

Daniele Fabiana Glaeser

Universidade Federal da
Grande Dourados - UFGD
daniglaeser@yahoo.com.br

Fábio Martins Mercante

Embrapa Agropecuária Oeste
mercante@cpao.embrapa.br

Maria Aparecida Martins Alves

Universidade Estadual de
Mato Grosso do Sul - UEMS
magiovanetti@uems.br

Rogério Ferreira da Silva

Universidade Estadual de
Mato Grosso do Sul - UEMS
rogerio@uems.br

Olácio Mamoru Komori

Associação de Produtores
Orgânicos de Mato Grosso do Sul
olaciokomori@uol.com.br

Anhanguera Educacional Ltda.

Correspondência/Contato
Alameda Maria Tereza, 2000
Valinhos, São Paulo
CEP 13.278-181
rc.ipade@unianhanguera.edu.br

Coordenação
Instituto de Pesquisas Aplicadas e
Desenvolvimento Educacional - IPADE

Artigo Original
Recebido em: 18/01/2011
Avaliado em: 26/04/2011

Publicação: 6 de julho de 2011

BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO SOB SISTEMAS DE MANEJO ORGÂNICO EM CULTIVOS DE CAFÉ

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa microbiana do solo em sistemas orgânicos de cultivo de café (*Coffea arabica* L.). O estudo foi conduzido no Município de Glória de Dourados, MS, em Argissolo Vermelho, de textura arenosa, sob cinco sistemas: café orgânico adensado, café orgânico consorciado com as culturas de banana (*Banana balbicina* L.) e acácia (*Acacia mangium* L.), café orgânico consorciado com ipê (*Tabebuia* sp.), além dos sistemas com pastagem e vegetação nativa, usados como referencial para comparação. As avaliações foram realizadas em duas épocas distintas: agosto/2004 e abril/2005. A diversificação de culturas e a incorporação de compostos orgânicos influenciaram diretamente a microbiota do solo, indicando que o uso de consórcios de plantas, no cultivo de café orgânico favorece a melhoria da qualidade do solo.

Palavras-Chave: atividade microbiana; carbono orgânico; *Coffea arabica*.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the soil microbial biomass in systems of coffee (*Coffea arabica*) organic crops. The study was conducted in the Municipality of Glória de Dourados, MS, in a sandy soil (Oxisol), in five systems: density organic coffee, organic coffee intercropped with crops of banana (*Banana balbicina* L.) and acacia (*Acacia mangium* L.), organic coffee intercropped with *Tabebuia* sp.; than systems with pasture and native vegetation, used as reference for comparison. The evaluations were conducted in two distinct seasons: August 2004 and April/2005. Diversification of crops and incorporation of organic compounds directly affect the soil microbiota indicating that the use of consortia of plants in organic coffee crop promotes the improvement of soil quality.

Keywords: microbial activity; organic carbon; *Coffea arabica*.

1. INTRODUÇÃO

O uso de práticas conservacionistas na agricultura familiar, como aquelas observadas em sistemas agroflorestais (SAFs) e sistemas orgânicos de produção vêm ganhando destaque no cenário mundial. Os SAFs são considerados alternativas de uso sustentável do solo e do ambiente, capazes de alavancar os níveis de produtividade das lavouras de pequenos agricultores (CARDOSO et al., 2005). Do mesmo modo, os sistemas de café orgânico representam uma alternativa para incrementar a rentabilidade econômica, conservação ambiental e saúde humana, levando a elementos estratégicos para alcançar a sustentabilidade dos agroecossistemas e a qualidade do solo (GIOMO et al., 2007).

