

## **Macrofauna Invertebrada do Solo em Cultivos de Mandioca com 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 22***

## **Macrofauna Invertebrada do Solo em Cultivos de Mandioca com Diferentes Coberturas Vegetais**

*Fábio Martins Mercante  
Auro Akio Otsubo  
Rogério Ferreira da Silva  
Carmen Regina Pezarico  
Simone de Moraes Lopes  
Érica Emília Napolitano*

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: *Julio Aparecido Leal e 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.*

---

Macrofauna invertebrada do solo em cultivos de mandioca com diferentes coberturas vegetais / Fábio Martins Mercante ... [et al.]. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004.

24 p. : il. ; 21 cm. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, ISSN 1679-0456 ; 22).

1. Mandioca - Solo - Cobertura vegetal - Microorganismo.  
2. Microorganismo do solo - Mandioca - Cobertura vegetal. I. Mercante, Fábio Martins. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título. IV. Série.

---

# Sumário

Resumo.....	5
Abstract.....	7
Introdução.....	9
Material e Métodos.....	11
Resultados.....	13
Conclusões.....	21
Agradecimentos.....	22
Referências Bibliográficas.....	23



# Macrofauna Invertebrada do Solo em Cultivos de Mandioca com Diferentes Coberturas Vegetais

*Fábio Martins Mercante*<sup>1</sup>

*Auro Akio Otsubo*<sup>2</sup>

*Rogério Ferreira da Silva*<sup>3</sup>

*Carmen Regina Pezarico*<sup>4</sup>

*Simone de Moraes Lopes*<sup>5</sup>

*Érica Emília Napolitano*<sup>5</sup>

## Resumo

A manutenção da produtividade dos agroecossistemas depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, conseqüentemente, da ação da biomassa microbiana e demais componentes da biota do solo. Neste sentido, as práticas de manejo em um sistema de produção podem afetar a densidade e a diversidade dos organismos do solo, tanto promovendo-as quanto reduzindo-as, através da estrutura do habitat e dos hábitos alimentares. Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo da mandioca em plantio direto sob diferentes coberturas vegetais na densidade e diversidade da macrofauna edáfica. 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

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

<sup>3</sup> Eng. Agr., doutorando na UEL.

<sup>4</sup> Eng. Agrôn., Bolsista do CNPq.

<sup>5</sup> Bióloga, bolsista do CNPq.

Município de Glória de Dourados, MS, num Argissolo Vermelho distrófico, de textura arenosa. Para avaliação da macrofauna edáfica foram amostrados cinco monolitos de solo de 0,25 x 0,25 x 0,30 m, nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, sendo os organismos identificados a nível de ordem. De modo geral, os sistemas com as diferentes espécies de cobertura mostraram-se mais equilibrados, refletindo em maior densidade ( $n^{\circ}$  indivíduos  $m^{-2}$ ) e riqueza ( $n^{\circ}$  de grupos) de organismos da macrofauna do solo, quando comparados com o sistema de preparo convencional do solo, caracterizado pela aração e gradagem. Estes resultados reforçam a importância da planta de cobertura favorecendo a colonização da macrofauna do solo, que, por sua vez, aumenta a decomposição da serapilheira e sua incorporação ao solo, melhorando a sua fertilidade.

**Termos para indexação:** fauna edáfica, plantio direto, densidade, riqueza, *Manihot esculenta*.

# **Soil Invertebrate Macrofauna in Cassava Using Different Cover Species**

---

## **Abstract**

The maintenance of agroecosystems productivity depends, largely, on the process of organic matter transformation and, hence, on the action of the microbial biomass and other soil biota components. Thus, the management practices in a production system can affect density and diversity of the soil organisms by promoting or reducing them, through the habitat structure or the alimentary habits. The objective of this study was to evaluate the effect of cassava cultivation using no-tillage system under different cover species in the density and diversity of edaphic macrofauna. Such parameters had also been evaluated under conventional soil 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). Five soil monoliths of 0.25 x 0.25 x 0.30 m were sampled for evaluation of the edaphic macrofauna. We collected soil samples from 0-0.10, 0.10-0.20, and 0.20-0.30 m depths and the organisms were identified at order level. In general, systems with different combinations of cover species reflected in larger density (individuals number m<sup>-2</sup>) and diversity (groups number) of soil macrofauna organisms, when compared to conventional soil

tillage. These results show the importance of cover species to favor the establishment of soil macrofauna to increase litter decomposition and its incorporation to the soil in order to improve soil fertility.

