

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

Roni Fernandes Guareschi¹, Marcos Gervasio Pereira¹

¹Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Departamento de Solos, BR 465, Km 7, CEP 23890-000, Seropédica, RJ, Brasil

*Autor correspondente:
guareschiecotarelli@hotmail.com

Termos para indexação:

Carbono lábil
Sistema de poda
Flemingia macrophylla

Index terms:

Labile carbon
Pruning system
Flemingia macrophylla

Histórico do artigo:

Recebido em 29/10/2012
Aprovado em 22/05/2013
Publicado em 28/06/2013

doi: 10.4336/2013.pfb.33.74.450

Resumo - O objetivo deste estudo foi avaliar os teores de carbono orgânico (COT) do solo, matéria orgânica leve (MOL) em água e as frações oxidáveis do COT em uma área de cultivo de milho em aléias de *Flemingia macrophylla* submetida a diferentes manejos de sua parte aérea. A área de estudo está localizada na “Fazendinha Agroecológica”, no município de Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. O desenho experimental foi em blocos ao acaso, com 3 tratamentos e 8 repetições, consistindo dos seguintes tratamentos: testemunha (cultivo de milho com ausência de aléias); cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 0,6 m de altura e cultivo de milho em sistema de aléias sem poda. Em cada uma das áreas foram coletadas amostras compostas nas profundidades de 0-5 cm. A presença de aléias, bem como, as podas realizadas em *Flemingia macrophylla* na área que essa encontrava-se associada ao cultivo de milho não alterou o teor de COT do solo. No entanto, a utilização dos caules e das folhas como adubo verde oriunda do tratamento onde se realizou a poda da parte aérea das aléias de *Flemingia macrophylla*, proporcionou ao solo aumento dos teores de MOL, Conteúdo de C da MOL e da fração F1.

Carbon, light organic matter and oxidizable organic fractions in alley cropping system

Abstract - The objective of this study was to evaluate the levels of total organic carbon (TOC) of the soil, light organic matter (LOM) in water and oxidizable fractions of organic carbon in a cultivated area of maize in the alleys *Flemingia macrophylla* under different managements of their shoot. The study area is located in “Agroecological Fazendinha in Seropédica city, Rio de Janeiro, Brazil. The experimental design was randomized blocks with three treatments and eight replications, consisting of the following treatments: control (corn cultivation with no alleys); cultivation of maize in alley cropping with pruning to 0,6 m high and growing maize in alley cropping system without pruning. In each area composite samples were collected at 0-5 cm. The presence of alleys and, in the pruning *Flemingia macrophylla* found that this area is connected with the growing season does not change the contents of the TOC soil. However, the use of stems and leaves as green manure originating from the treatment was carried out where pruning of alleys *Flemingia macrophylla*, provided the soil increasing concentrations of LOM, C content of LOM and fraction F1.

Introdução

O cultivo em aléias (CA) consiste na associação de árvores e/ou arbustos, geralmente fixadores de N₂, intercalados em faixas com culturas anuais. As árvores ou arbustos são podados periodicamente para utilização dos caules e das folhas como adubo verde, para promover melhorias na fertilidade do solo, e/ou ser utilizados como forragem de alta qualidade (Loss et al., 2009).

A adição de matéria orgânica na forma de material podado das árvores no CA pode alterar significativamente, em curto prazo, o aporte e qualidade do carbono (C) que é incorporado no sistema, bem como os atributos químicos do solo (Coopper et al., 1996; Aihou et al., 1999; Loss et al., 2009). Portanto, conhecer as alterações nos conteúdos do carbono orgânico total (COT), matéria orgânica leve (MOL) em água e nas formas oxidáveis do carbono pode ajudar a elucidar os processos da dinâmica da matéria orgânica do solo (MOS) em áreas onde os CA estão instalados.

A MOL é uma fração da matéria orgânica considerada de rápida dinâmica no solo. Desta forma, sua manutenção é fundamental para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, uma vez que representa, em curto e médio prazos, alto potencial para ciclagem de nutrientes (Compton & Boone, 2002). Estudos têm demonstrado que sistemas de manejo, tais como o CA, que apresentam maiores deposições de resíduos na superfície do solo, favorecem o aumento dos teores de MOL (Pulrolnik et al., 2009; Loss et al., 2010).

