

**Biomassa Microbiana e
Atividade Enzimática em
Solos de Cerrado e
Sistemas Agrícolas Anuais
e Perenes na Região de
Primavera do Leste/MT**



Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Cerrados
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

ISSN 1676-918X

Agosto, 2002

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 34

Biomassa Microbiana e Atividade Enzimática em Solos de Cerrado e Sistemas Agrícolas Anuais e Perenes na Região de Primavera do Leste/MT

Márcia Matsuoka
Iêda de Carvalho Mendes
Maria de Fátima Loureiro

Planaltina, DF
2002

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Cerrados

BR 020, Km 18, Rod. Brasília/Fortaleza

Caixa Postal 08223

CEP 73301-970 Planaltina - DF

Fone: (61) 388-9898

Fax: (61) 388-9879

<http://www.cpac.embrapa.br>

sac@cpac.embrapa.br

Supervisão editorial: *Nilda Maria da Cunha Sette*

Revisão de texto: *Maria Helena Gonçalves Teixeira*

Jaime Arbués Carneiro

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Capa: *Chaile Cherne Soares Evangelista*

Editoração eletrônica: *Leila Sandra Gomes Alencar*

Jussara Flores de Oliveira

Impressão e acabamento: *Divino Batista de Souza*

Jaime Arbués Carneiro

1ª edição

1ª impressão (2001): tiragem 100 exemplares

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-Brasil. Catalogação-na-publicação.

Embrapa Cerrados.

M434b Matsuoka, Márcia

Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos de cerrado e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste/ MT / Márcia Matsuoka, Iêda de Carvalho Mendes, Maria de Fátima Loureiro – Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2002.

25 p.— (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Cerrados, ISSN 1676-918X ; n.34)

1. Biomassa - recurso energético. 2. solo - cerrado. I. Mendes, Iêda de Carvalho. II. Loureiro, Maria de Fátima. III. Título. IV. Série.

631.46 - CDD 21

© Embrapa 2002

Agradecimentos

Os autores agradecem ao proprietário e aos funcionários da Fazenda Juriti/ Primavera do Leste/MT pelo apoio nas coletas; aos funcionários do laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Cerrados: Emilio J. Taveira, Maria das Dores Silva, Odete J. dos Santos, Osmar Teago Oliveira e Vilderete Castro Alves pelo valioso auxílio nas análises laboratoriais; M. Matsuoka agradece à CAPES pela concessão de bolsa.

Sumário

Resumo	7
Abstract	8
Introdução	9
Material e Métodos	10
Caracterização das áreas	10
<i>Área I</i>	10
<i>Área II</i>	11
<i>Área III</i>	11
Preparo das amostras	11
Análises microbiológicas e bioquímicas	11
<i>Carbono da Biomassa Microbiana</i>	12
<i>Carbono Prontamente Mineralizável</i>	12
<i>Atividade Enzimática do Solo</i>	13
Análises Estatísticas	13
Resultados e Discussão	13
Conclusões	21
Referências Bibliográficas	22

Biomassa Microbiana e Atividade Enzimática em Solos de Cerrado e Sistemas Agrícolas Anuais e Perenes na Região de Primavera do Leste/MT²

Márcia Matsuoka³; Iêda de Carvalho Mendes⁴; Maria de Fátima Loureiro⁵

Resumo - Primavera do Leste é um dos pólos de produção de grãos e fibras do Mato Grosso, com lavouras altamente tecnicizadas. Este estudo foi realizado num Latossolo Vermelho-Amarelo da região de Primavera, com objetivo de avaliar a biomassa e a atividade microbiana de solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes. As amostras de solo foram coletadas em duas profundidades (0 a 5 cm e 5 a 20 cm), no início da estação chuvosa, em áreas sob cultivo de videira (*Vitis vinifera*), entre linha e linha, cultivos anuais (soja) e em uma área de vegetação nativa de Cerradão. Foram avaliados o carbono da biomassa microbiana (CBM), carbono prontamente mineralizável e a atividade das enzimas β -glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase. Nas duas profundidades avaliadas os sistemas de uso do solo com culturas perenes e anuais apresentaram reduções médias de 70% no CBM, em relação à área sob vegetação nativa. O manejo diferenciado na entre linha do parreiral e a utilização do capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), como cobertura viva, proporcionaram aumentos no C mineralizável e na atividade das enzimas β -glucosidase e arilsulfatase nas duas profundidades. Os níveis médios de P no solo sob Cerradão, resultaram em valores de atividade da fosfatase ácida menores que os observados em outros locais da Região do Cerrado. Mesmo assim, na profundidade de 0 a 5 cm, a atividade da fosfatase ácida no Cerradão foi superior à da entre linha do parreiral (VE) e à da área com culturas anuais, demonstrando a sua importância na mineralização do fósforo orgânico em áreas sob vegetação nativa. Os resultados confirmam a sensibilidade dos indicadores microbiológicos e bioquímicos para identificar alterações no solo em função de diferentes sistemas de uso da terra.

Termos de indexação: carbono da biomassa, β -glucosidase, fosfatase, arilsulfatase, respiração microbiana, cerrado, soja, parreiral.

¹ Projeto conduzido com recursos do PCOPG/CNPq.

² Parte da Dissertação de Mestrado em Agricultura Tropical da primeira autora, apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT em março de 2001.

