

Frações húmicas de PLANOSSOLO HÁPLICO em resposta a cultivares de mamona no semiárido ⁽¹⁾

Juciane Maria Santos Sousa ⁽²⁾; João Bosco Pitombeira ⁽³⁾; Ricardo Espíndola Romero ⁽⁴⁾; Mirian Cristina Gomes Costa ⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Petrobrás/ANP; ⁽²⁾ Doutoranda em Ciência do Solo, Bolsista CAPES, Departamento de Ciências do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), Lages, SC, Av. Luiz de Camões, 2090 - Conta Dinheiro, Lages - SC, 88520-000, e-mail: jucianemariass@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Adjunto, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará (UFC); ⁽⁴⁾ Professor Adjunto, Departamento de Ciências do Solo, Universidade Federal do Ceará (UFC).

RESUMO: A inserção de culturas bioenergéticas no semiárido pode contribuir para o aumento da matéria orgânica do solo (MOS), com respostas variáveis em função das espécies cultivadas e até mesmo dos genótipos de uma mesma espécie. Neste estudo o objetivo foi avaliar a contribuição de dez cultivares de mamona em aumentar os teores de carbono (C) nos compartimentos químicos da MOS. O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (Pentecoste -CE) por meio de um experimento com delineamento em blocos inteiramente casualizados e em parcelas subdivididas, com dez tratamentos nas parcelas (cultivares de mamona), três tratamentos nas subparcelas (profundidades de coleta) e quatro repetições. As cultivares testadas foram: IAC 20-28; IAC-Guarani; IAC-80; IAC-226; MPA-34; MPB-01; MPA-11; BRS- Energia; Paraguaçu; Nordestina. Foi realizada a determinação do carbono (C) nas frações húmicas da matéria: fração ácidos fúlvicos (C-FAF), fração ácidos húmicos (C-FAH) e humina (C-FHUM). Os compartimentos químicos da MOS não foram influenciados pelas cultivares testadas. No entanto, houve significância estatística para as camadas avaliadas e interação destas com a fração humina (C-HUM). O incremento de argila no horizonte Bt do Planossolo estudado favoreceu a reserva de matéria orgânica e proteção coloidal da fração mais estabilizada da MOS, desempenhando importante papel na proteção da MOS do semiárido.

Termos de indexação: Fracionamento químico da MOS, rizinocultura, Caatinga.

INTRODUÇÃO

A utilização de culturas bioenergéticas é uma alternativa viável visando aumentar a produção de biomassa e de matéria orgânica no semiárido (Grunwald et al., 2012). No entanto, a quantidade de carbono (C) aportado ao solo depende de vários fatores, um deles é a espécie vegetal (Kuzyakov & Grzegorz, 2000). No âmbito bioenergético, a mamona (*Ricinus communis* L.) tem se destacado, principalmente, pelo baixo custo de produção e por ser uma planta com boas adaptações às condições

semiáridas. Assim, assume-se que a inserção de oleaginosas pode ter efeito de dupla mitigação de CO₂ para atmosfera, tanto no aspecto da produção de biodiesel, assim como no sequestro de carbono no solo, aumentando os estoques de MOS em regiões semiáridas (Wicke et al., 2011). Porém, é necessário avaliar o efeito dessas culturas no armazenamento de C no solo (GRUNWALD et al., 2012). De acordo com Gan et al. (2009), vários estudos abordam a entrada de carbono a partir de culturas agrícolas, fazendo menção ao potencial das gramíneas em alocar carbono no solo. Porém, ainda há pouca informação sobre o potencial das oleaginosas em aportar carbono (C). Supõe-se que cultivares de mamona mais adaptadas às condições edafoclimáticas favorecem o solo em que são cultivadas, principalmente por aumentar os teores de C no solo.

O objetivo neste estudo foi avaliar o potencial de dez cultivares de mamona em aumentar o C das frações húmicas em Planossolo no semiárido cearense.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental Vale do Curu (Pentecoste - CE). O solo do local foi classificado como PLANOSSOLO HÁPLICO, conforme descrição da Embrapa (2013). De acordo com a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo Aw' tropical chuvoso com cinco a oito meses secos, com temperaturas médias variando de 22 °C a 28 °C. A precipitação média anual varia de 600 a 1.100 mm (Souza et al., 2007).

O estudo foi feito por meio de um experimento com delineamento em blocos inteiramente casualizados e parcelas subdivididas. Nas parcelas foram avaliados dez tratamentos (cultivares de mamona), nas subparcelas foram avaliadas três profundidades de coleta de solo, com quatro repetições. As cultivares testadas foram: IAC 20-28; IAC-Guarani; IAC-80; IAC-226; MPA-34; MPB -01; MPA-11; BRS- Energia; Paraguaçu; Nordestina.

