

Atividade microbiana do solo em diferentes sistemas de cultivo de manga no Vale do São Francisco

Soil microbial activity in different systems of mango cultivation in the valley of the São Francisco river

Glaucianne Cavalcante da Conceição¹; Carliana A. Pereira²; Joyce R. Silva³; Emison M. Borges⁴; Herbert M. T. de Lima⁵; Débora C. Bastos⁶; Vanderlise Giongo⁶; Carlos Alberto T. Gava⁷

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto decorrente de diferentes sistemas de produção de manga no Submédio do Vale do São Francisco sobre a atividade microbiana do solo. As amostras foram coletadas em 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 sob manejo: convencional, integrado e orgânico, tendo como referência áreas adjacentes de Caatinga remanescente. Determinou-se o teor total de nutrientes, C e N do solo, biomassa microbiana e respiração basal, estimando-se os valores de quociente metabólico (qCO₂) e quociente Microbiano (qMIC). Os resultados mostraram que as áreas de Caatinga remanescente apresentaram maior teor de carbono orgânico total, enquanto áreas sob manejo integrado e convencional apresentaram os maiores teores de N. Áreas com o

¹Estudante de Ciências Biológicas, UPE, bolsista CNPq/Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

²Estudante de Ciências Biológicas, UPE, estagiário da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

³Mestranda, UFRSA, Mossoró, RN.

⁴Estudante de Geografia, estagiário da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁵Químico, assistente da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁶Engenheira-agrônoma, D.Sc. em Ciência do Solo, pesquisadora da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁷Engenheiro-agrônomo, D.Sc., Pesquisador da Embrapa Semiárido.

cultivo orgânico apresentaram maior biomassa microbiana, enquanto as áreas sob manejo convencional apresentaram o maior valor de qCO_2 , indicando, neste caso, estado de desequilíbrio do solo neste sistema de produção.

Palavras-chave: cultivo orgânico, produção integrada, carbono orgânico, quociente metabólico.

Introdução

A região semiárida brasileira é caracterizada por apresentar uma das mais altas densidades populacionais entre regiões similares, com alta temperatura média, pluviosidade entre 300 mm e 800 mm e solos altamente intemperizados, rasos e com baixo teor de nutrientes. Nessas condições, ao longo de 300 anos observou-se o estabelecimento de sistemas agropecuários extrativistas, sem o manejo adequado, que tem colaborado para a degradação do bioma (SILVA; MACHADO, 2002).

Atividades agrícolas como revolvimento do solo e uso excessivo de pesticidas, por exemplo, causam redução no conteúdo de matéria orgânica e afetam a estrutura e funcionamento das comunidades microbianas, resultando em importantes implicações para a fertilidade e qualidade dos solos (PAMPULHA; OLIVEIRA, 2006). Por causa da rapidez na resposta às influências externas sobre a matéria orgânica do solo (MOS), a biomassa microbiana do solo (BMS) pode ser utilizada como um sensível indicador que permite analisar as influências de práticas de manejo sobre a qualidade do solo. A atividade biológica, principalmente a BMS, é a variável que responde mais rapidamente às mudanças, principalmente considerando que estas alterações causam modificações quantitativas e qualitativas na introdução de resíduos orgânicos (DE-POLLI; PIMENTEL, 2005).

Poucos estudos têm sido realizados para a avaliação do impacto de sistemas agrícolas sobre a biomassa e processos microbianos em condições semiáridas (GARCÍA-ORENES et al., 2005) e ainda menos em condições irrigadas. O monitoramento de variações destes indicadores pode permitir o planejamento e adoção de alterações nos sistemas de produção que minimizem os efeitos negativos das práticas agrícolas sobre a qualidade do solo. Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes sistemas de manejo da cultura da mangueira sobre características químicas e atividade microbiana do solo em sistemas de produção de manga no Submédio do Vale do São Francisco.

Material e Métodos

As coletas foram realizadas em áreas de produção de manga no polo de fruticultura irrigada de Petrolina, PE e Juazeiro, BA. Segundo a classificação de Koeppen, a região apresenta clima do tipo BShw (semiárido quente com estação seca definida), com pluviosidade baixa e irregular, precipitação média de 470 mm.ano⁻¹ e temperatura média anual de 26,2 °C. As áreas selecionadas são cultivadas com mangueira (*Mangifera indica*) var. Thommy 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 contínuo de herbicidas, defensivos e 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), faz-se uso racional de defensivos e adubos químicos e excluindo-se o uso de herbicidas. Em um terceiro grupo, selecionaram-se áreas orgânicas. Foram coletadas, ainda, quatro amostras em áreas de referência com vegetação de Caatinga remanescentes, adjacente às áreas produtivas.