***Index terms:*** edaphic fauna, no-tillage, density, richness, *Manihot esculenta*.

## Introdução

A macrofauna do solo é constituída por um grande número de animais, distribuídos em diferentes habitats, com variados hábitos alimentares e ciclos de vida, sendo capazes de responder rapidamente às alterações ambientais. As atividades desses organismos, escavação e/ou ingestão e transporte de material mineral e orgânico no solo, conduzem à criação de estruturas biogênicas (galerias, ninhos, câmaras e coprólitos), as quais influem na agregação, propriedades hidráulicas, dinâmica da matéria orgânica e na composição, abundância e diversidade de outros organismos do solo (Lavelle & Spain, 2001). Diversos estudos têm aventado a hipótese de que a diversidade e abundância da macrofauna invertebrada do solo, assim como a presença de determinados grupos em um sistema, podem ser usadas como indicadores eficientes da qualidade dos solos (Paoletti, 1999), pois são muito sensíveis à modificação da cobertura vegetal do solo (Lavelle et al., 1993).

Nesse contexto, a fauna do solo tem importante papel na sustentabilidade do sistema através dos seus efeitos nos processos do solo como decomposição, mineralização e humificação de resíduos orgânicos, imobilização e mobilização de macro e micronutrientes, fixação de  $N_2$ , estruturação e agregação do solo e, conseqüentemente, na conservação do solo e regulação de pragas e doenças (auto-regulação). Estudos realizados por Aquino et al. (2000) mostraram uma redução na diversidade da macrofauna do solo em sistemas cultivados, independente do manejo, quando comparado ao sistema natural. Além disso, os autores verificaram maior densidade da macrofauna do solo em sistema convencional de cultivo, quando comparado ao sistema natural e a diferentes rotações de cultura sob sistema plantio direto. De modo geral, observou-se que a estrutura da comunidade da macrofauna foi bastante afetada pelo manejo do solo.

Neste sentido, o clima tem sido apontado como um dos principais fatores que influenciam a estrutura das comunidades do solo, tendo Lavelle et al. (1993), observado um aumento linear na biomassa de minhocas com a quantidade de chuvas em diferentes regiões dos trópicos. As condições climáticas podem ser atenuadas por coberturas, que reduzem as variações de umidade e temperatura do solo, fornecendo ainda, refúgio e alimento para os animais. Em relação a este último aspecto, é importante considerar a qualidade da serapilheira (relação C/N, concentração de polifenóis, etc.), na medida em que tem influência sobre a palatabilidade para os animais, tendo Hendrikson (1990) e Tian et al. (1998), demonstrado que esta é diversa entre os diferentes grupos da fauna do solo. Assim, a abundância e diversidade da comunidade da fauna do solo são decorrentes do clima, da intensidade do manejo do solo e da qualidade e quantidade de matéria orgânica e serapilheira.

De modo geral, observa-se que as alterações na diversidade de espécies e na estrutura da comunidade de organismos do solo, sob práticas de manejo diferenciadas, interferem diretamente no funcionamento do solo e, conseqüentemente, na sustentabilidade dos agroecossistemas, atuando como indicadores de sua degradação.

Em relação ao cultivo de mandioca (*Manihot esculenta*), o seu plantio 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.

Assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo da mandioca em plantio direto sob diferentes coberturas vegetais, na densidade e diversidade da macrofauna edáfica.

## 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 ( $22^{\circ} 22' S$ ;  $54^{\circ} 30' W$ ; 400 m), 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  $18^{\circ}C$ . Nos meses mais quentes, a média de temperatura fica em torno de  $28^{\circ}C$ , onde as temperaturas médias extremas ficam em torno de  $35^{\circ}C$ .

