

**Parâmetros Microbiológicos como Indicadores da Qualidade do Solo sob Sistemas Integrados de Produção Agropecuária**



**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



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

ISSN 1679-0456

Outubro, 2004

# ***Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 20***

## **Parâmetros Microbiológicos como Indicadores da Qualidade do Solo sob Sistemas Integrados de Produção Agropecuária**

Fábio Martins Mercante  
Amoacy Carvalho Fabricio  
Luís Armando Zago Machado  
William Marra Silva

Dourados, MS  
2004

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*

Fotos da capa: *Fábio Martins Mercante, Luís Armando Zago Machado e Sívio Ferreira*

**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.*

---

Parâmetros microbiológicos como indicadores da qualidade do solo sob sistemas integrados de produção agropecuária / Fábio Martins Mercante ... [et al.]. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 27 p. ; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 20).

1. Sistema de produção – Manejo do solo – Microorganismo – Qualidade do solo. 2. Manejo do solo – Microorganismo – Qualidade do solo. 3. Microbiologia do solo – Sistema de produção. I. Mercante, Fábio Martins. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

---

# Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	10
Resultados.....	13
Conclusões.....	23
Agradecimentos.....	24
Referências Bibliográficas.....	25



# Parâmetros Microbiológicos como Indicadores da Qualidade do Solo sob Sistemas Integrados de Produção Agropecuária

---

*Fábio Martins Mercante<sup>1</sup>*

*Amoacy Carvalho Fabricio<sup>2</sup>*

*Luís Armando Zago Machado<sup>3</sup>*

*William Marra Silva<sup>4</sup>*

## Resumo

Os efeitos das práticas de manejo nos teores de matéria orgânica do solo são amplamente mediados pela comunidade microbiana, que atua como agente de transformação da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia.

No presente estudo, foram avaliadas as alterações nos teores de carbono da biomassa microbiana (C microbiano) e índices derivados, num Latossolo Vermelho Distroférico típico, em Dourados, MS. As avaliações foram realizadas no estágio inicial de maturação das culturas nas safras de verão 2000/2001, inverno de 2001, verão 2001/2002, inverno de 2002, verão 2002/2003 e inverno 2003, em sistemas intensivos de produção, contemplando a agricultura, a pecuária e a agropecuária integrada. De modo geral, verificaram-se decréscimos significativos nos teores de C microbiano nos sistemas

---

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

<sup>2</sup> Eng. Agrôn., Dr., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: amoacy@cpao.embrapa.br

<sup>3</sup> Eng. Agrôn., M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: zago@cpao.embrapa.br

<sup>4</sup> Eng. Químico, M.Sc., Embrapa Agropecuária Oeste. E-mail: william@cpao.embrapa.br

com interferência antrópica, quando comparados com o sistema natural (mata nativa). Considerando-se os valores médios das seis safras distintas entre os sistemas cultivados, observaram-se os teores mais elevados de C microbiano no sistema integrado lavoura-pastagem, seguido pelos sistemas sob pastagem contínua, sistema plantio direto e sistema convencional, respectivamente. Entre os sistemas mais contrastantes, verificou-se uma superioridade de cerca de 21 % nos teores de C microbiano do sistema integrado lavoura-pastagem, em relação ao sistema convencional de cultivo, envolvendo arações e gradagens. Do mesmo modo, a atividade microbiana (C-CO<sub>2</sub>) apresentou-se menos expressivas no sistema convencional de cultivo em relação aos demais sistemas cultivados. Por outro lado, o sistema integrado lavoura-pastagem propiciou os valores mais elevados, seguido pelo sistema plantio direto e pastagem, respectivamente. Quanto ao quociente microbiano, expresso pela relação entre o C microbiano e C orgânico total do solo, os valores mais elevados foram verificados nos sistemas plantio direto e integrado lavoura-pastagem, indicando uma maior dinâmica da matéria orgânica do solo em comparação aos demais sistemas cultivados. As correlações positivas entre matéria orgânica do solo e carbono da biomassa microbiana e respiração basal demonstram a importância do uso de sistemas de manejo mais conservacionistas para o estabelecimento e manutenção de uma biomassa microbiana mais abundante e ativa. Além disso, os maiores níveis de similaridade verificados entre os sistemas integrado lavoura-pastagem, pastagem contínua e plantio direto em relação à mata nativa indicam a importância destas práticas de manejo no equilíbrio da comunidade microbiana do solo e na melhoria da qualidade do solo.