Foram selecionadas cinco áreas amostrais para cada sistema de manejo em áreas dos perímetros irrigados da Adutora Caraíba, no Perímetro Irrigado de Mandacaru, no Município de Juazeiro, BA; Nilo Coelho e Bebedouro no Município de Petrolina, PE. As coletas foram realizadas entre julho e agosto de 2010. Para cada área foram selecionadas quatro parcelas nas quais foram coletadas amostras compostas, formadas por 12 amostras simples. Os pontos de amostragem foram selecionados ao acaso nas linhas de cultivo e nas áreas de referência. As amostras simples foram coletadas com trado holandês nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm. O teor de carbono da biomassa microbiana foi quantificado pelo método da irradiação-extração (WARDLE et al., 1994) seguido de oxidação úmida adaptado de Vance et al. (1985). A respiração basal do solo (RBS) foi determinada de acordo com Powlson (1987). O carbono orgânico total e o nitrogênio total do solo foram determinados de acordo com metodologias adaptadas por Tedesco et al. (1995). O qCO₂ foi determinado entre RBS e a BMS, enquanto o qMIC foi determinado pela relação entre o teor de carbono orgânico total (COT) e o teor de C-BMS (ANDERSON; INGRAM, 1993).

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado, sendo os dados submetidos à análise de variância a 5% de significância. As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade e a associação entre as variáveis pela correlação de Pearson ($P < 0,05$).

Resultados e Discussão

De forma geral, as áreas com cultivo convencional e integrado de mangueira apresentaram os maiores teores de nutrientes no solo ($P < 0,05$), com resultados estatisticamente similares entre si. Entretanto, os teores encontrados nas áreas com cultivo sob manejo da produção integrada apresentaram os valores mais elevados (Tabela 1). Amostras destes sistemas de produção apresentaram os teores mais elevados de nitrogênio, potássio e fósforo total, assim como maiores teores de somatório de bases (S). Os valores de saturação de base (V%) foram similares em todas as áreas cultivadas e superiores à média das áreas de vegetação nativa. Além disso, em média, o maior teor de N-total foi detectado na camada subsuperficial do solo (10-20 cm) para os sistemas com aplicação de fertilizantes de alta solubilidade via fertirrigação (convencional e integrado).

Nas áreas com manejo orgânico, os teores de N detectados refletem elevadas adições de fontes orgânicas de N ao longo dos anos, sendo prática comum a adição de composto e esterco ao solo em elevadas doses, bem como a aplicação de caldas biofertilizantes, por meio da fertirrigação. A partir dos resultados para C e N (Tabela 1), verificou-se que a Caatinga mostrou elevada relação C/N. O baixo teor de matéria orgânica nas áreas convencionais e de PIF e as pesadas adições de adubos nitrogenados resultaram em baixa relação C/N nestes sistemas (Tabela 1), conforme já observado em outras áreas de fruticultura irrigada no Semiárido (FIALHO et al., 2006).

O teor de COT nas áreas com manejo convencional apresentou, em média, os menores valores (Tukey, $P < 0,05$) quando comparadas às áreas sob manejo orgânico e o manejo preconizado pela PI-Manga. Estudos recentes comparando sistemas convencionais e orgânicos de produção na fruticultura no Submédio do Vale do São Francisco já demonstraram menores teores de COT em sistemas convencionais (FREITAS et al., 2011). A vegetação de Caatinga, por sua vez, proporciona baixo aporte de material orgânico ao solo, contudo, verificou-se teor médio mais elevado de COT nas amostras oriundas da Caatinga nativa (Tukey, $p < 0,05$), corroborando resultados de outros estudos (FIALHO et al., 2006). Apesar das características da região, a cobertura vegetal mais diversificada e lenhosa em área de Caatinga nativa pode resultar em maior quantidade de carbono estável presente no solo (MARTINS et al., 2010).

Tabela 1. Teores de carbono orgânico, nitrogênio total e relação C/N em solos com cultivo de mangueira em diferentes sistemas de produção no Submédio do Vale do São Francisco.