As frações oxidáveis do C do solo são denominadas de F1, F2, F3 e F4, correspondendo, respectivamente, a graus decrescentes de oxidação com concentrações de 3, 6, 9 e 12 mol L⁻¹ de ácido sulfúrico (Chan et al., 2001). As frações F1 e F2 estão associadas à disponibilidade de nutrientes e com a formação de macroagregados, sendo a fração F1 a de maior labilidade no solo e altamente correlacionada com a fração leve livre da MOS (Maia et al., 2007). As frações F3 e F4 estão relacionadas com compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da MOS. Pela análise da combinação de resíduos de diferentes leguminosas em CA sob Argissolo Vermelho-Amarelo, Loss et al. (2009) constataram que o CA proporcionou um aumento das frações mais lábeis (F1 e F2) quando comparada à testemunha (cultivo com ausência de leguminosa), demonstrando que o CA contribui para o uso sustentável do solo.

A espécie *Flemingia macrophylla* (syn. *F. congesta*), é uma leguminosa arbórea perene que exibe certo grau de tolerância à seca. Essa espécie pode ser utilizada em diversos sistemas de produção agrícola como adubo verde, formadora de faixas para cultivo em aléias, fonte de cobertura morta e de lenha, cerca viva e ainda contribuindo na alimentação animal (Andersson et al., 2006). Outras características dessa leguminosa arbórea são: a) adaptação a uma ampla gama de solos, incluindo aqueles com baixa fertilidade e alta acidez (Andersson et al., 2006); b) tolerância à seca e boa capacidade de rebrota após o corte (Andersson et al., 2006); c) elevada produção de biomassa, podendo atingir 35 Mg ha⁻¹, na soma de seis cortes anuais (Banful et al., 2000) e/ou 4 Mg ha⁻¹ aos 360 dias após o transplante (DAT) ao solo (Salmi et al., 2013); d) grande aporte de N, propiciando 57 kg ha⁻¹ de N oriundo da fixação biológica, na parte aérea, aos 360 DAT (Salmi et al., 2013).

Todavia, o emprego de *Flemingia macrophylla* nas diferentes condições edafoclimáticas do Brasil é ainda restrito o que, em parte, está relacionado à limitada disponibilidade de informações técnico-científicas (Salmi et al., 2008).

A hipótese deste estudo é de que a utilização dos caules e das folhas como adubo verde oriundos da poda da parte aérea das aléias de *Flemingia macrophylla* possa promover aumento e alterações nas frações da matéria orgânica do solo.

A partir do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de carbono orgânico total (COT) do solo, matéria orgânica leve (MOL) em água e as frações oxidáveis do COT em uma área de cultivo de milho em aléias de *Flemingia macrophylla* submetida a diferentes manejos de sua parte aérea.

Material e métodos

A área de estudo se localiza no Sistema Integrado de Produção Agroecológica (SIPA-“Fazendinha Agroecológica Km 47”), em Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. Esta área possui altitude de 33 metros, sendo o clima incluído na classificação de Köppen como do tipo Aw, tropical com inverno seco e chuvas no verão. O solo foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (Santos et al., 2006).

Em dezembro de 2006, a área experimental encontrava-se em pousio e, nesse período, o solo foi preparado para o plantio das aléias com uma aração seguida de duas

gradagens, sendo em seguida sulcado. Posteriormente, em dezembro de 2006, as mudas das aléias de *Flemingia macrophylla* foram plantadas com espaçamento de 2,0 m x 0,5 m. A adubação realizada no plantio das aléias, foi de 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando-se como fontes desses nutrientes o termofosfato e o cloreto de potássio, respectivamente. As aléias de *Flemingia macrophylla* se desenvolveram entre os anos de 2006 a 2009 sem nenhum tipo de plantio em suas entrelinhas.

