

Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos

Tatiane dos Santos Alves^{1*}, Lizia Lenza Campos¹, Nicolau Elias Neto¹, Marcia Matsuoka² e Maria Fatima Loureiro¹

¹Programa de Pós-graduação em Agricultura Tropical, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Mato Grosso, Av. Fernando Corrêa da Costa, s/n, 78060-900, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. ²Universidade Federal do Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: tatialves_pr@yahoo.com.br

RESUMO. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de diferentes sistemas de manejos, a população microbiana e sua atividade. Para tal, foram coletadas, em outubro de 2006 e março de 2007, amostras de solo na Fazenda Sereno no Município de Jaciara, Estado do Mato Grosso. Retirou-se amostras de solo na profundidade de 0-10 cm, com quatro repetições em cinco áreas com diferentes sistemas de manejos: integração lavoura-pecuária, lavoura de milho/soja, pastagens, vegetação nativa e vegetação nativa em recuperação. Para avaliar o carbono da biomassa microbiana (CBM) e a respiração microbiana (RM) foi utilizado o método do Clorofórmio Fumigação-Incubação (CFI). Já o qCO_2 foi obtido pela relação entre a RM e o CBM. As médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. No decorrer das análises, pôde-se observar que as diferentes práticas agrícolas afetam fortemente o solo causando distúrbios na comunidade microbiana que podem, por sua vez, influenciar os processos biogeoquímicos que nele ocorrem. Os dados obtidos permitem, ainda, concluir que: nos sistemas Integração lavoura-pecuária e pecuária a população microbiana é influenciada pelas épocas de coletas. Nesse trabalho, no sistema Integração lavoura-pecuária a atividade microbiana é constante nas diferentes épocas de coleta e os diferentes sistemas de manejos influenciam a atividade metabólica dos microrganismos presentes no solo.

Palavras-chave: microrganismos do solo, clorofórmio fumigação-incubação, bioindicadores, quociente metabólico, integração lavoura-pecuária.

ABSTRACT. Biomass and soil microbial activity under native vegetation and different soil managements. The purpose of the present study is to evaluate the influence of different handling systems, the microbial population and its activity. To that end, soil samples were collected in October 2006 and March 2007, at Fazenda Sereno in the city of Jaciara, Mato Grosso State. The samples were removed at 0-10 cm deep with four replications in five areas with different handling systems: agriculture-livestock integration, corn/soy fields, pastures, native vegetation, and native vegetation under recovery. The method of Chloroform Fumigation-Incubation (CFI) was used to evaluate microbial biomass carbon (MBC) and microbial respiration (MR). The qCO_2 was obtained through the relationship between MR and MBC. The averages were compared through the Scott-Knott test at 5%. During the analyses, it was observed that the different agricultural practices substantially affect the soil, causing disturbances in the microbial community, which may influence the biogeochemical processes occurring on the soil. The data obtained also makes it possible to conclude that: in the agriculture-livestock integration and pasture systems, the microbial population is influenced by collection times. In this work, in the field-livestock integration system, the microbial activity is constant at the different collection times and management systems influence the metabolic activity of microorganisms in the soil.

Keywords: soil microorganisms, chloroform fumigation-incubation, bioindicators, metabolic quotient, agriculture-livestock integration.

Introdução

No Estado de Mato Grosso, a agropecuária é a principal atividade econômica e as diferentes práticas agrícolas afetam fortemente o ambiente do solo, causando distúrbios na comunidade microbiana que podem, por sua vez, influenciar os processos biogeoquímicos que nele ocorrem (MARCHIORI

JÚNIOR; MELO, 2000; TÓTOLA; CHAER, 2002). A remoção da vegetação nativa para introdução de culturas altera a composição de espécies vegetais, a matéria orgânica, os nutrientes, a estrutura e a comunidade microbiana, componentes necessários para garantir a qualidade do solo (ENTRY et al., 2002; HENDRIX et al., 1990).