³ Eng. Agrôn., M.Sc., Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. mmatsu@terra.com.br

⁴ Eng. Agrôn., Ph.D., Embrapa Cerrados, mendesi@cpac.embrapa.br

⁵ Bolsista do CNPq e professora do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade da Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT. Av. Fernando Corrêa, s/n. cep 78000. Cuiabá/MT. loureiromf@uol.com.br

Microbial Biomass and Enzyme Activities in Soils under Native Cerrado Type Vegetation and under Annual and Perennial Cropping Systems at the Primavera of Leste Region – Mato Grosso State

Abstract - Primavera do Leste is one of the most important farming areas of Mato Grosso State. This study was carried out in a Red-Yellow Latosol to evaluate the microbial biomass and enzyme activities in soils under native vegetation (known as "Cerradão") and in soils under annual and perennial cropping systems. Soil samples were collected, at the beginning of the rainy season, at two depths (0 to 5 cm and 5 to 20 cm) in areas under a vineyard (row and between rows), annual crops (soybean) and native vegetation. The parameters evaluated were soil microbial biomass carbon (MBC), readily mineralizable carbon (microbial respiration) and the soil enzymes β -glucosidase, acid phosphatase and arylsulfatase. In relation to the native area, considering both depths reductions of up to 70% in the MBC were observed in the annual and perennial cropping systems. The soil management conducted in the area between the rows of the vineyard along with the presence of the grass *Eleusine indica*, as a cover crop, favored an increase in the levels of readily mineralizable carbon, and the β -glucosidase and arylsulfatase activities. The P content of the soil under Cerradão, at the two depths, reduced the levels of acid phosphatase activities as compared to other places of the Cerrados region. Nevertheless, at the 0 to 5 cm depth the phosphatase activity of the Cerradão area was greater than in the annual crops, showing the importance of this enzyme on organic P cycling in native ecosystems. The results confirmed the sensibility of microbiological and biochemical parameters to evaluate changes that occurred in soil as a consequence of different management systems.

Index terms: biomass carbon, β -glucosidase, acid phosphatase, arylsulfatase, microbial respiration, Cerrado, soybean, vineyards.

Introdução

O Estado de Mato Grosso tem-se destacado no cenário agrícola nacional e a região de Primavera do Leste é um dos pólos de produção de grãos e fibras do Estado, com lavouras altamente tecnificadas, produzindo soja, algodão, milho e arroz, além de algumas frutíferas. A viticultura em Primavera do Leste é uma atividade em expansão, consistindo numa alternativa para diversificação agrícola, com grande possibilidade para desenvolver-se e estabelecer-se no Estado. Estudos envolvendo determinações das propriedades biológicas do solo, nessas áreas, são importantes para a manutenção da sustentabilidade dos diferentes agroecossistemas da região.

As propriedades biológicas e bioquímicas do solo tais como atividade enzimática, a taxa de respiração, a diversidade e biomassa microbiana são indicadores sensíveis que podem ser utilizados no monitoramento de alterações ambientais devido ao uso agrícola, sendo ferramentas para orientar o planejamento e a avaliação dos diferentes manejos utilizados ([Turco et al., 1994](#), [Santana & Bahia Filho, 1998](#); [Doran & Parkin, 1994](#)).

A microbiota do solo é a principal responsável pela decomposição dos resíduos orgânicos, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia dentro do solo, exercendo influência tanto na transformação da matéria orgânica quanto na estocagem do carbono e nutrientes minerais ([Jenkinson & Ladd, 1981](#)). Entretanto, determinações da biomassa não fornecem indicações sobre os níveis de atividade das populações microbianas do solo, sendo importante também avaliar parâmetros que estimem a atividade microbiana, tais como o C prontamente mineralizável e a atividade enzimática para estimar o estado metabólico das comunidades de microrganismos do solo ([Oliveira, 2000](#)).

Apesar do crescente interesse em aspectos relacionados ao funcionamento biológico do solo sob sistemas naturais e agrícolas, estudos sobre o impacto de diferentes sistemas de manejo na biomassa e atividade microbiana dos solos de Cerrado são recentes ([Renz, 1997](#); [Mendes et al., 1999](#); [Oliveira et al., 1999](#); [Carneiro, 1999](#); [Carneiro et al., 1999](#); [Oliveira, 2000](#); [Mendes & Vivaldi, 2001](#); [Oliveira et al., 2001](#); [Mendes, 2002](#)). O objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa e a atividade microbiana de um Latossolo Vermelho-Amarelo, na região de Primavera do Leste/MT, sob vegetação nativa, cultivos anuais e perenes.

Material e Métodos

O estudo foi realizado na Fazenda Juriti, Município de Dom Aquino/MT, a 70 Km de Primavera do Leste/MT pela BR 070, onde foram coletadas amostras de solo no início do período chuvoso (novembro de 2000), em três áreas diferentes. Uma área sob vegetação nativa de Cerradão, utilizada como referência para as determinações das propriedades microbiológicas e bioquímicas do solo e duas outras áreas com cultivos de videira (*Vitis vinifera*) e soja (*Glycine max*).

O solo das três áreas é classificado como um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, característico das bordas do Planalto dos Guimarães, de textura franco argilo arenosa. As propriedades químicas do solo nas três áreas são apresentadas na [Tabela 1](#) e foram determinadas segundo metodologias descritas pela [EMBRAPA \(1997\)](#).