O cultivo em aléias com esta espécie foi associado com o da rúcula (*Eruca sativa*) e de chicória (*Cichorium endiva*), entre os meses de fevereiro e maio de 2010, e o cultivo de milho, entre os meses de novembro de 2010 a março de 2011. Essas culturas são cultivadas entre as linhas das aléias, preservando-se 0,25 m de bordadura.

Anteriormente ao cultivo do milho, as aléias de *Flemingia macrophylla* receberam diferentes manejos de sua parte área. Desta forma, o experimento foi montado com delineamento em blocos ao acaso, com 3 tratamentos e 8 repetições. Adotaram-se os seguintes tratamentos: 1) testemunha (cultivo de milho); 2) cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 0,6 m de altura e 3) cultivo de milho em sistema de aléias sem poda.

O material oriundo da poda realizada no tratamento 2 foi depositado na parcela onde, posteriormente, foi realizado o cultivo do milho. A média de massa seca dos resíduos produzidos foi de 3,75 Mg ha⁻¹ ano⁻¹.

Em abril de 2011, no centro de cada parcela experimental, com auxílio de um trado, foram coletadas 5 amostras simples de solo (0-5 cm), as quais foram homogeneizadas para formar uma amostra composta. Posteriormente, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e passadas por peneira com malha de 2 mm, obtendo-se a terra fina seca ao ar, na qual foram realizadas as determinações do COT, MOL, frações oxidáveis do carbono orgânico e as análises granulométricas e de fertilidade do solo (Tabela 1), segundo Claessen (1997).

Os teores de C foram quantificados segundo Yeomans & Bremner (1988). Também foi realizado o fracionamento do C por graus de oxidação (Chan et al., 2001). Amostras de 0,3 g de solo foram acondicionadas em frasco erlenmeyer de 250 mL, onde adicionaram-se 10 mL K₂Cr₂O₇, 0,167 mol L⁻¹ e quantidades de H₂SO₄ p.a., correspondentes às concentrações de 3, 6, 9 e 12 mol L⁻¹. A oxidação foi realizada sem fonte externa de calor e a titulação dos extratos foi feita com uma solução de Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O 0,4 mol L⁻¹ (sal de Mohr), utilizando-se como indicador a fenantrolina (C₁₂H₈N₂H₂O), preparada em função da mistura de 1,465 g de indicador com 0,985 g de Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O, que foram dissolvidos em 100 mL de água destilada. O fracionamento do C produziu quatro frações, com graus decrescentes de oxidação:

- Fração 1 (F1): C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido de 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄.

- Fração 2 (F2): diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 6 e 3 mol L⁻¹ de H₂SO₄.

- Fração 3 (F3): diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 9 e 6 mol L⁻¹ de H₂SO₄.

- Fração 4 (F4): diferença do C oxidado por K₂Cr₂O₇ em meio ácido com 12 e 9 mol L⁻¹ de H₂SO₄.

A matéria orgânica leve em água (MOL) foi determinada pelo método da flotação em água (Anderson & Ingram, 1989). Os teores de C da MOL foram determinados segundo Yeomans & Bremner (1988). A partir desses valores, foi calculado o conteúdo total de C na MOL (CONTCMOL), multiplicando-se o teor de C da MOL pela quantidade de MOL.

Para todos os resultados, foi feita a avaliação da normalidade dos dados (Lilliefors), homogeneidade das variâncias dos erros pelo Teste de Cochran & Bartlett. Posteriormente, os resultados foram submetidos à análise de variância com aplicação do teste F e os valores médios comparados entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 1. Valores médios dos atributos químicos e análise granulométrica do solo das áreas estudadas (Seropédica, RJ, 2012).

Trat.	pH H ₂ O	P mg kg ⁻¹	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	Al ³⁺	Argila (<0,002mm)	Silte (0,05 a 0,002mm)	Areia (2 a 0,05 mm)
			----- cmol _c kg ⁻¹ -----				----- g kg ⁻¹ -----		
1	6,08	41	2,66	0,66	0,23	0,03			
2	6,07	48	2,45	0,66	0,26	0,06	168	48	784
3	5,97	35	2,41	0,61	0,22	0,02			

Resultados e discussão

Não houve diferença estatística para o teor COT entre os tratamentos avaliados (Tabela 2). No entanto, observa-se que o tratamento 2 (cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 0,6 m de altura) apresentou valores de MOL e conteúdo total de C na MOL (CONTCMOL) superiores aos demais tratamentos (Tabela 2).

