

QUALIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM SISTEMA DE POLICULTIVO NO SEMIÁRIDO DA BAHIA

Ademir Trindade Almeida^{1*}; Karine da Silva Simões¹; José Renato Carneiro de Almeida¹; Clovis Pereira Peixoto¹;
Maria de Fátima da Silva Pinto Peixoto¹

¹Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Rua Ruy Barbosa, 710, Campus Universitário, Cruz das Almas, BA

*Autor para correspondência: Ademir Trindade Almeida, ademirtrindadeufbr@hotmail.com

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade biológica do solo em um sistema de policultivo comparado com outros sistemas de uso do solo, em áreas localizadas na região do semiárido baiano. As avaliações foram realizadas em áreas mantidas sob três diferentes sistemas de uso do solo: plantio convencional, caatinga e policultivo. As amostras foram coletadas em um transecto com 5 pontos, espaçados de 5 metros, à uma profundidade de 0 - 0,1 m. Dentro de cada local, o delineamento foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos (uso do solo) e cinco repetições. Foi realizada a análise de variância e aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram avaliados dois parâmetros de qualidade biológica do solo: a atividade microbiana (AM) ou respiração basal e carbono da biomassa microbiana (CBM). O sistema de uso caatinga foi o que apresentou maior CBM, com incrementos de 104% e 244% em Cafarnaum e 69% e 499% em Umburanas, comparado aos sistemas policultivo e convencional, respectivamente. Quanto a AM, o sistema policultivo apresentou acréscimos de 164% e 414% em Cafarnaum e 97% e 360% em Umburanas, comparado aos sistemas caatinga e convencional, respectivamente. O teor de carbono da biomassa microbiana no solo do bioma caatinga é maior do que nos sistemas policultivo e convencional. Entretanto, a atividade microbiana do solo no sistema de policultivo é maior comparada com os outros dois sistemas de cultivo. A qualidade biológica do solo no sistema policultivo e bioma caatinga se sobressaem em relação ao sistema convencional na região semiárida da Bahia.

PALAVRAS CHAVE: Atividade microbiana, biologia do solo, biomassa microbiana.

BIOLOGICAL QUALITY OF SOIL IN POLY CULTURE SYSTEM ON THE SEMIARID OF BAHIA

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the soil biological quality in a polyculture system compared to other soil use systems in areas located in the Bahia semi-arid region. The evaluations were carried out in areas under three different soil use systems: conventional, caatinga and polyculture. The samples were collected in a transect with 5 points, spaced 5 meters, to a depth from 0 - 0.1 m. Within each site, the experimental design was completely randomized design with three treatments (soil use) and five repetitions. We performed analysis of variance and applied the Tukey test at 5% probability. Two parameters of soil biological quality were evaluated: the microbial activity (AM) or basal respiration and carbon of the microbial biomass (CBM). The caatinga use system was the with presented the highest CBM, with increases of 104% and 244% in Cafarnaum and 69% and 499% in Umburanas, compared to the polyculture and conventional systems, respectively. As for AM, the polyculture system presented additions of 164% and 414% in Cafarnaum and 97% and 360% in Umburanas, compared to the caatinga and conventional systems, respectively. The carbon content of the microbial biomass in the soil of the caatinga biome is higher than in the polyculture and conventional systems. However, the soil microbial activity in the polyculture system is larger compared to the other two cropping systems. The biological quality of the soil in the polyculture system and caatinga biome stand out in relation to the conventional system in the semiarid region of Bahia.

KEYWORDS: Microbial activity, microbial biomass, soil biology.

INTRODUÇÃO

A busca por alternativas tecnológicas que possibilitem o uso racional do solo tem sido a tônica das discussões em torno do tema “manejo correto para uma agricultura sustentável”. Uma dessas alternativas é a utilização de sistemas agroecológicos, entre eles, o policultivo, o qual pode proporcionar melhorias na qualidade do solo, principalmente com o aumento significativo nos teores de matéria orgânica, o que se torna possível devido a maior cobertura do solo em função da deposição de restos vegetais decorrentes das mais variadas espécies que ocupam a área cultivada (Corrêa et al., 2009).