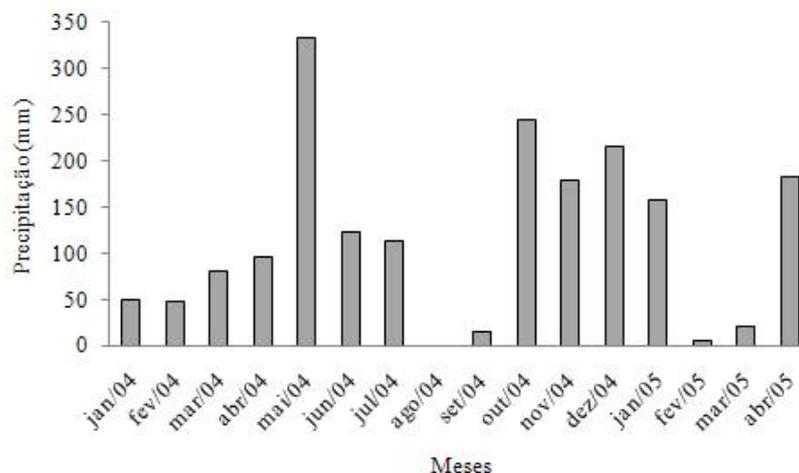
A qualidade do solo pode ser entendida como a capacidade deste exercer várias funções, dentro dos limites do uso da terra e do ecossistema, para sustentar a produtividade biológica, manter ou melhorar a qualidade ambiental e contribuir para a saúde das plantas, dos animais e humana (DORAN; PARKIN, 1994). Sua mensuração é feita através do uso de indicadores, classificados como físicos, químicos e biológicos, que estão relacionados com atributos que medem ou refletem o status ambiental ou a condição de sustentabilidade do ecossistema (CARVALHO et al., 2004; ARAUJO; MONTEIRO, 2007). Neste contexto, variáveis relacionadas à biomassa microbiana do solo e sua atividade têm sido destacadas como indicadores sensíveis para detecção de alterações ambientais em função do manejo adotado, podendo orientar o planejamento das práticas agrícolas sustentáveis (DORAN; PARKIN, 1994; MATSUOKA et al., 2003). A biomassa microbiana representa a fração mais ativa e biodegradável da MO do solo (ROSCOE et al., 2006). Sua quantificação permite avaliar as mudanças iniciais no conteúdo da MO, causadas pelas práticas de cultivo (MERCANTE et al., 2008), refletindo tendências de mudanças na ciclagem de nutrientes, no fluxo de energia, na estrutura dos agregados do solo e, na produtividade do sistema (TÓTOLA; CHAER, 2002).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do manejo orgânico em cultivos de café, sobre a biomassa microbiana, sua atividade e interação com atributos químicos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Sítio Santa Cecília, Município de Glória de Dourados, MS (22°22' S e 54°30' W, 400 m de altitude), onde o cultivo orgânico de café (*Coffea arabica* L.) constitui-se na principal atividade. O solo de cultivo é classificado como Argissolo Vermelho, de textura arenosa. O clima da região é do tipo subtropical úmido, com uma

média de precipitação anual entre 1.400 e 1.700 mm (SEPLAN, 1990). Os dados de precipitação pluvial, referente ao período das amostragens de solo podem ser observados na Figura 1.



Fonte: Departamento de Fomento Agropecuário – Defap, Glória de Dourados, MS.

Figura 1 – Dados pluviométricos mensais, referentes ao período de 2004/2005.

As diferentes formas de manejo do solo constituíram-se de cinco áreas, descritas a seguir:

1) Café orgânico adensado (AD): antes do estabelecimento do sistema, a área foi cultivada com nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) durante o inverno e, em seguida, realizaram-se adubações nas linhas, para plantio de café orgânico adensado, no final de 1997. A variedade utilizada foi a Tupi (IAC-1669), com um espaçamento de 2,20 x 0,50 m. Em 1998, plantou-se feijão guandu (*Cajanus cajan* L.) nas entrelinhas do café, que foi sendo erradicado, aos poucos, em linhas alternadas, até a sua permanência a cada seis linhas de café, visando, sobretudo, proteger o café na forma de quebra-vento. Após três anos, o mesmo foi incorporado ao solo como biomassa seca e, em seu lugar, plantou-se aveia preta (*Avena strigosa* L.) no inverno e mucuna-anã [*Mucuna deeringiana* (Bort) Merr] no verão. Na área em estudo, aplicou-se também produto proveniente da compostagem (20 L/ 5 m linear) aeróbica realizada em leira, com uma dimensão de 5 m de largura (base) x 1,80 m de altura x 70 m de comprimento. Os produtos orgânicos usados na compostagem foram os seguintes: 30% de palha de arroz (proveniente da operação de peneiramento da cama de frango), 30% de cascas e massas de mandioca (resíduo de fecularia), 20% de cama de frango, 10% de palha de café, 10% de casca de madeira (proveniente da limpeza do depósito de lenha da indústria de fécula Cassava S/A), 10% de capim Napier triturado, resíduos de bananeiras e de outras espécies. No ano de 2003, podas de árvores de várias espécies, proveniente da zona urbana, totalizando cerca de 81 toneladas de biomassa seca, foram adicionadas em cinco hectares do sistema correspondente. Em 2004, o sistema AD

sofreu algumas alterações com a poda do café em linhas alternadas, manejo visando diminuir o adensamento para introduzir uma diversificação maior no sistema. Assim, foram plantadas mudas de espécies arbóreas e culturas de adubação verde, tais como feijão de porco (*Canavalia ensiformes* L.) e utilizaram-se os resíduos da própria poda do café, como biomassa incorporada ao solo.

