



XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo

Solos nos biomas brasileiros: sustentabilidade e mudanças climáticas
31 de julho à 05 de agosto - Center Convention - Uberlândia/Minas Gerais

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO DO SOLO NA CULTURA DA MANGUEIRA SOBRE AS FRAÇÕES OXIDÁVEIS DA MATÉRIA ORGÂNICA

Glaucianne Cavalcante da Conceição⁽¹⁾; Carliana A. Pereira⁽²⁾; Joyce R. Silva⁽³⁾; Emison M. Borges⁽⁴⁾; Débora C. Bastos⁽⁵⁾; Vanderlise Giongo⁽⁵⁾, Alessandra S. Mendes⁽⁵⁾, Carlos A. T. Gava⁽⁵⁾

⁽¹⁾Graduando em Ciências Biológicas; Universidade de Pernambuco-PE; bolsista CNPq/PIBIC, glaucianne.bolsista@cpatsa.embrapa.br; ⁽²⁾Graduando em Ciências Biológicas; Universidade de Pernambuco-PE. carliana_araijo@hotmail.com; ⁽³⁾Mestranda em Ciência do solo/UFERSA, ⁽⁴⁾Graduando em Geografia; Universidade de Pernambuco-PE; ⁽⁵⁾Pesquisador, Embrapa Semiárido, Petrolina-PE. Cx. Postal 23, CEP 56302-970. gava@cpatsa.embrapa.br

Resumo – A matéria orgânica e a atividade biológica do solo têm sido postuladas como bons indicadores do seu estado de conservação. No entanto, pouco se conhece sobre seu comportamento sob as condições edafoclimáticas do Semiárido, principalmente no que concerne aos impactos da agricultura irrigada sobre estas características. O objetivo deste trabalho foi avaliar os impactos nas propriedades do solo decorrentes de diferentes sistemas de manejo do solo no Vale do Submédio São Francisco. As amostras foram coletadas em julho/Agosto de 2010 nas camadas de 0-10 e 10-20 cm em áreas com cultivo de manga em Petrolina-PE e Juazeiro-BA. Foram estudadas áreas com manejo convencional para a região, manejo integrado conforme preconiza o sistema de Produção Integrada de Manga e manejo orgânico, tendo como referência áreas adjacentes de Caatinga remanescente. Nesta parte do trabalho avaliou-se o efeito das práticas adotadas nos diferentes sistemas sobre o conteúdo total e diferentes frações oxidáveis da matéria orgânica do solo. As áreas com remanescentes de vegetação nativa apresentaram maior teor de matéria orgânica e de frações mais lábeis (F1) à superfície. No entanto, na área com manejo convencional do cultivo de mangueira existe maior proporção de frações lábeis (F1+F2), indicando um rápido *turn over* da matéria orgânica adicionada na forma de resíduos do manejo da cultura.

Palavras-Chave: cultivo orgânico; produção integrada; carbono orgânico; quociente metabólico.

INTRODUÇÃO

O solo é um sistema complexo que quando submetido à atividade agrícola tende a um novo estado de equilíbrio, refletido em diferentes manifestações de seus atributos, os quais podem ser desfavoráveis à conservação da sua capacidade produtiva. A atividade agrícola pode causar modificações significativas nos fatores biológicos, químicos e físicos do solo, seja pela adição ou pela remoção de elementos, ou por práticas de cultivo (MOREIRA et al., 2010). Os efeitos sobre os atributos dependem do tipo de preparo, característico de cada sistema de cultivo, e são dependentes da intensidade de

revolvimento, do manejo dos resíduos vegetais e das condições do solo no momento do preparo. A relação entre o manejo e a qualidade do solo pode ser avaliada pelo comportamento de alguns indicadores entre os quais destacam-se a matéria orgânica e a atividade microbiana (ANDERSON; INGRAM, 1993).