**Termos para indexação:** biomassa microbiana, atividade microbiana, plantio direto, plantio convencional.



# **Microbiological Parameters as Indicators of Soil Quality Under Integrated Systems of Production**

---

## **Abstract**

The effects of management systems on soil organic matter are widely mediated by the microbial community, that acts as agent of transformation of the organic matter, in the nutrient cycling and in the flow of energy. In the present study, changes in the amount of microbial biomass carbon (microbial C) and derived indexes were evaluated, in a Typic Hapludox, in Dourados, Mato Grosso do Sul State, Brazil. Sampling was carried out during the grain filling initiation period, in the 2000/2001 summer, 2001 winter, 2001/2002 summer, 2002 winter, 2002/2003 summer and 2003 winter cropping seasons. The following systems were used: agriculture, livestock and the integrated livestock production. In general, significant decreases were verified in the amount of microbial C in systems with anthropic interference when compared to natural system (native vegetation). Considering the average values of the six sampling dates among the cultivated systems, the highest amount of microbial C in the integrated system had been observed in a cropping/livestock integration system under no-till, followed by the systems under continuous pasture, no-tillage system and conventional tillage, respectively. The amount of

microbial C in integrated system was 21% higher than in the conventional tillage system with disk plowing. The microbial activity (C-CO<sub>2</sub>) was lower in the conventional tillage system when compared to the other crop systems. On the other hand, the integrated livestock production system showed the highest values of C-CO<sub>2</sub> followed by the no-till system and pasture, respectively. With relation to microbial quotient, expressed by the relationship between microbial C and total organic C, the highest values were observed in the no-till and cropping/livestock integration systems. It suggests a larger dynamics of the soil organic matter in comparison to the other crop systems. The positive correlations between soil organic matter and microbial C and basal respiration demonstrate the importance of using a more conservationist management systems for the establishment and maintenance of a more abundant and active microbial biomass. Besides, the largest similarity levels verified among the cropping/livestock integration, continuous pasture and no-till systems in relation to the native vegetation indicate the importance of these soil management practices in the soil microbial community balance and in the improvement of soil quality.

***Index terms:*** microbial biomass, microbial activity, no-tillage, conventional tillage.

## **Introdução**

A manutenção da qualidade do solo representa o fator primordial de uma agricultura sustentável. Entre os principais parâmetros para avaliar a qualidade do solo destacam-se os atributos relacionados com a dinâmica da matéria orgânica e a diversidade dos organismos do solo. Tem sido observado que os teores de carbono orgânico no solo, que encontram-se estáveis sob vegetação natural, apresentam uma redução acentuada com o preparo do solo, sendo afetados especialmente pela intensidade de revolvimento e pela cobertura do solo (Moore et al., 2000). A utilização de métodos convencionais de preparo do solo tendem a provocar uma redução nos teores de carbono orgânico do solo, resultante do aumento da taxa de decomposição anual ou redução da taxa de adição de material orgânico (Dalal & Mayer, 1986a, b). Por outro lado, o sistema plantio direto pode promover aumentos consideráveis nos teores de carbono orgânico e de nutrientes, principalmente, nas camadas mais superficiais do solo (Alvarez et al., 1995).

Neste contexto, diversos estudos têm mostrado que a biomassa microbiana do solo representa o parâmetro mais sensível de detecção das mudanças iniciais no conteúdo de matéria orgânica do solo (Carter, 1986; Powlson et al., 1987), correspondendo a 1-3% do carbono orgânico total no solo, e representa a fração lábil da matéria orgânica (Jenkinson & Ladd, 1981). A atividade dos microrganismos resultam na decomposição da matéria orgânica do solo, participando diretamente do ciclo biogeoquímico dos nutrientes e, conseqüentemente, mediando a sua disponibilidade no solo. Assim, a biomassa microbiana do solo atua como importante reservatório de nutrientes disponíveis às plantas (Wardle, 1992).

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.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes sistemas de manejo do solo sobre a biomassa microbiana do solo e índices derivados.

## **Material e Métodos**

### ***Caracterização da área experimental e sistemas de manejo***

Os sítios de amostragem de solo estão localizados na Estação Experimental da *Embrapa Agropecuária Oeste*, Dourados (MS), num Latossolo Vermelho distroférico típico, de textura muito argilosa.