Caracterização das áreas

As três áreas eram adjacentes e foram divididas em duas parcelas de 30 x 40 m de onde foram coletadas aleatoriamente, 20 subamostras de solo por parcela nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm. A coleta foi realizada por meio da abertura de trincheiras de 30 cm de profundidade, retirando-se, com auxílio de uma espátula, fatias de solo na profundidade de 0 a 5 cm e posteriormente 5 a 20 cm. Na área sob vegetação nativa, antes da coleta das amostras, procedia-se à remoção da serapilheira presente na superfície do solo.

Área I

Consiste em um sistema de cultivo perene, formado por um vinhedo de 1 hectare da cultivar Patrícia, enxertada sobre IAC-572, com 5 anos de idade em período de frutificação (maturação das bagas).

O vinhedo foi conduzido em sistema de latada com espaçamento de 2,3 m entre plantas e 2,5 m nas entre linhas. O plantio é irrigado por aspersão subcopia e, quando foi estabelecido o parreiral a área foi calcareada (3 t ha⁻¹) sendo realizadas anualmente, na entre linha, adubações de manutenção com macronutrientes (700 g de superfosfato simples, 500 g de cloreto de potássio e 200 g de uréia por planta) e micronutrientes (25 g de FTE BR-12 por planta). Semestralmente, são aplicados como adubação orgânica, resíduos de soja, milho e algodão (2 t ha⁻¹) distribuídos na linha e na entre linha. Durante a coleta

das amostras de solo, o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) estava sendo utilizado, nas entre linhas, como cobertura viva.

As coletas de solo foram feitas nas entre linhas (VE) e nas linhas de plantio (VL).

Área II

A segunda área de coleta consiste em um cultivo anual (CA) com seis hectares de soja. Essa área foi cultivada com soja no sistema plantio direto por cinco anos consecutivos (de 1993 a 1998), intercalados com duas safrinhas de milho (1996/1997) e uma de milheto (1998). Nas safras de 1998/1999 e 1999/2000 foi instalado o algodão, cultivar Ita 90, em plantio direto. Na safra 2000/2001, a área foi cultivada com soja cultivar Conquista, semeada em 20/10/2000, sob preparo convencional de solo (uma aração e duas gradagens). A soja foi semeada numa densidade de 17 plantas por metro e num espaçamento de 45 cm.

As coletas de solo foram realizadas nas entre linhas da soja.

Área III

A terceira área estava localizada perpendicularmente às Áreas I e II consistindo em uma faixa de três hectares sob vegetação nativa, do tipo Cerradão, formada por espécies arbóreas de 8 a 15 m de altura, com predominância de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) e jatobá (*Hymenaea* sp.).

Preparo das amostras

As amostras de solo foram homogeneizadas e acondicionadas em sacos plásticos, sendo armazenadas em geladeira (7 a 10° C) durante uma semana, quando foram iniciados os ensaios. A determinação conteúdo de água do solo foi efetuada pelo método gravimétrico, secando-se as amostras em estufa a 100° C por 72 horas, antes e depois da limpeza dos resíduos vegetais.

Antes do peneiramento e da limpeza (visando à remoção cuidadosa de resíduos de plantas e raízes), devido ao elevado teor de umidade (> 35%), as amostras de solo foram expostas ao ar, à temperatura ambiente por duas horas.

Análises microbiológicas e bioquímicas

Foram avaliadas cinco propriedades biológicas: carbono da biomassa microbiana (CBM), carbono prontamente mineralizável e a atividade das enzimas

β -glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase. Todas essas análises foram realizadas no laboratório de Microbiologia do Solo da Embrapa Cerrados, Planaltina/DF.

Carbono da Biomassa Microbiana (CBM)

Utilizou-se o método Clorofórmio-Fumigação-Incubação (CFI), proposto por [Jenkinson & Polwson \(1976\)](#) no qual a biomassa microbiana é estimada com base na diferença do fluxo de CO₂ de amostras de solo fumigadas com clorofórmio (F) e não fumigadas (NF). Depois da coleta no campo, o teor de umidade das amostras (20 g) foi ajustado para 80% da capacidade de retenção de água (equivalente a 80% do teor de H₂O retido no solo a 6 KPa). Posteriormente, as amostras foram pré-incubadas, no escuro, por sete dias, à temperatura ambiente (26 °C). No quinto dia da pré-incubação, metade das amostras foi fumigada por 48 horas em um dessecador acoplado a uma bomba a vácuo, contendo uma placa de Petri com 25 mL de clorofórmio isento de álcool. Durante esse período, as amostras NF foram mantidas à temperatura ambiente. Depois da fumigação, o clorofórmio foi retirado do dessecador e possíveis resíduos, nas amostras fumigadas foram eliminados realizando-se quatro evacuações com uma bomba a vácuo. Feita essa operação, as amostras F e NF foram transferidas para recipientes herméticos (500 mL de capacidade), contendo um frasco de vidro com 10 mL de KOH 0,3 M e, incubadas, no escuro, por dez dias, à temperatura ambiente. A quantidade de CO₂ liberada do solo foi determinada depois da titulação com HCl 0,1 M com o uso de fenolftaleína 1% como indicador. Antes da titulação, foram adicionados 3 mL de BaCl₂ 20%. O carbono na biomassa foi determinado pela diferença entre o CO₂ evoluído das amostras F e NF, no período de 10 dias depois da fumigação, utilizando-se um fator de correção (Kc) de 0,41 ([Anderson & Domsch, 1978](#)). As determinações de biomassa foram feitas com base em três repetições analíticas (três fumigadas e três não fumigadas) por amostra de solo coletada no campo.