Práticas agrícolas que objetivam menor degradação do solo e maior sustentabilidade da agricultura têm recebido atenção crescente, tanto por parte dos pesquisadores como dos agricultores (BALOTA et al., 1998).

Após a introdução de culturas, o solo estabelece nova condição de equilíbrio (MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 2000) e o monitoramento da comunidade biológica pode servir como critério para detectar alterações mais impactantes, sendo possível observar alterações na qualidade do solo (ARAÚJO; MONTEIRO, 2007). Essa informação pode contribuir para o estabelecimento de uma relação mais confiável entre o uso do solo e a sustentabilidade.

A biomassa microbiana do solo (BMS) é uma indicadora sensível das mudanças no solo (MERCANTE et al., 2008) por ser a principal responsável pela transformação da matéria orgânica, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia no solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

O carbono da BMS (CBM) representa a quantidade de carbono que a biomassa microbiana do solo imobiliza em suas células. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais (INSAM, 2001).

Mas, apenas as determinações da BMS não fornecem indicações sobre os níveis de atividade das populações de microrganismos, ou seja, pode haver no solo elevadas quantidades de biomassa inativa justificando a importância dos parâmetros que medem a atividade microbiana para avaliar o estado metabólico atual e potencial dessas comunidades (TÓTOLA; CHAER, 2002).

A quantidade de CO₂ liberada pela respiração dos microrganismos é um dos métodos mais tradicionais e mais utilizados para avaliar a atividade metabólica da população microbiana do solo (ZIBILSKE, 1994).

Ademais, a respiração microbiana reflete a atividade microbiológica do solo, ela pode ser medida pela quantificação de CO₂ liberado resultante da atividade dos microrganismos tanto aeróbios quanto anaeróbios (GAMA-RODRIGUES, 1999).

O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência de diferentes sistemas de manejos, a população microbiana e sua atividade.

Material e métodos

Área de estudo

As coletas de solo foram realizadas em outubro de 2006 e março de 2007, na Fazenda Sereno, localizada a 15°59'23,5"S de latitude e 55°10'41,5"W

de longitude e 629 m de altitude. A propriedade está a 200 km de Cuiabá e 30 km do município de Jaciara, Estado do Mato Grosso.

O clima da região recebe a classificação Aw (tropical estacional de savana) no sistema de Köppen, com inverno seco de maio a setembro e verão chuvoso de novembro a maio. A precipitação média fica em torno de 1.500 mm anuais.

As amostras de solo foram coletadas em cinco áreas com diferentes sistemas de uso do solo, as quais foram consideradas como Tratamentos:

Tratamento 1 – Área de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), cultivada a partir de 1984 com arroz (*Oryza sativa*); em 1987 houve a introdução da cultura da soja (*Glycine max*); em 1989 a introdução de pastagem com capim andropogon (*Andropogon gayanus*); em 2003 novamente a cultura de soja; de 2005 a 2007 a implantação de pasto *Brachiaria brizantha*, cv. MG-5;

Tratamento 2 – Área de Lavoura, cultivada a partir 1981 com arroz; em 1983 até 2007 culturas de soja e milho (*Zea mays*);

Tratamento 3 – Área de Pastagem, cultivada desde 1986 com *B. brizantha*, cv. MG-5;

Tratamento 4 – Área de Vegetação nativa (VN) típica de cerrado;

Tratamento 5 – Vegetação Nativa em recuperação (VNR); em 1986/87 a vegetação nativa foi derrubada e no local foi introduzido capim humidicola (*Brachiaria humidicola*) para formação de pasto; em 1988 a área foi cercada e mantida sem interferência antrópica para revegetação.

Em cada área, foram escolhidos aleatoriamente quatro pontos de coletas com 1 m². Em cada ponto, foram retiradas três subamostras na profundidade de 0-10 cm. As três subamostras foram misturadas, formando uma amostra composta que foi acondicionada em saco plástico e mantida em caixas de isopor em temperatura ambiente até o momento da análise.

