestrado, Departamento de Solos, Universidade Federal de Viçosa –UFV. Fonte financiadora: CNPq.

acaso com quatro repetições. Coletaram-se amostras compostas de solos nas trincheiras, formadas por quatro amostras simples cada uma, nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40, 40-60, 60-100 cm. Em cada uma das quatro parcelas, às mesmas profundidades, foram coletadas amostras indeformadas com anéis volumétricos para determinar a densidade do solo.

O COT foi determinado por oxidação úmida, com aquecimento externo (Yeomans & Bremner [4]). A matéria orgânica leve (MOL), fracionada fisicamente, foi separada conforme método proposto por Sohi et. al [5].

As substâncias húmicas (SH) foram extraídas segundo o método da International Humic Substances Society (IHSS) Swift [6]. A extração da biomassa microbiana (C-BM) foi realizada pelo método da irradiação-extração (Islam & Weil [7]). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias, para cada profundidade, foram comparadas pelo teste LSD de Fisher, protegido (Steel et. al. [8]). Essas análises foram realizadas com o programa estatístico SAEG 5.0 (Funarbe [9]). As amostras de solo foram secadas ao ar, passadas em peneira com malha de 2 mm, e submetidas à análise química (Embrapa [10]). A análise granulométrica foi feita pelo método da pipeta (Tabela 2).

Os estoques de C das diferentes frações da MOS, foram calculados multiplicando-se o teor de C pelo volume de solo em cada camada de solo e pela densidade do solo sob Cerrado nas diferentes profundidades.

Resultados

O maior estoque de COT ($185,05 \text{ t ha}^{-1}$) na camada de 0-100 cm ocorreu no solo que teve dois ciclos de cultivo do eucalipto em substituição à pastagem.

O solo sob plantio de eucalipto no segundo ciclo apresentou maior estoque de COT nas substâncias húmicas (Tabela 3) em relação ao solo sob Cerrado. O eucalipto apresenta maior deposição de material vegetal, dando condições para maior acúmulo de substâncias húmicas em relação ao Cerrado.

O estoque de C na FH foi maior do que o observado na FAH e FAF (Tabela 3). Ao contrário das outras frações, houve similaridade entre o Cerrado e povoamentos de eucalipto no que se refere à FH nas camadas de solo mais profundas amostradas. Essa maior similaridade pode ser decorrente da maior recalcitrância desta fração, além da íntima associação do C com as frações texturais mais finas do solo.

Verificou-se menor relação C-H/(C-AH +C-AF) no solo sob Cerrado (Figura 1) em todas as profundidades estudadas em comparação com os solos sob eucalipto com diferentes tempos de cultivo. Essa menor relação é devida ao menor valor de C na FAH no Cerrado, e pode ser indicativa de menor estabilidade estrutural da MO, devido, provavelmente, à composição química da serapilheira no Cerrado.

Tanto o solo sob Cerrado como o solo sob eucalipto, com diferentes tempos de cultivo, apresentaram maiores estoques de C-MOL nas camadas superficiais (Tabela 3). No solo sob eucalipto no segundo ciclo de cultivo foram observados os maiores valores ($p < 0,05$) de C-MOL em comparação com o solo de Cerrado e solos sob plantios de eucalipto com um e três ciclos de cultivo.

Nos solos estudados, o C-MOL representou 20, 21, 26 e 34% do COT na camada de 0-10 cm, para o Cerrado, eucalipto nos ciclos 1, 2 e 3, respectivamente. Essa elevada contribuição para o COT se deve à grande quantidade de raízes nessa camada. As proporções apresentadas foram semelhantes às aquelas obtidas por Tiessen & Stewart [11], em que o C-MOL respondeu por 20 a 30% do COT nos solos sob floresta e de 8 a 14% nos solos cultivados.

Os estoques de carbono da biomassa microbiana (C-BM) e C-MOL do solo sob Cerrado e eucalipto no terceiro ciclo foram menores na camada de 0-10 cm em comparação ao solo sob eucalipto com um e dois ciclos de cultivo (Tabela 3).

Os maiores valores de C-BM foram encontrados nos solos sob eucalipto com um e dois ciclos de cultivo, que tiveram pastagem como vegetação anterior, produzindo grande quantidade de matéria seca, na forma de raízes finas, garantindo maior aporte de resíduos e menores taxas de decomposição, o que gerou maior acúmulo de C no solo.

Discussão

O aumento do estoque de C na camada de 0-100 cm se deve, possivelmente, ao aumento dos resíduos (serapilheira + galhada e raízes) depois de dois ciclos de cultivo de eucalipto, além dos resíduos da pastagem, em especial do sistema radicular. Sempre que a pastagem substituiu o Cerrado (ciclos um e dois), houve aumento dos estoques de C do solo (Tabela 3).

Foi observado que no solo sob Cerrado, na camada de 0-100 cm, cerca de 63% do COT foi proveniente da FH; no entanto, esta vegetação apresentou os menores teores de C na FAH (Tabela 3). Para os povoamentos de eucalipto, esses percentuais foram mais baixos: de 58, 50 e 54% para os ciclos 1, 2 e 3, respectivamente.