As avaliações foram realizadas numa área dividida em quatro talhões distintos, sendo três destes ocupados com as coberturas de mucuna ( $1.800 m^2$ ), sorgo ( $1.500 m^2$ ) e milheto ( $1.500 m^2$ ) e um preparado no sistema convencional ( $2.000 m^2$ ), envolvendo arações e gradagens. Os seguintes sistemas foram avaliados: (a) sistema plantio direto, nas sucessões mucuna/mandioca, milheto/mandioca e sorgo/mandioca; (b) sistema convencional, com preparo de solo; (c) sistema natural (mata nativa), em área adjacente às parcelas experimentais.

## ***Avaliação da fauna edáfica***

Em cada sistema foram amostrados cinco blocos de 25 x 25 x 30 cm, determinados ao acaso, de acordo com Anderson & Ingram (1993). Em cada ponto de amostragem, a serapilheira foi coletada e os animais encontrados foram extraídos. A serapilheira foi analisada quanto à quantidade e qualidade. Em seguida, os blocos foram subdivididos em horizontes de 0-10; 10-20 e 20-30 cm de profundidade, o que permitiu avaliar a distribuição vertical dos animais, dando indicações do volume de solo potencialmente explorado e mobilizado.

Os componentes da fauna (minhocas, formigas, cupins, dentre outros) foram identificados a nível de ordem (Hymenoptera, Oligochaeta, Diplopoda, Isopoda, Isoptera, Coleoptera, Thysanoptera, Chilopoda, Orthoptera, etc.), nas respectivas camadas do solo. Para monitorar a atividade da fauna epígea foram utilizadas armadilhas ("pitfall traps"), consistindo-se de recipientes de 5 cm de diâmetro e 9 cm de profundidade, contendo formol 5%.

Os dados de densidade ( $x$ ) foram transformados em raiz quadrada ( $\sqrt{x + 0,5}$ ) e, posteriormente, submetidos à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. As comparações das comunidades das diferentes parcelas foram feitas mediante a utilização do índice de diversidade de Shannon ( $H = -\sum p_i \cdot \log p_i$ ; onde  $p_i = n_i/N$ ;  $n_i$  = densidade de cada grupo,  $N$  = da densidade de todos os grupos).

## Resultados

Na primeira avaliação (abril/2003), após o cultivo e posterior dessecação das espécies de milheto, sorgo e mucuna, verificou-se, entre os sistemas cultivados, uma maior densidade ( $n^{\circ}$  de indivíduos/ $m^2$ ) da fauna do solo nos sistemas sob cobertura de sorgo e milheto, conforme apresentado na Tabela 1. De modo geral, a densidade de organismos verificada nesses sistemas foi similar à observada no sistema natural (mata nativa) e superior à observada no sistema sob cobertura de mucuna e no sistema sob preparo convencional do solo (aração e gradagem). Na avaliação seguinte (novembro/2003), com poucos resíduos na superfície do solo, o sistema natural proporcionou a maior densidade de organismos, sendo superior aos demais sistemas, que não apresentaram diferenças significativas entre si, independentemente da camada avaliada (Tabela 1).

Quanto à riqueza ( $n^{\circ}$  de grupos) dos organismos, verificou-se, na primeira avaliação, valores similares entre o sistema natural e os sistemas com as diferentes espécies de cobertura, sendo superiores ao sistema sob preparo convencional do solo (Tabela 2). Na avaliação posterior, os valores observados de riqueza de organismos seguiram a mesma tendência de redução da densidade, onde o sistema natural mostrou-se superior aos demais sistemas, que não diferiram entre si (Tabela 2). Os valores de riqueza dos organismos nos diferentes sistemas avaliados, de acordo com a distribuição vertical no perfil do solo podem ser observados na Fig. 1.

