



Monitoramento dos Atributos Microbiológicos do Solo em diferentes usos⁽¹⁾.

Elaine Novak⁽²⁾; ***Laércio Alves de Carvalho***⁽³⁾; ***Fabio Martins Mercante***⁽⁴⁾; ***Amanda Verga Brumatti***⁽⁵⁾; ***Rebeca Assunção Zacarias***⁽⁵⁾; ***Izabelli dos Santos Ribeiro***⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da FUNDECT

⁽²⁾ Discente de doutorado em Recursos Naturais pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Mato Grosso do Sul; email: elainenovak@hotmail.com.

⁽³⁾ Docente do curso de Engenharia Ambiental da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Mato Grosso do Sul; email: icarvalh@uems.br.

⁽⁴⁾ Pesquisador da Embrapa Agropecuária Oeste- Laboratório de Microbiologia de solos, Dourados, Mato Grosso do Sul.

⁽⁵⁾ Discente de graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Mato Grosso do Sul.

⁽⁶⁾ Discente de mestrado em Bioprospecção pela Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, Mato Grosso do Sul.

RESUMO: Alguns dos atributos microbiológicos do solo são mais sensíveis à alterações quando o solo está sujeito às diferentes formas de manejo. O objetivo deste trabalho foi monitorar os atributos microbiológicos do solo submetido a diferentes usos. O trabalho foi conduzido em cinco áreas em restauração ecológica, um remanescente de vegetação nativa e uma área de cultivo de cana-de-açúcar. Em cada área, quatro amostras foram coletadas de forma aleatória nas camadas de 0,00-0,10 m e 0,10-0,20 m nas épocas de amostragem 2012 e 2014. As variáveis analisadas foram: C-BMS, C-CO₂, qCO₂ e qMIC. Os resultados dos atributos do solo avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se fatorial, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância e análise de agrupamento. Os resultados obtidos pela análise de variância indicaram que o quociente metabólico apresentou interação entre as áreas estudadas e a época de amostragem, com maior variação em área de cultivo de cana-de-açúcar.

Termos de indexação: Vegetação nativa, restauração ecológica, sistema produtivo.

INTRODUÇÃO

No geral, informações sobre as mudanças no carbono da biomassa microbiana (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (qMIC) podem explicar os processos ecológicos do ambiente. Compreender o comportamento dos microrganismos do solo ajuda a avaliar as práticas de uso do solo que mantém e/ou melhoram a qualidade deste ao longo do tempo, pois, mudanças na atividade microbiana e na composição das comunidades microbianas podem influenciar

diretamente em sua fertilidade bem como no crescimento das plantas (Crecchio et al., 2007).

Mudanças na quantidade e na qualidade da matéria orgânica podem ser decorrentes de alterações do teor de carbono da biomassa microbiana no ecossistema (Wick, et al., 1998; Roscoe et al., 2006), refletindo assim as mudanças no uso do solo (Araujo & Melo, 2010).

O objetivo deste trabalho foi monitorar os atributos microbiológicos do solo submetido a diferentes usos.

MATERIAL E MÉTODOS

Tratamentos e amostragens

O trabalho foi conduzido no município de Rio Brillante, Estado de Mato Grosso do Sul (21°48' S/ 44°32' W). O solo é classificado como Latossolo Vermelho Eutrófico típico, de textura argilosa (Santos, 2013). De acordo com o sistema de classificação köppen (Cwa), o clima é caracterizado como mesotérmico úmido, verões quentes e invernos secos. As áreas de estudo consistiram em um remanescentes de vegetação nativa, com fisionomia florística de área de transição entre Cerrado e Mata Atlântica, adotada como área testemunha e identificada como MATA, além de cinco áreas em restauração ecológica (identificadas como REC1 a REC5) e uma área de cultivo de cana-de-açúcar (CN).

Para avaliação dos atributos microbiológicos do solo, amostras foram coletadas na camada 0,00-0,10 m, com quatro repetições aleatórias em cada área seguindo o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em duas épocas de amostragem (2012 e 2014).

O carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) foi avaliado pelo método da fumigação-extração estabelecido por Vance et al. (1987). A respiração basal (C-CO₂) foi obtida pelo de



fumigação-incubação proposto por Jenkinson e Powlson (1976). Após a realização das análises de C-BMS e C-CO₂ evoluído, serão determinados os quocientes metabólico (qCO₂), obtido a partir da relação C-CO₂/C-BMS, e microbiano (qMIC), pela equação CBMS/COT x 100 (Anderson & Domsch, 1990).

