



Implicações da textura do solo nas frações do carbono orgânico em agroecossistemas no Cerrado⁽¹⁾.

Isabel Cristina Vinhal-Freitas⁽²⁾; Adão de Siqueira Ferreira⁽³⁾; Beno Wendling⁽³⁾; Gilberto Fernandes Corrêa⁽³⁾; Filipe Inácio Matias⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

⁽²⁾ Eng. Agrônoma, Doutora em Agronomia, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Brasília-DF. isabelvinhal@yahoo.com.br

⁽³⁾ Professores Doutores, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia-MG.

⁽⁴⁾ Eng. Agrônomo, Doutorando na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/USP), Piracicaba-SP.

RESUMO: A fração do carbono orgânico, como carbono lábil, ácido húmico, ácido fúlvico, huminas, é alterada quando da substituição da vegetação nativa por monoculturas. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar implicações do tipo de uso do solo (cana-de-açúcar, pastagem e cerrado) e da variação textural (texturas muito argilosa e franco-argilo-arenosa) sobre os componentes da fração orgânica nos primeiros 10 cm do solo (Latosolo Amarelo). As amostras de solo foram submetidas a análises químicas e físicas. O carbono orgânico do solo foi caracterizado determinando-se os teores de carbono lábil e substâncias húmicas. O tipo de uso do solo influenciou as variáveis analisadas, de modo que o cerrado apresentou maior recalcitrância da matéria orgânica, em relação à pastagem e à cultura da cana-de-açúcar.

Termos de indexação: ácidos húmicos, carbono lábil, carbono orgânico.

INTRODUÇÃO

A mudança no uso da terra é uma das principais atividades humanas que afetam o funcionamento dos ecossistemas com impacto sobre a qualidade e a saúde do solo (Miralles et al, 2012). A classe textural do solo é uma variável importante no funcionamento do solo, particularmente, no que se refere à acumulação e decomposição da matéria orgânica, resultando em estoque da fração orgânica.

Atualmente, a cultura da cana-de-açúcar é destaque no cenário agrícola do Brasil, sendo cultivada em vários tipos de ambiente e manejo. A substituição da vegetação de cerrado, seguida de queima e plantio para implantação de pastagens e/ou monocultura de cana-de-açúcar se constitui numa remoção de sistemas biológicos complexos, multiestruturados, extremamente diversificados e estáveis e, portanto, o estudo dos impactos causados pelos diferentes sistemas de uso do solo é de grande importância. A fração do carbono orgânico, como carbono lábil, ácido húmico, ácido

fúlvico, huminas, é alterada quando da substituição da vegetação nativa por monoculturas.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar as implicações de mudanças no uso do solo e classe textural sobre os componentes da fração orgânica em Latossolo Amarelo sob cultivo de cana-de-açúcar, pastagem de braquiária e vegetação original de cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em amostras de solos coletadas de áreas localizadas nos municípios de Uberaba e Uberlândia, na região do Triângulo Mineiro, Minas Gerais. Os solos foram caracterizados como Latossolo Amarelo ácrico típico (áreas no município de Uberaba, Latossolo de textura muito argilosa) e Latossolo Amarelo distrófico típico (áreas no município de Uberlândia, de textura média), conforme EMBRAPA (2006). Os sistemas de uso do solo escolhidos para este estudo foram cana-de-açúcar, pastagem de braquiária e vegetação original de cerrado, com dois tipos de solos da classe Latossolo Amarelo, sendo um de textura muito argilosa (75% de argila) e o outro de textura média (24% de argila).