2) Café orgânico consorciado com as culturas de banana e acácia (BA): o plantio de café (variedade Tupi IAC 1669) nesta área foi realizado em 2000, com um espaçamento de 2,20 x 0,50 m. Pouco antes deste plantio, mudas de *Banana balbiana* L. (variedade banana caipira), haviam sido introduzidas na área (uma linha de bananeiras a cada quatro linhas de café), visando à produção de frutas e formação de barreira “quebra-vento”; além disso, a introdução desta espécie visou incrementar os teores de biomassa seca, por ocasião da poda manual, que é realizada anualmente. Mudas de *Acacia mangium* L. foram introduzidas em 2002, de forma aleatória, sendo as podas realizadas anualmente. Esta é uma leguminosa arbórea, que apresenta potencial para aporte de MO, nitrogênio e bases trocáveis no solo (MARINHO et al., 2004).

3) Café orgânico consorciado com Ipê (*Tabebuia* sp.) (CI): sistema implantado no ano de 1981, com o plantio de mudas de café da variedade Mundo Novo (espaçamento 4,0 x 2,0 m). Em 1994, abandonou-se o manejo da área, sendo que a partir daí, intensificou-se a germinação espontânea de sementes de ipê no sistema, devido à existência de uma árvore matriz nas proximidades. No final de 2001, realizou-se uma intervenção por meio do plantio de três mil mudas de café, mas esta lavoura não sofreu tratamentos culturais, ficando o desenvolvimento do sistema a cargo da natureza.

4) Pastagem (PA): após forte geada em 2000, que destruiu totalmente as mudas de café, a área foi deixada em pousio para formação de PA natural, que posteriormente foi enriquecida com a introdução das culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), amendoim (*Arachis hypogaea* L.), mucuna (*Stizolobium atterimum*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.) e aveia preta (*Avena strigosa*). Em 2003, foram introduzidas sementes de *Brachiaria* sp. para a criação de gado bovino.

5) Vegetação nativa (VN): Uma área adjacente às áreas estudadas, com vegetação do tipo Cerrado foi estudada como referencial da condição original do solo.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. As parcelas foram representadas pelos sistemas estudados e as subparcelas, pelas épocas de avaliação.

As amostragens de solo foram efetuadas em agosto/2004 e abril/2005 nas entrelinhas de cada parcela de 100m², na camada de 0 a 10 cm de profundidade, sendo

que cada amostra foi composta de sete subamostras. Após homogeneização, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, devidamente identificados, e armazenadas em câmara fria (4°C). O solo foi caracterizado quimicamente, de acordo com Claessen (1997), no momento das amostragens de solo (Tabela 1).

Tabela 1 – Características químicas de amostras do solo, coletadas em Agosto/2004 e abril/2005, em sistema café orgânico adensado (AD), café orgânico consorciado com banana e acácia (BA), café consorciado com ipê (CI), pastagem (PA) e com vegetação nativa (VN). Glória de Dourados, Mato Grosso do Sul. Valores médios de duas épocas de avaliação.

Sistemas	pH	P	K	Ca	Mg	Al	V
	CaCl ₂	mg dm ³	----- cmol _c dm ³ -----			%	
AD	6,03	226,73	0,54	5,32	1,13	0,00	77,40
BA	5,67	108,02	0,42	2,06	1,62	0,00	62,35
CI	4,84	33,79	0,12	1,38	0,47	0,03	34,60
VN	4,30	2,72	0,14	0,81	0,45	0,23	23,80
PA	5,38	24,33	0,22	1,45	0,89	0,00	47,05

O carbono da biomassa microbiana (C-BMS) foi avaliado pelo método da fumigação-extração, de acordo com Vance et al. (1987). Determinou-se, ainda, a respiração basal (C-CO₂), obtida pela incubação das amostras com captura de CO₂, em NaOH, durante sete dias, pela adaptação do método da fumigação-incubação, proposto por Jenkinson e Powlson (1976). Após a realização das análises de C-BMS e C-CO₂ evoluído, foram determinados os quocientes metabólicos ($q\text{CO}_2$), conforme Anderson e Domsch (1990), sendo esse atributo obtido a partir da relação C-CO₂/C-BMS, e os quocientes microbianos ($q\text{MIC}$), pela relação C-BMS/ C-orgânico total.