De forma geral, a remoção da Caatinga para a introdução das atividades agrícolas convencionais, como a agricultura de subsistência e pastagem, reduz tanto o conteúdo de carbono total quanto da componente estocada na biomassa microbiana do solo (MAIA ET AL., 2006; FIALHO ET AL., 2006; BERNARDI ET AL., 2007). Contudo, a utilização da Caatinga em sistema silvipastoril ou agrossilvipastoril tem resultado em uma menor redução do estoque de carbono na biomassa microbiana, como nos resultados obtidos por Maia et al. (2006). No sistema de cultivo convencional de frutas no Vale do São Francisco, no preparo inicial do solo se preconiza o uso de aração e gradagem, e a atividade é dependente do aporte de insumos químicos (fertilizantes e herbicidas) e intenso tráfego de máquinas para as operações de manejo ao longo dos ciclos produtivos. O cultivo orgânico, por outro lado, exclui os aportes de fertilizantes sintéticos solúveis e pesticidas, passando a promover a introdução de matéria orgânica na forma de adubação verde e aplicação de biofertilizante e compostagem. Já o cultivo integrado busca maximizar a produção com menor impacto sobre o meio ambiente e preconizando a utilização de uma mistura de práticas e insumos dos sistemas convencionais e orgânicos.

A matéria orgânica do solo (MOS) é uma mistura de resíduos vegetais e animais em diferentes estágios de decomposição, microrganismos do solo e substâncias produzidas por estes. Alguns métodos permitem estudar o teor de MOS e caracterizá-la quanto à labilidade, ou disponibilidade à atividade microbiana como: matéria orgânica solúvel em água (SOM); matéria orgânica particulada (MOP); matéria orgânica leve (MOL) e frações oxidáveis, permitindo inferir no conteúdo e qualidade da MOS e disponibilidade para a mineralização (MIELNICZUK et al. 2003; MENDONÇA; MATOS, 2005).

No Vale do São Francisco especificamente, os resultados de Salcedo et al. (1997) mostraram uma

redução de até 16% no teor de matéria orgânica do solo em função do cultivo de fruteiras irrigadas. Contudo, os dados de pesquisa sobre indicadores de qualidade do solo nestas condições são escassos e maior quantidade de informação ainda é necessária. Os poucos estudos realizados até o momento, não permitem estimar adequadamente o impacto da agricultura neste sistema para, desta forma, estabelecer as principais variáveis a serem ajustadas nos sistemas de produção, buscando reduzir ou eliminar as causas dos impactos negativos. Neste contexto, este trabalho tem como principal objetivo avaliar a disponibilidade de C em frações lábeis, utilizando a metodologia para determinação de frações oxidáveis da MOS.

MATERIAL E MÉTODOS

As áreas são selecionadas são cultivadas com mangueira (*Mangifera indica*) var. Thomy Atkins, submetidas a diferentes manejos. Selecionou-se um grupo de áreas com manejo convencional para a região, no qual o solo é preparado com aração, gradagem e se faz uso de adubos de alta solubilidade em um segundo grupo de propriedades, as plantas são manejadas segundo as recomendações do sistema de produção integrado de manga (PI-Manga), que faz uso racional de adubos químicos, baseado em critérios e recomendações técnicas, e excluindo o uso de herbicidas e um terceiro grupo, selecionaram-se áreas orgânica, nas quais os processos biológicos substituem os insumos químicos. Foram coletadas, ainda, quatro amostras compostas em áreas de referência Áreas com vegetação de Caatinga Hiperxerófila remanescentes, adjacente às áreas produtivas.

Foram selecionadas cinco áreas amostrais para cada sistema de manejo em área do perímetro irrigado da Adutora Caraíba, no município de Juazeiro, no Perímetro Irrigado de Mandacaru (BA), Nilo Coelho e Bebedouro (PE). Foram coletadas, ainda, amostras em áreas de referência com vegetação de Caatinga Hiperxerófila remanescente, adjacente às áreas produtivas.

As amostras foram coletadas entre julho e agosto/2010. Para cada área foram selecionadas quatro parcelas nas quais foram coletadas amostras compostas, formada por doze amostras simples. Os pontos de amostragem foram selecionados ao acaso nas linhas de cultivo. As amostras simples coletadas com trado holandês nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. No laboratório as amostras foram armazenadas em condições refrigeradas para a realização das avaliações.