A amostragem consistiu de quatro amostras compostas na camada de 0-10 cm de profundidade. As análises químicas realizadas foram: pH em água (1:2,5 solo/água); carbono orgânico do solo (COS) (Yeomans & Bremner, 1988); nitrogênio total (NT) pelo método Kjeldahl, fósforo (P), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg⁺²) e alumínio (Al⁺³) feitos de acordo com Tedesco et al. (1995) em amostras de TFSA, peneiradas (< 2 mm) e moídas em cadinho de porcelana. A textura foi realizada em amostras de solo secas ao ar (TFSA < 2 mm), utilizando o método da pipeta (EMBRAPA, 1997). As substâncias húmicas (SH) foram extraídas de amostras de TFSA, segundo técnica de solubilidade diferencial estabelecida pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (Swift, 1996), conforme adaptação feita por Benites et al. (2003). Foram obtidas as frações de carbono orgânico



correspondentes aos ácidos fúlvicos (C_{AF}), ácidos húmicos (C_{AH}) e humina (C_{HU}), com base na solubilidade diferencial em soluções alcalinas e ácidas. Do somatório de todas essas frações húmicas foram obtidas as substâncias húmicas. A determinação do C de cada fração húmica foi realizada pelo método de Yeomans & Bremner (1988). O carbono lábil, foi determinado conforme procedimento descrito por Blair et al. (1995).

Os resultados foram analisados por meio da análise de variância e as diferenças significativas entre as médias foram avaliadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o software SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de uso e a textura do solo têm implicações expressivas sobre as características químicas dos solos (Tabela 1). Os valores de pH variaram de 4,3 a 6,6 nos solos de textura muito argilosa e 4,9 a 5,7 nos solos de textura média. Os menores valores de pH foram encontrados no cerrado, resultado que pode ser relacionado à liberação de ácidos orgânicos durante a decomposição da serapilheira, que contribui para o abaixamento do pH em solos de vegetação natural (Moreira & Siqueira, 2006). A acidez trocável ($H+Al$) variou de 2,3 a 12,3 $cmol_cdm^{-3}$ nos solos das áreas de textura muito argilosa, e de 3,1 a 6,8 $cmol_cdm^{-3}$ nos solos das áreas de textura média (Tabela 1), sendo os maiores valores encontrados no solo de vegetação natural de cerrado.

Os teores de P, K, Ca+Mg e a relação C/N nas áreas de cana-de-açúcar foram em geral maiores (Tabela 1). O teor de P foi em média 10 vezes maior na área de cana-de-açúcar em relação às demais áreas analisadas. Esse resultado era esperado, visto que as áreas de cana-de-açúcar se tratam de áreas cultivadas, e que receberam calagem e adubação. As áreas de cerrado apresentaram os maiores teores de N e $H+Al$, diferindo significativamente das outras áreas. O N foi menor nas áreas manejadas em relação ao cerrado, havendo uma perda para ambos os tipos de solo em média de 40%, levando a uma limitada disponibilidade de N nas áreas de cana e pastagem, principalmente no solo de textura média. Alguns estudos demonstram que o N é um nutriente que regula os processos ecológicos, sendo indicado como um dos principais limitadores metabólicos em solos tropicais (Ramirez et al., 2012).

O solo de textura muito argilosa, conforme esperado, apresentou teores de COS de 18, 37 e

41% maiores nas áreas sob cana-de-açúcar, pastagem e cerrado respectivamente, quando comparado ao de textura média. O cerrado nativo apresentou sempre maiores teores de COS em ambos os solos (Tabela 2), seguido pela pastagem e pela cana.

Os sistemas de uso de solo, sob cana de açúcar e pastagem, reduziram significativamente os teores de COS, sendo a redução mais expressiva no solo muito argiloso (Tabela 2). Roscoe et al. (2006) constataram que, após 23 anos de cultivo de pastagem em substituição ao cerrado, os teores de carbono orgânico nos primeiros 100 cm do solo não demonstraram diferenças significativas. Entretanto, neste trabalho, avaliando a camada de 0-10 cm, as diferenças entre o COS do cerrado e da pastagem são expressivas (Tabela 2). As áreas de cana-de-açúcar apresentaram menores teores de COS (Tabela 2), embora a relação C/N tenha sido maior em relação às outras áreas (Tabela 1). Esse resultado indica a pobreza nutricional da palhada da cana, com baixas taxas de decomposição (Pulrolnik et al., 2009). Esses resultados mostram que o sistema de uso do solo leva à perda de COS e que essa perda é dependente da textura do solo, mostrando que o solo muito argiloso é mais afetado pela atividade agrícola nos exemplos estudados.