Carbono Prontamente Mineralizável

O carbono prontamente mineralizável do solo foi estimado pela quantidade de CO₂ liberado do solo não fumigado durante o período de 17 dias de incubação. Foram realizadas duas titulações nesse período, a primeira aos sete dias e a segunda, aos dezessete dias depois do início da incubação das amostras. Para cada período de incubação, utilizou-se como controle, a quantidade de CO₂ presente em um frasco sem solo, contendo um recipiente com 10 mL da solução de KOH 0,3 M.

Atividade Enzimática do Solo

Foram avaliadas as atividades de enzimas do solo, associadas ao ciclo do carbono (β -glucosidase); do fósforo (fosfatase ácida) e do enxofre (arilsulfatase), utilizando-se os métodos descritos por [Tabatabai \(1994\)](#). Esses métodos baseiam-se na determinação colorimétrica do *p*-nitrofenol (coloração amarela) formado após a adição de substratos incolores específicos para cada enzima avaliada. Para cada amostra de solo, coletada no campo, foram realizadas três repetições analíticas no laboratório. A atividade enzimática do solo é expressa em μg *p*-nitrofenol liberado por grama de solo seco por hora.

Análises Estatísticas

Por se tratar de um estudo de comparação de sistemas, realizado em parceria com o produtor em áreas manejadas de forma homogênea, as áreas I, II e III foram divididas em duas parcelas de 30 x 40 m, sendo os dados apresentados a média dessas parcelas. Para quantificar a variabilidade espacial das propriedades biológicas e bioquímicas avaliadas, para cada sistema de uso do solo foi calculado o desvio-padrão das médias das duas parcelas. Em cada parcela, as amostras compostas de solo foram feitas com 20 subamostras, visando à redução do erro experimental.

Resultados e Discussão

Em relação ao Cerradão, nos sistemas de cultivo perene (VE, VL) e anual (CA) houve, respectivamente, reduções do carbono da biomassa microbiana (CBM), na profundidade 0 a 5 cm, de 68%, 66% e 75%, e na profundidade 5 a 20 cm de 61%, 73% e 75% ([Tabela 1](#)). Reduções na biomassa microbiana de solos de Cerrado sob uso agrícola em relação à vegetação nativa também foram observadas por [Maciel et al. \(1996\)](#), [Mendes et al. \(1999\)](#); [Mercante et al. \(2000\)](#), [Oliveira \(2000\)](#) e [Mendes \(2002\)](#). No estudo conduzido por [Oliveira \(2000\)](#), na região de Planaltina DF, num Latossolo Vermelho-Amarelo de Cerrado, com culturas anuais contínuas foram observadas, na profundidade 0 a 5 cm, reduções médias no CBM, em relação às áreas nativas, de 52%, independentemente das épocas de avaliação (estação seca ou chuvosa). Nas áreas sob vegetação nativa, dentre os fatores que podem ser responsáveis por condições mais favoráveis à biomassa microbiana destacam-se: ausência de preparo do solo e a maior diversidade florística ([Bandick & Dick, 1999](#)). Além de favorecer a preservação das hifas fúngicas e o acúmulo da serapilheira na superfície do solo (propiciando a ocorrência de menor variação e de níveis mais

adequados de temperatura e umidade), a ausência de revolvimento do solo também resulta na maior presença de raízes as quais aumentam a entrada de substratos orgânicos no sistema, via exudatos radiculares ([Bopaiah & Shetti, 1991](#)). A diversidade florística das áreas nativas e a presença de vegetação durante todo o ano influenciam a produção (quantidade) e a qualidade da serrapilheira. O somatório desses fatores contribui para a ocorrência de maiores níveis de biomassa nessas áreas comparativamente às áreas sob cultivo.

Nas áreas sob cultivo, além das reduções no CBM, também foram observadas reduções nos teores de matéria orgânica do solo ([Tabela 2](#)). Em relação à área nativa, as reduções na matéria orgânica na profundidade 0 a 5 cm foram, respectivamente, de 9%, 32% e 38% para os sistemas de cultivo perene, VE e VL e anual (CA). Na profundidade 5 a 20 cm, as reduções nos teores de matéria orgânica foram de 10%, 47% e 39% para VE, VL e CA, respectivamente. Como as reduções nos teores de CBM foram mais acentuadas que as reduções da matéria orgânica, os resultados sugerem que o carbono da biomassa microbiana, que representa a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, é mais sensível à remoção da cobertura vegetal nativa que a parte não viva da matéria orgânica. Por essa razão, o CBM tem sido apontado por vários autores ([Dick, 1994](#); [Balota et al., 1998](#); [Mendes & Vivaldi, 2001](#); [Mendes, 2002](#)) como um indicador de qualidade, com sensibilidade para detectar modificações no solo, antes mesmo que os teores de matéria orgânica sejam alterados significativamente.

Nas [Tabelas 2 e 3](#), observa-se que nas duas profundidades avaliadas, a entre linha do sistema de cultivo perene (VE) apresentou níveis de C prontamente mineralizável e de atividade da enzima β -glucosidase mais elevados que os dos demais sistemas de uso do solo (VL, CA e Cerradão). Esse resultado pode estar relacionado ao uso de restos culturais de soja, milho e algodão, como cobertura morta, na entre linha do parreiral e ao efeito rizosférico do capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*), utilizado como cobertura viva, proporcionando maior entrada de C prontamente mineralizável em relação aos demais sistemas.

