

Impacto de Diferentes Sistemas de Manejo da Cultura da Mangueira sobre Frações da Matéria Orgânica em Solos do Submédio do Vale do São Francisco

Glaucianne Cavalcante da Conceição¹; Carliana Araújo Pereira¹; Emison Marcelino Borges²; Joyce Reis da Silva³; Herbert Mouse de Lima Targino⁴; Paulo Ivan Fernandes Júnior⁵; Vanderlise Giongo⁵; Carlos Alberto Tuão Gava⁵

Resumo

A matéria orgânica do solo é considerada um dos principais indicadores de qualidade do solo nos sistemas de produção. No entanto, pouco se conhece sobre seu comportamento sob as condições edafoclimáticas do Semiárido, principalmente no que diz respeito 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 junho/agosto de 2010 nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em áreas com cultivo de manga em Petrolina, PE e Juazeiro, BA. Foram estudadas áreas com manejo convencional, produção integrada e manejo orgânico, tendo como referência áreas adjacentes de Caatinga remanescente. 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 uma rápida estabilização da matéria orgânica adicionada na forma de resíduos do manejo da cultura.

Palavras-chave: sequestro de carbono, carbono orgânico, carbono total, produção integrada.

Introdução

No Semiárido nordestino, a degradação dos recursos naturais tem sido provocada pelo aumento da intensidade de uso do solo e redução da cobertura vegetal nativa (MENEZES; SAMPAIO, 2002). Sistemas de cultivo intensivo têm resultado na degradação do solo e na redução do potencial produtivo. A utilização da Caatinga em sistema silvipastoril ou agrossilvipastoril tem resultado em menor redução do estoque de carbono na biomassa microbiana (MAIA et al., 2006).

¹ Estudante de Ciências Biológicas, Universidade de Pernambuco, PE, bolsista CNPq/PIBIC, Petrolina, PE, glaucianne.bolsista@cpatsa.embrapa.br.

² Estudante de Geografia, Universidade de Pernambuco, PE, bolsista Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³ Mestranda em Ciência do solo/UFERSA, bolsista CAPES, Mossoró, RN.

⁴ Químico Industrial, assistente da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵ Pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Caixa Postal 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE.

De um lado, o preparo do solo em sistemas de cultivo convencional de frutas no Vale do São Francisco é realizado com arações e gradagens, aporte de insumos químicos (fertilizantes e herbicidas) e intenso tráfego de máquinas. O cultivo orgânico, por outro lado, exclui os aportes de fertilizantes sintéticos solúveis e pesticidas, introduzindo a matéria orgânica através da adubação verde, além da 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 combinação de práticas e insumos dos sistemas convencionais e orgânicos.

A estimativa da degradação do solo deve considerar a integração complexa de fatores químicos, físicos e biológicos, com o intuito de caracterizar o estado atual do solo, prever os caminhos de sua transformação e propor procedimentos adequados para a recuperação (SNAKIN et al., 1996; NORTCLIFF, 2002). Várias estratégias de avaliação da qualidade do solo têm sido propostas, destacando-se as que consideram a necessidade de um conjunto numeroso de atributos do solo para a obtenção de um índice confiável de qualidade (DORAN; PARKIN, 1994; LARSON; PIERCE, 1991). Existem, também, abordagens que consideram que um número reduzido de atributos-chave, como a matéria orgânica do solo, pode expressar eficientemente a qualidade do solo (GREGORICH et al., 1994; SEYBOLD et al., 1998). Esta pode ser considerada uma importante indicadora da qualidade do solo, pois está relacionada com diversas de suas propriedades químicas, físicas e biológicas. O teor de C orgânico tem sido utilizado frequentemente como indicador-chave da qualidade do solo, tanto em sistemas agrícolas como em áreas de vegetação nativa (SILVA JÚNIOR et al., 2004).

O presente estudo objetivou avaliar o impacto e a disponibilidade de C em frações lábeis, utilizando-se a metodologia para determinação de frações oxidáveis da MOS.

Material e Métodos

Foram selecionadas áreas cultivadas com mangueira (*Mangifera indica*) cv. Thommy Atkins, submetidas a diferentes manejos. Selecionou-se um grupo de áreas com manejo convencional, no qual o solo é preparado com aração, gradagem e se faz uso de adubos de alta solubilidade; um segundo grupo de propriedades com manejo do sistema de produção integrado de manga (PI-Manga), que faz uso racional de adubos químicos, baseado em critérios e recomendações técnicas e excluindo-se o uso de herbicidas, e um terceiro grupo de áreas de produção orgânica. Selecionaram-se cinco áreas amostrais para cada sistema de manejo em área do perímetro irrigado da Adutora Caraíba, no Perímetro Irrigado do Mandacaru, localizados no município de Juazeiro, BA, Nilo Coelho e Bebedouro em Petrolina, PE e, além das áreas de produção avaliadas, foi avaliada, ainda, uma área de referência com vegetação de Caatinga Hiperxerófila remanescentes, adjacente a cada áreas produtivas. As amostras foram coletadas entre julho e agosto de 2010. Para cada área foram selecionadas quatro parcelas ao acaso nas linhas de cultivo, nas quais foram coletadas amostras compostas, formada por 12 amostras simples, coletadas com trado holandês nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm.