A importância da pastagem para a matéria orgânica do solo em solos de Cerrado, é substanciada pelo fato de que, embora apresentem pequena biomassa da parte aérea (apenas 11% no total), elas contribuem com 50% do C aportado ao solo anualmente (Pulrolnik et al., 2009). Possivelmente, isso se deve à rápida ciclagem e ao aporte de C derivado da grande quantidade de raízes finas da pastagem.

As substâncias húmicas, representadas por C_{AH} , C_{AF} e C_{HU} também foram expressivamente alteradas com o sistema de uso do solo (Tabela 2) e suas quantidades estão associadas à textura. Os maiores teores de C nos solos sob as diferentes coberturas vegetais estudadas foram encontrados nas frações humina (C_{HU}), principalmente no solo muito argiloso, pela maior interação à fração mineral do solo (Pulrolnik et al., 2009).

A retirada da vegetação nativa para introdução de cana e pastagem levou a importantes modificações nas frações orgânicas. O cerrado apresentou os maiores teores de carbono comparado ao solo da pastagem e da cana nos dois tipos de solo, apresentando diferenças estatísticas entre as áreas ($P<0,05$) (Tabela 2). As frações do carbono mais lábeis, como o C_{AF} e o $C_{Lábil}$ foram menores nos solos manejados com cana-de-açúcar e a pastagem



(Tabela 2). O $C_{\text{lábil}}$ não se diferenciou estatisticamente entre as áreas do solo muito argiloso. No solo de textura média, o $C_{\text{lábil}}$ foi maior no cerrado>cana-de-açúcar>pastagem, se diferenciando estatisticamente apenas da área de pastagem. O maior aporte de resíduos advindos do cerrado pode ser responsável por esse resultado. Os resultados corroboram com os de Roscoe et al. (2001), que observaram elevada quantidade de carbono lábil no cerrado, na camada de 0-7,5 cm, e não observaram tal acúmulo na pastagem. Entretanto, Pulrolnik et al. (2009), estudando solo muito argiloso, também não observaram a diminuição do estoque de $C_{\text{lábil}}$ na pastagem, em comparação ao cerrado, assim como neste estudo, indicando que a textura é crucial na transformação do carbono do solo.

No solo muito argiloso o C_{AF} foi maior que o C_{AH} em todos os sistemas, e no solo de textura média o C_{AF} foi menor que o C_{AH} exceto no cerrado. Os valores da relação $C_{\text{AH}}/C_{\text{AF}}$ foram $<1,0$ no solo muito argiloso, variando de 0,5 a 0,7, e no solo de textura média essa relação foi maior, variando de 0,9 a 1,4, enquanto a relação $C_{\text{EA}}/C_{\text{HU}}$ foram baixos ($<0,5$) e sem diferenças significativas entre as áreas e entre tipos de solos. Longo e Espíndola (2000) e Pulrolnik et al. (2009) constataram diminuição dos estoques de substâncias húmicas decorrente da mudança da vegetação natural de cerrado para outros usos, evidenciando o efeito do manejo sobre o teor e sobre a distribuição dos componentes orgânicos em solos tropicais.

CONCLUSÕES

As áreas sob cana-de-açúcar e pastagem têm impactos negativos sobre a fração orgânica do solo, com efeito mais expressivo nas áreas sobre cana-de-açúcar.

REFERÊNCIAS

BENITES, V.M.; MADARI, B.; MACHADO, P.L.O.A. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: Um procedimento simplificado de baixo custo. Embrapa Solos, 2003. 7p. (Embrapa Solos. Comunicado Técnico, 16).