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia do Solo da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT).

As amostras compostas de solo passaram por peneiras com malha de 4 mm e após esse processo foi feita uma limpeza manual para a retirada de restos de raízes. Todas as análises foram feitas em triplicata.

Foram retirados 20 g de solo de cada amostra para determinação do grau de umidade, por secagem em estufa a 105°C até o peso constante. Retiraram-se 500 g para análise físico-química (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Propriedades físico-químicas das amostras de solo coletadas na Fazenda Sereno em outubro de 2006.

Manejos ¹	pH (H ₂ O)	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³	H+	Areia	Silte	Argila
ILP	6,0	12,4	178,0	1,9	0,0	4,2	656,0	70,0	274,0
Lavoura	5,5	33,8	81,4	1,0	0,1	5,8	572,6	69,8	357,6
Pastagem	4,6	1,8	40,8	0,3	0,8	5,1	704,0	66,8	229,2
VN	4,5	0,8	27,2	0,1	1,0	4,8	790,8	39,8	169,4
VNR	4,6	2,0	54,0	0,3	0,8	5,4	727,0	62,2	210,6

¹ILP - Integração lavoura-pecuária; VN - Vegetação Nativa; VNR - Vegetação Nativa em recuperação.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas das amostras de solo coletadas na Fazenda Sereno em março de 2007.

Manejos ¹	pH (H ₂ O)	P mg dm ⁻³	K mg dm ⁻³	Mg cmol _c dm ⁻³	Al cmol _c dm ⁻³	H+	Areia	Silte	Argila
ILP	5,8	8,4	120,0	1,8	1,1	3,6	692,0	67,0	241,0
Lavoura	5,9	30,0	28,0	1,1	0,0	4,1	625,0	67,0	308,0
Pastagem	4,6	3,2	33,0	0,2	0,6	4,6	759,0	50,0	191,0
VN	4,4	1,4	24,0	0,1	1,1	4,1	792,0	33,0	175,0
VNR	4,4	1,8	30,0	0,2	0,9	4,7	725,0	67,0	208,0

¹ILP - Integração lavoura-pecuária; VN - Vegetação Nativa; VNR - Vegetação Nativa em recuperação.

Carbono da Biomassa Microbiana do solo

A análise do CBM foi realizada segundo método clorofórmio fumigação incubação (CFI) proposto por Jenkinson e Polwson (1976).

De cada amostra do solo, foram retiradas duas subamostras. Uma delas, pesando 50 g, foi colocada em recipiente de vidro com tampas herméticas e capacidade de 800 mL. A segunda amostra, pesando 48 g, foi colocada em copo de vidro de 200 mL e fumigada em dessecador acoplado a uma bomba a vácuo, contendo um frasco béquer de 50 mL com 20 mL de clorofórmio livre de álcool. As paredes do dessecador foram forradas com papel úmido para o solo não perder umidade. As amostras foram mantidas no dessecador por 24h, no escuro e em temperatura ambiente.

Após o período de fumigação, o vapor de clorofórmio do dessecador e das amostras foi evacuado, sucessivas vezes, com auxílio da bomba a vácuo.

As amostras de solo fumigadas foram transferidas para o recipiente de vidro com tampa hermética e reinoculados com 2 g de solo da mesma amostra original. Em cada vidro, das amostras fumigadas e não fumigadas, foi colocado um copo plástico de 80 mL contendo 20 mL de NaOH 0,5M. As amostras foram tampadas hermeticamente e mantidas no escuro por dez dias à temperatura ambiente.

A quantidade de CO₂ liberada do solo foi determinada após a adição de 3 mL de BaCl₂ 30% e posterior titulação com HCl 0,3M da solução de NaOH 0,5M usando fenolftaleína 1% como indicador. Foram utilizados como controle três

recipientes de vidro, sem solo, contendo a mesma solução de NaOH 0,5M.