A policultura ou o policultivo é um sistema que utiliza diversas espécies vegetais simultaneamente em uma mesma área, podendo ser um método de produção agrícola para as condições do semiárido que agrega a diversificação biológica com a segurança alimentar e econômica, além da inclusão social (Ventura et al., 2011).

Os ambientes áridos são inteiramente diferentes de outros ambientes quanto à formas de relevo, solo, fauna, flora e balanço hídrico. O clima das regiões semiáridas é caracterizado por apresentarem altas temperaturas, baixas pluviosidades, solos pouco intemperizados e pequena produção de fitomassa (Maia et al., 2006).

O clima do semiárido brasileiro apresenta dois períodos bem definidos. O verão é considerado longo e seco, o qual perdura por sete a nove meses no ano, enquanto que o inverno corresponde a um curto período, enfatizando a má distribuição da pluviosidade na região (Ventura et al., 2011). Quanto aos solos, de maneira geral, são rasos com pH tendendo a neutralidade, o qual predomina a vegetação caatinga, composta de árvores baixas, arbustos, cactáceas e bromeliáceas, agrupadas em três estratos: arbóreo, arbustivo e herbáceo, que apresentam elevada resistência à seca (Alves et al. 2009).

A avaliação da variação dos atributos do solo, determinada pelo seu manejo e uso, é importante para a melhor conservação, visando à sustentabilidade do sistema, sendo uma avaliação complexa, realizada em função de um conjunto de características específicas (atributos) e suas inter-relações, uma vez que indicadores isolados não são suficientes para explicar a perda ou o ganho potencial dos cultivos de determinado solo (Carneiro et al., 2009).

A degradação biológica está relacionada com a matéria orgânica do solo, cujo conteúdo é naturalmente baixo, em consequência das características da vegetação e do clima. Assim, o fornecimento de matéria orgânica para o sistema agrícola e ambiental acaba tornando-se limitado pela baixa produção de fitomassa vegetal, o que contribui juntamente com o acentuado déficit de umidade para diminuir tanto a atividade quanto à diversidade da fauna edáfica. A aplicação de resíduos orgânicos ao solo induz a um aumento considerável da biomassa, medida pela quantidade de carbono ou nitrogênio nas células microbianas (Quadro et al., 2011).

A biomassa e atividade microbiana são consideradas formas de monitoramento da qualidade biológica do solo (Matias et al., 2009). Souza et al. (2006) afirmam que a biomassa microbiana, a atividade da biomassa e o carbono orgânico do solo são atributos passíveis de mudanças com o manejo, sendo afetados quando ocorre a mudança de um sistema em que não há ação antrópica para um sistema cultivado, havendo a necessidade de se definir níveis adequados de cada atributo do solo a fim de se realizar o manejo com menor degradação.

Ao avaliar as condições edafoclimáticas que limitam o desempenho das plantas dos mais variados cultivos na região do semiárido e, ao mesmo tempo, utilizando-se de técnicas que servem como alternativa para esta problemática, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade biológica do solo em um sistema de policultivo, comparado com outros dois sistemas de uso do solo (caatinga e sistema convencional), nos municípios de Cafarnaum e Umburanas, localizados na região do semiárido da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no ano de 2010, em duas propriedades particulares: (1) Fazenda Boa Vista do Canal, no município de Cafarnaum e (2) Fazenda Serra Azul, no município de Umburanas, ambas situadas na região semiárida da Bahia.

Foram avaliados três sistemas de uso do solo: (1) policultivo: cultivo simultâneo de várias espécies vegetais em uma mesma área (2) plantio convencional: preparo do solo com uma aração seguida de uma gradagem a cada três anos e (3) bioma caatinga: estepe arbórea aberta com cobertura lenhosa de estrutura

aberta e porte baixo que propicia o aparecimento do estrato campestre. A caatinga natural apresenta um primeiro estrato lenhoso, denso, de árvores e arvoretas cuja altura oscila em torno de 8 a 10 m, um segundo estrato arbustivo espinhoso, perene e outro herbáceo estacional dominado por monocotiledôneas.