A semelhança nos valores de COT entre os tratamentos pode ser decorrente do pouco tempo de instalação do experimento, ou seja, os dois anos de instalação não foram capazes de promover diferenças nos teores de COT. Alguns estudos têm demonstrado resultados semelhantes que, em sistemas agroflorestais, as quantificações das mudanças ocorridas em algumas variáveis no solo, como COT total, não devem ser feitas precocemente, visto que é considerado improvável a percepção dessas modificações em um prazo inferior a 10 anos (Mendonça et al., 2001; Barreto & Fernandes, 2001; Marin et al., 2006). Além disso, as práticas de cultivo sucessivo, especialmente pela intensidade de revolvimento do solo dentro das aléias durante os dois anos, não favoreceram o acúmulo maior de COT em razão da influência dessa prática sobre a temperatura, umidade, aeração do solo e da maior exposição da matéria orgânica do solo (MOS) à degradação (Barreto & Fernandes, 2001).

O maior conteúdo de MOL e CONTCMOL observados no tratamento 2 (cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 0,6 m de altura) em relação aos demais, deve-se ao maior aporte de resíduos vegetais na superfície do solo. Este resultado demonstra a grande importância da utilização dos caules e das folhas como adubo verde para a sustentabilidade do CA, pois o aumento da MOL em decorrência deste manejo, representa, em curto e médio prazos, alto potencial para ciclagem de nutrientes

(Compton & Boone, 2002). Resultados semelhantes, são relatados por Loss et al. (2010) que, ao avaliarem um CA em Seropédica, RJ, demonstraram que a MOL é afetada pela forma de manejo da área, e afirmaram que onde se mantém a palhada sobre a superfície do solo ocorrem aumentos nos teores de MOL.

A ausência de diferenças significativas para a MOL e CONTCMOL entre os tratamentos 1 e 3 são decorrentes do aporte de resíduos vegetais na superfície, ou seja, o manejo adotado não favoreceu grandes adições de resíduos e aumentos dos teores de MOL. Avaliando o efeito do plantio de eucalipto na MOL, em região de Cerrado no Vale do Jequitinhonha, MG, Pulrolnik et al. (2009) quantificaram maiores teores de MOL nas áreas onde ocorreram as maiores deposições de resíduos.

Observa-se também que a MOL apresentou-se como uma variável mais sensível que o COT na estratificação dos sistemas de aléias avaliados, pois demonstrou-se que os resíduos vegetais depositados na superfície do solo do tratamento 2, mesmo com o pouco tempo de instalação do experimento, estão promovendo mudanças neste compartimento da MOS. Os trabalhos de diversos autores (Xavier et al., 2006; Loss et al., 2009, 2010; Pereira et al., 2010) também têm demonstrado que a MOL é capaz de detectar, mais rapidamente, as mudanças nos conteúdos de C no solo associadas ao manejo. As alterações nos teores de MOL são, de maneira geral, maiores que as observadas para os teores de C do solo (Janzen et al., 1992).

Dentre as frações oxidáveis do COT, apenas a fração F1 apresentou diferença estatística entre os sistemas de manejo avaliados e observa-se que o tratamento 2 (cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 0,6 m de altura) apresentou maiores valores dessa fração que os demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 2. Carbono orgânico total (COT), matéria orgânica leve (MOL), carbono da MOL (C-MOL), conteúdo total de C na MOL (CONTCMOL) na camada de 0-5 cm do solo nas áreas avaliadas (Seropédica, RJ, 2012).

Sistemas avaliados	COT	MOL	C-MOL	CONTCMOL
	--- g kg ⁻¹ ---	--- g kg ⁻¹ ---	--- % ---	----- g kg ⁻¹ -----
1	7,60 a	2,12 b	28,63	0,61 b
2	7,50 a	3,67 a	28,72	1,05 a
3	8,10 a	2,02 b	28,36	0,57 b
C.V.(%)	10,13	8,61	-	10,57

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem significativamente entre os diferentes sistemas de uso do solo pelo teste Tukey a 5%. 1 - testemunha (cultivo de milho com ausência de aléias); 2 - cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 0,6 m de altura e 3 - cultivo de milho em sistema de aléias sem poda.