O carbono da biomassa microbiana foi calculado pela diferença entre o CO₂ liberado das amostras fumigadas (F) e amostras não fumigadas (NF), utilizando o fator de correção (Kc) de 0,41 (ANDERSON; DOMSCH, 1978). Os dados de carbono da biomassa microbiana foram expressos em mg C kg⁻¹ solo.

Respiração microbiana

A avaliação da RM foi realizada juntamente com a avaliação do CBM, sendo estimada pela quantidade de CO₂ liberado do solo não fumigado, durante dez dias de incubação. Os dados da respiração microbiana foram expressos em mg C kg⁻¹ solo.

Quociente metabólico

O quociente metabólico (q_{CO_2}) foi calculado pela razão entre a taxa de RM e o CBM (ANDERSON; DOMSCH, 1993), sendo expresso em mg C-CO₂ mg Cmic⁻¹ dia⁻¹, conforme a fórmula a seguir:

$$CO_2 = TRM/CBM \quad (1)$$

$$TRM = RM/d \quad (2)$$

em que:

q_{CO_2} = quociente metabólico (mg C-CO₂ mg Cmic⁻¹ dia⁻¹);

TRM = taxa de respiração microbiana (mg C-CO₂ kg⁻¹ dia⁻¹);

RM = respiração microbiana (mg C-CO₂ kg⁻¹);

d = dias de incubação para a determinação da respiração microbiana;

CBM = carbono da biomassa microbiana (mg C kg⁻¹).

Análise estatística

O delineamento fatorial com cinco manejos, quatro repetições e duas épocas de coletas. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Resultados e discussão

Carbono da biomassa microbiana do solo

Ao término das análises, foi possível detectar que os diferentes sistemas de manejo (tratamentos) influenciaram o CBM (Tabela 3). Os valores do CBM desprendidos em dez dias de incubação, variaram de 38 a 258 mg C kg⁻¹ de solo nas diferentes épocas pesquisadas. Em outros termos, o

menor valor da CBM foi observado no sistema ILP, na segunda coleta, convém salientar que no presente trabalho o sistema ILP, apesar de apresentar baixo valor do CBM, não se difere estatisticamente dos demais sistemas de manejo. Já o maior valor da CBM evidencia-se no sistema ILP e Pecuária, na primeira coleta.

Tabela 3. Carbono da biomassa microbiana em duas épocas de coletas em diferentes manejos do solo.

Manejos ¹	1ª coleta	2ª coleta
ILP	217 Aa ²	38 Ba
Lavoura	140 Ab	39 Ba
Pecuária	258 Aa	104 Ba
VN	135 Ab	70 Aa
VNR	85 Ab	179 Aa

¹ILP - Integração lavoura-pecuária; VN - Vegetação Nativa; VNR - Vegetação Nativa em recuperação. ²Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre as épocas de coleta e letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre os sistemas de manejos pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Observa-se que, quando bem manejadas, as pastagens apresentam alto conteúdo de matéria orgânica e densa massa radicular, favorecendo a existência de grande biomassa microbiana na rizosfera (ALVARENGA et al., 1999). Essa massa aumenta o seu potencial qualitativo no processo de mineralização.

O sistema radicular da *Brachiaria* sp., além de abundante e volumoso, apresenta contínua renovação e elevado efeito rizosférico (REID; GOSS, 1980). Com base nesse aspecto, já se esperava valores maiores do CBM para os manejos ILP e Pecuária.

A utilização do sistema integrado da lavoura com pastagem, além dos fatores que protegem os microrganismos pela utilização de resíduos como cobertura, rotação de culturas, e o não revolvimento do solo favorecem os microrganismos pela adição de excrementos (KLUTHCOUSHI et al., 2003).

Estudos comprovam que os animais, em pastejo, agregam ao sistema quantidades de nutrientes essenciais para as plantas promovem aumento significativo da biomassa de microrganismos (GHANI et al., 2003; GARCIA; NAHAS 2007).