Os resultados dos atributos avaliados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Efetuou-se, também, o teste de coeficiente de correlação para os dados microbiológicos em função dos atributos químicos do solo. Além disso, os atributos microbiológicos foram submetidos à análise de agrupamento (*cluster analysis*), adotando-se o método do vizinho mais distante (*“complete linkage”*), a partir da Distância Euclidiana, para descrever a similaridade entre os sistemas estudados. As análises estatísticas foram processadas por meio de software Statistica (versão 5.0, StatSoft).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre os sistemas avaliados e as épocas de amostragens para os teores de C-BMS, atividade microbiana e índices derivados ($q\text{-CO}_2$, $q\text{-MIC}$). Para os atributos microbiológicos estudados, não foram verificadas diferenças entre as épocas

de avaliação. Em agosto de 2004, os teores de C-BMS variaram de 129,5 a 275,7 $\mu\text{g C. g solo seco}^{-1}$. O sistema sob vegetação nativa (VN) apresentou os valores de C-BMS mais elevados, variando em cerca de 30 a 113% em relação aos demais tratamentos. Contudo, os valores verificados no sistema sob VN foram estatisticamente semelhantes aos observados nos sistemas sob café associado com banana e acácia (BA) e sob café adensado (AD) (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores médios de carbono da biomassa microbiana (C-BMS), respiração basal (C-CO₂), quociente metabólico ($q\text{CO}_2$), quociente microbiano ($q\text{MIC}$) e conteúdo de matéria orgânica (MO) de um Argissolo Vermelho em diferentes sistemas de cultivo de café orgânico, pastagem e vegetação nativa. Glória de Dourados, MS, 2004 e 2005.

Sistemas	C-BMS	C-CO ₂	$q\text{CO}_2$	$q\text{MIC}$	MO
	$\mu\text{g C. g solo seco}^{-1}$	$\mu\text{g C-CO}_2 \text{ solo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$	$\mu\text{g C-CO}_2 \mu\text{Cmic}^{-1} \text{ h}^{-1}$	%	g kg^{-1}
Agosto / 2004					
VN	275,71 a	10,65 b	16,72 a	3,78 a	13,17 a
AD	212,00 ab	17,04 a	37,37 a	3,56 a	10,81 ab
BA	188,55 ab	10,22 bc	23,67 a	4,06 a	8,32 b
CI	138,39 b	4,93 c	17,99 a	3,11 a	8,12 b
PA	129,47 b	6,48 bc	21,57 a	2,03 a	11,29 ab
Abril / 2005					
VN	227,00 a	17,00 ab	32,00 c	3,15 a	12,43 ab
AD	130,04 b	20,67 ab	66,80 a	1,54 b	14,72 a
BA	123,65 b	21,67 a	70,20 a	1,62 b	13,11 ab
CI	87,00 b	12,00 ab	61,00 ab	1,32 b	11,22 ab
PA	109,62 b	10,67 b	40,80 bc	1,80 b	10,68 b

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas, contrastam pelo teste de Tukey, à 5% de probabilidade. Vegetação nativa (VN), sistema café orgânico adensado (AD), café consorciado com banana e acácia (BA), café consorciado com ipê (CI) e pastagem (PA).

Valores mais elevados de C-BMS indicam que os nutrientes ficam imobilizados temporariamente, o que resulta em menores perdas de nutrientes no sistema solo-planta (ROSCOE et al., 2006). Estes resultados indicam que a adubação verde, a compostagem, a incorporação de resíduos vegetais, a diversificação de culturas e o mínimo revolvimento do solo influenciaram positivamente na biomassa microbiana, inclusive pelo fato de favorecer a manutenção da umidade e de condições mais favoráveis. A semelhança entre cultivo orgânico e área sob vegetação nativa também foi constatada por Xavier et al. (2006). Sistemas de cultivo geralmente apresentam menores conteúdos de carbono microbiano em relação a um ambiente natural (LEITE et al., 2003; MERCANTE et al., 2008). Áreas de pastagens tendem a apresentar maiores teores de C-BMS em relação a sistemas de cultivo com intenso revolvimento do solo, conforme constatado por Oliveira et al. (2001), ao comparar áreas de cerrado sob pastagens consorciadas contínuas e sob culturas anuais contínuas, contendo soja ou milho. Por outro lado, Theodoro et al. (2003)

não verificaram diferenças significativas para os teores de C-BMS, entre a mata nativa e os sistemas de café orgânico, café em conversão e café convencional, na região de Santo Antônio do Amparo, MG, relatando, contudo, a ocorrência de uma longa estiagem neste período.