O fracionamento químico foi realizado conforme descrito pela Sociedade Internacional de Substâncias Húmicas (IHSS) (Swift, 1996), com



adaptações sugeridas por Mendonça & Matos (2005). O teor de carbono nas frações ácidos fúlvicos (C-FAF), ácidos húmicos (C-FAH) e humina (C-HUM) foi determinado pelo método de oxidação via úmida com aquecimento externo, conforme descrito por Yeomans & Bremner (1988).

Para execução da análise estatística foi utilizado o software ASSISTAT. Os dados foram submetidos à análise de variância – ANOVA e, mediante constatação de diferença significativa, os valores médios foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observados efeitos significativos das cultivares de mamona nas frações químicas da MOS. Porém, foram constatados efeitos significativos ($p < 0,01$) para o fator profundidade em todos os compartimentos químicos da matéria orgânica do solo (MOS) e efeito significativo para interação cultivar x camada na fração mais humificada (C-HUM), conforme apresentado na **Tabela 1**.

A falta de influência das cultivares nas frações húmicas condiz com a baixa biomassa produzida pela cultura. A escassa produtividade primária, decorrente das condições climáticas, favoreceu os baixos teores de C no solo. Isso resultou em diminuição das frações húmicas, pois a formação da matéria orgânica humificada no solo depende de componentes orgânicos dos resíduos vegetais, principalmente lignina, polissacarídeos e biopolímeros (Kogel-Knabner, 2002).

Aranda et al. (2011) e Aranda & Oyonarte (2006) também observaram pequeno incremento de C no solo devido à baixa contribuição da vegetação em função de fatores edafoclimáticos no semiárido.

Em profundidade, as frações químicas diferiram significativamente. Os teores de C na forma de substâncias húmicas foram maiores nas primeiras profundidades do perfil, alcançando nas camadas de 0-10, 10-20 e 20-30 cm de profundidade valores de C-FAF correspondentes a 1,2; 1,0 e 0,9 g kg⁻¹, respectivamente. Para C-FAH os valores foram 1,3; 1,2 e 0,9 g kg⁻¹, enquanto que na fração C-HUM os valores foram 1,6; 1,1 e 0,8 g kg⁻¹, respectivamente para cada profundidade de solo avaliada (**Figura 1**).

A fração humina (C-HUM) apresentou maiores valores em relação às demais frações. Os teores de C na humina diminuíram com a profundidade. Segundo Guimarães et al. (2013), os maiores teores de C na fração humina na camada superficial estão relacionados com a intensa atividade microbiana e, consequentemente, com a maior taxa de decomposição.

O C da fração ácido fúlvico apresentou menores valores em relação às demais frações, com médias

de 1,2; 1,0 e 0,9 g kg⁻¹ nas camadas de 0-10; 10-20 e 20-30 cm, respectivamente. Os menores valores para fração ácidos fúlvicos estão coerentes com o que foi observado para a fração COP do fracionamento físico (Dados não apresentados), pois estas são as frações mais lábeis da MOS.

Os menores valores de C na fração ácidos fúlvicos também estão associados ao fato de o ambiente ser favorável à humificação. Na camada 20-30 cm, a fração ácido fúlvico apresentou teores iguais aos ácidos húmicos e superiores à fração humina. O acréscimo desta fração em relação às frações mais estabilizadas se deve à mobilidade e formação de complexos orgânicos que favorecem a migração de compostos ao longo do perfil, conforme reportado por Ibraimo et al. (2004). Fermer et al. (1983) destacam que em solos com horizonte B em condições de hidromorfismo, a menor polimerização dos ácidos fúlvicos favorece sua mobilidade no perfil, promovendo acúmulo em subsuperfície.

Para interação cultivar x camada na fração mais humificada (C-HUM), observou-se que os maiores valores de C na fração humina (C-HUM) foram evidenciados nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, causando diferenças nos teores de humina na camada de 20-30 cm (**Tabela 2**).

O cultivo de mamona no solo desnudo proporcionou a produção de biomassa pela parte aérea e raízes das plantas, contribuindo para o aporte de carbono nas frações mais lábeis que, em função da condição climática, sofreu humificação. Srivastava et al. (1998) afirmam que as altas temperaturas de regiões semiáridas favorecem o processo de humificação, estimulando a mineralização de compostos mais lábeis formados por polissacarídeos, resultando na formação de compostos aromáticos de maior recalcitrância no solo.