As avaliações foram realizadas nas safras de verão (período chuvoso) e outono/inverno (período seco), em sistemas intensivos de produção, contemplando a agricultura, a pecuária e a agropecuária integrada, implantados desde 1995. As glebas encontravam-se dispostas num modelo experimental físico em faixas, sob os seguintes sistemas:

1. agricultura em plantio direto, com rotação de culturas, tendo como fator determinante as culturas de verão, definindo-se como rotação básica: soja/soja/milho. Para as safras de outono/inverno foram semeadas espécies para produção de grãos (trigo, aveia) ou para produção de palha (nabo forrageiro). A área ocupada por esse sistema é de 6,0 ha, divididos em três talhões de 2,0 ha cada;

2. sistema rotacionado de agricultura com pecuária, a cada dois anos, sendo conduzido em plantio direto, utilizando-se *Brachiaria decumbens* na pastagem e sucessão soja/aveia na área com agricultura. O sistema ocupa uma área de 8,0 ha e é subdividido em duas faixas de 4,0 ha;
3. pecuária de corte em pastagem permanente (*Brachiaria decumbens*), conduzido em sistema rotacionado de pastejo, em área correspondente a 4,0 ha;
4. sistema sob a forma usual de agricultura na região (Convencional), ocupando uma gleba de 2,0 ha. Conduzido com preparo do solo utilizando-se grades, sem o uso de rotação de culturas, cultivando soja no verão e aveia no inverno;
5. ecossistema regional (mata nativa), com ambiente não perturbado, numa área adjacente aos sistemas produtivos.

Em todos os sistemas, as amostragens foram realizadas em cinco pontos distintos, ao longo de um transecto, na camada de 0-10 cm de profundidade.

### ***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:  $(\text{g C de solo fumigado} - \text{g C de solo não fumigado}) / 0,33$ .

### ***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:  $\text{mg C-}CO_2 \text{ g solo fresco}^{-1} \text{ h}^{-1} / \text{mg biomassa-C g solo}^{-1}$ .

### ***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.

### ***Coefficientes de correlação e índice de similaridade***

A correlação de Pearson foi utilizada para verificar as relações entre matéria orgânica do solo (MOS) e carbono da biomassa microbiana (C-BMS) e respiração basal (C-CO<sub>2</sub>), avaliados sob diferentes sistemas de manejo do solo (sistema convencional, sistema plantio direto, sistema integrado lavoura-pecuária, pastagem contínua e 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).

## **Resultados**

### ***Carbono da biomassa microbiana***

Os teores de carbono da biomassa microbiana do solo (C microbiano) foram avaliados em seis épocas distintas (três safras de verão e três safras de inverno), no período de maturação das culturas. Os resultados do sistema plantio direto (SPD) correspondem a valores médios de três subparcelas com diferentes seqüências de culturas utilizadas em rotação, sendo soja e milho no