Tabela 1. Propriedades químicas de um Latossolo Vermelho-Amarelo da região de Primavera do Leste/MT, sob três sistemas de uso do solo nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm. (Dados representam médias de 2 repetições).

Sistemas de uso do Solo	pH	Al	Ca + Mg	P	K
	H ₂ O	mmol _c dm ⁻³		mg dm ⁻³	
..... Profundidade 0 - 5 (cm)					
Videira entrelinha (VE)	6,85	0,0	69,4	669,55	829,50
Videira linha (VL)	6,90	0,0	64,4	670,95	475,50
Culturas anuais (CA)	6,50	0,40	31,4	7,35	105,00
Cerradão	4,80	16,8	4,0	29,55	39,00
..... Profundidade 5 - 20 (cm)					
Videira entrelinha (VE)	6,50	0,0	77,3	422,30	275,00
Videira linha (VL)	6,60	0,0	55,6	108,40	187,00
Culturas anuais (CA)	6,30	0,4	30,4	8,25	139,50
Cerradão	4,75	13,3	2,3	12,75	33,00

Tabela 2. Carbono da biomassa microbiana, C prontamente mineralizável e matéria orgânica de um Latossolo Vermelho Amarelo da região de Primavera do Leste /MT, sob três sistemas de uso do solo, nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm. (Dados representam a média de duas repetições e o desvio-padrão).

Sistemas de uso do Solo	C da biomassa microbiana		C prontamente mineralizável		Matéria Orgânica	
	0-5 cm	5-20 cm	0-5 cm	5-20 cm	0-5 cm	5-20 cm
 mg C kg ⁻¹ solo g kg ⁻¹	
Videira entrelinha (VE)	124,0 ± 60,5	163,5 ± 47,9	306,5 ± 44,9	152,4 ± 24,3	33,0 ± 0,0	31,5 ± 3,7
Videira linha (VL)	132,4 ± 60,7	112,7 ± 3,8	194,9 ± 70,7	30,1 ± 17,0	24,6 ± 3,0	18,6 ± 0,4
Culturas anuais (CA)	96,8 ± 16,6	104,1 ± 50,7	130,3 ± 32,0	96,0 ± 8,2	22,3 ± 1,8	21,3 ± 0,4
Cerradão	391,6 ± 166,7	420,9 ± 79,0	215,2 ± 25,6	59,5 ± 28,8	36,2 ± 5,2	35,1 ± 0,0

Tabela 3. Atividade enzimática de um Latossolo Vermelho Amarelo da região de Primavera do Leste/MT, sob três sistemas de uso do solo, nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm. (Médias \pm Desvio-padrão).

Sistemas de uso do solo	β - Glucosidase		Fosfatase ácida		Arilsulfatase	
	0-5 cm	5-20 cm	0-5 cm	5-20 cm	0-5 cm	5-20 cm
..... $\mu\text{g } p\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{ solo h}^{-1}$						
Videira entrelinha (VE)	78,1 \pm 0,6	72,3 \pm 12,2	318,2 \pm 6,5	322,4 \pm 43,3	54,8 \pm 11,5	85,2 \pm 11,5
Videira linha (VL)	41,0 \pm 10,0	19,4 \pm 4,2	290,6 \pm 79,2	183,5 \pm 2,2	33,8 \pm 5,5	14,4 \pm 1,8
Culturas anuais (CA)	51,9 \pm 6,9	59,8 \pm 6,6	280,5 \pm 11,8	342,5 \pm 3,3	16,6 \pm 0,9	20,5 \pm 0,2
Cerradão	47,2 \pm 6,3	29,2 \pm 6,0	383,1 \pm 39,3	262,4 \pm 1,5	99,1 \pm 17,1	84,6 \pm 18,6

A β -glucosidase atua na etapa final do processo de decomposição da celulose. Essa enzima é responsável pela hidrólise dos resíduos de celobiose formando o açúcar simples β -D-glucose ([Tabatabai, 1994](#); [Paul & Clark, 1996](#)). Sendo a celobiose um dissacarídeo de rápida decomposição no solo, sua presença poderia explicar a relação entre os teores elevados de atividade da β -glucosidase e os teores de C prontamente mineralizável, observados na entre linha do parreiral (VE). A menor quantidade de C prontamente mineralizável, na área sob Cerradão, pode ser um reflexo da maior diversidade de espécies vegetais e, conseqüentemente, da maior complexidade dos resíduos vegetais que atingem a superfície do solo (galhos, ramos, folhas, flores, frutos e sementes).

À exceção da área sob culturas anuais (CA), em todas as demais áreas avaliadas, os maiores valores de C prontamente mineralizável foram observados na profundidade 0 a 5 cm ([Tabela 2](#)). Isso pode ser atribuído ao acúmulo de resíduos vegetais, na superfície do solo, estimulando a atividade microbiana, determinada pela liberação de CO_2 . Embora a área de culturas anuais estivesse sob o sistema de plantio direto desde 1993, na safra 2000/2001, o preparo do solo foi efetuado com aração e gradagem (preparo convencional), resultando na incorporação dos restos culturais no perfil do solo, diminuindo as diferenças entre as profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm.