Após a identificação de todos os organismos da macrofauna edáfica, os dados foram analisados quanto à diversidade, de acordo com o "Índice de Shannon". Na avaliação inicial, verificou-se os maiores índices de diversidade nos sistemas sob as diferentes coberturas do solo e no sistema natural (mata nativa), que

mostraram-se semelhantes entre si e superiores ao sistema convencional. Na segunda época de avaliação, os índices de diversidade mais elevados foram verificados nos sistemas sob os resíduos de sorgo e mucuna e sob o sistema de preparo convencional do solo, que mostraram maiores índices de diversidade do que o sistema sob resíduos de milho e o sistema natural (Tabela 2).

**Tabela 1.** Número de indivíduos por m<sup>2</sup> da macrofauna do solo sob diferentes sistemas de manejo. Glória de Dourados, abril de 2003.

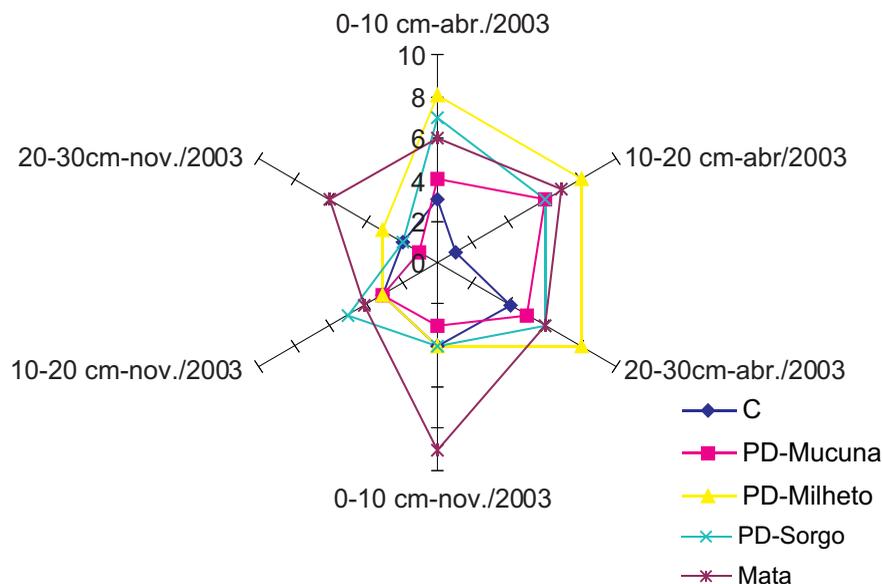
Sistemas	Densidade (nº indivíduos/m <sup>2</sup> )			
	0-10 cm	10-20 cm	20-30 cm	Total
----- 1ª Avaliação (abril de 2003) -----				
Plantio Direto - Mucuna	153,6 bc	83,2 ab	38,4 b	275,2
Plantio Direto - Milheto	672,0 a	76,8 ab	89,6 ab	838,4
Plantio Direto - Sorgo	556,8 ab	198,4 a	188,8 a	953,6
Convencional	12,8 c	19,2 b	19,2 b	51,2
Natural	595,2 ab	217,6 a	112,0 ab	924,8
----- 2ª Avaliação (novembro de 2003) -----				
Plantio Direto - Mucuna	25,6 b	16,0 b	3,2 b	44,8
Plantio Direto - Milheto	156,8 b	12,8 b	12,8 b	182,4
Plantio Direto - Sorgo	19,2 b	57,6 b	19,2 b	96,0
Convencional	22,4 b	25,6 b	12,8 b	60,8
Natural	1.235,2 a	518,4 a	316,8 a	2.070,4

Médias seguidas de letras comuns, em cada coluna, não diferem estatisticamente de acordo com o Teste de Tukey (P < 0,05).

**Tabela 2.** Parâmetros ecológicos relativos à macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de manejo, na profundidade de 0-30 cm. Valores médios de cinco repetições. Glória de Dourados, MS.