O município de Cafarnaum encontra-se a 11°50'14" S e 41°35'05" W, altitude de 805 m, temperatura média anual de 22 °C e clima classificado como semiárido (BShw) conforme a classificação de Koppen. O solo desta área é um CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, cujas características texturais encontram-se na Tabela 1. A precipitação nessa região está entre 250 e 500 mm ano⁻¹, distribuídas entre os meses de novembro e janeiro. Neste município, foram avaliados os três sistemas de uso do solo, com diferentes espécies vegetais em cada um deles: (a) Policultivo: **palma forrageira** (*Opuntia ficus-indica*), gliricídia (*Gliricídia sepium*), sisal (*Agave sisalana*), **maniçoba** (*Manihot glaziovii*), **jurema preta** (*Mimosa tenuiflora*), além de outras plantas que surgem naturalmente e são mantidas no sistema, a exemplo da umburana de cheiro (*Amburana cearensis*), da **baraúna** (*Schinopsis brasiliensis*) e do **mandacaru** (*Cereus giganteus*), (b) Convencional: **mamona** (*Ricinus communis*) consorciada com **feijão** (*Phaseolus vulgaris*), **milho** (*Zea mays*) e **mandioca** (*Manihot esculenta*), em fileiras alternadas, e (c) Caatinga Natural: várias espécies de cactáceas, com maior frequência daquelas de menor porte, tais como as plantas dos gêneros *Melocactus* e *Opuntia*, além das espécies *Aspidosperma pyriformium*, *Mimosa spp*, *Spondias tuberosa*, *Bursera leptophloeos* e *Cnidocolus phyllacanthus* (Brasil, 1983).

Tabela 1. Caracterização textural para a camada superficial do solo (0 - 0,2 m) sob três sistemas de uso situados no município de Cafarnaum – BA (Cruz das Almas, BA, 2017).

Sistema de uso	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
Caatinga	292,4	241,6	466,0	Argilosa
Policultivo	269,4	265,6	465,0	Argilosa
Convencional	272,6	301,4	426,0	Argilosa

O município de Umburanas está situado sob as coordenadas 10° 35' 24" S e 41° 19' 08" W, com 850 m de altitude, temperatura média anual de 23 °C e clima semiárido BSh conforme Koppen. O solo desta

área experimental é um CAMBISSOLO HÁPLICO Ta Eutrófico, cujas características texturais se encontram na Tabela 2. A precipitação está entre 250 e 500 mm ano⁻¹, distribuídas entre os meses de novembro e janeiro. Neste município, foram avaliados três sistemas de uso do solo, com diferentes espécies vegetais: (a) Policultivo: **palma forrageira** (*Opuntia ficus-indica*), **angico** (*Anadenanthera macrocarpa*), **sabiá** (*Mimosa caesalpiniiifolia*), **leucena** (*Leucaena leucocephala*), **gliricídia** (*Gliricídia sepium*), **maniçoba** (*Manihot glaziovii*), **caju** (*Anacardium occidentale*), **pinha** (*Annona squamosa L.*), **manga** (*Mangifera indica*), **maracujá** (*Passiflora sp.*) e **mamão** (*Carica papaya*), (b) Convencional: mamona consorciada com feijão e milho no período das chuvas, de novembro a janeiro, e (c) Caatinga natural: composição florística heterogênea, com grande frequência de cactáceas colunares do tipo *Cereus* (mandacaru) e espécies típicas dominantes como **baraúna** ou **braúna** (*Schinopsis brasiliensis*), **aroeira** (*Astronium urundeuva*), **angico** (*Piptadenia sp*) e **catingueira** ou **catinga-de-porco** (*Caesalpinia pyramidelis*).

Tabela 2. Caracterização textural para a camada superficial do solo (0 - 0,2 m) sob três sistemas de uso situados no município de Umburanas – BA (Cruz das Almas, BA, 2017).