Garcia e Nahas (2007), ao investigarem o efeito da lotação de ovinos sobre os microrganismos do solo, concluem que a lotação adequada de animais favorece o aumento da população microbiana, fator que está atribuído aos seus excrementos.

Os valores do CBM obtidos estão na mesma faixa aos já observados por outros autores, em condições edafoclimáticas diversas (BALOTA et al., 1998; GAMA-RODRIGUES et al., 2005; MARCHIORI JÚNIOR; MELO, 2000; MELLONI et al., 2001; SILVEIRA et al., 2006), porém, valores baixos do CBM como obtidos no tratamento ILP na

segunda coleta, só foram observados em condições de solo com baixa fertilidade ou áreas degradadas (GAMA-RODRIGUES et al., 2005; SILVEIRA et al., 2006), o que não corrobora com os resultados apresentados por Fonseca et al. (2007), que ao estudar ILP, obteve valores do CBM maiores, indicando melhorias na qualidade do solo (559,6 mg C kg⁻¹) pelo maior aporte de resíduo orgânico de qualidade depositado na superfície do solo.

Outro fator que afeta a atividade dos microrganismos é a umidade (BERG, 2000). Os atributos biológicos são influenciados por fatores como temperatura e umidade (CATTELAN; VIDOR, 1990). Para Wardle (1992), atributos químicos e variáveis macroclimáticas considerados em conjunto são quase sempre capazes de explicar a variação global da atividade e dos teores de CBM.

Segundo Moreira e Siqueira (2006), os microrganismos do solo podem ser considerados aquáticos, pois necessitam de água para absorção de nutrientes e integridade da superfície celular, entretanto a água no solo apresenta dois componentes.

No presente trabalho, observa-se que BMS é influenciada pelo período de coleta (Tabela 3). Nos sistemas de manejos ILP, Lavoura e Pecuária houve diferença significativa da CBM entre as épocas de coleta.

Os dados obtidos corroboram com Balota et al. (1998), Marchiori Júnior e Melo (2000), Melloni et al. (2001), Gama-Rodrigues et al. (2005), Silveira et al. (2006), que observaram maior BMS em períodos chuvosos.

Na VN e VNR não foi observado diferença na estimativa do CBM entre os períodos de coleta. Quando se estuda a comunidade microbiana em solos de mata ou vegetação nativa, já se espera encontrar valores relativamente maiores quando comparados a solos com outros tipos de vegetação como os solos cultivados, já que essa microbiota é favorecida pela cobertura vegetal que propicia maior acúmulo de material orgânico, fornecendo maior fonte de nutrientes para o desenvolvimento da comunidade microbiana.

Em solos de vegetação nativa não há o revolvimento, resultando em maior presença de raízes, mantendo as hifas fúngicas intactas que são facilmente destruídas por ações que perturbam a estrutura do solo (JASPER et al., 1989). Vários autores, Alvarenga et al. (1999), Matsuoka et al. (2003), Mendes et al. (2003), Assis Júnior et al. (2003), Silveira et al. (2006), ao estudarem diferentes sistemas de manejos do solo, observaram equilíbrio no CBM da vegetação nativa nos períodos de coleta.

Respiração microbiana e quociente metabólico

Após dez dias de incubação, verifica-se que houve influência dos manejos e das diferentes épocas de coleta na RM (Tabela 4).

Tabela 4. Respiração microbiana em duas épocas de coletas em diferentes manejos do solo.

Tratamento ¹	1ª Coleta	2ª Coleta
ILP	59 Ac ²	60 Aa
Lavoura	79 Ac	4 Ba
Pecuária	153 Ab	11 Ba
VN	155 Ab	17 Ba
VNR	234 Aa	32 Ba

¹ILP - Integração lavoura-pecuária; VN - Vegetação Nativa; VNR - Vegetação Nativa em recuperação. ²Médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre os sistemas de manejos pelo teste de Scott-Knott a 5%.