O carbono orgânico total (COT) do solo foi determinado de acordo com metodologias adaptadas por Tedesco et al. (1995). As frações oxidáveis do carbono foram determinadas através do método do gradiente ácido. A determinação do teor C nas diferentes frações oxidáveis em gradiente ácido foi realizada conforme descrito por Mendonça e Matos (2005). A primeira, segunda e terceira frações (F1, F2 e F3, respectivamente), sendo a primeira fração (F1), foram obtidas com as concentrações finais de $3 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$, $6 \text{ mol L}^{-1} \text{ H}_2\text{SO}_4$ e

9 mol L⁻¹ H₂SO₄. Para a oxidação de cada fração da matéria orgânica, as amostras foram adicionadas de 5 mL de H₂O agitadas por 1 minuto em agitador de tubos (vórtex). Após a digestão, as amostras foram centrifugadas (5000 rpm por 5 minutos) e o teor de C oxidável foi determinado em espectrofotômetro a 645nm (QUAGGIO; RAIJ, 1979).

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso onde cada propriedade foi considerada um bloco, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias foram comparadas pelo 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 carbono orgânico total (COT) nas duas profundidades estudadas (Figura 1a), uma vez que teores mais elevados foram encontrados nas áreas com vegetação natural de Caatinga. Os menores teores de matéria orgânica do solo (MOS) foram observados nos sistemas de manejo convencional. A menor redução do teor de COT foi observada nas áreas com sistema de produção orgânico, comportamento esperado para o sistema, que preconiza adição de matéria orgânica na forma de compostos e adubação verde. Nas áreas de produção integrada, os teores de matéria orgânica não diferiram estatisticamente das áreas sob manejo orgânico (Figura 1a).

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 H₂SO₄ 3 mol L⁻¹), sendo significativamente superiores 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.

Com relação à fração F2 (oxidável com H₂SO₄ 6 mol L⁻¹), verificou-se que os sistemas de manejo que preconizam a adição de matéria orgânica ao solo, PI-Manga 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 H₂SO₄ 9N), foi possível observar que o teor mais elevado foi registrado na camada superficial das áreas que adotaram o sistema PIF, estatisticamente superior às demais (P<0,05), incluindo-se a área referência.

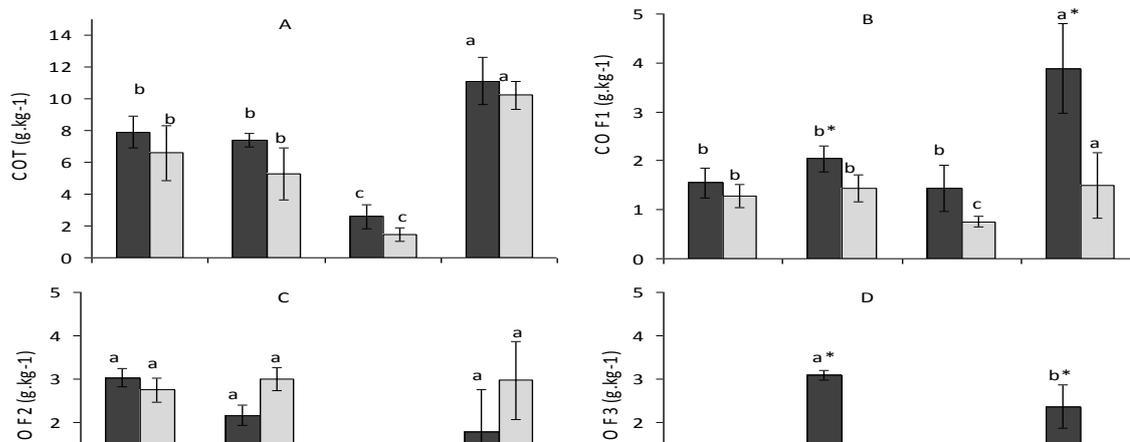


Figura 1. Teor de carbono orgânico total e das frações oxidáveis da matéria orgânica nos diferentes formas de manejo do solo no Vale do São Francisco. As letras sobre as colunas comparam resultados entre os sistemas de produção dentro das mesmas profundidades estudadas. Os asteriscos indicam as áreas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

A avaliação dos teores de carbono nas diferentes frações oxidáveis demonstrou 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 superiores na camada superficial (Figura 1b). As áreas com cultivo de fruteiras não apresentaram diferenças significativas entre si na camada superior, 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.

Referente à fração F2 (oxidável com H_2SO_4 6 mol L^{-1}), 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 (Figura 1d), estatisticamente superior às demais, incluindo-se a área referência.