Sistema de uso	Areia	Silte	Argila	Classe Textural
Caatinga	500,1	221,9	278,0	Média
Policultivo	509,7	230,3	260,0	Média
Convencional	450,8	279,2	270,0	Média

Nas duas localidades as amostras de solo foram coletadas na profundidade de 0 - 10 cm, em linha diagonal à área, em cinco pontos distanciados em 12 m, utilizando-se trado holandês. Em cada ponto, foram retiradas seis sub-amostras e colocadas em balde de plástico para formação de uma amostra composta de aproximadamente 500 g. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e transportadas para o laboratório de química e fertilidade do solo do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, as quais foram conservadas em geladeira à temperatura de 4 °C até o momento da quantificação da atividade microbiana e carbono da biomassa microbiana.

A atividade microbiana (respiração basal) foi avaliada pela quantificação do dióxido de carbono (CO_2) liberado pelo processo de respiração microbiana durante três dias de incubação à temperatura ambiente (em torno de $25\text{ }^\circ\text{C}$), seguindo a metodologia descrita por Alef e Nannipieri (1995).

A quantificação do carbono da biomassa microbiana (CBM) foi realizada através do método fumigação-extração (Vance et al., 1987), que tem como princípio básico a extração do carbono microbiano após a morte dos microrganismos e 'lise celular' pelo ataque do clorofórmio com liberação dos constituintes celulares.

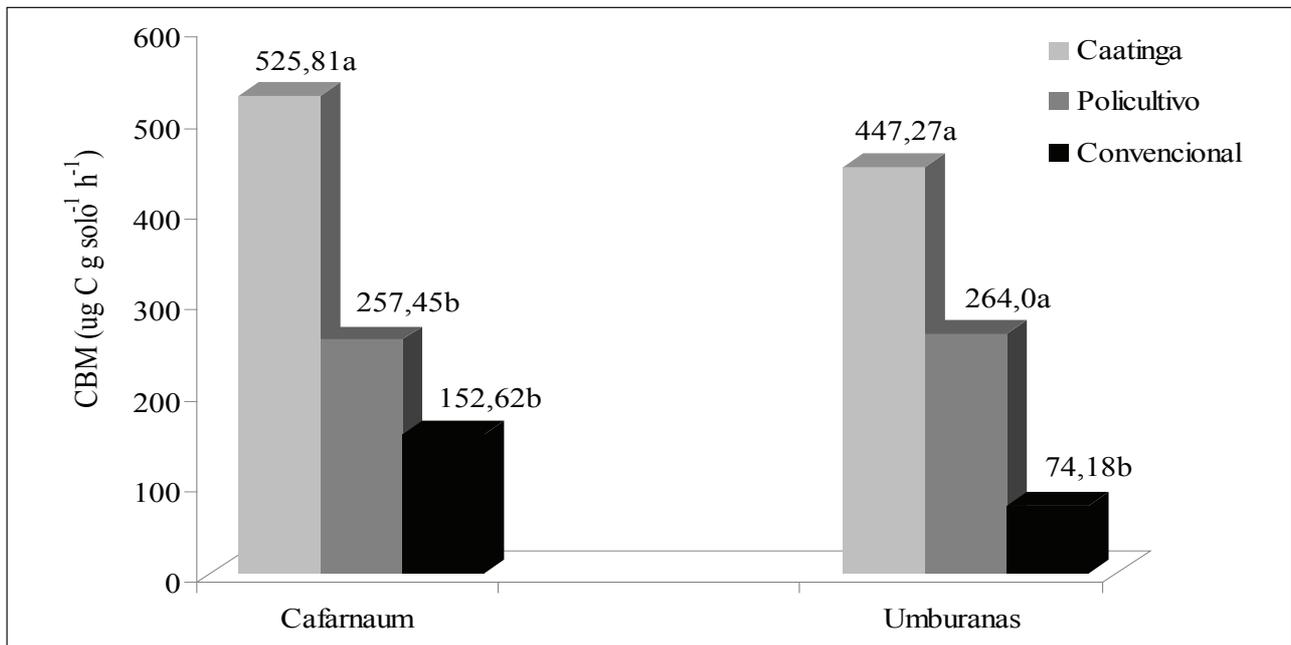
A análise estatística foi realizada considerando o delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (caatinga natural, sistema policultivo e sistema convencional) e cinco repetições (pontos de