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

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. **Manual de métodos de análise de solos**. 1997. 212p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. 2006. 306p.

LONGO, R.M.; ESPÍNDOLA, C.R. C-orgânico, N-total e substâncias húmicas sob influência da introdução de pastagens (*Brachiaria* sp.) em áreas de Cerrado e Floresta Amazônica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.723-729, 2000.

MIRALLES, I.; ORTEGA, R.; GIL-SOTRES, F.; TRASAR-CEPEDA, C.; LEIRÓS, M.C.; SORIANO, M. Modifications of organic matter and enzymatic activities in response to change in soil use in semi-arid mountain ecosystems (southern Spain). **European Journal of Soil Science**, v.63, p.272-283, 2012.

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**, v.33, p.1125-1136, 2009.

RAMIREZ, K.S.; CRAINE, J.M.; FIERER, N. Consistent effects of nitrogen amendments on soil microbial communities and processes across biome. **Global Change Biology**, v.18, p.1918-1927, 2012.

ROSCOE, R.; BODDEY, R.M.; SALTON, J.C. Sistemas de manejo e matéria orgânica do solo. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. (eds). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas**: Modelagem matemática e métodos auxiliares. Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.17-41.

SWIFT, R.S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D.L.; PAGE, A.L.; HELMKE, P.A.; LOEPPERT, R.H.; SOLTANPOUR, P.N.; TABATABAI, M.A.; JOHNSTON, C.T.; SUMNER, M.E. (Eds.). **Methods of soil analysis**. SSSA: American Society of Agronomy, Part 3. Chemical methods. p.1011-1020, 1996.

TEDESCO, M.J.; BOHNEM, H.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2ed. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 174 p. (Boletim Técnico, 5). 1995.

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



Tabela 1. Análises químicas de Latossolos sob diferentes sistemas de uso do solo e classes texturais na camada de 0-10 cm.

Característica	Textura muito argilosa			Textura média		
	Cana-de-açúcar	Pastagem	Cerrado	Cana-de-açúcar	Pastagem	Cerrado
pH	6,6	5,5	4,3	5,7	5,6	4,9
NT (g kg ⁻¹)	1,1	1,5	2,2	0,7	1,2	1,6
C/N	19,2	18,3	16,1	20,8	13,5	12,3
P (mg kg ⁻¹)	11,5	1,0	1,3	12,2	2,6	0,9
K (mg kg ⁻¹)	101,1	41,7	57,9	37,7	23,2	42,5
Ca+Mg (cmol _c dm ⁻³)	3,5	1,9	0,5	1,4	1,3	0,4
H+Al (cmol _c dm ⁻³)	2,3	5,9	12,3	3,1	3,4	6,8

Tabela 2. Valores médios da fração do carbono orgânico em Latossolos de textura muito argilosa e média sob sistemas de uso do solo na camada de 0-10 cm.

Carbono ¹ (g kg ⁻¹)	Textura muito argilosa			Textura média		
	Cana-de-açúcar	Pastagem	Cerrado	Cana-de-açúcar	Pastagem	Cerrado
C _{AH}	1,3	2,1	3,3	2,3	2,1	2,5
C _{AF}	2,4	3,1	4,6	1,6	1,6	2,6
C _{HU}	14,0	17,4	22,2	8,5	8,4	11,7
C _{Lábil}	2,2	2,3	2,4	0,9	0,7	1,3
C _{AH} /C _{AF}	0,5	0,7	0,7	1,4	1,3	0,9
C _{EA} /C _{HU}	0,3	0,3	0,4	0,5	0,4	0,4
COS	20,6	27,5	35,0	14,6	16,2	19,8

¹ C_{AH}: carbono da fração ácido húmico; C_{AF}: carbono da fração ácido fúlvico; C_{HU}: carbono da fração húmica; C_{Lábil}: carbono lábil; C_{EA}: carbono da fração no extrato alcalino (C_{AH} + C_{AF}); COS: carbono orgânico do solo.