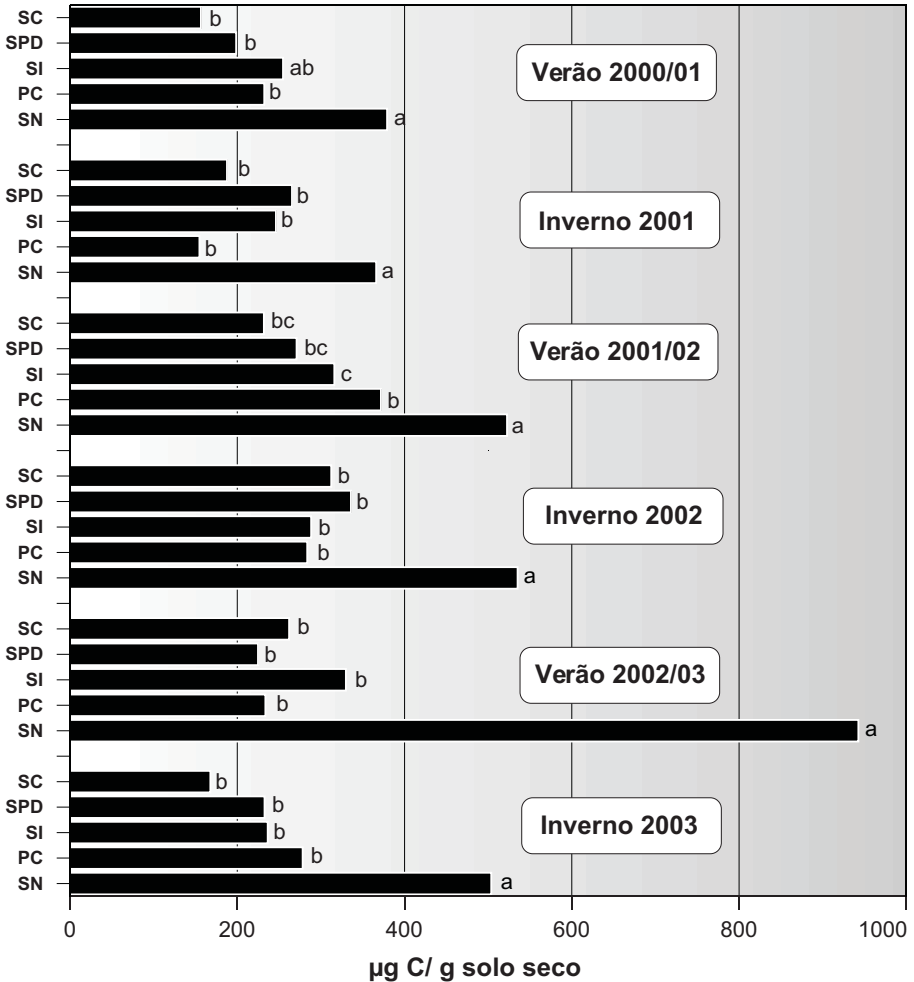
verão, rotacionado com trigo, aveia e nabo forrageiro no inverno. No sistema rotacionado lavoura-pastagem, os resultados correspondem a médias de duas subparcelas, sendo uma ocupada com lavoura e outra com pastagem, rotacionadas a cada dois anos.

As rotações/sucessão de culturas afetaram a biomassa microbiana do solo, quando comparado ao sistema natural (mata nativa), conforme o manejo do solo e a época de avaliação. De modo geral, verificaram-se decréscimos significativos nos teores de C microbiano nos sistemas com interferência antrópica, quando comparados com o sistema natural (mata nativa), conforme apresentado na Fig. 1. Do mesmo modo, tem sido verificado que a conversão de um sistema natural em áreas agrícolas implica, de modo geral, numa redução acentuada nos teores de carbono orgânico com o preparo do solo, que está relacionada com a diminuição das adições de C e com as condições mais favoráveis à decomposição da matéria orgânica nos sistemas de cultivo. Estas alterações nos teores de C orgânico são afetadas especialmente pela intensidade de revolvimento e pela cobertura do solo. Num sistema natural, o balanço entre as adições e perdas de carbono leva a um estado de equilíbrio dinâmico, o que, de maneira geral, não se verifica em áreas sob cultivo agrícola, onde o processo de decomposição da matéria orgânica é facilitado.

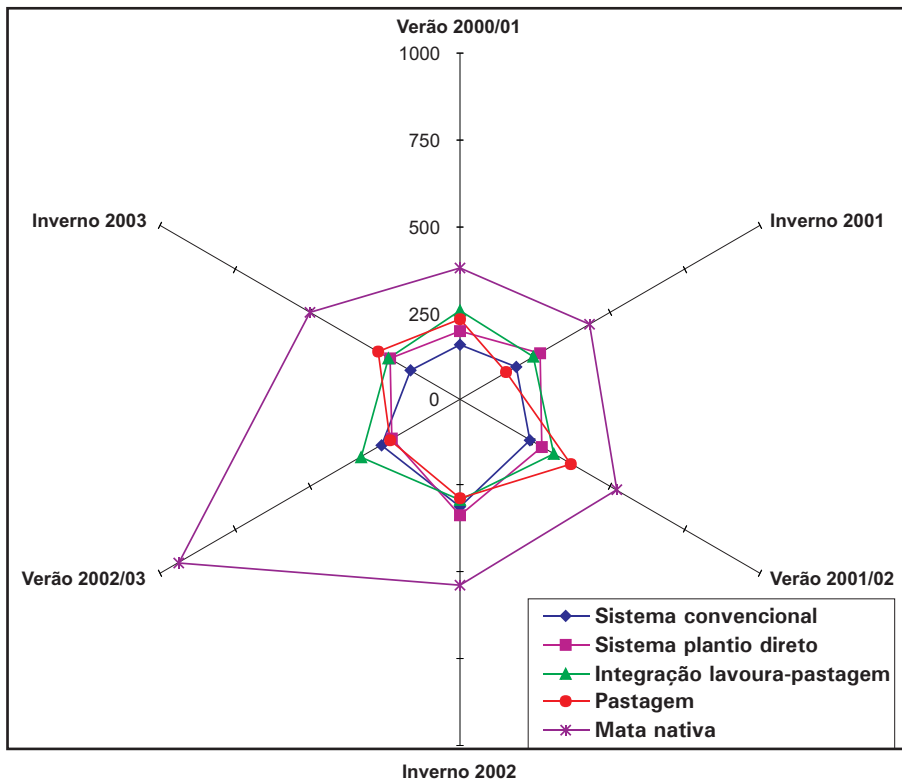
Nos cultivos de verão 2000/2001, os valores de C microbiano variaram entre 157 e 379  $\mu\text{g C g}^{-1}$  solo seco, nos sistemas convencional e natural, respectivamente. Embora não tenham sido verificadas diferenças significativas nos teores de C microbiano entre os sistemas cultivados, apenas o sistema integrado lavoura-pastagem mostrou-se estatisticamente similar ao sistema natural. Nas avaliações seguintes, o sistema sob mata nativa apresentou teores de C microbiano superiores a todos os sistemas cultivados (Fig. 1 e 2). Entre os sistemas com interferência antrópica, as