Na segunda época de amostragem de solo, nos diferentes sistemas (abril/2005), o sistema referencial (VN) proporcionou valores de C-BMS superiores aos demais tratamentos, com diferenças significativas. Esta superioridade variou entre 74,4% a 162%, em relação aos outros sistemas. Dentre os fatores responsáveis por condições mais favoráveis à biomassa em áreas de vegetação nativa, destacam-se a ausência de preparo do solo e maior diversidade florística (BANDICK; DICK, 1999). Além disso, os níveis de temperatura e umidade se mantêm mais adequados (SANTOS et al., 2004), devido à maior estabilidade do sistema (MATSUOKA et al., 2003). Nesse caso, fatores de estresse ambiental refletem menor influência sobre os microrganismos do solo, que demoram mais tempo a sentir os efeitos das variações ambientais. Ao se comparar as épocas de avaliação, percebe-se que os teores de C-BMS foram mais elevados no mês de agosto/2004 para todos os sistemas, o que poderia estar relacionado aos índices de precipitação mais baixos verificados no período que antecedeu à segunda avaliação (Tabela 2).

Em relação à atividade microbiana (respiração basal), no mês de agosto de 2004, o sistema AD mostrou-se superior ($p < 0,05$) aos demais sistemas, inclusive à VN, indicando intensa ciclagem de nutrientes, que pode ser explicada pela adição de compostos orgânicos. Por outro lado, o sistema café consorciado com ipê (CI) apresentou os valores mais baixos de atividade microbiana, embora não tenha apresentado diferenças significativas em relação aos sistemas PA e BA. O manejo do solo afeta diferencialmente a atividade da biomassa, resultando em maior ou menor efluxo de CO_2 (FERREIRA et al., 2010).

Na avaliação seguinte (abril de 2005), a média de atividade microbiana mais elevada foi verificada no sistema BA, sendo estatisticamente superior ao sistema PA e semelhantes aos demais (Tabela 2). Estes resultados contrastam aos obtidos por Xavier et al. (2006), em que a produção de C- CO_2 na pastagem foi superior à obtida nos sistemas de cultivo orgânico e na mata nativa, implicando em maior ciclagem de carbono e nutrientes neste sistema. Por outro lado, Mercante et al. (2008) verificaram maior atividade microbiana em sistema natural, quando comparado a diferentes sistemas de manejo sob cultivo de mandioca na região de Glória de Dourados, MS. Fialho et al. (2006) também constataram maior quantidade de CO_2 liberada em sistema natural, quando comparado a uma área sob cultivo de bananeiras.

Ao se comparar as taxas de respiração basal entre as duas épocas de avaliação, verificou-se um aumento da atividade microbiana na ordem de 21,3 a 152,1% em relação às primeiras amostras avaliadas; tais resultados podem estar associados às variações de temperatura anuais. De fato, Balota et al. (1998) observaram maior atividade respiratória para as amostras coletadas no verão (2,98 a 7,54 $\mu\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ de CO_2 no solo), do que aquelas obtidas durante o inverno (1,85 a 4,43 $\mu\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$ de CO_2), o que corresponde a um aumento de 61 a 70,2%.

A avaliação do quociente metabólico para os cinco tratamentos estudados demonstra que, nas amostragens realizadas no mês de agosto de 2004, os sistemas não diferiram estatisticamente entre si. Os resultados referentes à segunda avaliação denotam que não houve diferenças estatísticas entre os sistemas BA, AD e CI (Tabela 2). O sistema natural apresentou as menores taxas de respiração específica, nas duas épocas de avaliação, embora na primeira avaliação, não tenha apresentado diferenças significativas em relação aos demais sistemas. De fato, tem sido mencionado que, em geral, quanto maior a estabilidade do sistema, menor a respiração microbiana por unidade de biomassa (BALOTA et al., 1998) e maior a proporção de carbono incorporada aos tecidos microbianos (TÓTOLA; CHAER, 2002).