Tabela 3. Frações oxidáveis de carbono orgânico nas áreas avaliadas (Seropédica, RJ, 2012).

Sistemas avaliados	Frações oxidáveis de carbono (g kg ⁻¹)			
	F1	F2	F3	F4
	0,0-05 cm			
1	6,00 b	3,16 a	1,66 a	0,83 a
2	7,83 a	3,00 a	1,76 a	0,86 a
3	5,83 b	3,00 a	1,66 a	0,84 a
C.V.(%)	8,62	8,63	20,12	18,20

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem significativamente entre os diferentes sistemas de uso do solo pelo teste Tukey a 5%. 1 - testemunha (cultivo de milho com ausência de aléias); 2 - cultivo de milho em sistema de aléias com poda de 1,2 m de altura e 3 - cultivo de milho em sistema de aléias sem poda.

Pode-se considerar que os maiores teores de C da fração F1 do tratamento 2 em relação aos demais tratamentos, são decorrentes dos maiores teores de resíduos vegetais, que estão contribuindo para o aumento do conteúdo de MOL. Estudos com fracionamento do carbono orgânico do solo indicam que os maiores teores de carbono na fração F1 tendem a ser encontrados em áreas onde há um maior aporte de matéria orgânica via resíduos vegetais (Chan et al., 2001; Rangel et al., 2008; Loss et al., 2010), sendo este aumento relacionado, principalmente, à fração leve livre da MOS (Maia et al., 2007).

A semelhança nos resultados dos teores de C das frações F3 e F4 entre os sistemas de manejo avaliados podem ser decorrentes do pouco tempo de instalação do experimento, pois estas frações estão relacionadas a compostos de maior estabilidade química e massa molar, oriundos da decomposição e humificação da MOS (Chan et al., 2001), ou seja, necessitam de um maior tempo para serem modificadas.

De maneira geral, a maior proporção do COT ocorreu nas frações F1+F2, (79,81 e 78% do COT, respectivamente para os tratamentos 1, 2 e 3). Esses resultados indicam que nas áreas avaliadas há predominância no solo de matéria orgânica de maior biodisponibilidade. Esses resultados estão de acordo com a análise de Chan et al. (2001), que sugerem que a determinação do COT seja feita com menores concentrações de H₂SO₄ do que a recomendada por Walkley & Black (1934) para monitoramento das modificações dos teores de COT em sistemas de manejo.

Conclusões

O cultivo em aléias, bem como, o manejo da parte aérea de *Flemingia macrophylla* no cultivo de milho, não alterou o teor de carbono orgânico total do solo. No entanto, a utilização dos caules e das folhas como adubo verde oriunda do tratamento onde se realizou a poda da parte aérea, contribuiu para o aumento dos teores de matéria orgânica leve, conteúdo de carbono da matéria orgânica leve e do carbono da fração F1.