Análise estatística

Os resultados dos atributos do solo avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se fatorial, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Também foram submetidos à análise de agrupamento (cluster analysis), tendo-se adotado o método do vizinho mais distante (complete linkage), a partir da distância euclidiana, para descrever a similaridade entre as áreas avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância (ANOVA) para carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (qMIC) estão apresentados na tabela 1. Os atributos biológicos do solo se comportaram de modo diferenciado nas diferentes áreas e épocas amostragem. Pela análise de variância verificou-se que a interação das áreas estudadas e as épocas de amostragem foi significativa (p<0,01) para o atributo qCO₂. Para os demais atributos microbiológicos avaliados não houve interação das áreas estudadas e épocas de amostragem.

A substituição do sistema de cultivo de cana-de-açúcar por áreas em restauração ecológica resultou em aumento do C-BMS em 59,50%, 69,66%, 75,13%, 76,21%, 67,04%, na primeira época de amostragem, e de 23,89%, 33,32%, 20,53%, 32,93% e 19,94%, na segunda época de amostragem em REC1, REC2, REC3, REC4 e REC5, respectivamente. Isso demonstra que a perturbação da produção agrícola leva à redução do C-BMS, que tende a elevar gradualmente à medida que aumenta a resiliência dos ambientes perturbados. A menor variação percentual dos teores de C-BMS na segunda época de amostragem se deve ao seu aumento em CN, que pode estar relacionado ao acúmulo de resíduos culturais, as características intrínsecas da cultura, bem como as substâncias orgânicas produzidas, especialmente pelas raízes (Belo et al., 2012).

Valores mais elevados da respiração basal (liberação de C-CO₂) implicam em maior atividade biológica, que está diretamente relacionada com a disponibilidade de C do solo e/ou da biomassa microbiana (Mercante et al., 2006). Assim, uma alta

taxa de respiração pode ser interpretada como uma característica desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para as plantas (Roscoe et al., 2006). Nos resultados de C-CO₂ obtidos pela análise de variância indicaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos e época de amostragem. Isso indica que não houve grandes variações nos teores de C-CO₂ nas áreas estudadas ao longo dos anos.

Ao analisar os valores de quociente metabólico (qCO₂), que representa a quantidade de C-CO₂ liberada por unidade de biomassa microbiana em determinado tempo (Mercante et al., 2008), verificou-se, pela análise de variância, interação entre as áreas estudadas e a época de amostragem (p<0,01). Em 2012, CN apresentou maior consumo do C pela comunidade microbiana, quando comparado às demais áreas avaliadas. O alto teor de qCO₂ observado pode estar relacionado ao sistema de manejo conduzindo neste ambiente, que promove rompimento dos macro e microagregados, modificando a estrutura do solo, conseqüentemente, deixando a matéria orgânica mais suscetível ao ataque microbiano, aumentando a taxa de mineralização e a liberação de CO₂ para a atmosfera (Six et al., 2000).

Ao analisar o resultado de qMIC pela análise de variância, foi observado diferença significativa (p<0,01) entre as épocas de amostragem, indicando aumento (média não informada) no teor de qMIC na segunda época de amostragem, que pode estar relacionado a adição de matéria orgânica de boa qualidade ou a redução do fator estressante (Chaer & Tótola, 2007) aos microrganismos, como deficiências nutricionais, presença de metais pesados (Wardle, 1994) e revolvimento do solo nas áreas de estudo.

Em relação à análise de grupamento, foi possível verificar a formação de dois grupos interpretáveis (G1 e G2) a partir dos dados dos atributos microbiológicos do solo na camada de 0,00-0,10 m (Figura 1A) na primeira época de amostragem (2012). Os grupos "G1" e "G2" englobaram a ligação com distância inferior a 100%, o que permite inferir que a similaridade entre eles é nula. Na segunda época de amostragem (2014), houve a formação de apenas um grupo de interpretação, deixando a área de cultivo de cana-de-açúcar separada das demais áreas estudadas, demonstrando que a similaridade é nula.

A formação do grupo "G1", na primeira época de amostragem, pode ter ocorrido em virtude das áreas em restauração (REC3 e REC4), neste grupamento, apresentaram melhor recuperação dos atributos microbiológicos do solo, quando comparadas as demais áreas em restauração e cultivo de cana-de-



açúcar. Estas áreas mostraram mais de 60% de semelhança com as condições dos remanescentes de vegetação nativa. O equilíbrio dos atributos do solo pode ser favorecido em sistemas naturais pela manutenção da diversidade de cobertura vegetal e não ocorrência do revolvimento do solo (Portilho et al., 2011).