maiores variações nos valores de C microbiano foram verificadas no sistema sob pastagem cultivada continuamente, com uma redução drástica na avaliação da safra de inverno de 2001, provavelmente devido às baixas precipitações ocorridas nesse período (Fig. 1 e 2). Considerando-se os valores médios das seis safras distintas entre os sistemas cultivados, observaram-se os teores mais elevados de C microbiano no sistema integrado lavoura-pastagem, seguido pelos sistemas sob pastagem contínua, sistema plantio direto e sistema convencional, respectivamente. Entre os sistemas mais contrastantes, verificou-se uma superioridade de cerca de 21% nos teores de C microbiano do sistema integrado lavoura-pastagem, em relação ao sistema convencional de cultivo, envolvendo arações e gradagens. Quando foram comparadas as duas subparcelas do sistema integrado lavoura-pastagem, verificaram-se que os teores de C microbiano foram mais expressivos na subparcela onde havia sido introduzida a pastagem no sistema, na safra de verão 2001-2002. 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.



**Fig. 1.** Teores de Carbono da biomassa microbiana, determinados na camada de solo de 0-10 cm de profundidade, num Latossolo Vermelho distroférico típico, em Dourados, MS. Valores médios de cinco repetições. Letras diferentes, dentro de cada época de avaliação, contrastam pelo teste de Duncan a 5%. SC = Sistema convencional; SPD = Sistema plantio direto; SI = Sistema integrado lavoura-pastagem; PC = Pastagem contínua e SN = Sistema natural (mata nativa).



**Fig. 2.** Carbono da biomassa microbiana, determinados na camada de solo de 0-10 cm de profundidade, num Latossolo Vermelho distroférico típico, em Dourados, MS. Valores médios de cinco repetições.

### ***Respiração basal e quociente metabólico***

De modo geral, a atividade microbiana (C-CO<sub>2</sub>) apresentou-se menos expressiva no sistema convencional de cultivo em relação aos demais sistemas de manejo. Por outro lado, o sistema sob mata nativa propiciou os valores mais elevados, seguido pelo sistema integrado lavoura-pastagem, sistema plantio direto e pastagem, respectivamente (Tabela 1). Exceto na safra 2002-2003, onde o sistema sob pastagem contínua apresentou valores estatisticamente mais elevados da atividade microbiana em relação aos demais sistemas cultivados, em todas as outras avaliações não foram detectadas diferenças significativas entre o sistema integrado lavoura-pastagem, sistema plantio direto e pastagem cultivada continuamente (Tabela 1). Valores mais elevados da respiração basal (liberação de C-CO<sub>2</sub>) implicam em maior atividade biológica, que está diretamente relacionada com a disponibilidade de C do solo e/ou da biomassa microbiana. Nas safras de verão 2001-2002, inverno 2002 e inverno 2003, não houve diferença significativa entre os diferentes sistemas cultivados quanto à atividade microbiana (Tabela 1).