A respiração microbiana é uma forma de mensurar a atividade metabólica da população microbiana do solo (ZIBILSKÉ, 1994), e sua quantificação depende do estado fisiológico das células (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Na segunda coleta, os valores da RM foram bem uniformes não apresentando diferença significativa entre os manejos, porém, a atividade metabólica foi baixa quando comparado com a primeira coleta, o que indica forte influência do período de coleta do solo sobre os microrganismos.

Vários fatores são atuantes na RM. Presença de substâncias inibidoras de crescimento microbiano, a composição química do substrato e fatores nutricionais do solo (MERCANTE et al., 2008) têm sido considerados responsáveis pela redução na atividade microbiana.

Segundo Insam e Domsch (1988), à medida que uma determinada biomassa microbiana se torna mais eficiente, menos carbono é perdido como CO₂ pela respiração e uma fração significativamente de carbono é incorporada à BM.

Considerando a mesma constituição da comunidade microbiana, uma BMS “eficiente” teria menor taxa de respiração. Mas, Roscoe et al. (2006) afirmam que uma alta taxa de respiração pode ser interpretada como característica desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para a planta.

Assim, Islam e Weil (2000) concluem que a taxa de respiração mais elevada pode ser desejável ou não, pode indicar tanto distúrbio, como alto nível de produtividade do ecossistema, devendo ser analisada em cada contexto.

As diferentes épocas de coleta influenciam a RM em todos os sistemas de manejo, exceto no sistema ILP.

Segundo Álvares et al. (1995), o aumento da temperatura e da umidade do solo aumenta o nível de atividade microbiana. O sistema ILP foi menos

vulnerável às mudanças climáticas, talvez pela maior proteção do solo por meio da cobertura vegetal, fazendo com que a incidência de raios solares seja menor, além da melhor conservação da umidade, favorecendo a existência de um microclima mais estável e sugerindo maior estabilidade do ecossistema (WARDLE; PARKINSON, 1990).

A avaliação da biomassa ou respiração microbiana feita isoladamente pode, frequentemente, fornecer apenas informações limitadas sobre as respostas do sistema solo a estresse ou perturbações. Outras avaliações, portanto, podem ser conduzidas juntamente com a determinação dessas características como o quociente metabólico. A taxa de respiração por unidade de biomassa microbiana (qCO₂), apresenta-se como variável de determinação mais adequada para o entendimento.

O quociente metabólico, expresso em quantidade de CO₂ liberado pela quantidade de carbono da biomassa em função do tempo, representa a taxa de respiração específica da biomassa microbiana. Altos valores do qCO₂ significam que a população microbiana está oxidando carbono de suas próprias células (respiração de manutenção dos microrganismos vivos) para a sua manutenção e adaptação ao solo, portanto, a população microbiana se encontra em condições adversas ou estressantes (ANDERSON; DOMSCH, 1993; ISLAM; WEIL, 2000).

Analisando os resultados obtidos nas áreas estudadas (Figura 1), a VNR, na primeira coleta e o sistema ILP na segunda coleta, apresentou alta taxa de qCO₂.

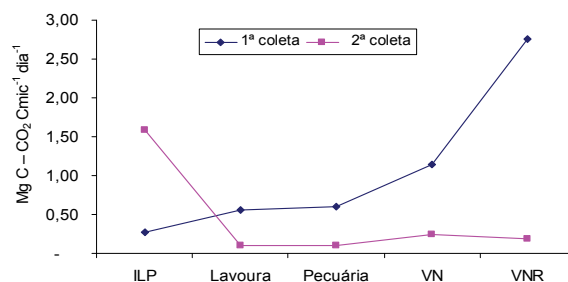


Figura 1. Quociente metabólico em diferentes manejos e uso do solo, na profundidade de 0-10 cm, em dois períodos de coleta do solo. ILP - Integração lavoura-pecuária; VN - Vegetação Nativa; VNR - Vegetação Nativa em recuperação.