Foram coletadas amostras de uma área de referência com vegetação de Caatinga Hiperxerófila secundária, não alterada por um período superior a 30 anos, adjacente às cultivadas.

Determinação de frações oxidáveis da MOS

Para determinação do teor C nas diferentes frações oxidáveis em gradiente ácido, amostras de 0,5 g de solo, pulverizadas em cadinho, foram acondicionadas em tubos de ensaio juntamente com 10 mL $K_2Cr_2O_7$ 0,167 mol L⁻¹, a partir desta etapa, amostras individuais (em triplicata) foram separadas em três das quatro frações de C oxidável, tomando como base concentrações

crecentes de H₂SO₄ concentrado (3,6 e 9 mol L⁻¹), conforme descrito em Mendonça e Matos (2005).

A primeira fração (F1) foi obtida pelo acréscimo de 2,5 mL de H₂SO₄ P.A., resultando numa proporção ácido:água 1:4, com diluição final correspondendo a concentração ácido de 3 mol.L⁻¹. A F1 é considerada a fração de C mais prontamente lábil.

A segunda fração (F2) foi obtida pelo acréscimo de 5,0 mL de H₂SO₄ P.A., resultando numa proporção ácido:água 1:2, com a diluição final correspondendo a concentração de ácido de 6 mol L⁻¹ e, corresponde a fração de lábil. O teor de carbono nesta fração (F2) foi obtido subtraindo-se o conteúdo obtido na F1.

A terceira fração (F3) foi obtida pelo acréscimo de 10 mL de H₂SO₄ P.A., resultando numa proporção ácido:água 1:1, com a diluição final correspondendo a concentração de ácido de 9 mol L⁻¹ e, corresponde à fração de C moderadamente lábil. O teor de carbono nesta fração (F3) foi obtido subtraindo-se o conteúdo obtido na F1 e F2.

Para todas as concentrações foram adicionadas 5 mL de H₂O, promovendo a mistura das soluções de forma que a mistura dos líquidos fosse perfeita. A seguir, as amostras foram agitadas por 1 minuto em agitador de tubos (vórtex). Essa agitação é suficiente para promover a oxidação da MO, seguindo-se de centrifugação a 5000 rpm por 5 minutos. Em seguida o material foi transferido para cubeta de 10 mm e feito à leitura em espectrofotômetro a 645nm de acordo com Quaggio e Raij (1979) para determinar os teores de C oxidável no solo, comparando-se com curva padrão.

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e delineamento de blocos ao acaso. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey (P<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A remoção da Caatinga para a introdução do cultivo irrigado de fruteiras resultou em redução significativa (p<0,05) do teor de COT nas duas profundidades estudadas (Figura 1A), resultando em teores mais elevados nas áreas com vegetação natural de Caatinga em ambas as camadas estudadas. O sistema de manejo convencional causou o maior impacto sobre o conteúdo de matéria orgânica do solo, apresentando o menor teor de COT (Tukey, p<0,05), com uma redução média de 76,6 e 85,8% nas camadas de 0-10 e 10 a 20 cm de profundidade, respectivamente. A menor redução do teor de COT foi observada nas áreas com sistema de produção orgânico (29,0 e 35,5%, respectivamente), comportamento esperado para o sistema, que preconiza adição de matéria orgânica na forma de compostos e adubação verde.

Nas áreas com adoção do manejo preconizado pelo sistema de produção da PI-Manga os teores de matéria orgânica não diferiram estatisticamente do manejo orgânico (Tukey, p<0,05). Assim como para as áreas orgânicas, as perdas de COT em relação às áreas referência foram menores na camada superficial, acentuando-se na camada adjacente. Em ambos os casos, esta situação provavelmente reflete o fato de que as áreas estudadas foram inicialmente preparadas de maneira

convencional, com aração, gradagem e subsolagem e passaram por uma fase recente de adesão às normas da PIF ou orgânicas. Com isto, em diferentes graus, houve a substituição de insumos e, principalmente, a substituição do uso de herbicidas pela roçagem como prática de manejo de plantas espontâneas.