	COT (g.kg ⁻¹)	N-total (mg.kg)	Relação C/N	pH	P (mg.dm ⁻¹)	K (cmolc. dm ⁻³)	S (cmolc. dm ⁻³)	V (%)
0-10 cm								
Orgânico	7,25 b*	448,07 ab	15,30 b	6,89 ab	18,56 c	0,31 b	4,08 b	88,75 a
Integrado	7,91 b	454,72 a	15,48 b	7,36 a	113,67 a	0,85 a	7,33 a	84,50 a
Convencional	2,60 c	373,84 ab	5,53 c	7,56 a	48,59 b	0,50 ab	6,53 a	80,50 a
Caatinga Nativa	11,14 a	264,31 b	33,76 a	5,48 b	7,80 d	0,30 b	3,30 b	45,40 b
10-20 cm								
Orgânico	6,60 b	473,79 ab	16,18 b	6,78 a	7,29 c	0,31 b	3,52 b	82,00 a
Integrado	5,27 b	547,37 a	15,95 b	7,36 a	59,24 a	0,62 a	5,62 a	82,31 a
Convencional	1,45 c	465,04 ab	5,18 c	7,46 a	24,23 b	0,34 b	4,32 a	83,86 a
Caatinga Nativa	10,25 a	202,37 b	27,53 a	5,80 b	4,73 d	0,44 ab	2,59 c	35,40 b

COT – Carbono orgânico total (g.kg⁻¹); N-total – Nitrogênio total do solo (mg.kg⁻¹); CN – Relação CN. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Os sistemas de manejo das mangueiras afetaram significativamente ($P < 0,05$) o teor de C-BMS, apresentando valores que variaram entre 253,9 mg.kg⁻¹ e 534,1 mg.kg⁻¹ na camada superior, e 208,3 mg.kg⁻¹ e 545,2 mg.kg⁻¹ na camada subjacente (Tabela 2). Os valores mais altos para CBMS foram observados nas áreas com manejo orgânico em ambas as profundidades avaliadas, sendo significativamente diferente dos demais ($p < 0,05$) e, por sua vez, não diferiram significativamente entre si. O teor de nitrogênio total no solo apresentou maior influência na biomassa microbiana (Tabela 3), provavelmente por causa das áreas com sistema orgânico apresentarem os teores mais elevados e, maior BMS, imobilizado nos resíduos vegetais que fazem parte do manejo da adubação das áreas.

Tabela 2. Variação de indicadores de atividade microbiana em solos com cultivo de mangueira em diferentes sistemas de produção nos Submédio do Vale do São Francisco.

	CBMS	qMic	RB	qCO ₂
0–10 cm				
Orgânico	534,11 a*	75,04 a	268,06 a	71,50 c
Integrado	345,76 b	48,4 b	50,23 b	163,25 b
Convencional	253,97 b	11,6 c	58,70 b	410,46 a
Caatinga	265,58 b	28,10 bc	16,73 c	106,07 bc
10–20 cm				
Orgânico	545,19 a	85,56 a	277,04 a	56,53 c
Integrado	272,40 b	62,43 b	38,63 bc	235,18 b
Convencional	208,30 b	15,63 c	57,64 b	443,41 a
Caatinga	227,23 b	28,5 bc	16,59 c	128,43 bc

CBMS – Carbono da biomassa (mg.kg⁻¹ solo); qMic – Quociente microbiano (mg.g⁻¹ COT); RB – Respiração basal (μg CO₂.kg⁻¹ solo/ dia); qCO₂ – Quociente metabólico (μg CO₂.g⁻¹ C-BMS/ dia). Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

A respiração basal (RB) apresentou resultado médio significativamente superior em áreas com sistema orgânico de produção, seguindo-se das áreas com cultivo convencional e PI-Manga. De um lado, os menores valores foram detectados em amostras de solo oriundas de áreas sob Caatinga. Por outro lado, o qCO_2 , apresentou valores significativamente mais altos nas áreas sob manejo convencional ($P < 0,05$), seguido das áreas sob manejo integrado e Caatinga (Tabela 2), indicando que a mineralização da MOS nesse sistema é mais acentuada. No entanto, pode ser observado que o qCO_2 (Tabela 3) apresenta correlação negativa e significativa com os teores de COT e com a relação C/N, indicando que outras variáveis estariam influenciando a taxa de atividade da microbiota. É provável que esta atividade excessiva se deva ao uso de adubação prontamente solúvel via fertirrigação.

Tabela 3. Associação (correlação de Pearson - r) entre características químicas do solo e os indicadores de atividade microbiana.

	CBMS	RB	qMicro	qCO ₂
NTotal	0,26	0,12	0,02	-0,12
COT	0,48*	0,33*	0,21	-0,47*
C/N	0,40*	0,30	0,22	-0,52*
pH	-0,42*	-0,61*	-0,53*	0,38*
P	-0,07	-0,35*	-0,42*	0,02
K	-0,18	-0,48*	-0,55*	0,00
S	-0,11	-0,47*	-0,51*	0,21
V	0,31	0,21	0,15	-0,22

COT – Carbono orgânico total ($g.kg^{-1}$); Ntotal – Nitrogênio total do solo ($mg.kg^{-1}$); CN – Relação CN; CBMS – Carbono da biomassa ($mg.kg^{-1}$ solo); qMic – Quociente microbiano ($mg.g^{-1}$ COT); RB – Respiração basal ($\mu g CO_2.kg^{-1}$ solo/ dia); qCO_2 – Quociente metabólico ($\mu g CO_2.g^{-1}$ C-BMS/ dia).

O qMicro apresentou os maiores valores para as áreas sob manejo orgânico, seguindo das áreas com vegetação nativa e manejo PI-Manga (Tabela 2), sendo significativamente afetado pelo manejo do solo como pode-se inferir pela correlação negativa que apresentou com o teor dos nutrientes (Tabela 3). Contudo, estas correlações podem ser espúrias e análises multivariadas poderão explicar melhor o comportamento do indicador.

Conclusões

Os tipos de manejo do solo adotados nos sistemas de produção de manga influenciaram significativamente nos indicadores de atividade microbiana.

O menor teor de carbono orgânico total foi detectado nas áreas com sistema de cultivo convencional.

O manejo orgânico das áreas contribuiu para a manutenção de atividade microbiana em um estado de equilíbrio igual ao original, a vegetação nativa, melhorando alguns dos indicadores avaliados.

O manejo convencional apresentou o maior índice de qCO₂ indicando alta taxa mineralização da MOS.

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

- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. (Ed.). **Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods**. 2nd ed. Oxon: CAB International, 1993. 221 p.
- DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. Indicadores de qualidade no solo. In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. de (Ed.). **Processos biológicos no sistema solo-planta**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. p. 17-28.
- 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**, Fortaleza, v. 37, p. 250-257, 2006.
- FREITAS, N. de O.; MELO, A. M. Y.; SILVA, F. S. B.; MELO, N. F. de; MAIA, L. C. Soil biochemistry and microbial activity in vineyards under conventional and organic management at Northeast Brazil. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, p. 223-229, 2011.
- GARCIA-ORENES F.; GUERRERO, C.; MATAIX-SOLERA J.; NAVARRO-PEDRENO J.; GOMEZ I, MATAIX-BENEYTO, J. Factors controlling the aggregate stability and bulk density in two different degraded soils amended with biosolids. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 82, n. 1, p. 65-76, 2005.

MARTINS, C. M.; GALINDO, I. C. L.; SOUZA, E. R.; POROCA, H. A. Atributos químicos e microbianos do solo de áreas em processo de desertificação no Semiárido de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 34, p. 1883-1891, 2010.

PAMPULHA, M. E.; OLIVEIRA, A. Impact of an herbicide combination of bromoxynil and prosulfuron on soil microorganisms. **Current Microbiology**, New York, v. 53, p. 238-243, 2006.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to the straw incorporation. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 159-164, 1987.

SILVA, C. A.; MACHADO, P. L. O. de A. **Sequestro e emissão de carbono em ecossistemas agrícolas: estratégias para o aumento dos estoques de matéria orgânica em solos tropicais**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. 23 p. (Embrapa Solos. Documentos, 19).

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, G.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEIS, S. I. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: UFRS, 1995. 174 p. (UFRS. Boletim Técnico, 5).

VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENFINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. **Soil Biology Biochemistry**, Oxford, v. 19, n. 6, p. 703-707, 1987.

WARDLE, D. A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R. S. (Ed.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília, DF: EMBRAPA, 1994. p. 419-436. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 46).