As taxas de respiração específica (quociente metabólico - qCO<sub>2</sub>), que representam as quantidades de C-CO<sub>2</sub> liberada por unidade de biomassa microbiana em determinado tempo, apresentaram-se semelhantes entre os diferentes sistemas, exceto na avaliação da safra de verão 2002-2003, onde a sistema sob pastagem contínua apresentou-se superior aos demais sistemas. Nas demais avaliações, não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 1). Deve-se considerar que uma biomassa é mais eficiente, quanto menos C é perdido como CO<sub>2</sub> (valores mais baixos de qCO<sub>2</sub>) e uma fração significativa de C é incorporada ao tecido microbiano.

**Tabela 1.** Atividade microbiana (respiração basal) e quociente metabólico ( $qCO_2$ ), determinados na camada de solo de 0-10 cm de profundidade no estágio de maturação das culturas. Dourados, MS.

Uso do solo	Respiração basal- C-CO <sub>2</sub>	Quociente metabólico- $qCO_2$	Cmic/Corg <sup>(1)</sup>
	$\mu g$ C-CO <sub>2</sub> g solo <sup>-1</sup> dia <sup>-1</sup>	$\mu g$ C-CO <sub>2</sub> $\mu$ Cmic <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup>	(%)
<b>Verão 2000-2001</b>			
Sistema convencional	1,29 c	3,79 a	0,82 a
Sistema plantio direto	3,15 b	8,43 a	1,13 a
<b>Integração lavoura-pastagem</b>	3,42 b	6,52 a	1,26 a
Pastagem	3,13 b	5,92 a	1,06 a
Mata nativa	7,20 a	9,99 a	1,00 a
<b>Inverno 2001</b>			
Sistema convencional	5,31 c	22,88 a	1,31 ab
Sistema plantio direto	8,53 bc	21,29 a	1,70 a
<b>Integração lavoura-pastagem</b>	9,57 b	21,90 a	1,48 a
Pastagem	11,48 b	35,72 a	0,78 b
Mata nativa	15,55 a	18,69 a	1,15 ab
<b>Verão 2001-2002</b>			
Sistema convencional	18,46 b	42,42 a	1,27 a
Sistema plantio direto	19,07 b	34,77 a	1,65 a
<b>Integração lavoura-pastagem</b>	21,15 b	37,21 a	1,74 a
Pastagem	32,85 ab	34,35 a	1,85 a
Mata nativa	51,86 a	38,87 a	1,44 a
<b>Inverno 2002</b>			
Sistema convencional	11,46 ab	17,75 a	1,98 a
Sistema plantio direto	9,90 b	14,14 a	2,13 a
<b>Integração lavoura-pastagem</b>	7,95 b	13,54 a	1,46 a
Pastagem	8,64 b	13,30 a	1,42 a
Mata nativa	14,22 a	11,23 a	1,49 a
<b>Verão 2002/03</b>			
Sistema convencional	8,68 c	14,63 b	1,35 a
<b>Sistema plantio direto</b>	7,66 c	15,74 b	1,25 a
<b>Integração lavoura-pastagem</b>	8,74 c	16,31 b	1,72 a
Pastagem	17,31 b	33,00 a	0,92 a
Mata nativa	33,14 a	14,77 b	1,42 a
<b>Inverno 2003</b>			
<b>Sistema convencional</b>	8,99 b	27,99 a	0,92 a
<b>Sistema plantio direto</b>	11,08 b	23,11 a	1,14 a
<b>Integração lavoura-pastagem</b>	11,97 b	22,61 a	0,90 a
<b>Pastagem</b>	10,01 b	31,98 a	1,19 a
<b>Mata nativa</b>	23,15 a	25,22 a	1,03 a