Sistemas	1ª Avaliação (Abril de 2003)		2ª Avaliação (Novembro de 2003)	
	Riqueza	Diversidade ("Shannon")	Riqueza	Diversidade ("Shannon")
Convencional	4	0,54	5	0,57
PD - Mucuna	10	0,69	4	0,58
PD - Milheto	11	0,70	7	0,42
PD - Sorgo	12	0,66	7	0,72
Mata	11	0,66	13	0,36

Convencional = Sistema com preparo convencional (aração e gradagem); PD- Mucuna = plantio direto, sob cobertura de mucuna; PD- Milheto = plantio direto, sob cobertura de milho; PD- Sorgo = plantio direto, sob cobertura de sorgo; Mata = Sistema natural (mata nativa).



**Fig. 1.** Riqueza (nº de grupos) de organismos da macrofauna invertebrada do solo sob diferentes sistemas de manejo, de acordo com as profundidades das camadas de solo e época de amostragem. Valores médios de cinco repetições. Glória de Dourados, MS. C = Sistema com preparo convencional; PD- Mucuna = plantio direto, sob cobertura de mucuna; PD- Milheto = plantio direto, sob cobertura de milho; PD- Sorgo = plantio direto, sob cobertura de sorgo; Mata = Sistema natural (mata nativa).

Em ambas avaliações, houve uma predominância de larvas de Coleoptera no sistema convencional de cultivo, atingindo 50% de organismos na primeira avaliação e 47,4% na segunda avaliação. Nos demais sistemas, houve uma distribuição diferenciada, dependendo da época de amostragem (Fig. 2 e 3).

Na primeira avaliação, as diferentes espécies de cobertura do solo favoreceram a ocorrência de populações de formigas (Formicidae), havendo uma predominância de 47,5% entre os organismos encontrados no sistema sob cobertura de mucuna e 43,3% sob palhada de sorgo e milho. Embora tenha sido observada uma ocorrência expressiva desses organismos no sistema natural (26,4%), verificou-se a predominância de populações de cupins Isoptera (38,3%) nesse sistema (Fig. 2). Tem sido verificado que a densidade de formigas aumenta com práticas agrícolas que provocam uma menor movimentação do solo, como ocorre no sistema plantio direto (Stinner & House, 1990). Deve-se salientar que as formigas são elementos importantes na decomposição da matéria orgânica e na ciclagem de nutrientes (Fowler et al., 1991).

Na segunda época de avaliação, verificou-se que a cobertura com mucuna favoreceu a ocorrência de coleópteros, com predominância de 37,5% de larvas e 28,6% de indivíduos adultos, entre todos os organismos encontrados (Fig. 3). A cobertura do solo com resíduos de milho favoreceu a ocorrência de formigas (Formicidae), com 74,2% do total de indivíduos. No sistema sob cobertura de sorgo e no sistema natural verificou-se a predominância de cupins (Isoptera), com 40,6% e 82,3% do total de toda a população da comunidade da macrofauna edáfica, respectivamente.