Senesi et al. (2004) destacam que a textura do solo influencia a quantidade e distribuição dos componentes da MOS. Logo, a fração argila do solo tem correlação significativa com as frações mais recalcitrantes da MOS. Dessa forma, outro fator que possivelmente contribuiu para o predomínio e estabilização da fração humina na camada de 10-20 cm do presente estudo, foi o incremento de argila em direção ao topo do horizonte Bt, expresso entre 12,3 e 42,8 dag kg⁻¹. Mikutta et al. (2006) destacam que o aumento da humina em profundidade tem relação com seu grau de recalcitrância devido ao poder de adsorção dessa fração na matriz mineral do solo. Logo, o predomínio da fração humina na camada de 10-20 cm pode ser explicado também pela interação da MOS com a matriz coloidal, formando complexos estáveis e protegidos da oxidação (Feller & Beare, 1997).

Outro fator que pode ter contribuído para o



acúmulo desta fração em subsuperfície é a formação de raízes finas e posterior decomposição e humificação em profundidade. Estudo conduzido por Qin et al. (2012) dá suporte a essa hipótese, pois esses autores verificaram que o cultivo de mamona aumenta os teores de matéria orgânica do solo, principalmente por partes das raízes.

CONCLUSÕES

O incremento de argila no horizonte Bt dos Planossolos favorece a reserva de matéria orgânica e proteção coloidal da fração mais estabilizada da MOS, desempenhando importante papel na proteção da MOS do semiárido. Faz-se necessário aprofundar o estudo, pois o ano de condução do experimento no campo foi atípico, apresentando precipitação muito abaixo da precipitação média, o que não permitiu que fossem observadas diferenças entre cultivares.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará (UFC) pela infraestrutura, à Universidade do Estado de Santa Catarina-UDESC pelo apoio, à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos ao primeiro autor e à Petrobrás/ANP pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARANDA, V. & OYONARTE, C. Characteristics of organic matter in soil surface horizons derived from calcareous and metamorphic rocks and different vegetation types from the Mediterranean high-mountains in SE Spain. *European Journal of Soil Biology*, 42:247–258, 2006.

ARANDA, V. & OYONARTE, C. Effect of vegetation with different evolution degree on soil organic matter in a semi-arid environment (Cabo de Gata-Níjar Natural Park, SE Spain). *Journal of Arid Environments*, 62:631–647, 2005.

ARANDA, V. et al. Effect of soil type and management (organic vs. conventional) on soil organic matter quality in olive groves in a semi-arid environment in Sierra Mágina Natural Park (S Spain). *Geoderma*, 164:54–63, 2011.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. Brasília-DF, 2013. 353p.

FELLER, C. & BEARE, M. H. Physical control of soil organic matter dynamics in the tropics. *Geoderma*, 79: 69-116, 1997.

FERMER, V. C. et al. Genesis of humus B horizons in hydromorphic humus Podzols. *Nature*, 304: 342-344, 1983.

GAN, Y. T. et al. Carbon input to soil from oilseed and pulse crops on the Canadian prairies. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 132: 290–297, 2009.

GRUNWALD, S. et al. Total and available soil carbon fractions under the perennial grass *Cynodon dactylon* (L.) Pers and the bioenergy crop *Arundo donax* L. *Biomass and bioenergy*, 41: 122- 130, 2012.

GUIMARÃES, D. V. et al. Soil organic matter pools and carbon fractions in soil under different land uses. *Soil & Tillage Research*, 126: 177–182, 2013.

IBRAIMO, M. M. et al. Gênese e micromorfologia de solos sob vegetação xeromórfica (caatinga) na região dos lagos (RJ). *Revista brasileira de ciência do solo*, 28:695-712, 2004.

KOGEL-KNABNER, I. The macromolecular organic composition of plant and microbial residues as input to soil organic matter. *Soil Biology & Biochemistry*, 34:139-162, 2002.

KUZYAKOV, Y. & GRZEGORZ, D. Carbon input by plants into the soil. *Review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 163:421-431, 2000.

MENDONÇA, E. S. & MATOS, E. S. Matéria orgânica do solo; métodos de análises. Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2005. 35p.

MIKUTTA, R. et al. Stabilization of soil organic matter: association with minerals or chemical recalcitrance? *Biogeochemistry*, 77:25–56, 2006.

QIN, P. et al. Ameliorative effect of castor bean (*Ricinus communis* L.) planting on physico-chemical and biological properties of seashore saline soil. *Ecological Engineering*, 38: 97–100, 2012.