coleta). Os dados foram submetidos à análise de variância aplicando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com uso do software SISVAR (Ferreira, 2007), comparando-se as médias dos tratamentos, dentro de cada local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fazenda Boa Vista do Canal, em Cafarnaum, houve diferença na concentração do carbono da biomassa microbiana (CBM) entre os sistemas de uso de solo avaliados. O sistema de uso caatinga apresentou valor de CBM ($525,81\text{ }\mu\text{g C g solo}^{-1}\text{ h}^{-1}$) significativamente superior ($p < 0,05$) em relação aos sistemas de policultivo e convencional ($257,45$ e $152,62\text{ }\mu\text{g C g solo}^{-1}\text{ h}^{-1}$, respectivamente) (Figura 1). Embora não havendo diferença significativa entre o sistema de uso policultivo, observa-se que o valor da CBM foi 68,8% superior em relação ao sistema convencional.

Figura 1: Carbono da biomassa microbiana (CBM) em diferentes sistemas de uso do solo (caatinga, policultivo e convencional), nos municípios de Cafarnaum e Umburanas, situados no semiárido da Bahia (Cruz das Almas, BA, 2017).



*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Fazenda Serra Azul, no município de Umburanas, os valores de CBM dos sistemas caatinga e policultivo ($447,27$ e $264\text{ }\mu\text{g C g solo}^{-1}\text{ h}^{-1}$, respectivamente) foram significativamente superiores ($p < 0,05$) ao do sistema convencional, que apresentou o menor valor ($74,71\text{ }\mu\text{g C g solo}^{-1}$). Embora não havendo diferença significativa entre os sistema de policultivo e bioma caatinga, observa-se que o valor da CBM foi 69,4% superior no bioma caatinga em relação ao policultivo.

Percebe-se que o sistema de uso bioma caatinga foi o que mais favoreceu o CBM do solo, seguido do sistema policultivo, que se sobressaiu quando comparado ao sistema convencional nos dois locais estudados. Possivelmente, este efeito possa ser explicado pelo maior teor de matéria orgânica e o não revolvimento do solo nestas áreas não cultivadas da caatinga (mata nativa), assim como na manutenção de várias espécies cultivadas simultaneamente no sistema policultivo. Esse

maior teor de matéria orgânica pode ser decorrente de uma composição mais variada de espécies vegetais nesses dois últimos sistemas, o que provavelmente favoreceu também a maior decomposição de substratos orgânicos que garantiu a sobrevivência e crescimento dos mais variados microorganismos do solo.

Para Cunha et al. (2012), o fornecimento contínuo de matéria orgânica proporcionado pela diversidade de espécies existentes na mata nativa, assim como a deposição de diferentes compostos oriundos desta vegetação, favorece a sobrevivência e crescimento das diversas classes de microorganismos do solo comparado a outros sistemas agrícolas como semeadura direta e preparo convencional.

Em trabalhos já realizados, envolvendo a comparação da qualidade biológica de solos em diferentes sistemas de cultivo, os valores de CBM geralmente têm apresentado resultados superiores em ambientes em que não se realiza nenhum tipo de manejo, preservando a vegetação nativa oriunda de cada local de estudo, como foi verificado neste estudo. Moura et al. (2013) também obtiveram valores mais elevados de CBM na área de pastagem nativa em duas profundidades (0-10, 11-20 cm) comparado com áreas contendo outras espécies com diferentes sistemas de uso. O mesmo foi observado por Silva et al. (2010) e Cunha et al. (2012) que alcançaram valores superiores para este atributo no cerrado e mata nativa, respectivamente, em relação a outros sistemas de cultivo, inclusive a semeadura direta, prática comum utilizada que proporciona a melhoria da qualidade biológica e física do solo (Nascente et al., 2015).

