



## Carbono das substâncias húmicas de LUVISSOLO sob sistema agrossilvipastoril no semiárido<sup>(1)</sup>.

**Carla Danielle Vasconcelos do Nascimento<sup>(2)</sup>; Dimitri Matos Silva<sup>(3)</sup>; Mirian Cristina Gomes Costa<sup>(4)</sup>; Raul Shiso Toma<sup>(5)</sup>; Miguel Cooper<sup>(6)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do projeto Pro-integração.

<sup>(2)</sup> Estudante de mestrado da Universidade Federal do Ceará; Fortaleza, Ceará; carla@agronoma.eng.br; <sup>(3)</sup> Estudante de mestrado da Universidade Federal do Ceará; <sup>(4)</sup> Professora da Universidade Federal do Ceará; <sup>(5)</sup> Professor da Universidade Federal do Ceará; <sup>(6)</sup> Professor da Escola Superior de Agronomia Luiz de Queiroz.

**RESUMO:** Para compreender a dinâmica do armazenamento do carbono no solo em função dos sistemas de uso e manejo é indispensável quantificar suas frações na matéria orgânica do solo. Com este trabalho o objetivo foi quantificar o carbono das substâncias húmicas nos horizontes de um LUVISSOLO sob sistema agrossilvipastoril (SASP) no semiárido cearense. O estudo foi realizado no Centro de Convivência com o Semiárido, Sobral – CE. Foram amostrados perfis de solo nos quais foram separados os horizontes na descrição morfológica. Foram determinadas as substâncias húmicas com os teores de carbono orgânico nas frações ácido fúlvico (C-FAF), ácido húmico (C-FAH) e humina (C-HUM), bem como as relações C-FAH/C-FAF e EA/HUM (EA: Extrato alcalino = C-FAH + C-FAF). A fração C-FAH predominou e foi seguida da fração C-FAF e C-HUM. Os valores da relação C-FAH/C-FAF variaram de 0,2 a 2,47. Os valores da relação EA/HUM foram de 2,34 a 11,16. Os horizontes apresentam de modo geral, carbono das substâncias húmicas em intermediário estado de alteração.

**Termos de indexação:** Frações da matéria orgânica, sistemas agrofloreais, fracionamento químico.

### INTRODUÇÃO

Há pelo menos um século, por meio de metodologias de fracionamento, têm-se realizado estudos sobre a dinâmica da matéria orgânica do solo (Vaughan & Ord, 1985). O fracionamento consiste na divisão da matéria orgânica do solo entre várias frações, cuja proporção relativa fornece informações sobre sua estabilidade, o que resulta na sua persistência a longo prazo (Lopez-Sangil & Rovira, 2013).

A matéria orgânica dos solos pode ser modificada com maior ou menor magnitude, dependendo do sistema agrícola instalado, sendo um dos atributos mais passíveis a transformações desencadeadas pelo manejo (Barreto et al., 2008). O conteúdo de C e/ou N na matéria orgânica do solo é considerado um dos principais indicadores de sua

qualidade (Mielniczuk, 1999).

Dentre os efeitos das substâncias húmicas no solo, é destacada sua importância no fornecimento de nutrientes às culturas, na retenção de cátions, na complexação de elementos tóxicos e de micronutrientes, na estabilidade da estrutura, na infiltração e retenção de água, na aeração e na atividade e diversidade microbiana, sendo assim, um componente fundamental da capacidade produtiva desses solos (Stevenson, 1994).

Conforme Loss et al. (2010), a quantificação do carbono nas frações da matéria orgânica do solo torna-se indispensável devido ao interesse de se conhecer o potencial de captura e armazenamento do carbono nos sistemas de uso e manejo.

As frações que compõem a matéria orgânica possuem distintos níveis de labilidade e não são alteradas na mesma proporção. Admite-se a hipótese que no solo há predominância de carbono das substâncias húmicas em baixo estado de alteração.

Com isso, objetivou-se quantificar o carbono das substâncias húmicas de LUVISSOLO sob sistema agrossilvipastoril no semiárido cearense.

### MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Centro de Convivência com o Semiárido, pertencente ao Centro Nacional de Pesquisa de Caprinos (CNPQ)/Embrapa, situada no Município de Sobral, CE. A altitude local é de 69 m. O clima da região é BSW'h, segundo a classificação de Köppen, (Carvalho, 2004). A área do sistema agrossilvipastoril ocupa oito hectares e o sistema foi implantado em 1997 quando foi realizado raleamento, preservando cobertura vegetal arbórea nativa de 22%.

A amostragem se deu em fevereiro de 2015, em perfis dentro da área do sistema agrossilvipastoril, onde foram realizadas descrições morfológicas (Lemos & Santos, 2013). Também foram realizadas análises químicas (**Tabela 1**), análise granulométrica e carbono orgânico total (**Tabela 2**), conforme Embrapa, 2009. O solo foi classificado como LUVISSOLO CRÔMICO Órtico típico, de



acordo com SiBCS (Embrapa, 2013). Observou-se 7 horizontes, onde em cada coletou-se amostras indeformadas, para posterior fracionamento químico.