Em relação à segunda época de amostragem, a formação do grupo "G1" esta atrelada a evolução do estágio de restauração, que englobou todas as áreas em restauração (REC1 a REC5) com o remanescente de vegetação nativa (MATA), promovendo a separação de tais áreas da área de cultivo de cana-de-açúcar.

Este resultado infere que as áreas presentes neste grupo melhoraram a qualidade do solo, refletindo em dissimilaridade com a área sob cultivo de cana-de-açúcar (CN), que pode ser justificado pelo revolvimento do solo no cultivo da cana-de-açúcar que tende a reduzir a manutenção da microbiota, como também, afetar a assimilação de nutrientes pelas plantas (Barbosa, 2010).

CONCLUSÃO

Embora o tempo de restauração ecológica das áreas seja relativamente curto, o desenvolvimento da cobertura vegetal e o estabelecimento da comunidade microbiana foram importantes para promover a melhoria da qualidade do solo e restauração de algumas das áreas estudadas.

AGRADECIMENTOS

-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Agropecuária Oeste de Dourados, MS.
- Empresa BIOSEV.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quotients (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. *Soil Biological and Biochemistry*, 22 (2): 251-255, 1990.

ARAUJO, A.S.F.; MELO, W.J. Soil microbial biomass in organic farming system. *Ciência rural*, 40 (11): 2419-2426, 2010.

BARBOSA, L. A. Impacto de sistemas de cultivo orgânico e convencional da cana-de-açúcar nos atributos do solo. Universidade de Brasília, Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, 2010. 93p. (Dissertação Mestrado).

BELO, E.S.; TERRA, F.D.; ROTTA, L.R.; VILELA, L.A.; PAULINO, H.B.; SOUSA, E.D.; VILELA, L.A.F.; CARNEIRO, M.A.C. Decomposição de diferentes resíduos orgânicos e efeito na atividade microbiana em um Latossolo Vermelho no Cerrado. *Global Science and Technology*, 05 (03): 107-116, 2012.

CHAEER, G.M.; TÓTOLA, M.R. Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante a reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 31: 1381-1396, 2007

CRECCHIO, C.; CURCI, M.; PELLEGRINO, A.; RICCIUTI, P.; TURSI, N.; RUGGIERO, P. Soil microbial dynamics and genetic diversity in soil under monoculture wheat grown in diferente long-term management systems. *Soil Biology & Biochemistry* 39: 1391-1400, 2007.

SANTOS, H.G.; et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2013, 255p.

JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biological and Biochemistry*, 8 (3): 209-213, 1976.

MERCANTE, F.M.; OTSUBO, A.A.; SILVA, R.F.; HERNANI, L.C.; OLIVEIRA H. Monitoramento de Parâmetros microbiológicos em áreas manejadas sob plantio direto na Bacia Hidrográfica do Alto Taquari, MS. *Embrapa Agropecuária Oeste*, 38, 2006.

MERCANTE, F.M.; SILVA, R.F.; FRANCELINO, C.S.F.; CAVALHEIRO, J.C.T.; OTSUBO, A.A. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. *Acta Scientiarum Agronomy*, 34 (4): 479-485, 2008.

PORTILHO, I. I. R.; CREPALDI, R. A.; BORGES, C. D.; SILVA, R. F.; SALTON, J. C.; MERCANTE, F. M. Fauna invertebrada e atributos físicos e químicos do solo em sistemas de integração lavoura.pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46 (10): 1310-1320, 2011.

ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; MENDES, I.C.; REIS JUNIOR, F.B.; SANTOS, J.C.F.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana do solo: Fração mais ativa da matéria orgânica. IN: ROSCOE, R. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: Modelagem matemática e métodos auxiliares. *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados, 2006. 304 p.

SIX, J.; PAUSTIAN, K.; ELLIOT, E.T.; COMBRINK, C. Soil structure and organic matter: distribution of aggregate-size classes and aggregate associated carbon. *Soil Science Society of America Journal*, 64: 681-689, 2000.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C.; JENKINSON, D.S. As extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology & Biochemistry*, 19(6): 703-707, 1987.

WARDLE, D.A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. IN: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R.S. Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília, DF: EMBRAPA, 419-436, 1994.

WICK, B.; KUHNE, R.F.; VLEK, P.L.G. Soil microbiological parameters as indicators of soil quality under improved fallow management systems in south-western Nigeria. *Plant and Soil*, 202: 97-107, 1998.