Referências

- AIHOU, K.; SANGINGA, N.; VANLAUWE, B.; LYASSE, O.; DIELS, J.; MERCKX, R. Alley cropping in the moist savanna of West-Africa: I. Restoration and maintenance of soil fertility on “terre de barre” in Bénin Republic. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 42, n. 3, p. 213-227, 1999.
- ANDERSON, J. N.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. Wallingford: CAB International, 1989. 171 p.
- ANDERSSON, M. S.; SCHULTZE-KRAFT, R.; PETERS, M.; HINCAPIÉ, B.; LASCANO, C. E. Morphological, agronomic and forage quality diversity of the *Flemingia macrophylla* world collection. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 96, n. 3, p. 387-406, 2006.
- BANFUL, B.; DZIETROR, A.; OFORI, I.; HEMENG, O. B. Yield of plantain alley cropped with *Leucaena leucocephala* and *Flemingia macrophylla* in Kumasi, Ghana. **Agroforestry Systems**, v. 49, n. 3, p. 189-199, 2000.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, F. M. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria do solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- CLAESSEN, M. E. C. (Org.). **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPQ, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPQ. Documentos, 1).
- CHAN, K. Y.; BOWMAN, A.; OATES, A. Oxidizable organic carbon fractions and soil quality changes in an paleustalf under different pasture leys. **Soil Science**, Baltimore, v. 166, n. 1, p. 61-67, 2001.
- COOPER, P. J. M.; LEAKEYA, R. R. B.; RAOA, M. R.; REYNOLDS, L. Agroforestry and the mitigation of land degradation in the humid and sub-humid tropics of Africa. **Experimental Agriculture**, Cambridge, v. 32, n. 3, p. 235-290, 1996.
- COMPTON, J. E.; BOONE, R. D. Soil nitrogen transformations and the role of light fraction organic matter in forest soils. **Soil Biology and Biochemistry**, Elmsford, v. 34, n. 7, p. 933-943, 2002.
- JANZEN, H. H.; CAMPBELL, C. A.; BRANDT, S. A.; LAFOND, G. P.; TOWNLEY-SMITH, L. Light-fraction organic matter in soils from long-term crop rotations. **Soil Science Society of America Journal**, New York, v. 56, n. 11, p. 1799-1806, 1992.

- LOSS, A.; MORAES, A. G. L.; PEREIRA, M. G.; SILVA, E. M. R.; ANJOS, L. H. C. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 1, n. 1, p. 57-64, 2010.
- LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; FERREIRA, E. P.; SANTOS, L. L.; BEUTLER, S. J.; FERRAZ JÚNIOR, A. S. L. Frações oxidáveis do carbono orgânico em argissolo vermelho-amarelo sob sistema de aléias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 33, n. 4, p. 867-874, 2009.
- MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. S.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; ARAÚJO FILHO, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. **Agroforestry Systems**, Netherlands, v. 71, n. 2, p. 127-138, 2007.
- MARIN, A. M. P.; MENEZES, R. S. C.; SILVA, E. D.; SAMPAIO, E. V. S. B. Efeito da *Gliricidia sepium* sobre nutrientes do solo, microclima e produtividade do milho em sistema agroflorestal no Agreste Paraibano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 30, n. 3, p. 555-564, 2006.
- MENDONÇA, E. S.; LEITE, C. L. F.; FERREIRA NETO, P. S. Cultivo do café em sistema agroflorestal: uma opção para recuperação de solos degradados. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 25, n. 5, p. 375-383, 2001.
- PEREIRA, M. G.; LOSS, A.; BEUTLER, S. J.; TORRES, J. L. R. Carbono, matéria orgânica leve e fósforo remanescente em diferentes sistemas de manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 5, p. 508-514, 2010.
- RANGEL, O. J. P.; SILVA, C. A.; GUIMARÃES, P. T. G.; GUILHERME, L. R. G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com cafeeiro em diferentes espaçamentos de plantio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 429-437, 2008.
- SALMI, A. P.; GUERRA, J. G. M.; ABBOUD, A. C. S.; LOPES, H. M.; MARTELEETO, M. S. **Superação da dormência de sementes de *Flemingia macrophylla***. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008. (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 108).
- SALMI, A. P.; RISSO, I. A. M.; GUERRA, J. G. M.; URQUIAGA, S.; ARAÚJO, A. P.; ABBOUD, A. C. S. Crescimento, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio de *Flemingia macrophylla*. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 60, n. 1, p. 79-085, 2013.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- PULROLNIK, K.; BARROS, N. F.; SILVA, I. R.; NOVAIS, R. F.; BRANDANI, C. B. Estoques de carbono e nitrogênio em frações lábeis e estáveis da matéria orgânica de solos sob eucalipto, pastagem e Cerrado no vale do Jequitinhonha – MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.33, n.05, p.1125-1136, 2009.
- WALKLEY, A.; BLACK, J. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic titration method. **Soil Science**, Baltimore, v.37, n.01, p.29-38, 1934.
- XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S. 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**, Campinas, v.30, n.02, p.247-258, 2006.
- 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.