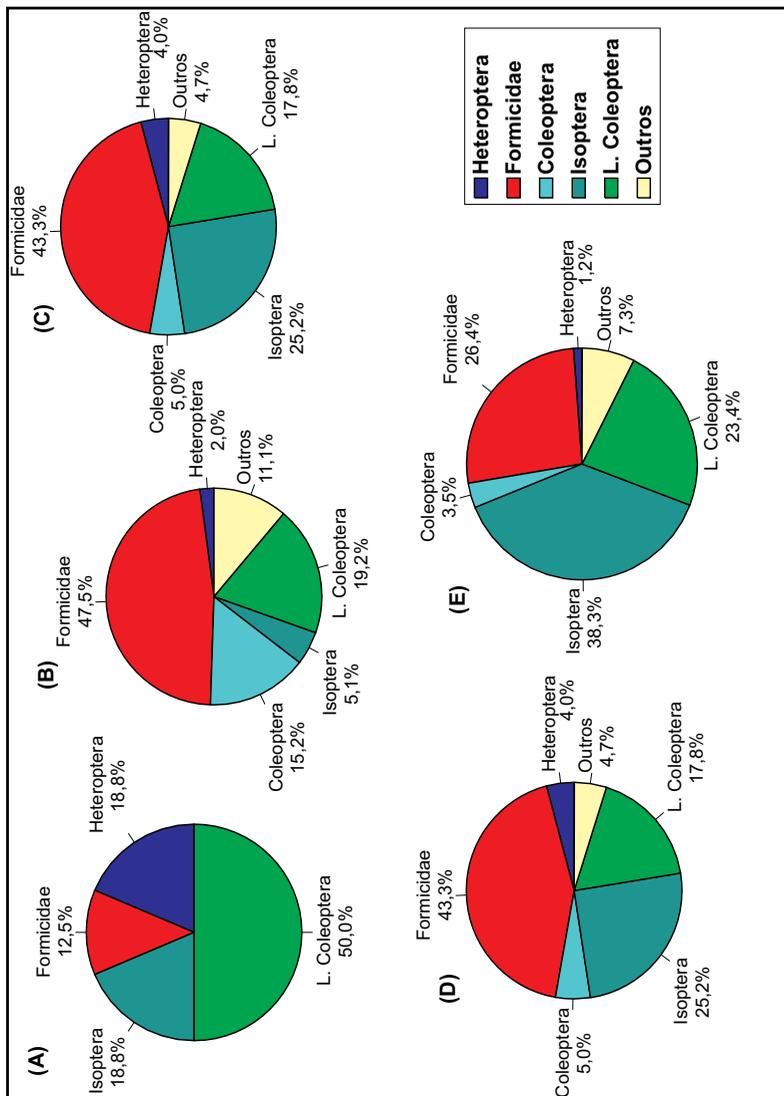
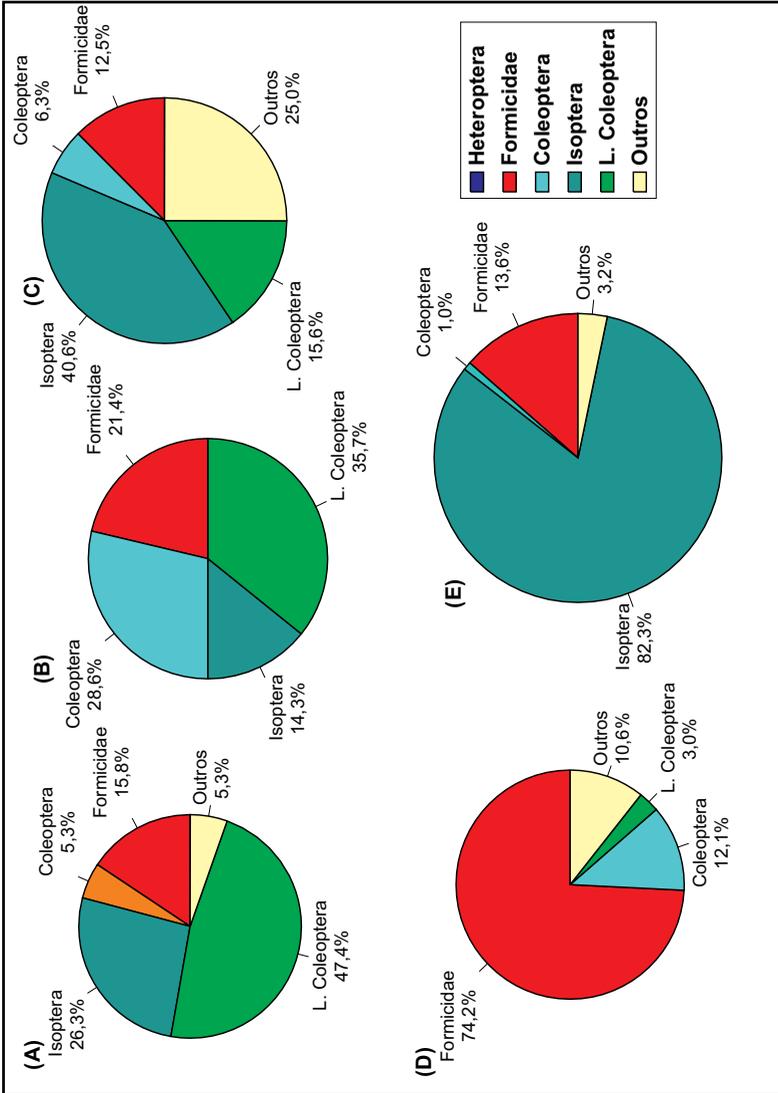