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

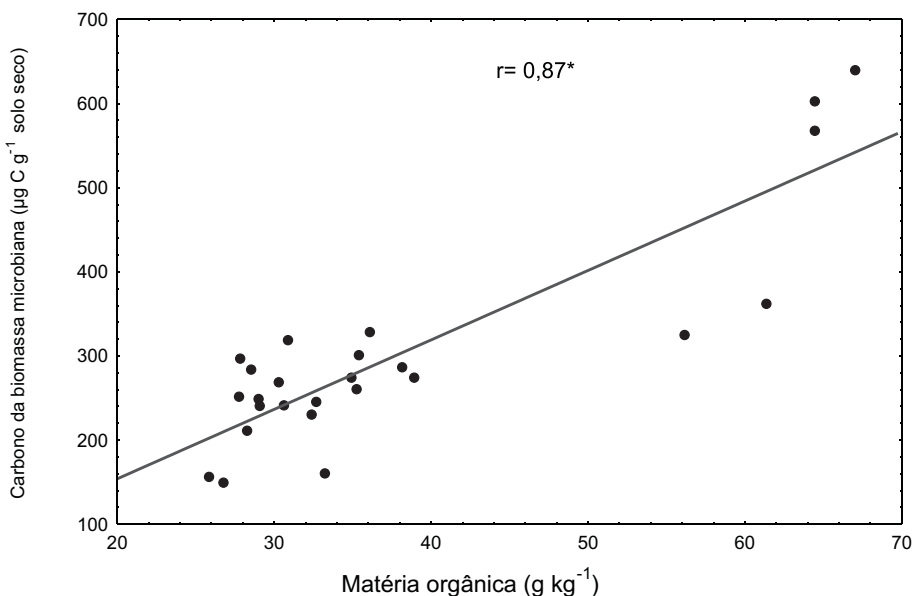
<sup>(1)</sup> Cmic/Corg = Carbono da biomassa microbiana/carbono orgânico total do solo.

### ***Relação entre carbono da biomassa microbiana/carbono orgânico total***

De modo geral, os valores mais elevados do quociente microbiano, expresso pela relação entre o C microbiano e C orgânico total do solo, foram verificados nos sistemas plantio direto e integrado lavoura-pastagem, indicando uma maior dinâmica da matéria orgânica do solo em comparação aos demais sistemas cultivados (Tabela 1). De modo geral, valores mais elevados do quociente microbiano podem indicar um acúmulo de C no solo, enquanto valores mais reduzidos indicariam uma perda de C no solo, ao longo do tempo.

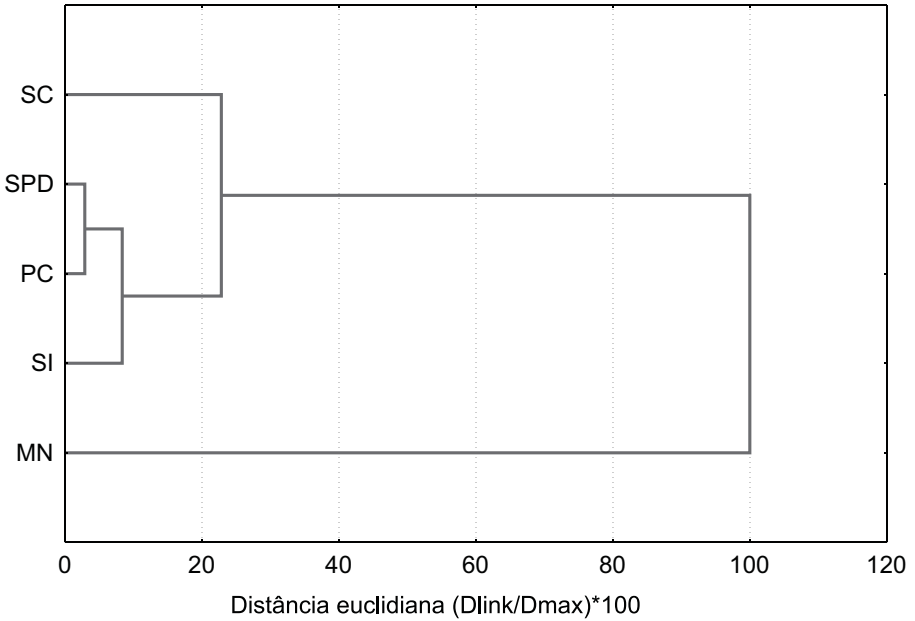
### **Coeficientes de correlação e índice de similaridade**

A correlação de Pearson foi utilizada para verificar as relações entre matéria orgânica do solo (MOS) e carbono da biomassa microbiana (C-BMS) e respiração basal (C-CO<sub>2</sub>), conforme Fig. 3. Os valores positivos (significativos) das correlações entre ambas as análises demonstram a importância do uso de sistemas de manejo mais conservacionistas, que visem a melhoria da qualidade do solo, capazes de promover incrementos no conteúdo de MOS e, conseqüentemente, propiciar o estabelecimento e manutenção de uma biomassa microbiana mais abundante e ativa.



**Fig. 3.** Correlação entre matéria orgânica do solo (MOS) e carbono da biomassa microbiana (C-BMS) e respiração basal (C-CO<sub>2</sub>), avaliados sob diferentes sistemas de manejo do solo (sistema convencional, sistema plantio direto, sistema integrado lavoura-pecuária, pastagem contínua e mata nativa). Dados médios referentes a três avaliações na safra de inverno e três avaliações na safra de verão.