SENESI, N. et al. Influence of texture on organic matter distribution and quality and nitrogen and sulphur status in semiarid Pampean grassland soils of Argentina. *Geoderma*, 123: 143–152, 2004.

SOUZA, A. S. et al. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I – componentes de produção. *Revista ciência agrônômica*, 38:414-421, 2007.

SRIVASTAVA, P. C. et al. Characteristics of humic substances in cultivated and natural forest soils of Sikkim. *Geoderma*, 84:345–362, 1998.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: SPARKS, D.L., ed. *Methods of soil analysis. Part 3*. Madison, America Society of Agronomy, 1996. p. 1011-1020 (SSSA Book Series, 5).

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*, v. 19, p. 1467-1476, 1988.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância (ANOVA) para o incremento de carbono nas frações húmicas a partir de diferentes cultivares de mamona.

Fonte de variação	Teste F ¹		
	C-FAF	C-FAH	C-HUM
Cultivares (A)	0,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	1,2 ^{ns}
Profundidade (B)	5,0 ^{**}	11,1 ^{**}	58,65 ^{**}
Blocos	22,2 ^{**}	6,9 ^{**}	9,8 ^{**}
Interação AxB	0,8 ^{ns}	0,6 ^{ns}	0,4 [*]
CV (%) A	29,99	53,8	15,5
CV (%) B	23,38	32,9	13,0

¹ **, * e ns: Significativo a 1, 5% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Tabela 2 - Valores médios da fração húmica (C-HUM) entre as cultivares e camadas estudadas.

Cultivares	Teor de húmica (g kg ⁻¹)		
	Camadas (cm)		
	0-10	10-20	20-30
IAC 20-28	1,7 aA	1,1 aB	0,81 aB
IAC-Guarani	1,6 aA	1,2 aAB	0,76 aB
IAC-80	1,4 aA	0,9 aAB	0,83 aB
IAC-226	1,3 aA	0,9 aAB	0,65 aB
MPA-34	1,5 aA	1,2 aAB	0,99 aB
MPB -01	1,6 aA	1,3 aAB	1,07 aB
MPA-11	1,6 aA	1,2 aAB	0,94 aB
Energia	1,7 aA	1,2 aB	0,83 aB
Paraguaçu	1,5 aA	1,1 aAB	0,71 aB
Nordestina	1,7 aA	1,3 aA	0,77 aB

Letras minúsculas comparam médias nas colunas para cultivares de mamona. Letras maiúsculas comparam médias nas linhas para profundidade do solo.

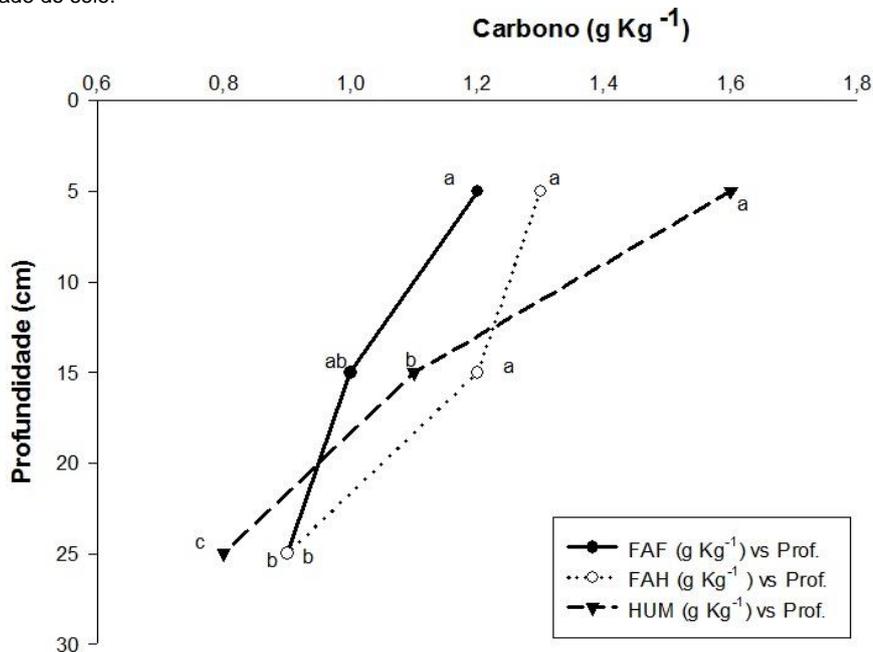


Figura 1 - Substâncias húmicas vs profundidade do solo. Letras minúsculas comparam profundidades em cada fração das substâncias húmicas ($P < 0,05$).