[Alvarez et al. \(1995\)](#); [Balota et al. \(1998\)](#); [Mendes et al. \(1999\)](#) e [Vargas & Scholles \(2000\)](#), avaliando a produção de C- CO_2 sob diferentes sistemas de manejo, também observaram que nos sistemas de preparo convencional, a liberação de C- CO_2 tende a ser uniforme na profundidade de 0 a 20 cm. Em sistemas de plantio direto e com preparo reduzido do solo, os maiores níveis de liberação de C- CO_2 ocorrem na camada superficial.

As menores quantidades de C prontamente mineralizável e de atividade da β -glucosidase, observadas na profundidade 5 a 20 cm nas amostras coletadas na linha do parreiral (VL) e na área sob Cerradão ([Tabela 3](#)), podem ser uma conseqüência da maior complexidade dos resíduos vegetais nessa profundidade do solo, (maior quantidade de raízes lignificadas), acarretando a menor entrada de resíduos orgânicos de rápida decomposição.

Na profundidade 0 a 5 cm, a atividade da fosfatase ácida do Cerradão ($383 \mu\text{g } p\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{ de solo h}^{-1}$) foi superior à da entre linha do parreiral (VE) e à da área com culturas anuais ([Tabela 3](#)). Isso demonstra a importância dessa

enzima na mineralização do fósforo orgânico nas áreas sob vegetação nativa em que a matéria orgânica é a principal fonte de nutrientes para o crescimento das plantas. Devido ao elevado desvio-padrão observado na linha do parreiral (VL), não se verificou diferença na atividade da fosfatase entre essa área e o Cerradão. O elevado desvio-padrão na linha do parreiral pode estar relacionado à capina manual para controle de invasoras, interferindo na distribuição do adubo fosfatado. Ainda na profundidade 0 a 5 cm verificou-se que a atividade da fosfatase na entre linha (VE) foi ligeiramente superior à do sistema com culturas anuais (CA). Na profundidade 5 a 20 cm as maiores atividades da fosfatase ocorreram na entre linha do parreiral (VE) e na área sob culturas anuais. Na linha do parreiral (VL), constatou-se os menores valores de atividade dessa enzima.

Os valores de atividade da fosfatase ácida na área sob Cerradão em Primavera do Leste foram menores que os reportados por [Mendes & Vivaldi \(2001\)](#) numa área de Cerradão localizada em Planaltina, DF. Num estudo sobre as propriedades microbiológicas de solos sob diferentes fitofisionomias do Bioma Cerrado, esses autores observaram, em amostras coletadas num Cerradão, na época chuvosa e na profundidade 0 a 5 cm, valores médios de atividade da fosfatase de $2421 \mu\text{g } p\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{ de solo h}^{-1}$. Os menores valores de fosfatase registrados no Cerradão de Primavera do Leste podem estar relacionados aos teores de fósforo presentes no solo, 30 mg dm^{-3} e 13 mg dm^{-3} , nas profundidades 0 a 5 cm e 5 a 20 cm, respectivamente ([Tabela 1](#)). De acordo com [Sousa & Lobato \(1996\)](#), para solos de textura franco-argilo-arenosa esses teores são considerados médios. Na área de Cerradão, avaliada no trabalho de [Mendes & Vivaldi \(2001\)](#), os teores de P no Latossolo Vermelho-Escuro argiloso eram muito baixos (inferiores a 3 mg dm^{-3}). Neste estudo os níveis de P no solo nativo sob Cerradão, nas profundidades de 0 a 5 cm e 5 a 20 cm sugerem que o melhor nível de fertilidade desse solo, diminuiu a dependência do sistema em relação à ciclagem do P orgânico pela atividade da fosfatase ácida, resultando em menores níveis de atividade dessa enzima. [Chunderova & Zubeta \(1969\)](#) citados por [Dick \(1994\)](#) também observaram reduções nos níveis de atividade da fosfatase ácida em função do aumento do P na solução do solo. As diferenças na textura do solo no Cerradão de Primavera (LV franco-argiloso) e no Cerradão do DF (LE argiloso) também podem ter influenciado a atividade da fosfatase nas duas áreas, pois, conforme verificado por [Sarkar et al. \(1989\)](#) e [Renz. \(1997\)](#), a adsorção de enzimas extracelulares (tais como a fosfatase) a partículas de argila, é um importante mecanismo de estabilização e proteção contra proteases existentes na solução do solo.

Embora as adubações realizadas no parreiral tenham elevado bastante os teores de P no solo ($> 100 \text{ mg dm}^{-3}$, [Tabela 1](#)), as diferenças entre a atividade da fosfatase nessa área (linha e entre linha) e na área com culturas anuais (teores de $P < 10 \text{ mg dm}^{-3}$) não foram muito acentuadas. Isso pode estar relacionado à aplicação localizada do adubo fosfatado no parreiral, fazendo com que ele fique concentrado nesses locais, diminuindo o efeito inibitório sobre a fosfatase ácida. Ainda que os teores de P na área sob culturas anuais sejam menores, o adubo fosfatado é incorporado ao solo, o que também resulta na inibição dessa enzima. De qualquer forma, conforme também observado por [Dick \(1994\)](#), fica evidenciada a dificuldade de se estabelecer correlações entre a bioquímica e a química do solo em áreas em que a entrada de nutrientes via adubação é elevada.