Para Insam e Domsch (1988), a respiração microbiana por unidade de biomassa microbiana diminui em sistemas mais estáveis. Por outro lado, a incorporação de resíduos de culturas ao solo aumenta o quociente metabólico (OCIO; BROOKES, 1990). Assim, parece ocorrer uma relação inversa entre a biomassa microbiana e o quociente metabólico, sugerindo que, em maiores teores de C, podem correr

aumento da BM e diminuição na atividade metabólica (INSAM et al., 1991).

Nesse trabalho, foi possível observar 84 mg C kg⁻¹ de solo de BMS e 234 mg C kg⁻¹ solo de RM para a VNR, na primeira coleta, e 38 mg C kg⁻¹ solo de BMS e 60 mg C kg⁻¹ solo de RM para o sistema ILP, na segunda coleta. Segundo Balota et al. (1998), a respiração basal por unidade de biomassa microbiana diminuiu em agroecossistemas mais estáveis, porém, com a substituição da cobertura vegetal ocorre decomposição mais acelerada dos resíduos vegetais, aumentando o quociente metabólico (OCIO; BROOKES, 1990).

Conclusão

Nos sistemas Integração lavoura-pecuária e pecuária a população microbiana é influenciada pelas épocas de coletas. Nesse trabalho, no sistema Integração lavoura-pecuária a atividade microbiana é constante nas diferentes épocas de coleta. Os diferentes sistemas de manejos influenciam a atividade metabólica dos microrganismos presentes no solo.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao grupo GAP e aos funcionários da Fazenda Sereno em Jaciara, Estado do Mato Grosso, pelo apoio nas coletas; à equipe do Laboratório de Microbiologia do Solo da UFMT/Famev e à Capes, pela concessão de bolsas de estudos.

Referências

ALVARENGA, M. I. N.; SIQUEIRA, J. O.; DAVIDE, A. C. Teor de carbono, biomassa microbiana, agregação e micorriza em solos de Cerrado com diferentes usos. **Ciência Agrotecnica**, v. 23, n. 3, p. 617-625, 1999.

ÁLVARES, R.; DÍAZ, R. A.; BARBERO, N.; SANTANATOGLIA, O. J.; BLOTTA, L. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage system. **Soil and Tillage Research**, v. 33, n. 1, p. 17-28, 1995.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 10, n. 3, p. 215-221, 1978.

ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient of CO₂ (q CO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental condition, such as pH, on the microbial of forest soil. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.

ARAÚJO, A. S. F. E.; MONTEIRO, R. T. R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, 2007.

ASSIS JÚNIOR, S. L.; ZANUNCIO, J. C.; KASUYA, M. C. M.; COUTO, L.; MELIDO, R. C. N. Atividade microbiana do solo em sistemas agroflorestais, monoculturas, mata natural e área desmatada. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 35-41, 2003.

BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, n. 4, p. 641-649, 1998.

BERG, B. Litter decomposition and organic matter turnover in northern forest soils. **Forest Ecology and Management**, v. 133, n. 1, p. 13-22, 2000.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em funções de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990.

ENTRY, J. A.; RYGIWICZ, P. T.; WATRUD, L. S.; DONNELLY, P. K. Influence of adverse soil conditions on the formation and function of arbuscular mycorrhizas. **Advances in Environmental Research**, v. 7, n. 2, p. 123-138, 2002.

FONSECA, G. C.; CARNEIRO, M. A. C.; COSTA, A. R.; OLIVEIRA, G. C.; BALBINO, L. C. Atributos físicos, químicos e biológicos de latossolo vermelho distrófico de cerrado sob duas rotações de cultura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 37, n. 1, p. 22-30, 2007.

GAMA-RODRIGUES, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F. A. O. (Ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 227-243.