O quociente microbiano tem papel importante na compreensão dos sistemas produtivos, pois permite avaliar perdas e ganhos de carbono no solo. No presente estudo, ao se determinar o quociente microbiano para as amostras coletadas em agosto de 2004, verificou-se que os resultados foram superiores a 2% para todos os sistemas estudados e similares entre si (Tabela 2). Em abril de 2005, os resultados apresentados em todos os sistemas foram superiores a 1,3%. De modo geral, estas percentagens foram inferiores aos resultados obtidos na primeira avaliação (agosto de 2004), conforme Tabela 2. Ao estudar sistemas agrícolas e orgânicos em Ibiapaba, CE, Xavier et al. (2006) verificaram maior proporção na relação carbono microbiano e carbono orgânico total, no sistema sob pastagem quando comparado às áreas de cultivo. Este fato indica o aumento de nutrientes na área de pastagem por meio da biomassa microbiana, a qual apresenta rápido tempo de ciclagem no solo. Quando a biomassa é submetida a algum fator de estresse, a capacidade de utilização do carbono diminui, o que resulta em valores menores para o quociente microbiano (WARDLE, 1994). De acordo com Sparling (1992), mudanças no quociente microbiano podem refletir em acréscimos de matéria orgânica no solo, na eficiência de conversão do carbono orgânico do solo para carbono microbiano, nas perdas de carbono do solo e na estabilização de frações minerais do solo. Portanto, valores maiores ou menores na relação entre o carbono microbiano e o carbono orgânico podem expressar a

ocorrência, respectivamente, de acúmulo ou perda de carbono no solo (BALOTA et al., 1998).

Em relação aos teores de MO, verificaram-se interação significativa entre os sistemas estudados e épocas de avaliação, sendo que na primeira época maiores teores de MO foram observados para o sistema VN, que diferiu significativamente do sistema BA e CI. Na segunda época, o sistema AD apresentou maior conteúdo de MO, diferindo apenas do sistema PA. Ao comparar as épocas de avaliação para a variável em questão, observaram-se diferenças entre os sistemas sob cultivos de café.

Em geral, os atributos microbiológicos não se correlacionaram com os atributos químicos, com exceção dos teores de C-CBMS que foram influenciados pelos níveis de Al dos solos estudados e do quociente metabólico, que foi afetado pelos teores de Ca e P (dados não apresentados).

Os diferentes sistemas avaliados, nas duas épocas distintas, foram agrupados com base em suas similaridades, através da análise de Cluster. Verificou-se a formação de dois grupos distintos: grupo I (AD1, VN2, BA1 e VN1) e grupo II (AD2, BA2, CI2, PA2, CI1 e PA1), sendo: AD - café adensado; VN - vegetação nativa; BA - café associado com banana e acácia; CI - café associado com ipê; e PA - pastagem. Os algarismos 1 e 2, especificados após a designação dos sistemas, representam a primeira e segunda época de avaliação, respectivamente (Figura 2).