A avaliação dos teores de carbono nas diferentes frações oxidáveis mostrou que a área com vegetação nativa apresentou os maiores valores para as frações mais lábeis de C (F1-oxidadas com H_2SO_4 3N), sendo significativamente superiores pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) na camada superficial (Figura 1B). As áreas com cultivo de fruteiras não apresentaram diferenças significativas entre si na camada superior ($p > 0,05$), independente do sistema de manejo utilizado. Na camada inferior (10-20 cm), as áreas sob manejo convencional apresentaram, em média, resultado significativamente menor que a área referência e os sistemas de produção orgânica e PIF.

No que concerne à fração F2 (oxidável com H_2SO_4 6N), verificou-se que os sistemas de manejo que preconizam a adição de matéria orgânica ao solo, PIF e produção orgânica, não diferem estatisticamente entre si e das áreas de referência (Figura 1C). Contudo, as áreas de produção convencional apresentam teores de C-F2 inferiores a 1 g.kg^{-1} , tornando mais evidente o impacto das práticas de manejo sobre o estoque de C no solo. Quando se avaliou o teor de C na fração F3 (oxidável com H_2SO_4 9N), constatou-se que o teor mais elevado foi observado na camada superficial das áreas que

adotaram o sistema PIF, estatisticamente superior às demais ($P < 0,05$), incluindo-se a área referência.

A avaliação dos teores de carbono nas diferentes frações oxidáveis mostrou que a área com vegetação nativa apresentou os maiores valores para as frações mais lábeis de C (F1-oxidadas com H_2SO_4 3N), sendo significativamente superiores pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) na camada superficial (Figura 1B). As áreas com cultivo de fruteiras não apresentaram diferenças significativas entre si na camada superior ($p > 0,05$), independente do sistema de manejo utilizado. Na camada inferior (10-20 cm), as áreas sob manejo convencional apresentaram, em média, resultado significativamente menor que a área referência e os sistemas de produção orgânica e PIF.

No que concerne à fração F2 (oxidável com H_2SO_4 6N), verificou-se que os sistemas de manejo que preconizam a adição de matéria orgânica ao solo, PIF e produção orgânica, não diferem estatisticamente entre si e das áreas de referência (Figura 1C). Contudo, as áreas de produção convencional apresentam teores de C-F2 inferiores a 1 g.kg^{-1} , tornando mais evidente o impacto das práticas de manejo sobre o estoque de C no solo. Quando se avaliou o teor de C na fração F3 (oxidável com H_2SO_4 9N), constatou-se que o teor mais elevado foi observado na camada superficial das áreas que adotaram o sistema PIF, estatisticamente superior às demais ($P < 0,05$), incluindo-se a área referência.