Comparando-se os quatro sistemas de manejo do solo (convencional-SC, plantio direto - SPD, integração lavoura-pastagem - SI e pastagem contínua - PC) com a mata nativa, em relação aos parâmetros microbiológicos avaliados, o SI apresentou os maiores níveis de similaridade, seguindo-se o sistemas PC, SPD e SC, respectivamente (Fig. 4). Deve-se salientar que o SC formou um grupo separado dos demais sistemas e mais distante do sistemas sob mata nativa. Por outro lado, os sistemas SI, PC e SPD foram agrupados e apresentaram maior similaridade ao sistema sob mata nativa, indicam a importância destas práticas de manejo no equilíbrio da comunidade microbiana do solo e na melhoria da qualidade do solo.



**Fig. 4-** Dendrograma dos diferentes usos do solo, de acordo com os parâmetros microbiológicos (Carbono da biomassa microbiana, respiração basal, quociente metabólico e quociente microbiano). Dados referentes a seis avaliações (três no inverno e três no verão). SC= sistema convencional; SPD= sistema plantio direto; PC= pastagem contínua; SI= sistema integrado lavoura-pecuária; e MN= mata nativa.



## **Conclusões**

- Entre as práticas de manejo avaliadas, o sistema integrado lavoura-pastagem proporcionou maior biomassa microbiana de carbono, seguido pelos sistemas sob pastagem contínua, sistema plantio direto e sistema convencional, respectivamente.
- A atividade microbiana (C-CO<sub>2</sub>) apresentou-se menos expressiva no sistema convencional de cultivo em relação aos demais sistemas cultivados. Por outro lado, o sistema integrado lavoura-pastagem propiciou os valores mais elevados, seguido pelo sistema plantio direto e pastagem, respectivamente.
- Os valores mais elevados do quociente microbiano foram verificados nos sistemas plantio direto e integrado lavoura-pastagem, indicando uma maior dinâmica da matéria orgânica do solo em comparação aos demais sistemas cultivados.
- As correlações positivas entre matéria orgânica do solo e carbono da biomassa microbiana e respiração basal demonstram a importância do uso de sistemas de manejo mais conservacionistas para o estabelecimento e manutenção de uma biomassa microbiana mais abundante e ativa.
- Os maiores níveis de similaridade verificados entre os sistemas integrado lavoura-pastagem, pastagem contínua e plantio direto em relação à mata nativa indicam a importância destas práticas de manejo no equilíbrio da comunidade microbiana do solo.
- De maneira geral, a comunidade da macrofauna do solo respondeu aos impactos causados pelo manejo, refletindo as alterações que ocorrem em curto espaço de tempo, podendo, assim, atuar como um bom indicador para avaliação da qualidade dos solos submetidos a diferentes sistemas de manejo.

## **Agradecimentos**

Ao Técnico de Laboratório Aroldo da Silva Júnior e aos bolsistas do Laboratório de Microbiologia do Solo, pelo auxílio na execução do trabalho.

## Referências Bibliográficas

ALVAREZ, R.; DÍAZ, R. A.; BARBERO, N.; SANTANATOGLIA, O. J.; BLOTTA, L. Soil organic carbon, microbial biomass and CO<sub>2</sub>-C production from three tillage systems. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 33, p. 17-28, 1995.

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

CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. **Soil and Tillage Research**, Amsterdam, v. 7, p. 29-40, 1986.

DALAL, R. C.; MAYER, R. J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. I. Overall changes in soil properties and trends in winter cereal yields. **Australian Journal of Soil Research**, Victoria, v. 24, p. 265-279, 1986a.

DALAL, R. C.; MAYER, R. J. Long-term trends in fertility of soils under continuous cultivation and cereal cropping in Southern Queensland. II. Total organic and its rate of loss from the soil profile. **Australian Journal of Soil Research**, v. 24, p. 281-292, 1986b.

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.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil biochemistry**. New York: Marcel Decker, 1981. v. 5, p. 415-471.

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

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTESEN, B. T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 19, p. 159-164, 1987.

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.

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.

WARDLE, D. A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. **Biological Reviews**, v. 67, p. 321-358, 1992.





---

*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](http://www.cpao.embrapa.br)*

**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**