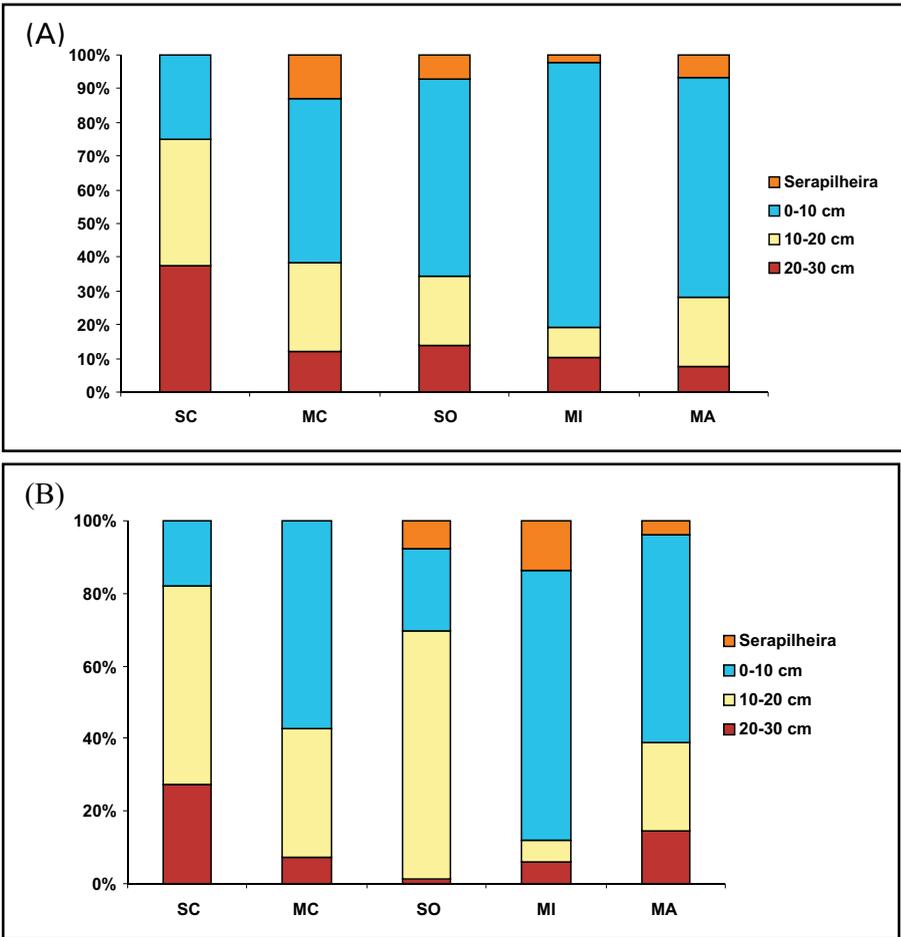