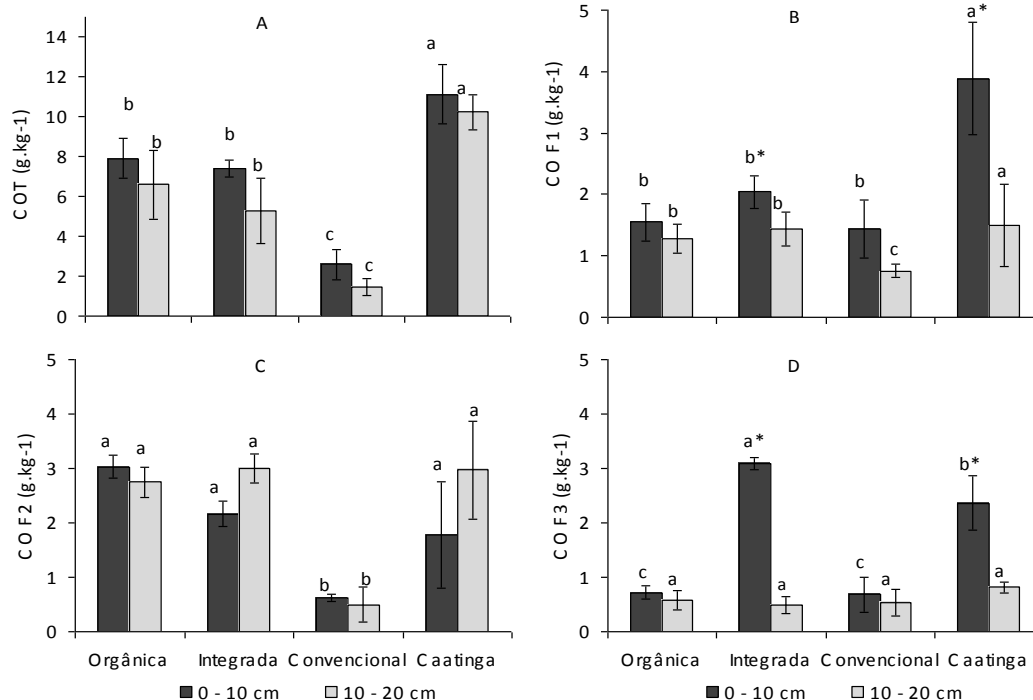


Figura 1 – Teor de carbono orgânico total e das frações oxidáveis da matéria orgânica nos diferentes formas de manejo do solo no Vale do São Francisco. As letras sobre as colunas comparam resultados entre os sistemas de produção dentro das mesmas profundidades estudadas. Os asteriscos indicam as áreas em que houve diferença significativa entre as profundidades estudadas dentro dos sistemas pelo teste de F ($p < 0,05$).

Avaliando-se a proporção das diferentes frações da matéria orgânica em relação ao total (expresso pelo COT), verificou-se que, para as amostras oriundas das

áreas de fruticultura irrigada sob manejo convencional, houve predominância de matéria orgânica lábil em ambas as profundidades, com 44,9 e 46,7% do COT (Tabela 1)

concentrado apenas na fração F1, e que o somatório das duas frações mais oxidáveis (F1 + F2) perfaz um total de 68,8 e 86,0% do total nas duas profundidades estudadas, respectivamente (Tabela 1). Este dado indica que o manejo empregado provoca uma profunda alteração no perfil da matéria orgânica do solo, com o consumo rápido dos estoques e que, provavelmente, parte significativa da matéria orgânica presente, embora em valores muito baixos nestas condições (em torno de 3 g.kg⁻¹) se deve à adição promovida pelas constantes operações de poda. No entanto, a irrigação, aliada às pesadas adubações com adubos altamente solúveis (na maioria dos casos empregando fertirrigação) e demais operações de manejo da cultura, promovem a remoção dos estoques de carbono nativo do solo e um intenso consumo da matéria orgânica adicionada.

Resultado similar foi observado para a profundidade de 10-20 cm na área de produção adotando o sistema de manejo PIF. Nestas condições, a proporção média observada para a matéria orgânica recalcitrante foi de 56,7% à superfície e de 84,1% na camada seguinte. Estes dados indicam que, provavelmente, o manejo inicial da cultura, adotando práticas convencionais, provocou uma redução acentuada do estoque de C do solo. Com a substituição das práticas, houve o início de recuperação dos estoques de MOS, que, no momento, apresenta maiores teores à superfície (Figura 1A) e predomínio de carbono na fração lábil da camada superior. Um resultado inesperado foi obtido na média obtida para fração F3 na profundidade 0-10 cm nas áreas sob manejo integrado. Os valores alcançados são muito superiores às demais áreas, o que provavelmente se deve a adição de fontes solúveis de ácidos húmicos, comumente comercializados na região.

Tabela 1 – Proporção (%) das diferentes frações oxidáveis do carbono em relação ao teor total de carbono nos diferentes sistemas de manejo adotados.