Tabela 1- Médias dos teores de carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico (qCO₂) e quociente microbiano (qMIC) de áreas em restauração ecológica, cultivo de cana-de-açúcar e vegetação nativa nas épocas de amostragem 2012 e 2014.

Área	C-BMS		C-CO ₂		q CO ₂		q MIC	
	µg C g ⁻¹ solo seco		µg C-CO ₂ g ⁻¹ solo dia ⁻¹		µ C-O ₂ µg ⁻¹ C-BMS h ⁻¹		%	
	2012	2014	2012	2014	2012	2014	2012	2014
REC 1	248,81	406,45	24,58	31,67	42,27 bA	32,46 aA	0,70	1,36
REC 2	332,11	465,46	27,65	28,36	34,51 bA	25,92 aA	0,90	1,29
REC 3	405,16	389,25	27,70	26,14	27,74 bA	29,56 aA	1,17	1,09
REC 4	423,69	461,22	31,88	33,88	31,20 bA	30,88 aA	1,20	1,31
REC 5	305,79	386,42	29,49	23,13	41,26 bA	35,10 aA	1,25	1,32
CN	100,76	309,34	24,64	29,07	141,91 aA	38,79 aB	0,32	1,26
MATA	537,93	394,63	38,00	32,80	33,24 bA	38,05 aA	1,08	1,02
F _{área}	4.8031**		1.5167 ns		6.2168**		1.6297 ns	
F _{ano}	4.7397*		0.0058 ns		6.8844*		8.8972**	
F _{trat x ano}	2.2302 ns		0.7421 ns		4.7794**		2.2294 ns	
C.V.(%)	30.50		27.53		59.38		33.44	

Rec1 (área em restauração ecológica 1), Rec2 (área em restauração ecológica 2), Rec3 (área em restauração ecológica 3), Rec4 (área em restauração ecológica 4), Rec5 (área em restauração ecológica 5), CN (Cana-de-açúcar), MATA (fragmento de vegetação nativa de Floresta Estacional Semidecídua). F_{área} (Áreas de estudo), F_{ano} (Época de amostragem – 2012 e 2014), F_{área x ano} (Interação das áreas de estudo com as épocas de amostragem). ** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p<0,01), * significativo ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05) ns= não significativo. Médias seguidas com a mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey; letra minúscula comparam médias nas colunas e letra minúscula nas linhas.

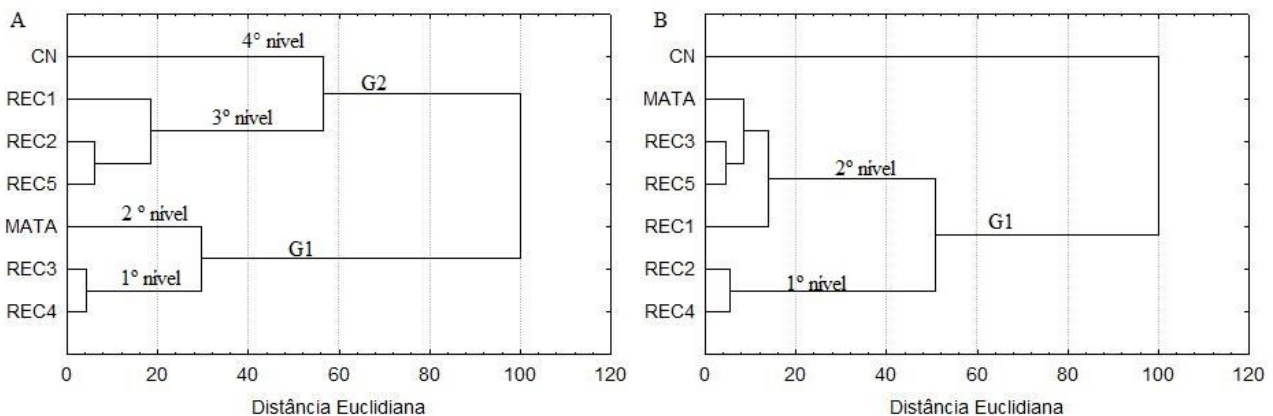


Figura 1- Dendrograma de distância euclidiana dos atributos microbiológicos do solo nas áreas em restauração ecológica, vegetação nativa e cultivo de cana-de-açúcar. (A) época de amostragem 2012, (B) época de amostragem 2014. REC1 (área em restauração ecológica 1), REC2 (área em restauração ecológica 2), REC3 (área em restauração ecológica 3), REC4 (área em restauração ecológica 4), REC5 (área em restauração ecológica 5), CN (Cana-de-açúcar), MATA (fragmento de vegetação nativa de Floresta Estacional Semidecídua).