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). O que indica que o manejo empregado provoca uma profunda alteração no perfil da matéria orgânica do solo.

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

Sistemas de manejo	F1	F2	F3	Lábeis ^a	Recalcitrantes ^b
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

^aRazão entre a soma das frações em relação ao teor de COT $[(F1 + F2)/COT * 100]$; ^bProporção formada por $\{[1 - (F1 + F2)]/COT\} * 100$. * médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Valores muito baixos nestas condições (em torno de 3 g kg^{-1}) são atribuídos à adição promovida pelas constantes operações de poda. No entanto, a irrigação, aliada às 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. 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.

As diferentes proporções entre as frações oxidáveis da matéria orgânica do solo em sistemas de fruticultura no Submédio do Vale São Francisco já foi avaliada por Cunha et al., (2009). Neste estudo, conduzido em diferentes sistemas de produção de uva, foi possível observar que os sistemas de manejo convencional, além de apresentar redução nos teores de COT, também apresentou redução nas frações orgânicas em diferentes graus de humificação. Os resultados encontrados no presente estudo demonstram que a matéria orgânica é um indicador sensível às alterações de manejo no solo do Semiárido. Além disso, a adoção de sistemas de manejo que colaborem para a estabilização da matéria orgânica em solos do Semiárido pode resultar no acúmulo de matéria orgânica estável nos solos colaborando para o sequestro do carbono (BERNARDI et al., 2007).

Conclusões

A remoção da vegetação nativa da Caatinga para implantação de áreas frutícolas promoveu forte redução do teor de matéria orgânica do solo.

O manejo convencional promoveu um intenso consumo do estoque de C nativo, assim, as frações mais lábeis da matéria orgânica do solo predominam no estoque de C nas áreas agrícolas avaliadas.

A adoção de práticas de manejo mais racionais e conservacionistas ou orgânicas tem potencial para minimizar os impactos negativos da atividade agrícola.

Todas as áreas cultivadas apresentaram teor de carbono lábil superior às áreas adjacentes de Caatinga.

Agradecimentos

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

Referências

BERNARDI, A. C. de C.; MACHADO, P. L. O. de; MADARI, B. E.; TAVARES, S. R. de L.; CAMPOS, D. V. B. de; CRISÓSTOMO, L. de A. Carbon and nitrogen stocks of na Arenosol under irrigated fruit Orchards in semiarid Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 2, p.169-175, 2007.

CUNHA, T. J. F.; BASSOI, L. H.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; PETRERE, V. G.; RIBEIRO, P. R. A. Ácidos húmicos em solo fertirrigado no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 33: 1583-1592.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society America, 1994. v. 35. p. 3-22.

GREGORICH, E. G.; CARTER, M. R.; ANGERS, D. A.; MONREAL, C. M.; ELLERT, B. H. Towards a minimum data set to assess soil organic matter quality in agricultural soils. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, n. 74, p. 367-375, 1994.

LARSON, W. E.; PIERCE, F. J. Conservation and enhancement of soil quality. In: EVALUATION on for sustainable land management in the developing world. Bangkok: IBSRAM, 1991. p. 175-203.

MAIA, S. M. F.; XAVIER, F. A. da S.; OLIVEIRA, T. S. de S.; MENDONÇA, E. de; ARAÚJO FILHO, J. A. de. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semiárido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria orgânica do solo**: métodos de análises. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 45 p.

MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B. Simulação dos fluxos e balanços de fósforo em uma unidade de produção agrícola familiar no Semi-Árido paraibano. In: SILVEIRA, L. M.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Org.). **Agricultura familiar e agroecologia no Semi-Árido**: avanços a partir do Agreste da Paraíba. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p. 249-260.

NORTCLIFF, S. Standardisation of soil quality attributes. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, [New York], n. 88, p. 161-168, 2002.

QUAGGIO, J.A.; RAIJ, B. van. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.3, p.184-187, 1979.

SEYBOLD, C. A.; HERRICK, J. E.; BREDJA, J. J. Soil resilience: a fundamental component of soil quality. **Soil Science**, [S.l.], n. 164, p. 224-233, 1998.

SILVA JÚNIOR, A. M.; BORGES, E. N.; SOUZA, M. A.; SILVA, G. M. S.; GUIMARÃES, E. C.; BORGES, E. V. S. Carbono orgânico em diferentes sistemas de manejo no Triângulo Mineiro. In.: REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 15., Santa Maria, RS, 2004. **Anais...** Santa Maria, RS: Universidade de Santa Maria, 2004. 1CD-ROM.

SNAKIN, V. V.; KRECHETOV, P. P.; KUZOVNIKOVA, T. A.; ALYABINA, I. O.; GUROV, A. F.; STEPICHEV, A. V. The system of assessment of soil degradation. **Soil Technology**, v. 8, p. 331-343, 1996.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S. I. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 146 p.