Manejos	F1	F2	F3	Lábeis ^a	Recalcitrantes ^b
	0 – 10 cm				
Orgânico	19,6c	38,3a	9,1c	57,85	42,15
Integrado	27,5b	29,2ab	41,6a	56,70	43,30
Convencional	44,9a	24,0ab	26,2b	68,79	31,21
Caatinga	34,9b	16,0b	21,2b	50,92	49,08
10 – 20 cm					
Orgânico	19,4c	41,6b	8,8b	60,98	39,02
Integrado	27,2b	56,9a	9,2b	84,11	15,89
Convencional	46,7a	34,3bc	36,4a	86,06	38,40
Caatinga	14,6c	28,9c	7,9b	43,57	56,43

^aProporção entre a soma das frações em relação ao teor de COT $[(F1 + F2)/COT*100]$; ^bProporção formada por $\{[1-(F1 + F2)]/COT\}*100$.

As áreas de vegetação nativa, tomadas como referência, apresentaram, em média, uma situação de equilíbrio, mostrando proporções muito próximas entre as frações mais lábeis e mais recalcitrantes da matéria orgânica, evidenciando maior estabilização das frações húmicas. Em média, na superfície observa-se uma proporção maior de C lábil que na camada adjacente, o que se deve à constante adição de resíduos vegetais, principalmente

com a senescência de plantas herbáceas e queda de ramos e folhas na estação seca. Na camada inferior, verifica-se uma maior concentração da COT na fração F2, e que há uma grande proporção na fração mais recalcitrante. Neste caso, a fração formada pela diferença entre o COT e a soma das três frações avaliadas é de 48,5%, enquanto na camada 0-10 é de 27,8%.

CONCLUSÕES

- 1- A remoção da Caatinga para implantação de áreas frutícolas no Vale do São Francisco promoveu uma forte redução do teor de matéria orgânica do solo;
- 2- A adoção de práticas de manejo mais racionais e conservacionistas ou orgânicas tem potencial para minimizar os impactos negativos da atividade agrícola;
- 3- O manejo convencional promoveu um intenso consumo do estoque de C nativo, assim as frações mais lábeis da MOS predominam no estoque de C nas áreas agrícolas avaliadas;
- 4- A substituição do sistema convencional levou a uma recuperação do estoque de C, com alterações quantitativas e qualitativas de sua composição;
- 5- Todas as áreas cultivadas apresentaram teor de nitrogênio superior às áreas adjacentes de Caatinga.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico (CNPq/PIBIC) pela bolsa concedida ao autor, a Embrapa pelo financiamento do projeto e aos proprietários das áreas estudadas.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. (Eds.) **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2ª Ed., 1993. 221 p.
- MOREIRA, F. M. S.; HUISING, E. J.; BIGNELL, D. E. **Manual de biologia dos solos tropicais: amostragem e caracterização da biodiversidade**. Editora UFLA, Lavras, 2010. 367 p.
- MAIA, S. M. F. XAVIER, F. A. DA S., OLIVEIRA, T. S. de, SÁ MENDONÇA, E. de, ARAÚJO FILHO, J. A. de. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semiárido cearense. **Revista Árvore**, v. 30, n. 05, p. 837-848, 2006.
- FIALHO, J.S.; GOMES, V.F.F.; OLIVEIRA, T.S.; SILVA JÚNIOR, J.M.T. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Ciência Agrônômica**, v. 37: 250-257. 2006.
- BERNARDI, A.C.C, MACHADO, P. L. de O., MADARI, B. E., TAVARES, S. R. de L; CAMPOS, D. V. DE; CRISÓSTOMO, L. de A. Carbon and nitrogen stocks of an Arenosol under irrigated fruit orchards in Semiárid Brazil. **Scientia Agricola**, v.64, n.2, p.169-175, 2007.
- MIELNICZUK, J.; BAYER, C.; BESAN, F.M.; LOVATO, T.; FERNÁNDEZ, F.F. & DEBARBA, L. Manejo de solo e culturas e sua relação com os estoques de carbono e nitrogênio do solo. In: CURTI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S. & ALVAREZ V., V.H., eds. **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2003. v.3. p.209-248.
- SALCEDO, I.H.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B. Nutrient availability in soil samples from shifting cultivation sites in the semi-arid Caatinga of NE Brazil. **Agricultural Ecosystem Environment**, v.65, p.177-186, 1997.