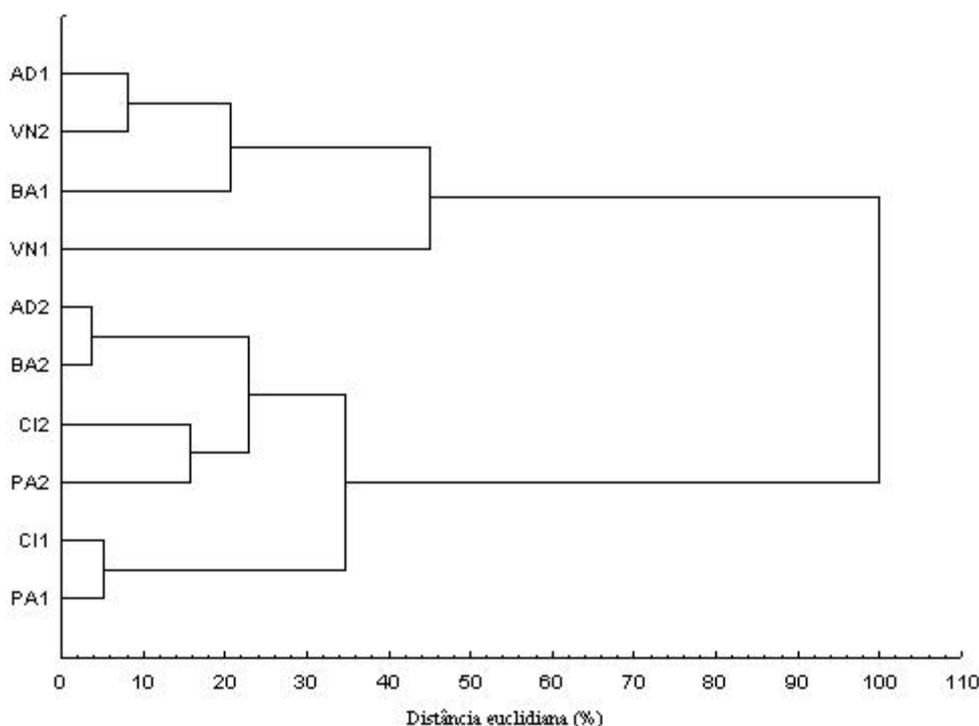


Figura 2 – Dendrograma de similaridade entre os sistemas estudados em agosto/2004 e abril/2005, considerando a distância euclidiana entre os sistemas: café adensado (AD), vegetação nativa (VN), café associado com banana e acácia (BA), café associado com ipê (CI) e pastagem (PA). Os algarismos 1 e 2, especificados após a designação dos sistemas, representam a primeira e segunda época de avaliação, respectivamente.

No primeiro grupo, o sistema sob café adensado (AD1) apresentou maior similaridade ao sistema sob vegetação nativa (VN2), seguido do tratamento sob café associado com banana e acácia (BA1), sendo que VN1 também permaneceu no mesmo agrupamento, fato este, que pode ser um indicativo da estabilidade do sistema natural, diante de variações ambientais. Ressalta-se, ainda, que a similaridade dos sistemas AD1 e BA1 ao sistema sob mata nativa (VN1 e VN2). A similaridade verificada neste agrupamento condiz com os resultados obtidos para C-BMS, atividade microbiana e quociente microbiano, os quais apresentaram taxas mais elevadas para essas variáveis.

No segundo agrupamento, os sistemas sob café adensado (AD2) e sob café associado com banana e acácia (BA2), foram os mais similares. Verificou-se, também, que os sistemas CI e PA formaram dois grupos entre si: (i) CI1 e PA1 e (ii) CI2 e PA2, com base nas duas diferentes épocas de coleta. Durante a primeira amostragem, observou-se que os ipês encontravam-se desfolhados e a pastagem estava pouco desenvolvida, o que interfere na exposição do solo às condições de luminosidade e de umidade.

4. CONCLUSÕES

- A introdução de compostos orgânicos externos ao sistema pode favorecer os incrementos dos teores de carbono da biomassa microbiana do solo, conforme verificado no sistema sob café adensado.
- A diversificação de culturas, como no sistema sob café associado com banana e acácia, favorece o desenvolvimento da comunidade microbiana.

AGRADECIMENTOS

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária pela concessão de estágio que possibilitou a execução deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, T.H.; DOMSCH, K.H. Application of eco-physiological quotiens (qCO_2 and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 22, n. 2, p. 251-255, 1990.
- ARAÚJO, A.S.F.; MONTEIRO, R.T.R. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, v. 23, n. 3, p. 66-75, jul./set. 2007.
- BANDICK, A.K.; DICK, R.P. Field management effects on soil enzyme activities. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, n. 11, p. 1471-1479, oct. 1999.
- BALOTA, E.L. et al. 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, out./dez. 1998.