Fig. 2. Diversidade de grupos de macrofauna do solo na camada de 0-30 cm de profundidade, avaliados no sistema convencional (A), sistema plantio direto sob cobertura de mucuna (B), sorgo (C) e milho (D) e sob sistema natural (E), no mês de abril de 2003.



**Fig. 3.** Diversidade de grupos da macrofauna do solo na camada de 0-30 cm de profundidade, avaliados no sistema convencional (A), sistema plantio direto sob cobertura de mucuna (B), sorgo (C) e milho (D) e sob sistema natural (E), no mês de novembro de 2003.

A distribuição dos indivíduos da macrofauna no perfil do solo variou dependendo do manejo, da época de avaliação e da espécie de cobertura utilizada (Fig. 4A e 4B) . De modo geral, verificou-se que, à medida em que ocorreu a redução dos resíduos na superfície do solo, pelo processo de decomposição, houve uma tendência dos indivíduos se concentrarem nas camadas mais inferiores do solo. Essa ocorrência foi mais evidente nos sistemas sob coberturas de mucuna e sorgo, enquanto no sistema com resíduos de milho (mais abundante que os demais) e no sistema natural a distribuição no perfil do solo praticamente mostrou-se inalterada.



**Fig. 4.** Relação percentual da comunidade da macrofauna do solo (indivíduos/m<sup>2</sup>), nas diferentes profundidades e sistemas de manejo, nas avaliações realizadas em abril de 2003 (A) e novembro de 2003 (B). CO = Sistema com preparo convencional; MC = plantio direto, sob cobertura de mucuna; SO = plantio direto, sob cobertura de sorgo; MI = plantio direto, sob cobertura de milho; MA = Sistema natural (mata nativa).

## Conclusões

- De modo geral, os sistemas com as diferentes espécies de cobertura mostraram-se mais equilibrados, refletindo em maior densidade ( $n^{\circ}$  indivíduos/  $m^2$ ) e riqueza ( $n^{\circ}$  de grupos) de organismos da macrofauna do solo, quando comparadas com o sistema de preparo convencional do solo, caracterizado pela aração e gradagem.
- A distribuição dos indivíduos da macrofauna no perfil do solo variou dependendo do manejo, da época de avaliação e da espécie de cobertura utilizada. De modo geral, verificou-se que, à medida em que ocorreu a redução dos resíduos na superfície do solo, pelo processo de decomposição, houve uma tendência dos indivíduos se concentrarem nas camadas mais inferiores do solo.
- A predominância de grupos na composição da comunidade da macrofauna edáfica nos sistemas convencional e natural não se alterou em função da época de avaliação, o que não ocorreu nos demais sistemas.

## **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, J. M.; INGRAM, J. S. I. **Tropical soil biological and fertility: a handbook of methods**. 2. ed. UNESCO, 1993. 221p.

AQUINO, A. A.; MERLIM, A. O.; CORREIA, E. F.; MERCANTE, F. M. Diversidade da macrofauna do solo como indicadora de sistemas de plantio direto para Região Oeste do Brasil. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 25.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., 2000, Santa Maria. **FERTBIO 2000**: biodinâmica do solo. Santa Maria: SBCS: SBM, 2000. 1 CD-ROM.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. **Ecologia nutricional de formigas**. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds.) Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas. São Paulo: Manole, p.131-223, 1991.

HENDRIKSON, N. B. Leaf litter selection by detritivorous and geophagus earthworms. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 10, p. 17-21, 1990.

LAVELLE, P.; BLANCHART, E.; MARTIN, A.; SPAIN, A.; TOUTAIN, F.; BAROIS, I.; SCHAEFER, R. A hierarchical model for decomposition in terrestrial ecosystems: application to soils of the humid tropics. **Biotropica**, St. Louis, v. 25, p. 130-150, 1993.

LAVELLE, P.; SPAIN, A. V. **Soil ecology**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2001. 654 p.

PAOLETTI, M. G. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 74, p. 1-18, 1999.

SOUZA, L. D.; SOUZA, L. da S. **Manejo do solo para mandioca**. In: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S (Ed.). Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste; Campo Grande: UNIDERP, 2002. p.109-125.

STINNER, B. R.; HOUSE, G. L. Arthropods and other invertebrates in conservation-tillage agriculture. **Annual Review of Entomology**, Palo Alto, v. 35, p. 299-318, 1990.

TIAN, G.; BRUSSARD, L.; KANG, B.T. The role of plant residue with different chemical compositions in sustaining maize production in a subhumid tropical environment. In: BADEJO, M.A.; TOGUN, A.O. (Ed.). **Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics**. Ibadan: College Press; Surulere: Emproct Consultants, 1998. v.1, p.68-84.



---

*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**