GAMA-RODRIGUES, E. F.; BARROS, N. F.; GAMA-RODRIGUES, A. C.; SANTOS, G. A. S. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 3, p. 893-901, 2005.

GARCIA, M. R. L.; NAHAS, E. Biomassa e atividades microbianas em solo sob pastagem com diferentes lotações de ovinos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 2, p. 269-276, 2007.

GHANI, A.; DEXTER, M.; PERROTT, K. W. Hot-water extractable carbon in soils: a sensitive measurement for determining impacts of fertilisation, grazing and cultivation. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 35, n. 4, p. 1231-1243, 2003.

HENDRIX, P. F.; CROSLY JR., D. A.; BLAIR, J. M.; COLEMAN, D. C. Soil biota as component of sustainable agroecosystems. In: EDWARDS, C. A.; LAL, R.; MADDEN, P.; MILLER, R. H.; HOUSE, G. (Ed.) **Sustainable Agricultural Systems**. Ankey: Soil and Water Conservation Society, 1990. p. 637-654.

INSAM, H. Developments in soil microbiology since the mid 1960s. **Geoderma**, v. 100, n. 3, p. 389-402, 2001.

INSAM, H.; DOMSCH, K. H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. **Microbial Ecology**, v. 15, n. 4, p. 177-188, 1988.

- INSAM, H.; MITCHELL, C. C.; DORMAAR, J. F. Relationship of soil microbial biomass and activity with fertilization practice and crop yield of three ultisols. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 23, n. 5, p. 459-464, 1991.
- ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000.
- JASPER, D. A.; ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Soil disturbance reduces the infectivity of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. **New Phytologist**, v. 112, n. 1, p. 93-99, 1989.
- JENKINSON, D. S.; POLWSON, D. S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V. A method of measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, n. 3, p. 209-213, 1976.
- KLUTHCOUSHI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. **Integração lavoura-pecuária**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 3, p. 1177-1182, 2000.
- MATSUOKA, M.; MENDES, I. C.; LOUREIRO, M. F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 425-433, 2003.
- MELLONI, R.; PEREIRA, E. G.; TRANNIN, I. C. B.; SANTOS, D. R.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 1, p. 7-13, 2001.
- MENDES, I. C.; SOUZA, L. V.; RESCK, D. V. S.; GOMES, A. C. Propriedades biológicas em agregados de um latossolo vermelho-escuro sob plantio convencional e direto no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p. 435-443, 2003.
- 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**, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2006.
- OCIO, J. A.; BROOKES, P. C. An evaluation of methods for measuring the microbial biomass in soils following recent additions of wheat straw and characterization of the biomass that develops. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 5, p. 685-694, 1990.
- REID, J. B.; GOSS, M. J. Changes in the aggregate stability of a sandy loam affected by growing roots of perennial ryegrass (*Lolium perene*). **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 31, n. 2, p. 325-328, 1980.
- ROSCOE, R.; MERCANTE, F. M.; SALTON, J. C. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006.
- SILVEIRA, R. B.; MELLONI, R.; MELLONI, E. G. P. Atributos microbiológicos e bioquímicos como indicadores da recuperação de áreas degradadas, em Itajubá/MG. **Cerne**, v. 12, n. 1, p. 48-55, 2006.
- TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. **Tópicos Especiais em Ciências do Solo**, v. 2, n. 1, p. 196-275, 2002.
- WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biological Reviews**, v. 67, n. 3, p. 321-358, 1992.
- WARDLE, D. A.; PARKINSON, D. Interactions between microclimatic variables and the soil microbial biomass. **Biology and Fertility of Soils**, v. 9, n. 3, p. 273-280, 1990.
- ZIBILSKE, L. M. Carbon mineralization. In: WEAVER, R. W.; SCOTT, A.; BOTTOMLEY, P. J. (Ed.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 10-35. (Special Publication 5).

Received on August 27, 2008.

Accepted on May 19, 2009.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.