Na [Tabela 3](#), são apresentados os valores de atividade da enzima arilsulfatase. Nas duas profundidades, no Cerradão foram registradas atividades elevadas (em média $92 \mu\text{g } p\text{-nitrofenol g}^{-1} \text{ de solo h}^{-1}$), evidenciando a importância da ciclagem do enxofre orgânico pela arilsulfatase nas áreas nativas. [Oliveira \(2000\)](#) observou que a atividade da arilsulfatase em um sistema com culturas anuais foi 1,6 vezes menor que o de uma área nativa de Cerrado, na profundidade 0 a 5 cm. Entretanto, na profundidade 5 a 20 cm não foram constatadas diferenças entre as duas áreas.

Entre as áreas sob uso agrícola, na profundidade 0 a 5 cm, a linha e a entre linha do parreiral (VE e VL) apresentaram atividades da arilsulfatase maiores que a da área sob cultivo anual. Como os ânions H_2PO_4^- e SO_4^- competem entre si pelos mesmos sítios de adsorção nos colóides do solo e como o H_2PO_4^- é adsorvido preferencialmente nesses sítios ([Tisdale et al., 1993](#)), as maiores atividades da arilsulfatase no parreiral podem estar associadas a uma deficiência de S acarretada pelos altos teores de P nessas áreas (VE e VL, [Tabela 1](#)) estimulando a atividade da arilsulfatase. Na profundidade 5 a 20 cm, na entre linha do parreiral (VE) verificaram-se níveis de atividade da arilsulfatase semelhantes aos da área de Cerradão e maiores que as amostras coletadas na linha do parreiral (VL) e na área sob culturas anuais (CA). Esse resultado pode estar associado ao efeito rizosférico do capim-pé-de-galinha, presente nas entre linhas, semelhante ao observado com o C prontamente mineralizável e com a β -glucosidase. Conforme discutido para a profundidade 0 a 5cm também é possível que o elevado teor de P da entre linha ([Tabela 1](#)) tenha acarretado um estímulo adicional na atividade da arilsulfatase.

O presente estudo constitui o primeiro relato sobre as propriedades microbiológicas de solos sob cultivo e sob vegetação nativa no estado de Mato Grosso. Apesar das determinações terem sido conduzidas apenas com amostras coletadas no início da época chuvosa, foram avaliados alguns dos agroecossistemas mais representativos da região de Primavera do Leste. Na entre linha do parreiral o uso de práticas de manejo diferenciadas e a presença da gramínea *Eleusine indica*, como cobertura viva, influenciaram as propriedades microbiológicas do solo aumentando o C mineralizável e a atividade das enzimas β -glucosidase e arilsulfatase. Confirmando observações de várias outras partes do mundo ([Gupta & Germida, 1988](#), [Singh & Singh, 1995](#)) e do Brasil ([Maciel et al., 1996](#), [Mendes et al., 1999](#); [Mercante et al., 2000](#) e [Oliveira, 2000](#)), também foi verificada acentuada redução no carbono da biomassa microbiana nas áreas sob cultivo e a maior sensibilidade desse indicador, em relação à matéria orgânica, na quantificação do impacto da conversão de áreas nativas para sistemas agrícolas.

Em relação à fosfatase ácida e analisando as diferenças observadas nos valores de atividade em Primavera do Leste e nos estudos conduzidos por [Mendes & Vivaldi \(2001\)](#), na região do DF, demonstra-se a importância de estudos locais para melhor entendimento do funcionamento biológico dos solos do Cerrado. No contexto do crescente interesse que os estudos de biologia do solo têm adquirido nos últimos anos e da possibilidade de se usar indicadores microbiológicos e bioquímicos para avaliar o impacto de sistemas de manejo que melhoram ou degradam a qualidade do solo, esse resultado merece destaque, pois evidencia a importância da formação de bancos de dados locais, usando como referencial áreas nativas próximas aos agroecossistemas avaliados. Conforme destacado por [Oliveira et al. \(2001\)](#), a utilização de metodologias padronizadas de coleta, preparo e análises das amostras de solo será fundamental para comparação dos resultados obtidos nos diferentes locais.

Conclusões

1. Os sistemas de uso do solo com culturas perenes e anuais reduzem o carbono da biomassa microbiana, em relação a áreas sob vegetação nativa.
2. Práticas de manejo diferenciadas, na entre linha no parreiral e a presença da gramínea *Eleusine indica*, como cobertura viva, influenciam as propriedades microbiológicas do solo aumentando o C mineralizável e a atividade das enzimas β -glucosidase e arilsulfatase.

3. O carbono da biomassa microbiana, C prontamente mineralizável, e as atividades das enzimas b-glucosidase, fosfatase ácida e arilsulfatase são indicadores biológicos sensíveis para identificar alterações no solo em função de diferentes sistemas de uso da terra.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, R.; DIAZ, R. A.; BARBERO, N.; SANTANATOGLIA, O. J.; BLOTTA, L. Soil organic carbon, microbial biomass and CO₂-C production from three tillage systems. **Soil Tillage Research**, Amsterdam, v. 33, p. 17-28, 1995.
- ANDERSON, J. P.; DOMSCH, K. H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 10, p. 215-221, 1978.
- 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, p. 641-649, 1998.
- BANDICK, A. K.; DICK, R. P. Field management effects on soil enzymes activities. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 31, p. 1471-1479, 1999.
- BOPAI AH, B. M.; SHETTI, H. S. Soil microflora and biological activities in the rhizospheres and root regions of coconut-based multistoreyed cropping and coconut monocropping systems. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 17, p. 297-302, 1991.
- CARNEIRO, R. G. **Dinâmica de parâmetros biológicos associados ao ciclo do fósforo em solo de cerrado sob diferentes sistemas de manejo**. 1999. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina. Santa Catarina, 1999.
- CARNEIRO, R. G.; MENDES, I. C.; LOVATO, P. E.; CARVALHO, A. M. **Dinâmica de variáveis biológicas associadas ao ciclo do fósforo em solo de cerrado sob diferentes sistemas de manejo**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 5 p. (Embrapa Cerrados. Pesquisa em Andamento, 36)
- CHUNDEROVA, A. I.; ZUBETA, T. Phosphatase activity in dernopodzolic soils. **Pochvovendenie**, Moscow, v. 11, p. 47-53, 1969.