O eucalipto no segundo ciclo adicionou maior quantidade de MOL, que contribuiu para o aumento da MOS, em razão do maior aporte de raízes neste tratamento. O C da superfície do solo é derivado, principalmente, dos resíduos da parte aérea das plantas, enquanto o C da camada abaixo da superfície é derivado de material proveniente das raízes ou transportado pela fauna ou por lixiviação. O C abaixo da superfície é dependente do efeito da textura e da estabilização de compostos orgânicos.

Maiores valores da proporção C-BM/COT foram observados no solo sob eucalipto no primeiro ciclo (1,91; 0,98; 2,17), respectivamente, nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-40 cm em relação ao solo de Cerrado (1,42; 0,93; 1,32), indicando quantidade de C imobilizado

ligeiramente maior, como biomassa microbiana, no eucalipto no primeiro ciclo. Os menores valores da proporção C-BM/COT nas diversas camadas das coberturas estudadas indicam baixa disponibilidade de substrato para os microrganismos do solo.

O solo sob eucalipto com um ciclo de cultivo apresentou os maiores valores de C-BM nas camadas estudadas em comparação com o solo de Cerrado e solos sob dois e três cultivos de eucalipto. Resultados de pesquisa são contraditórios quanto às alterações do estoque de C com o tempo de cultivo do solo.

Lima et. al. [12] observaram mudanças nos estoques de COT, na região de Belo Oriente- MG, depois que a pastagem foi substituída por eucalipto com rotação curta, em que constataram maiores estoques de C no solo até a terceira rotação de eucalipto.

Conclusões

O estoque de carbono orgânico total aumentou nos solos sob eucalipto com um e dois ciclos de cultivo em sucessão a pastagem em comparação com aquele que sucedeu o Cerrado, devido possivelmente aos resíduos adicionados pela pastagem.

Houve aumento da FAH nos solos cultivados com eucalipto em relação ao solo sob Cerrado.

A maior quantidade de raízes finas existentes na serapilheira do eucalipto levou a maiores quantidades de matéria orgânica leve (MOL) e maiores estoques de COT e carbono da biomassa microbiana (C-BM) em comparação com o Cerrado.

Assim, o aumento do número de ciclos de cultivo de eucalipto aumentou os estoques de C, podendo haver flutuações em decorrência da produtividade dos povoamentos.

Referências

- [1] POST, W.M. & KWON, K.C. 2000. Soil Carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biol.*, 6: 317-327.
- [2] LIMA A.M.N.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; MENDONÇA, E.S.; SMYTH, T.J.; MOREIRA, M.S. & LEITE, F.P. 2008. Frações da matéria orgânica do solo após três décadas de cultivo de eucalipto no Vale do Rio Doce-MG. *R. Bras. Ci. Solo*, 32: 1053-1063.
- [3] NAMBIAR, E.K.S. 1999. Pursuit of sustainable plantation forestry. *South. Afr. For. J.*, 184: 45-61.
- [4] YEOMANS, J.C. & BREMNER, J.M. 1988. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil: *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 19: 1467-1476.
- [5] SOHI, S.P.; MAHIEU, N.; ARAH, J.R.M.; POWLSON, D.S.; MADARI, B. & GAUNT, J.L. 2001. A procedure for isolating soil organic matter

fractions suitable for modeling. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 65:1121-1128.

- [6] SWIFT, R.S. 1996. Method for extraction of IHSS soil fulvic and humic acids. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T. & SUMMER, M.E., eds. *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical methods.* Soil Sci. Soc. Am. Books. p.1018-1020.
- [7] ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. 1998. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. *Biol. Fert. Soils*, 27: 408-416.
- [8] STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. & DICKEY, D.A. 1997. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach.* New York: Mc Graw-Hill, 666p.
- [9] FUNARBE, 1993. SAEG—Sistema para análise estatística e genética 5.0. Viçosa, MG.
- [10] EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 1997. Serviço Nacional de levantamento e Conservação de solos. Rio de Janeiro. Manual de métodos de análise de solo, SNLCS, 212p.
- [11] TIESSEN, H. & STEWART, J.W.B. 1983. Particle-size fractions and their use in studies of soil organic matter: II. Cultivation effects on organic matter composition in size fractions. *Soil Sci. Soc. Am. J.*, 47:509-514.
- [12] LIMA, A.M.N.; SILVA, I.R.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; MENDONÇA, E.S.; SMYTH, T.J.; MOREIRA, M.S. & LEITE, F.P. 2006. Soil organic carbon dynamics following afforestation of degraded pastures with eucalyptus in Southeastern Brazil. *For. Ecol. Manag.*, 235: 219-231.