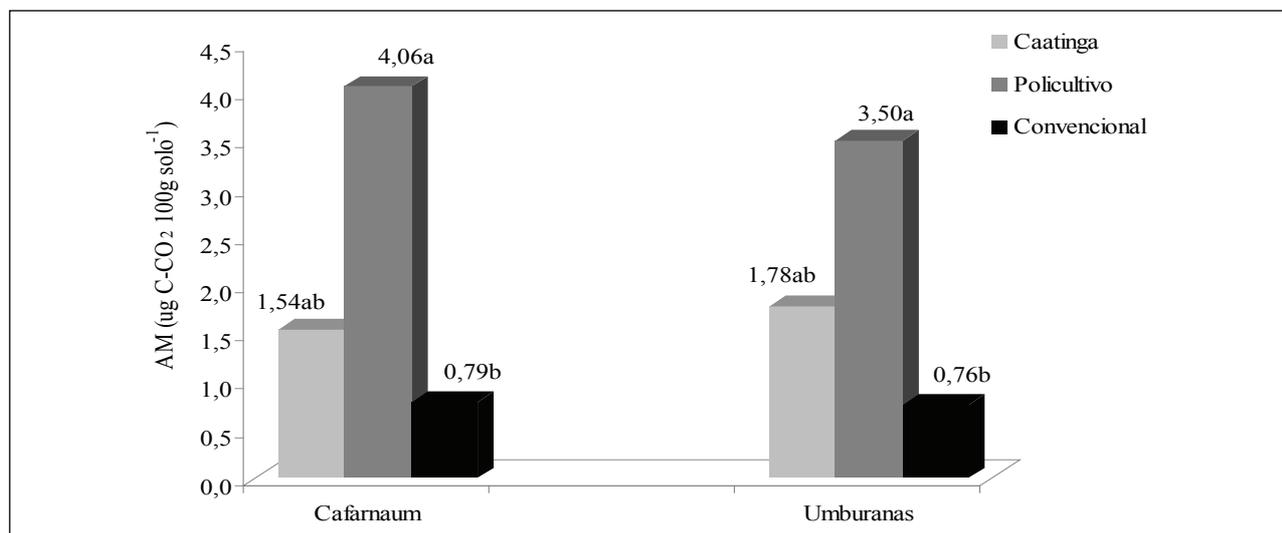
Gomide et al. (2011) testando três tipos de solo sob ambientes distintos e Lourente et al. (2011), estudando o manejo e uso do solo em duas estações do ano, verificaram superioridade do CBM na vegetação nativa sob as demais, o que corrobora com os resultados encontrados neste trabalho. Para Martins et al. (2010), a quantificação do CBM pode ser considerado ainda um importante indicador para determinar níveis de degradação em diferentes solos.

Alves et al. (2011) estudando diferentes sistemas de uso do solo, observaram maiores valores do CBM nos sistemas lavoura-pecuária e pecuária, superando a vegetação nativa, lembrando assim que a espécie cultivada também pode influenciar neste aspecto.

Assis Júnior et al. (2003), afirmam que o cultivo convencional, além de influenciar a química e estrutura do solo, diminuiu a atividade biológica, devido à redução de macroagregados, os quais fornecem importantes microhabitats para a atividade microbiana e que a respiração do solo depende da disponibilidade de substrato.

Na Figura 2 encontra-se o resultado da atividade microbiana (AM) dos sistemas de uso dos solos analisados, nos municípios de Cafarnaum e Umburanas. O sistema policultivo apresentou valor superior quando comparado ao sistema convencional, nos dois locais de estudo, com aumento de 413,92% em Cafarnaum (4,06 e 0,79 mg C-CO₂ 100g solo⁻¹, respectivamente) e 360,53% em Umburanas (3,50 e 0,76 mg C-CO₂ 100g solo⁻¹, respectivamente), não diferindo estatisticamente do sistema caatinga nos dois municípios.