DICK, R. P. Soil enzymes activities as indicators of 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 American, 1994. p. 107-124. (Special Publication, 35)

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 sustainable environment**. . Madison: Soil Science Society of American, 1994. p. 3-21. (Special Publication, 35).

EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. **Manual de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.

GUPTA, V. V. S. R.; GERMIDA, J. J. Distribution of microbial biomass and its activity in different soil aggregate size classes as affected by cultivation. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 20, p. 777-786, 1988.

JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N. (Ed.). **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 5, p. 415-471, 1981.

JENKINSON, D. S.; POLWSON, D. S. The effect of biocidal treatment on metabolism in soil. V. A method of measuring soil biomass. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 8, p. 209-213, 1976.

MACIEL, M. M. F.; MELO, W. J. de.; CHELLI, R. A.; LEITE, S. A. S. Biomassa microbiana de solos sob vegetação de cerrado e diferentes usos agrícolas em Planaltina (DF). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DO SOLO, 13., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. 1 CD-ROM.

MENDES, I. C. Impactos de sistemas agropecuários na atividade enzimática e biomassa microbiana dos solos de Cerrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 2.; MERCOSOJA, 2002, Foz do Iguaçu. **Perspectivas do agronegócio da soja: anais**. Londrina: Embrapa Soja, 2002. P. 246-257. (Embrapa Soja. Documentos, 180).

MENDES, I. C.; CARNEIRO, R. G; CARVALHO, A. M; VIVALDI, L.; VARGAS, M. A. T. **Biomassa C e atividade microbiana em solos de cerrado sob plantio direto e plantio convencional**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 5 p.(Embrapa Cerrados. Pesquisa em Andamento, 5).

MENDES, I. C.; VIVALDI, L. Dinâmica da biomassa e atividade microbiana em uma área sob Mata de Galeria na região do DF. In: RIBEIRO, J. F.; SILVA, J. C. S.; LAZARINI, C. E. (Ed.). **Conservação e recuperação da biodiversidade das Matas de Galeria do bioma Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001.

MERCANTE, F. M.; GUIMARÃES, J. B. R.; MANJABOSCO, A. D.; SOARES, A. S.; BRAGA, A. C. A.; ALMEIDA, K. A. Alterações na biomassa microbiana do solo submetido a diferentes sistemas de manejo e rotações/sucessões de culturas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 24.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 8.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 6.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 3., Santa Maria, 2000. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 2000. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, J. R. A. **O impacto de sistemas integrados de lavouras e pastagens na biomassa-C e na atividade biológica de um Latossolo Vermelho Escuro de Cerrado**. 2000. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília. Brasília, 2000.

OLIVEIRA, J. R. A.; MENDES, I. C.; VILELA, L.; VIVALDI, L.; VARGAS, M. A. T. **Carbono da biomassa microbiana e atividade biológica em solos sob sistemas integrados de culturas anuais e pastagens**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999. 3 p. (Embrapa Cerrados. Pesquisa em Andamento, 35)

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**, Campinas, v. 25, p. 863-871, 2001.

PAUL, E. A.; CLARK, F. E. **Soil microbiology and biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1996. 340 p.

RENZ, T. **Influence of land use on microbial parameters and phosphatase activity in Cerrado oxisols**. 1997. Dissertação (Mestrado) – University Bayreuth. Bayreuth, 1997.

SARKAR, J.; LEONOWICZ, A.; BOLLAG, J. M. Immobilization of enzymes on clays and soils. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 21, p. 223-230, 1989.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Correção do solo e adubação da cultura da soja**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1996. 30 p. (Embrapa Cerrados. Circular Técnica, 33).

SANTANA, D. F.; BAHIA-FILHO, A. F. C. Soil quality and agricultural sustainability in the Brazilian Cerrado. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 16., 1998, Montpellier, França. **Proceedings...** Montpellier: ISS, 1998. 1 CD ROM

SINGH, S.; SINGH, J. S. Microbial biomass associated with water-stable aggregates in forest, savanna and cropland soils of a seasonally dry tropical region, Indian. **Soil Biology & Biochemistry**, Oxford, v. 27, p. 1027-1033, 1995.

TISDALE, S.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. H. **Soil fertility and fertilizers**. New York: Macmillan, 1993. 634 p.

TABATABAI, M. A. Soil enzymes. In: WEAVER, R. W.; SCOTT, A.; BOTTOMELEY, P. J.(Ed.). **Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties**. **Soil Science Society American**, Madison, v. 2, p. 778-835, 1994. (Special Publication, 5)

TURCO, R. F.; KENNEDY, A. C.; JAWSON, M. D. Microbial indicators of soil quality. In: DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madson: Soil Science Society of American, 1994. p. 73-90. (Special publication, 35).

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**, Campinas, v. 24, p. 35-42, 2000.