Tabela 1. Características das coberturas e tempo de cultivo do eucalipto

Cobertura anterior	Cobertura vegetal atual	Identificação
Cerrado	Cerrado	Cerrado
Pastagem	Eucalipto (um ciclo)	Ciclo 1
Pastagem	Eucalipto (dois ciclos)	Ciclo 2
Cerrado	Eucalipto (três ciclos)	Ciclo 3

Tabela 2. Características químicas (camada de 0-20 cm) e físicas (camada de 0-10 cm) de amostras do solo sob vegetação de Cerrado e *Eucalyptus urophylla* com um, dois ou três ciclos de cultivo

Tratamento	pH H ₂ O	CO	N	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTC Efet.	m
		-----g kg ⁻¹ ----		mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----						%
Cerrado	4,8	24,8	1,42	0,5	24	0,04	0,17	0,39	8,9	0,27	0,66	59,1
Ciclo1	4,9	25,6	1,43	0,8	13	0,22	0,17	0,44	9,7	0,42	0,86	51,2
Ciclo 2	5,6	35,6	1,76	1,0	17	0,03	0,10	0,78	12,8	0,17	0,95	82,1
Ciclo 3	4,6	26,3	1,19	1,0	10	0,00	0,11	0,59	10,0	0,14	0,73	80,8
		Areia Grossa		Areia Fina		Silte		Argila		Densidade do solo		
		-----g kg ⁻¹ -----										
Cerrado		50		50		90		810		0,88		
Ciclo1		60		50		110		780		0,80		
Ciclo 2		50		40		90		820		0,72		
Ciclo 3		70		90		60		780		0,92		

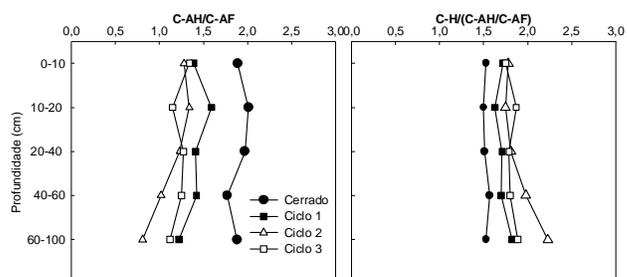


Figura 1. Relações de carbono das frações humina, ácidos húmicos (FAH) e ácidos fúlvicos (FAF), no Cerrado e nos diferentes ciclos de cultivo do eucalipto (ciclos 1, 2 e 3).

Tabela 3. Estoques de carbono do solo (COT), fração humina (C-FH), ácido húmico (C-FAH), ácido fúlvico (C-FAF) e matéria orgânica leve (C-MOL) e biomassa microbiana do solo (C-BMS) nas diversas camadas de solo sob Cerrado, e eucalipto com diferentes tempos de cultivo (ciclos 1, 2 e 3). Linhas seguidas por letras iguais, dentro de cada profundidade, não diferem entre si ($p>0,05$) pelo teste LSD de Fisher protegido

Camada de solo cm	Cerrado	Ciclo 1	Ciclo 2	Ciclo 3
COT				
0-10	22,39 b	21,69 b	32,95 a	25,67 b
10-20	21,18 bc	23,31 b	29,49 a	20,35 c
20-40	30,69 c	36,62 b	44,60 a	29,26 c
40-60	22,63 b	27,01 ab	31,27 a	21,29 b
60-100	35,80 b	44,43 a	46,74 a	35,66 b
0-100	132,69 c	153,06 b	185,05 a	132,23 c
C-Humina				
0-10	14,42 a	12,07 b	17,43 a	14,89 a
10-20	14,12 a	13,41 a	16,51 a	11,28 a
20-40	19,40 a	21,29 a	22,62 a	15,17 a
40-60	13,14 ab	16,27 a	14,50 ab	11,23 b
60-100	21,87 ab	24,09 a	17,39 bc	15,61c
0-100	82,95 a	87,13 a	88,45 a	68,18 b
C-Ácido Húmico				
0-10	3,88 c	5,89 a	7,72 a	5,27 b
10-20	3,58 d	5,63 b	6,97 a	4,40 c
20-40	3,90 c	10,70 a	10,42 a	7,51 b
40-60	2,67 b	7,69 a	8,22 a	5,96 b
60-100	3,99 d	14,30 a	12,66 b	8,59 c
0-100	18,02 c	44,21 a	45,99 a	31,73 b
C-Ácido Fúlvico				
0-10	3,75 b	2,81 c	4,93 a	3,33 c
10-20	3,43 b	2,80 c	4,89 a	3,09 c
20-40	5,95 a	4,36 a	7,94 a	4,44 a
40-60	4,79 ab	3,75 bc	6,04 a	2,98 c
60-100	7,59 b	5,50 c	8,72 a	5,30 c
0-100	25,51 b	19,22 c	32,52 a	19,14 c
C- Matéria Orgânica Leve				
0-10	2,94 b	3,06 b	5,77 a	5,91 a
10-20	1,91 b	1,81 b	4,25 a	1,61 b
20-40	1,91 ab	2,82 a	3,21 a	1,19 b
40-60	1,22 a	0,95 a	1,80 a	1,32 a
60-100	1,87 ab	1,46 b	2,23 a	1,30 b
0-100	9,85 b	10,10 b	17,26 a	11,33 b
C- Biomassa Microbiana				
0-10	0,31 b	0,41 a	0,33 ab	0,14 c
10-20	0,20 a	0,23 a	0,26 a	0,23 a
20-40	0,41 b	0,80 a	0,73 a	0,25 b

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.