- CARDOSO, I.M.; SOUZA, H.N.; MENDONÇA, E.S. Biodiversidade, recurso genético e cuidados fitossanitários. **Revista Ação Ambiental**, v. 31, p. 18-20, maio 2005.
- CARVALHO, R.; GOEDERT, W.J.; ARMANDO, M.S. Atributos físicos da qualidade de um solo sob sistema agroflorestal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1153-1155, nov. 2004.
- CLAESSEN, M.E.C. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1997. 212p. (Embrapa-CNPS. Documentos, 1).
- DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: Soil Science Society of America, 1994. p. 3-21. (SSSA Special Publication, 35).
- FIALHO, J.S. et al. Indicadores da qualidade do solo em áreas sob vegetação natural e cultivo de bananeiras na Chapada do Apodi-CE. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 3, p. 250-257, 2006.
- FERREIRA, E.P.B. et al. Microbial soil quality indicators under different crop rotations and tillage management. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 177-183, abr./jun. 2010.
- GIOMO, G.S.; PEREIRA, S.P.; BLISKA, F.M.M. Panorama da cafeicultura orgânica e perspectivas para o setor. **O Agrônomo**, v. 59, n. 1, p. 33-36, 2007.
- JENKINSON, D.S.; POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 8, n. 3, p. 209-213, 1976.
- LEITE, L.F.C. et al. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em Argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 5, p. 821-832, set./out. 2003.
- MARINHO, N. et al. Respostas de *Acacia mangium* Willd e *Sclerobium paniculatum* Vogel a fungos micorrízicos arbusculares nativos provenientes de áreas degradadas pela mineração de bauxita na Amazônia. **Acta Botanica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 141-149, jan./mar. 2004.
- 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, maio/jun. 2003.
- MERCANTE, F.M. et al. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 4, p. 479-485, out./dez. 2008.
- OLIVEIRA, J.R.A.; MENDES, I.C.; VIVALDI, L. Carbono da biomassa microbiana em solos de cerrado sob vegetação nativa e sob cultivo: avaliação dos métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 4, p. 863-871, out./dez. 2001.
- ROSCOE, R. et al. Biomassa microbiana do solo: fração mais ativa da matéria orgânica. In: ROSCOE, R.; MERCANTE, F.M.; SALTON, J.C. (Ed.). **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas conservacionistas: modelagem matemática e métodos auxiliares**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p. 163-198.
- SANTOS, V.B. et al. Biomassa, atividade microbiana e teores de carbono e nitrogênio totais de um Planossolo sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 3, p. 333-338, jul./set. 2004.
- SEPLAN - Secretaria de Planejamento Ambiental de Mato Grosso do Sul. **Atlas multireferencial de Mato Grosso do Sul** - MS, 1990. 28p.
- SPARLING, G.P. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indication of changes in soil organic matter. **Australian Journal of Soil Research**, v. 30, n. 2, p. 195-207, 1992.
- THEODORO, V.C.A. et al. Carbono da biomassa microbiana e micorriza em solo sob mata nativa e agroecossistemas cafeeiros. **Acta Scientiarum: Agronomy**, v. 25, n. 1, p. 147-153, 2003.
- TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2002. v. 2, p. 199-275.

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

XAVIER, F.A.S. et al. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 2, p. 247-258, mar./abr. 2006.

WARDLE, D.A. Metodologia para quantificação da biomassa microbiana do solo. In: HUNGRIA, M.; ARAÚJO, R.S. (Eds.). **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola**. Brasília: Empresa Brasileira de pesquisa Agropecuária, 1994. p. 419-436.

Daniele Fabiana Glaeser

Author has degree in Biological Sciences in 2005 by Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Ivinhema, Mato Grosso do Sul (MS), Brasil. MSc. in Agronomy in 2008 by Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Dourados, MS. Currently is student at Doutorado from UFGD, developing research in biology of soil, emphasis in edaphic mesofauna and research in biology control with emphasis in parasitoid.

Fábio Martins Mercante

Author received his BS in Agronomy in 1987, MSc. in 1993 and Ph. D. in 1997 in Soil Science by Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Currently is a researcher at Embrapa Western Region Agriculture, Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, developing researches in soil Microbiology with emphasis in biological nitrogen fixation, biological indicators of soil quality in crop systems.

Maria Aparecida Martins Alves

Author received his BS at Biological Sciences in 1995, MSc. in 2001 at Sustainable Development, of the Center of Sustainable Development from Universidade de Brasília, Brazil. Currently is professora at the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, has experience in environmental management.

Rogério Ferreira da Silva

Author received his BS in Agronomy (1995) and M.Sc. (1998) in Soil Science by Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Ph.D. in 2006 in Soil Science by Universidade Estadual de Londrina. Currently is a associate professor of Technology course in Agroecology at the Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Glória de Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, developing researches in Management and soil conservation with emphasis in soil ecology, soil fauna, properties physical and chemical of soil, agroecology, biological indicators of soil quality in crop systems.

Olácio Mamoru Komori

Author has degree in Biological Sciences in 2005. by Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Ivinhema, Mato Grosso do Sul, Brasil. Currently is organic farmer of Associação Orgânica de Mato Grosso do Sul (APOMS), Glória de Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil.