

**Alterações na Biomassa Microbiana
do Solo em Cultivos de Mandioca
sob Diferentes Coberturas Vegetais**



República Federativa do Brasil
Luiz Inácio Lula da Silva
Presidente

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
Roberto Rodrigues
Ministro

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

Conselho de Administração
Luis Carlos Guedes Pinto
Presidente

Clayton Campanhola
Vice-Presidente
Alexandre Kalil Pires
Ernesto Paterniani
Hélio Tollini
Marcelo Barbosa Saintive
Membros

Diretoria-Executiva
Clayton Campanhola
Diretor-Presidente

Gustavo Kauark Chianca
Herbert Cavalcante de Lima
Mariza Marilena T. Luz Barbosa
Diretores-Executivos

Embrapa Agropecuária Oeste
Mário Artemio Urchei
Chefe-Geral
Renato Roscoe
Chefe-Adjunto de Pesquisa e Desenvolvimento
Auro Akio Otsubo
Chefe-Adjunto de Administração

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 21

Alterações na Biomassa Microbiana do Solo em Cultivos de Mandioca sob Diferentes Coberturas Vegetais

Fábio Martins Mercante

Auro Akio Otsubo

David Martins Garib

Carla Silvana Fabbro Francelino

Marcelo Gancedo

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó

Caixa Postal 661

79804-970 Dourados, MS

Fone: (67) 425-5122

Fax: (67) 425-0811

www.cpao.embrapa.br

E-mail: sac@cpao.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Renato Roscoe*

Secretário-Executivo: *Rômulo Penna Scorza Júnior*

Membros: *Amoacy Carvalho Fabricio, Clarice Zanoni Fontes, Eli de Lourdes Vasconcelos, Fernando Mendes Lamas e Gessi Ceccon*

Editoração eletrônica, Revisão de texto e Supervisão editorial:

Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica: *Eli de Lourdes Vasconcelos*

Foto da capa: *Rogério Ferreira da Silva*

1ª edição

1ª impressão (2004): online

Todos os direitos reservados.

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei Nº 9.610).

CIP-Catálogo-na-Publicação.

Embrapa Agropecuária Oeste.

Alterações na biomassa microbiana do solo em cultivos de mandioca sob diferentes coberturas vegetais / Fábio Martins Mercante ... [et al.]. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004.

25 p. ; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 21).

1. Mandioca - Solo - Cobertura vegetal - Biomassa microbiana. 2. Solo - Cobertura vegetal - Biomassa microbiana - Mandioca. 3. Biomassa microbiana - Mandioca - Solo - Cobertura vegetal. Mercante, Fábio Martins. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	8
Material e Métodos.....	10
Resultados.....	13
Conclusões.....	22
Agradecimentos.....	22
Referências Bibliográficas.....	23

Alterações na Biomassa Microbiana do Solo em Cultivos de Mandioca sob Diferentes Coberturas Vegetais

Fábio Martins Mercante¹

Auro Akio Otsubo²

David Martins Garib³

Carla Silvana Fabbro Francelino³

Marcelo Gancedo⁴

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo da mandioca em plantio direto sob diferentes coberturas vegetais na biomassa microbiana do solo e índices derivados. Tais parâmetros foram avaliados também em sistema sob preparo convencional (aração e gradagem) e sistema natural (mata nativa), para comparação. Os estudos foram conduzidos no Município de Glória de Dourados, MS, num Argissolo Vermelho distrófico, de textura arenosa. O carbono da biomassa microbiana (C microbiano) foi determinado pelo método da fumigação-extração e a atividade microbiana foi avaliada pelo método da respirometria (evolução de CO₂). Avaliaram-se, ainda, os quocientes metabólico e microbiano, além de alguns atributos relacionados à física e química do solo. De modo geral, a biomassa microbiana do solo mostrou-se mais

¹ Eng. Agrôn., Dr., *Embrapa Agropecuária Oeste*, Caixa Postal 661, 79804-970 Dourados, MS. E-mail: mercante@cpao.embrapa.br

² Eng. Agrôn., M.Sc., *Embrapa Agropecuária Oeste*. E-mail: auro@cpao.embrapa.br

³ Biólogo(a), bolsista do CNPq.

⁴ Eng. Agrôn., bolsista do CNPq.

favorecida nos sistemas sob cobertura de resíduos do que no sistema convencional de preparo do solo, refletindo em valores mais elevados do quociente microbiano, expresso pela relação C microbiano/C orgânico total (C mic/C org).

Termos para indexação: biomassa microbiana, atividade microbiana, plantio direto, mandioca.

Changes of Soil Microbial Biomass in Cassava Cultivations Using Different Cover Species

Abstract

This study had the aim to evaluate the effect of cassava cultivation under no-tillage system and using different cover species on soil microbial biomass and its derived indexes. Such parameters were also evaluated under conventional tillage (disk plowing) and natural system (native vegetation). The experiment was carried out in Glória de Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil, in a sandy soil (Oxisol). The carbon of microbial biomass was measured by fumigation-extraction method and microbial activity by evolution of CO₂. Metabolic and microbial quotients as well as physical and chemical soil attributes were evaluated. In general, the soil microbial biomass was more favored in systems with residues that covered the soil than under conventional tillage, reflecting in higher values of the microbial quotient, expressed for the relationship between microbial C and total organic C.

Index terms: microbial biomass, microbial activity, no-tillage, cassava.

Introdução

As práticas comumente adotadas por agricultores em relação ao cultivo da mandioca envolvem os sistemas de preparo de solo caracterizados pela excessiva mobilização e desestruturação da camada superficial do solo. O uso intensivo e indiscriminado de aração e gradagem no preparo do solo e o excessivo tráfego de máquinas sobre o terreno ajudam a destruir a estrutura da camada superficial do solo e contribuem para a formação de uma camada compacta subsuperficial, favorecendo a erosão (Boller et al., 1998). Nos últimos anos, métodos de manejo do solo, como o preparo reduzido e a semeadura direta, vêm sendo adotados em substituição aos preparos convencionais. Tais métodos, por não revolverem o solo ou revolvê-los parcialmente, podem provocar no perfil, estruturas diferentes daquelas resultantes dos preparos convencionais, as quais podem influenciar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas e, por conseqüente, sua produtividade (Mello Ivo & Mielniczuk, 1999). Neste contexto, as práticas de manejo do solo podem influenciar a atividade biológica do solo através de seus efeitos na quantidade, estrutura e distribuição da matéria orgânica do solo (Moore et al., 2000).

A biomassa microbiana do solo está envolvida na decomposição de materiais orgânicos do solo e ciclagem de nutrientes, sendo freqüentemente relacionada como um indicador capaz de detectar mais precocemente as alterações no solo decorrentes de seu uso e manejo, antecedendo as detecções de mudanças provocadas nas propriedades químicas e físicas do solo nos agrossistemas (Brookes, 1995; Jordan et al., 1995; Balota et al., 1998; Sands & Podmore, 2000; Matsuoka et al., 2003). Contudo, as dificuldades na interpretação dos indicadores biológicos de qualidade constituem um dos grandes obstáculos a serem transpostos nas avaliações de qualidade do solo, conforme destacado por Tótola & Chaer (2002).

Diversos estudos demonstram que a quantidade e qualidade dos resíduos vegetais nos sistemas produtivos provocam alterações na composição da comunidade microbiana, influenciando a sua taxa de decomposição. Neste sentido, os sistemas de manejo do solo atuam diretamente na persistência dos resíduos no solo, no tamanho da biomassa microbiana e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas. Estudos conduzidos em diferentes solos e regiões brasileiras têm mostrado que a biomassa microbiana do solo e sua atividade são mais expressivas sob o sistema plantio direto, quando comparados com o sistema convencional de cultivo, envolvendo arações e gradagens (Balota et al., 1998; Vargas & Scholles, 2000; Mercante, 2001).

O plantio da mandioca (*Manihot esculenta*) é feito com amplo espaçamento entre as fileiras (0,9 a 1,2 m), deixando o solo desprotegido durante o primeiro ciclo vegetativo, pois as plantas apresentam baixo índice de área foliar (Souza & Souza, 2002), intensificando os fatores que levam à degradação da qualidade do solo. Portanto, é fundamental a utilização de uma camada de cobertura constante sobre o solo para manutenção e/ou melhoria das suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Neste contexto, o plantio da mandioca com cobertura morta representa uma alternativa importante para os produtores, principalmente quando o solo é arenoso ou muito arenoso; no entanto, há poucas informações disponíveis a respeito da eficiência desta técnica na manutenção da qualidade do solo, principalmente em relação aos processos biológicos.

Nos cultivos de mandioca (*Manihot esculenta*), a utilização de um sistema de manejo mais conservacionista é, particularmente importante, devido ao baixo índice de área foliar das plantas, que deixa o solo desprotegido durante o primeiro ciclo vegetativo, e, conseqüentemente, intensificando os fatores que levam à degradação do solo.

No presente estudo, o objetivo foi avaliar as alterações na biomassa microbiana do solo em cultivos de mandioca sob um sistema de manejo menos impactante e mais conservacionista, utilizando-se diferentes coberturas vegetais. Além disso, o trabalho visou avaliar os efeitos das culturas de cobertura utilizadas sobre as propriedades físicas e químicas do solo.

Material e Métodos

Caracterização da área experimental e sistemas de manejo do solo

Os sítios de amostragem localizaram-se no Município de Glória de Dourados, MS (22° 22´ S; 54° 30´ W; 400m), em solos classificados como Argissolo Vermelho, textura arenosa. O clima de ocorrência, segundo a classificação de Koppen, é o Aw, com estação quente e chuvosa no verão e moderadamente seca no inverno. A média de temperatura nos meses mais frios encontra-se em torno de 18°C. Nos meses mais quentes, a média de temperatura fica em torno de 28°C, onde as temperaturas médias extremas ficam em torno de 35°C.

As avaliações foram realizadas numa área dividida em quatro talhões distintos, sendo três destes ocupados com as coberturas de mucuna (1.800 m²), sorgo (1.500 m²) e milho (1.500 m²) e um preparado no sistema convencional (2.000 m²), envolvendo araças e gradagens. Os seguintes sistemas foram avaliados: (i) sistema plantio direto, nas sucessões mucuna/mandioca, milho/mandioca e sorgo/mandioca; (ii) sistema convencional, com preparo de solo; (iii) sistema natural (mata nativa), em área adjacente às parcelas experimentais.

Estimativa da biomassa microbiana do solo

Os teores de carbono da biomassa microbiana foram determinados pelo método da fumigação-extração, proposto por Vance et al. (1987) e Tate et al. (1988). Inicialmente, as amostras de solo foram peneiradas (<2mm) e subdivididas em triplicatas, sendo que três amostras (20,0 g) foram fumigadas com clorofórmio previamente purificado. Após a fumigação, foi feita a extração do C nas amostras fumigadas e não fumigadas, utilizando K_2SO_4 . Em seguida, realizou-se a determinação do C por dicromatometria, seguida de titulação com sulfato ferroso amoniacal. A estimativa da biomassa, representada pelo carbono microbiano, seguiu a relação utilizada por Gama-Rodrigues (1992): $(Vb - Va) \cdot NFeSO_4 \cdot 0,003 \cdot 50 \cdot 10^6 / (8 \cdot Ps)$ (g), onde Vb representa o volume (ml) de sulfato ferroso gasto na titulação do branco; Va , o volume (ml) de sulfato amoniacal gasto na titulação da amostra; $NFeSO_4$, a normalidade do sulfato padronizado, e Ps , o peso do solo seco (g). A determinação do carbono foi utilizada para a estimativa do C da biomassa microbiana, segundo a fórmula: $(g \text{ C de solo fumigado} - g \text{ C de solo não fumigado}) / 0,33$.

Determinação da atividade microbiana

No presente estudo, utilizou-se o método da respirometria (evolução de CO_2), com a umidade das amostras de solo ajustadas para 80% de sua capacidade de campo. As amostras (50 g) foram colocadas em recipientes hermeticamente fechados, individualmente, onde o C- CO_2 produzido foi captado por uma solução de NaOH 1,0 N. Após um período de incubação de sete dias, o C- CO_2 foi quantificado por titulação com HCl 1 N, acrescentando-se uma solução saturada de $BaCl_2$ para precipitação de Na_2CO_3 . Todas as determinações foram efetuadas em triplicatas.

Determinação do quociente metabólico (qCO_2)

O quociente metabólico, definido pela relação entre a respiração e o C da biomassa microbiana, foi determinado, conforme Anderson & Domsch (1990), pela equação: $mg\ C-CO_2\ g\ solo\ fresco^{-1}\ h^{-1}/mg\ biomassa-C\ g\ solo^{-1}$.

Quociente microbiano

Os índices da qualidade nutricional da matéria orgânica foram expressos pelo quociente microbiano, definido pela relação entre o C da biomassa microbiana e o C orgânico total do solo.

Avaliações físicas e químicas

Amostras do solo foram retiradas para análise de atributos físicos, como: densidade, estabilidade de agregados em H_2O e textura.

Coefficientes de correlação e índice de similaridade

As correlações de Pearson foram utilizadas para verificar as relações entre parâmetros microbiológicos (carbono da biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico e quociente microbiano) e atributos químicos e físicos do solo, em cultivos de mandioca sob sistema convencional, plantio direto com coberturas de mucuna, sorgo e milho e sob mata nativa.

O índice de similaridade dos diferentes usos do solo foi estabelecido de acordo com os parâmetros microbiológicos (Carbono da

biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico e quociente microbiano), químicos e físicos.

Resultados

Biomassa microbiana e índices derivados

As determinações do carbono da biomassa microbiana (C microbiano), respiração basal e índices derivados (quociente metabólico e quociente microbiano) foram realizadas em três épocas distintas: maio, julho e novembro de 2003.

De modo geral, os teores de C microbiano mais expressivos foram observados no sistema natural (mata nativa), especialmente nas duas primeiras épocas de avaliação (Tabela 1).

Na primeira época de avaliação, os teores de C microbiano no sistema sob cobertura de sorgo foram similares aos verificados no sistema natural, contudo, não diferram significativamente dos teores observados nos demais sistemas. Na avaliação seguinte, verificou-se a mesma tendência de superioridade apresentada pelo sistema sob cobertura de sorgo, embora não tenham diferido estatisticamente dos demais sistemas, sendo inclusive, semelhantes aos teores verificados no sistema natural. Na terceira época de avaliação, em todos os sistemas, foram detectadas reduções drásticas nos teores de C microbiano. Nessa avaliação, os teores de C microbiano verificados no sistema sob resíduos de mucuna foram cerca de 71% e 63% superiores aos observados nos sistemas sob resíduos de milho e sob preparo convencional, respectivamente (Tabela 1). Deve-se salientar, que os valores mais elevados dos teores de C microbiano implicam em maior imobilização temporária de nutrientes e, conseqüentemente, em menores perdas de nutrientes no sistema solo-planta.

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico (qCO_2) e quociente microbiano (Cmic/Corg), determinados na camada de solo de 0-10 cm de profundidade, em três épocas distintas. Glória de Dourados, MS.

Uso do solo ⁽¹⁾	Carbono da BMS ($\mu\text{g C g solo seco}^{-1}$)	Respiração basal ($\mu\text{g C-CO}_2 \text{ g solo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$)	Quociente metabólico ($\mu\text{g C-CO}_2 \mu \text{Cmic}^{-1} \text{ h}^{-1}$)	Cmic/Corg ⁽²⁾ (%)
1ª avaliação (Maio/ 2003)				
SC	67,78 b	5,07 a	66,6 a	1,731
PD - Mucuna	79,87 b	4,27 a	39,6 a	2,824
PD- Sorgo	98,42 ab	6,99 a	38,4 a	3,283
PD - Milheto	90,94 b	6,61 a	45,1 a	2,890
Mata nativa	193,17 a	6,08 a	34,3 a	3,715
2ª avaliação (Julho/ 2003)				
SC	75,46 a	3,56 ab	53,44 a	3,210
PD - Mucuna	92,54 a	3,15 ab	17,86 a	4,126
PD- Sorgo	103,66 a	2,95 b	20,07 a	3,079
PD - Milheto	81,06 a	2,81 b	21,87 a	3,429
Mata nativa	124,09 a	5,50 a	21,57 a	3,260
3ª avaliação (Novembro/ 2003)				
SC	21,94 b	4,12 b	177,29 ab	0,513
PD - Mucuna	58,96 a	3,46 b	25,57 b	1,761
PD- Sorgo	38,06 ab	4,62 b	74,39 b	0,811
PD - Milheto	17,30 b	5,19 b	313,74 a	0,490
Mata nativa	47,81 a	8,67 a	144,12 ab	0,803

Médias seguidas da mesma letra nas colunas, dentro de cada época de avaliação, não diferem significativamente pelo teste de Duncan a 5%.

⁽¹⁾ **SC:** sistema convencional; **PD Mucuna:** Plantio direto sob mucuna; **PD Sorgo:** Plantio direto sob palhada de sorgo; **PD Milheto:** Plantio direto sob palhada de milheto.

⁽²⁾ Cmic/Corg = Carbono da biomassa microbiana/carbono orgânico total do solo.

Quanto à atividade microbiana ($C-CO_2$), não foram verificadas diferenças significativas entre o sistema natural e os sistemas cultivados com as diferentes espécies de cobertura, na primeira época de avaliação (Tabela 1). Nas avaliações seguintes, o sistema natural proporcionou as taxas mais elevadas de respiração basal, quando comparado aos demais sistemas. Contudo, na segunda época de avaliação, estes valores foram semelhantes aos verificados nos sistemas sob cobertura de mucuna e sob preparo convencional (Tabela 1).

As taxas de respiração específica (quociente metabólico - qCO_2), que representam as quantidades de $C-CO_2$ liberada por unidade de biomassa microbiana em determinado tempo, apresentaram-se semelhantes entre os diferentes sistemas, nas duas primeiras épocas de avaliação. Contudo, na terceira época de avaliação, o sistema sob resíduos de milho propiciou as maiores taxas de respiração específica, embora não tenha diferido significativamente dos sistemas sob preparo convencional e mata nativa (Tabela 1). Deve-se considerar que uma biomassa é mais eficiente, quanto menos C é perdido como CO_2 (valores mais baixos de qCO_2) e uma fração significativa de C é incorporada ao tecido microbiano.

Os valores de quociente microbiano, expressos pela relação C microbiano/C orgânico total (C_{mic}/C_{org}), nos diferentes sistemas, estão apresentados na Tabela 1. Na primeira época de avaliação, os valores mais elevados foram verificados no sistema natural, seguido pelos sistemas sob cultivo de sorgo, milho, mucuna e sob o sistema sob preparo convencional, respectivamente. Na avaliação seguinte, essa relação mostrou-se mais expressiva nos sistemas sob cultivo de mucuna e milho, sendo superiores aos verificados nos demais sistemas, inclusive no sistema natural. Do mesmo modo, na terceira época de avaliação, os sistemas sob resíduos de mucuna e sorgo apresentaram valores superiores aos verificados no sistema

natural. De modo geral, valores mais elevados da relação C_{mic}/C_{org} podem indicar um acúmulo de C no solo, enquanto valores mais reduzidos indicariam uma perda de C no solo, ao longo do tempo.

Análises físicas e químicas

Os dados de análise química do solo, amostrado nas três épocas de avaliação dos parâmetros biológicos estão apresentados na Tabela 2 e os dados referentes à avaliação dos atributos físicos do solo estão apresentados na Tabela 3.

As amostragens de solo para avaliações de atributos físicos do solo foram realizadas em maio de 2003. O Diâmetro Médio Ponderado (DMP) das amostras de solo coletadas no sistema natural (mata nativa) foi semelhante ao verificado nos sistemas sob cobertura de sorgo e milho, sendo estes superiores aos verificados no sistema sob preparo convencional e no sistema com cobertura de mucuna.

Quanto à porosidade, observou-se que o sistema convencional de preparo do solo proporcionou os valores mais elevados do volume total de poros (VTP), não havendo, contudo, diferenças significativas dos sistemas sob resíduos de sorgo e milho e do sistema natural (Tabela 3). Observando-se os valores de macro e microporosidade verifica-se que o sistema convencional apresentou maior número de macroporos, sendo significativamente superior aos verificados nos sistemas sob mucuna e sorgo, e semelhante aos sistemas com cobertura de milho e sob mata nativa (Tabela 3). Em relação à microporosidade, não se observou diferenças significativas entre os tratamentos, independente do tipo de preparo do solo e espécie vegetal de cobertura (Tabela 3).

Tabela 2. Análise química do solo⁽¹⁾ na camada de 0-10 cm de profundidade, sob diferentes sistemas de coberturas. Glória de Dourados, 2003.

Épocas	Uso do solo ⁽²⁾	Ph (H ₂ O)	P mg dm ⁻³Cmolc dm ⁻³			Mo g kg ⁻¹	
				Ca	K	Mg		Al
Maio	SC	5,02	8,78	0,50	0,11	0,24	0,40	6,53
	PD - Mucuna	5,29	17,74	0,74	0,28	0,86	0,18	6,88
	PD - Sorgo	5,38	17,32	1,90	0,38	0,38	0,12	5,85
	PD - Milheto	5,54	14,14	0,76	0,38	1,06	0,04	7,91
	Mata nativa	5,05	2,80	0,70	0,12	0,46	0,34	8,60
Julho	SC	5,47	7,32	0,94	0,16	0,30	0,04	5,42
	PD - Mucuna	5,22	22,10	0,84	0,20	0,24	0,28	6,23
	PD - Sorgo	5,29	18,12	1,02	0,24	0,30	0,14	6,97
	PD - Milheto	5,28	7,84	0,82	0,25	0,26	0,16	5,62
	Mata nativa	5,12	2,30	0,90	0,07	0,44	0,30	7,98
Novembro	SC	5,16	15,60	0,62	0,15	0,22	0,20	7,77
	PD - Mucuna	5,16	21,30	0,76	0,15	0,24	0,22	6,53
	PD - Sorgo	5,07	28,90	0,60	0,25	0,24	0,26	8,60
	PD - Milheto	5,36	10,98	0,50	0,24	0,36	0,24	6,19
	Mata nativa	5,29	2,96	0,72	0,13	0,44	0,18	11,69

⁽¹⁾ Ca, Mg: KCl 1 mol L⁻¹; P: Mehlich; V: Saturação por bases.

⁽²⁾ **SC**: sistema convencional; **PD Mucuna**: Plantio direto sob mucuna; **PD Sorgo**: Plantio direto sob palhada de sorgo; **PD Milheto**: Plantio direto sob palhada de milheto.

Tabela 3. Características físicas do solo sob diferentes sistemas de manejo, na camada de 0-10 cm de profundidade de um Argissolo Vermelho distroférrico de textura arenosa. Valores médios de cinco repetições. Glória de Dourados, MS, 2003.

Uso do solo ⁽¹⁾	DMP	Matéria Orgânica (g. kg ⁻¹)	Dap ³ (g. cm ³)	Macroporos (%)	Microporos (%)	VTP (%)
SC	3,93 a	6,67 a	1,41 b	26,03 a	18,44 a	44,47 a
PD- Mucuna	4,07 b	5,71 a	1,62 a	16,35 b	22,39 a	38,74 b
PD- Sorgo	6,22 a	5,43 a	1,62 a	18,29 b	23,42 a	39,81 ab
PD- Milheto	6,13 a	8,25 a	1,61 a	17,76 ab	21,13 a	38,89 ab
Mata nativa	7,39 a	7,02 a	1,48 ab	23,11 ab	20,06 a	43,17 ab

Médias seguidas da mesma letra, dentro de cada coluna, não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%.

A densidade aparente (Dap) mostrou-se superior nos sistemas sob as diferentes espécies de cobertura do solo, sendo estatisticamente semelhante ao sistema natural e superior ao sistema convencional de preparo do solo. Apesar da superioridade da Dap e menores valores de VTP observados nos sistemas sob as diferentes espécies de cobertura, os resultados não denotam uma compactação do solo, visto que a maior porosidade total verificada no sistema convencional se deve ao aumento da macroporosidade, provocada pelo revolvimento do solo nesse sistema.

Coeficientes de correlação e índice de similaridade

De modo geral, a atividade microbiana (C-CO₂) foi o parâmetro que melhor se correlacionou com os atributos físicos e químicos do solo (Tabela 4). Em relação aos parâmetros físicos avaliados destaca-se a correlação da atividade microbiana com a macroporosidade e o volume total de poros verificados nos sistemas produtivos.

O dendograma de similaridade dos diferentes usos do solo, de acordo com as características microbiológicas, físicas e químicas, demonstra que o sistema natural (mata nativa) forma um grupo independente, indicando condições bastante diferenciadas dos sistemas cultivados (Fig. 1). Entre os sistemas produtivos, verificou-se a formação de dois grupos distintos, onde os sistemas sob cobertura de sorgo (SO) e mucuna (MU) mostraram-se similares e separados dos sistemas sob cobertura de milho e o sistema sob preparo convencional (Fig. 1).

Tabela 4. Correlação de Pearson entre parâmetros microbiológicos e atributos químicos e físicos do solo, em cultivos de mandioca sob sistema convencional (SC), plantio direto (PD) com coberturas de mucuna (Mu), sorgo (So), milho (Mi) e sob mata nativa (MN).

Atributos	Variáveis	Parâmetros Microbiológicos			
		C-BMS	C-CO ₂	qCO ₂	qMic
Química do Solo	pH	-0,16	0,47 *	0,37	-0,07
	Mg	0,32	0,51 *	-0,01	0,27
	S	0,20	0,57 *	0,07	0,17
	CTC-Efetiva	0,38	0,57 *	-0,08	0,29
	M.O.	0,06	0,07	-0,09	-0,27
	Al	0,28	-0,30	-0,34	0,17
	Ca	0,26	0,54 *	0,01	0,24
	H + Al	0,35	-0,26	-0,46 *	0,20
	K	-0,42 *	0,07	0,29	-0,45 *
	P	-0,40 *	-0,02	0,28	-0,39
	CTC	0,51 *	0,08	-0,45 *	0,32
	m%	0,19	-0,32	-0,28	0,10
	V%	-0,02	0,50 *	0,26	0,04
Física do Solo	Dap	-0,28	-0,35	-0,08	-0,16
	Macroporosidade	0,31	0,45 *	0,12	0,11
	Microporosidade	-0,32	-0,34	-0,04	-0,11
	VTP	0,19	0,41 *	0,15	0,08
	DMP	-0,57 *	0,00	0,34	-0,47 *

* Significância a 5% de probabilidade.

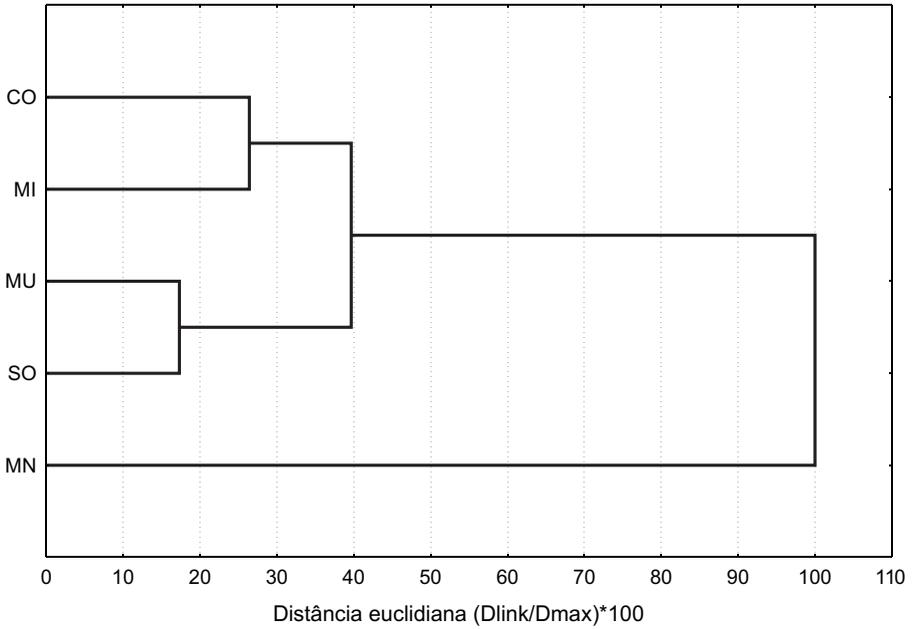


Fig. 1. Dendrograma dos diferentes usos do solo, de acordo com as características microbiológicas, físicas e químicas. Valores médios das avaliações realizadas em maio, julho e novembro de 2003. Sistema convencional (CO), plantio direto com coberturas de mucuna (MU), sorgo (SO), milho (MI) e mata nativa (MN).

Conclusões

- De modo geral, os valores mais elevados de C microbiano foram verificados no sistema sob mata nativa, seguindo-se os sistemas sob coberturas de sorgo, mucuna e milho e sob preparo convencional, respectivamente.
- As taxas de respiração específica (quociente metabólico) mostraram-se mais reduzidas no sistema sob cobertura de mucuna, indicando uma biomassa mais eficiente, com menores perdas de C-CO₂.
- Os valores do quociente microbiano, expressos pela relação entre o C microbiano e o C orgânico total do solo, indicaram que o sistema plantio direto, com diferentes espécies de cobertura do solo, podem proporcionar uma maior dinâmica da matéria orgânica do solo.

Agradecimentos

Ao Técnico do Laboratório de Microbiologia do Solo Aroldo da Silva Júnior e ao Técnico Agrícola Júlio Aparecido Leal, pelo auxílio na execução do trabalho.

À FUNDECT - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, pela concessão dos recursos para realização do trabalho.

Ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelas bolsas concedidas ao projeto.

Referências Bibliográficas

ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotiens ($q\text{CO}_2$ and qD) on microbial biomasses from soils of different cropping histories. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 22, p. 251-255, 1990.

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**, Campinas, v.22, n.4,p.641-649, 1998.

BOLLER, W.; KLEIN, V. A.; DALLMEYER, A. U. Semeadura de milho em solo sob preparo reduzido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p. 23-130, 1998.

BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 269-279, 1995.

GAMA-RODRIGUES, E. F. **Biomassa-C microbiana de solos de Itaguaí: comparação de métodos de fumigação-incubação e fumigação-extração**. 1992. 108 p. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Itaguaí.

JORDAN, D.; KREMER, R. J.; BERGFELD, W. A.; KIM, K. Y.; CACNIO, V. N. Evaluation of microbial methods as potential indicators and soil quality in historical agricultural fields. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 297-302, 1995.

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**, Viçosa, v. 27, p. 425-433, 2003.

MELLO IVO, W. M. P.; MIELNICZUK, J. Influência da estrutura do solo na distribuição e na morfologia do sistema radicular do milho sob três métodos de preparo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, p. 135-143, 1999.

MERCANTE, F.M. **Os microrganismos do solo e a dinâmica da matéria orgânica em sistemas de produção de grãos e pastagem**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2001. 14p. (Coleção Sistema Plantio Direto, 5).

MOORE, J. M.; KLOSE, S.; TABATABAI, M. A. Soil microbial biomass carbon and nitrogen as affect by cropping systems. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 31, p. 200-210, 2000.

SANDS, G. R.; PODMORE, T. H. A generalized environmental sustainability index for agricultural systems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 79, p. 29-41, 2000.

TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 20, p. 329-335, 1988.

TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ, V. H.; SCHAEFER, C. E. G. R.; BARROS, N. F.; MELLO, J. W. V.; COSTA, L. M. (Ed.). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002. v. 2, p.195-276.

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

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, p. 35-42, 2000.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó
Caixa Postal 661 - 79804-970 Dourados, MS
Telefone (67) 425-5122 Fax (67) 425-0811
www.cpao.embrapa.br*

**Ministério da Agricultura,
Pecuária e Abastecimento**