Figura 2: Atividade microbiana do solo (AM) em diferentes sistemas de uso do solo (caatinga, policultivo e convencional), nos municípios de Cafarnaum e Umburanas, situados no semiárido da Bahia (Cruz das Almas, BA, 2017).



*Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Esta maior atividade de microorganismos verificada no solo referente ao sistema policultivo, pode está relacionado ao manejo empregado neste sistema, com aportes de fragmentos de material vegetal ao solo, bem como ao menor revolvimento deste. Essas condições conferem ao solo uma maior população de microrganismos quando comparado a um solo que rotineiramente está sujeito a revolvimento contínuo por meio do uso de máquinas. Além disso, a falta de deposição de restos vegetais como cobertura do solo, ou mesmo o cultivo de forrageiras de diferentes espécies que pudessem aumentar a disponibilidade de matéria orgânica, são práticas que muitas vezes não são adotadas, o que contribui ainda mais para a queda da qualidade biológica do solo explorado convencionalmente.

Ainda de acordo com a Figura 2, é possível notar que, embora não tenham sido constatadas diferenças estatísticas significativas, houve variações relevantes entre os valores de AM do sistema policultivo e aqueles observados no bioma caatinga nas duas localidades amostradas.

O estímulo à atividade expresso pelos resultados da maior população microbiana heterotrófica do solo no sistema caatinga, seguido pelo policultivo, se deve muito em função da deposição de restos vegetais, sendo possível de serem comparados com outros trabalhos como o executado por Araújo et al. (2007), em que afirmaram existir relação estreita entre a matéria orgânica e a atividade dos microrganismos do solo, independente dos teores de carbono da biomassa microbiana. Para Cunha et al. (2012), a presença de microrganismos no solo em larga escala é o que vai refletir em maior liberação de CO₂, o que está relacionado com a quantidade de carbono disponível no solo.

Lourente et al. (2011) encontraram maiores valores da AM no solo sob vegetação nativa quando comparado com outros sistemas de uso, inclusive o convencional, em duas estações do ano. Já Matias et al. (2009) obtiveram valores superiores de AM na área recém-desmatada em três profundidades distintas, superando sistemas de manejo convencional e cerrado nativo.

O maior revolvimento do solo pode ser um dos principais causadores da diminuição da AM e do CBM no sistema de manejo convencional, a depender do tipo de vegetação cultivada e do manejo aplicado durante

o ciclo de determinada cultura (Moura et al. 2013), situações que podem acarretar a uma maior exposição do solo as condições climáticas, o que vai resultar numa consequente diminuição da qualidade biológica do solo.

Desta forma, conclui-se que a qualidade biológica do solo no sistema policultivo e bioma caatinga se sobressaem em relação ao sistema convencional na região semiárida da Bahia. E que o teor de carbono da biomassa microbiana no solo do bioma caatinga é maior do que nos sistemas policultivo e convencional. Entretanto, a atividade microbiana do solo no sistema de policultivo é maior comparada com os outros dois sistemas de cultivo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alef, K. Estimation of soil respiration. In: Alef, K.; Nannipieri, P. Métodos in applied soil microbiology and biochemistry, Academic Press, **1995**, 576 p.

Alves, J.J.A; Araújo, M.A; Nascimento, S.S.; Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga*, **2009**, **22**, **3**, 126- 135.

Alves, T.S.; Campos, L.L.; Neto, N.E.; Matsuoka, M.; Loureiro, M.F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Revista Maringá*, **2011**, **33**, **2**, 341-347.

Araújo, R.; Goedert, W.G.; Lacerda, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **2007**, **31**, **3**, 1099-1108.

Assis Júnior, S.L.; Zanuncio, J.C.; Kasuya, M.C.M.; Couto, L.; Melido, R.C.N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monocultura, mata natural e área desmatada. *Revista Árvore*, **2003**, **27**, **1**, 35-41.