**Tabela 1** – Atributos químicos nos horizontes de um LUVISSOLO sob sistema agrossilvipastoril em Sobral-CE.

Hor <sup>1</sup>	pH	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	P	CTC
A	6,80	6,80	1,80	1,08	0,06	44,20	11,44
AB	6,67	4,00	1,00	0,45	0,04	10,00	6,40
BA	6,44	3,30	1,30	0,38	0,05	4,48	6,34
Bt	5,48	3,20	2,40	0,22	0,14	4,86	9,06
BC1	5,45	2,90	3,70	0,07	0,31	4,67	9,38
BC2	6,17	3,00	5,70	0,08	0,80	3,53	11,39
C	6,50	3,20	6,00	0,09	0,91	4,96	11,40

<sup>1</sup>Horizonte.

**Tabela 2** – Granulometria e carbono orgânico total (COT) nos horizontes de um LUVISSOLO sob sistema agrossilvipastoril em Sobral-CE.

Hor <sup>1</sup>	Argila	Silte	Areia	COT
	g kg <sup>-1</sup>			
A	75,8	171,2	753,0	13,3
AB	72,6	180,9	746,5	5,1
BA	114,6	186,4	699,0	3,7
Bt	251,4	126,6	622,0	3,3
BC1	311,4	93,6	595,0	2,9
BC2	238,4	136,1	625,5	2,2
C	219,0	131,0	650,0	1,5

<sup>1</sup>Horizonte.

Para o fracionamento químico, pesou-se 1g de solo e adicionou-se 20 mL de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup> por 24h. A separação entre fração ácido fúlvico (FAF) + fração ácido húmico (FAH) e o resíduo foi realizada por centrifugação a 5.000 g por 30 min. O resíduo (fração húmica – HUM) foi secado a 65°C. O pH foi ajustado a 1,0 com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 20%, e o precipitado (FAH) foi separado da fração solúvel (FAF) e os volumes foram aferidos a 50 mL.

O carbono orgânico nas FAF e FAH foi quantificado usando-se alíquotas de 5,0 mL de extrato, 1,0 mL de dicromato de potássio 0,042 mol L<sup>-1</sup> e 5,0 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado, em bloco digestor a 150°C (30 min.) e titulação com sulfato ferroso amoniacal 0,0125 mol L<sup>-1</sup>. No resíduo seco em estufa foi determinado o carbono orgânico na HUM, conforme Yoemans & Bremner (1988). Com a quantificação de carbono das substâncias húmicas, determinou-se a relação C-FAH/C-FAF (Benites et al., 2003).

Para a análise estatística dos resultados, foi considerado delineamento inteiramente casualizado no qual considerou-se como fonte de variação os horizontes, com quatro repetições. Realizou-se análise de variância e, mediante significância ao teste F, usou-se como teste de comparação de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade com o programa estatístico SISVAR versão 5.3 (Ferreira, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se variações na distribuição entre as frações, com predomínio de carbono na fração ácido húmico (C-FAH), principalmente nos horizontes A e AB, seguido das frações ácido fúlvico (C-FAF) e húmica (C-HUM) (Tabela 3). Para o C-FAF, C-FAH e C-HUM foram encontrados maiores teores no horizonte A, seguindo o que foi constatado para os teores de COT.

**Tabela 3** – Distribuição do carbono orgânico (g kg<sup>-1</sup>) das substâncias húmicas nos horizontes do LUVISSOLO.

Horizonte	C-FAF	C-FAH	C-HUM	C-FAH/ C-FAF	EA/C- HUM <sup>1</sup>
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				
A	23,85a	35,82a	9,35a	1,50	6,38
AB	12,15b	24,18b	3,25b	1,99	11,16
BA	6,65b	7,61c	2,80c	1,14	5,09
Bt	9,00b	1,79c	2,58c	0,20	4,18
BC1	5,40b	4,03c	2,44c	0,75	3,86
BC2	1,45c	3,58c	1,72d	2,47	2,92
C	1,80c	2,24c	1,61d	1,24	2,51

<sup>1</sup> EA – Extrato alcalino = C-FAF+C-FAH.

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Quanto aos maiores teores de C-FAH em superfície, justifica-se pela sua maior polimerização do que a FAF, o que lhes confere menor mobilidade no solo (Silva & Mendonça, 2007). A heterogeneidade de distribuição do C-FAF é atribuída à distribuição espacial heterogênea do sistema radicular dos componentes vegetais do sistema agrossilvipastoril, que proporciona aportes de natureza variável e em profundidades distintas.

Ibraimo et al. (2004) observaram o predomínio de C-HUM, seguido pelo C-FAH, ao contrário do observado neste estudo no qual foram constatados menores teores de C-HUM, com predomínio de C-FAH. Houve predomínio de C-FAF nos horizontes Bt e BC1. Esse predomínio reflete as taxas diferenciadas de decomposição e humificação da matéria orgânica, estando este padrão relacionado a renovação do sistema radicular, que favorece a



formação da fração ácidos fúlvicos (Labrador Moreno, 1996).

Os maiores valores da relação C-FAH/C-FAF foram, de modo geral, em superfície (**Tabela 3**). Segundo Labrador Moreno (1996), quanto menores os valores desta relação ( $\leq 1$ ), menores são as taxas de humificação da matéria orgânica, estando relacionadas com o manejo e/ou aporte recente de matéria orgânica, sendo, portanto, menor a humificação do LUVISSOLO no horizonte B.

Os valores da relação EA/HUM foram de 2,34 a 11,16 (**Tabela 3**). Segundo a classificação de Fontana (2011), essa relação EA/HUM  $\geq 2$ , indica horizontes com acúmulo de matéria orgânica alcalinosolúvel (iluvial).

Os horizontes apresentam, de modo geral, carbono das substâncias húmicas pouco alterado, em forma intermediária, que ainda pode sofrer transformações. Isso pode ser justificado pelo fato de que nos solos com maiores teores de argila, a flocculação das argilas e a formação de agregados estáveis são favorecidas. Com isso, ocorre a proteção física proporcionada pela oclusão da matéria orgânica no interior dos agregados, dificultando ou impedindo o acesso dos microrganismos, resultando na maior preservação da matéria orgânica do solo (Silva & Mendonça, 2007). Dessa forma, essa matéria orgânica pouco estável ao ser transformada, possibilita a liberação de nutrientes, bem como sequestro de carbono, beneficiando o agroecossistema.

## CONCLUSÕES

O LUVISSOLO apresenta predomínio de carbono das substâncias húmicas em intermediário estado de alteração.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos, Embrapa caprinos e ovinos e Universidade Federal do Ceará.

## REFERÊNCIAS

BARRETO, A. C.; FREIRE M. B. G. S.; NACIF, P. G. S.; ARAÚJO, Q. R.; FREIRE, F. F.; INÁCIO, E. S. B. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 32:1471-1478 2008.

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. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2003. (Comunicado Técnico, 16).

CARVALHO, F. C. Desempenho produtivo de ovelhas crioulas em um sistema de produção agrossilvipastoril, no semi-árido brasileiro. *Agrossilvicultura*, 2: 81-90, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2013. 353 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes, 2. ed. rev. ampl., Brasília, Embrapa Informação Tecnológica. 2009.

FERREIRA, D. F. Programa computacional Sisvar - UFLA, versão 5.3, 2010.

FONTANA, A. Proposta de classificação de horizontes diagnósticos minerais em níveis hierárquicos inferiores com base nas frações húmicas. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 2011. 192 p.

IBRAIMO, M. M.; SCHAEFER, E. G. R.; KER, J. C.; LANI, J. L.; ROLIM-NETO, F. C.; ALBUQUERQUE, M. A.; MIRANDA, V. J. Gênese e micromorfologia de solos sob vegetação xeromórfica (caatinga) na região dos lagos (RJ). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28: 695-712, 2004.

LABRADOR MORENO, J. La materia orgánica em los agrosistemas. Madrid: Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación, 1996. 174 p.

LEMONS, R.C. de.; & SANTOS, R.D. dos. Manual de descrição e coleta de solo no campo. Campinas, SBCS/SNLCS, 2013. 46p.

LOPEZ-SANGIL, L. & ROVIRA, P. Sequential chemical extractions of the mineral-associated soil organic matter: an integrated approach for the fractionation of organo-mineral complexes. *Soil Biology & Biochemistry*, 62: 57-67, 2013.

LOSS, A.; PEREIRA, M. G.; SCHULTZ, N.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, E. M. R. Quantificação do carbono das substâncias húmicas em diferentes sistemas de uso do solo e épocas de avaliação. *Bragantia*, Campinas, 69: 913-922, 2010.

MIELNICZUK, J. Matéria orgânica e a sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: SANTOS, G.A. & CAMARGO, F.A.O., eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo. Ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre, Genesis, 1999. p.1-8.

SILVA, I.R. & MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS,



N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (eds.) Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.275-374.

STEVENSON, F.J. Humus chemistry: Genesis, composition, reaction. New York, Willey Interscience, 1994. 443p.

VAUGHAN, D. & ORD, B. G. Soil organic matter: a perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility. D. Vaughan, R.E. Malcolm (Eds.), Soil Organic Matter and Biological Activity, Martinus Nijhoff/Dr. W Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands, 1985, p. 1–35.

YEOMANS, J. C. & BREMNER, J. M. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil. Communication in Soil Science and Plant Analyses, 19: 1467-1476, 1988.