BRASIL. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA - Mapa Exploratório de Solo. Levantamento de Recursos Naturais. Folhas Santa Catarina, **1983**, 30 p. <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22BRASIL.%20Ministerio%20das%20Minas%20e%20Energia.%20Secretaria%20Geral.%20Projeto%20Radambrasil.%22>. Acessado em 09 de Junho de 2017.

- Carneiro, M.A.C.; Souza, E.D.; Reis, E.F.; Pereira, H.S.; Azevedo, W.R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **2009**, *33*, 1, 147-157.
- Corrêa, R. M.; Freire, M.B.G.S.; Ferreira, R.L.C.; Freire, F.G.; Pessoa, L.G.M.; Miranda, M.A.; MELO, D.V.M. Atributos químicos de solos sob diferentes usos em perímetro irrigado no semiárido de Pernambuco. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **2009**, *33*, 2, 305-314.
- Cunha, E.Q.; Stone, L.F.; Ferreira, E.P.B.; Didonet, A.D.; Moreira, J.A.A. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo sob produção orgânica impactados por sistemas de cultivo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **2012**, *16*, 1, 56-63.
- FERREIRA, D. F. Programa Sisvar – versão 5.0. Lavras: UFLA, **2007**.
- Gomide, P.H.O.; Silva, M.L.N.; Soares, C.R.F.S. Atributos físicos, químicos e biológicos do solo em ambientes de voçorocas no município de Lavras – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **2011**, *35*, 6, 567-577.
- Lourente, E.R.P.; Mercante, F.M.; Alovisei, A.M.T.; Gomes, C.F.; Gasparini, A.S.; Nunes, C.M. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, **2011**, *41*, 1, 20-28.
- Maia, S.M.F.; Xavier, F.A.S.; Oliveira, T.S.; Mendonça, E.S.; Filho, J.A.A. Impactos de sistemas agroflorestais e convencional sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. *Revista Árvore*, **2006**, *30*, 5, 837-848.
- 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*, **2010**, *34*, 6, 1883-1890.
- Matias, M.C.B.S.; Salviano, A.A.C.; Leite, L.F.C.; Araújo, A.S.F. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. *Revista Maringá*, **2009**, *31*, 3, 517-521.
- Moura, L.N.A.; Lacerda, Lacerda, M.P.C.; Ramos, M.L.G. Qualidade de organossolo sob diferentes usos antrópicos em áreas de preservação permanente no Distrito Federal. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, **2013**, *17*, 1, 33-39.
- Nascente, A.S.; LI, Y.; Crusciol, C.A.C. Soil Aggregation, Organic Carbon Concentration, and Soil Bulk Density as Affected by Cover Crop Species in a No-Tillage System. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **2015**, *39*, 3, 871-879.
- Quadro, M.S.; Castilhos, D.D.; Castilhos, R.M.V.; Viviam, G. biomassa e atividade microbiana em solo acrescido de dejetos suíno. *Revista Brasileira de Agrociência*, **2011**, *17*, 1-4, 85-93.
- Silva, R.R.; Silva, M.L.N.; Cardoso, E.L.; Moreira, F.M.S.; Curi, N.; Alovisei, A.M.T. Biomassa e atividade microbiana em solo sob diferentes sistemas de manejo na região fisiográfica campos das vertentes – MG. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, **2010**, *34*, 5, 1585-1592.
- Souza, E.D.; Carneiro, M.A.C.; Paulino, H.B.; Silva, C.A.; Buzetti, S. Frações do carbono orgânico, biomassa e atividade microbiana em um Latossolo Vermelho sob cerrado submetido a diferentes sistemas de manejos e usos do solo. *Revista Maringá*, **2006**, *28*, 3, 323-329.
- Vance, A.; Brookes, P.C.; Jenkinson, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology & Biochemistry*, **1987**, *19*, 6, 703-707.
- Ventura, A.C.; Andrade, J.C.S.; Policultura no semiárido brasileiro. *Field Actions Science Reports*, **2011**, *3*, 1-10.