

CARBONO, CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA EM UM SOLO SOB MATA NATURAL, PASTAGEM E CULTURA DO ALGODOEIRO⁽¹⁾

M. MARCHIORI JÚNIOR⁽²⁾ & W. J. MELO⁽³⁾

RESUMO

Avaliaram-se os parâmetros $C_{orgânico}$, $C_{microbiano}$, atividades de celulase e amilase em amostras de uma Terra Roxa Estruturada sob mata natural (MN), nas áreas sob pastagem por 20 anos (P20), pastagem por 25 anos P(25) e sob cultivo do algodoeiro por 10 anos (A10), obtidas no verão nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm. Os teores de $C_{orgânico}$, $C_{microbiano}$ e as atividades de amilase e celulase foram muito semelhantes entre MN e nas áreas P20 e P25. Somente foi observada redução em 18% do $C_{orgânico}$ da P25, em relação à MN, na profundidade de 0-10 cm. O cultivo convencional do algodoeiro por 10 anos provocou reduções de 54 a 81 %, em relação à MN, no $C_{microbiano}$ e na atividade de amilase nas três profundidades de amostragem, assim como apresentou valor da relação $C_{microbiano}/C_{orgânico}$ menor que 1,0%, indicando redução na dinâmica da matéria orgânica do solo. O $C_{microbiano}$ e as atividades de amilase e celulase correlacionaram-se positiva e significativamente nas três profundidades, enquanto o $C_{orgânico}$, correlacionou-se com os parâmetros analisados somente na profundidade de 0-10 cm.

Termos de indexação: manejo do solo, celulase, amilase, matéria orgânica, uso do solo, enzimologia.

⁽¹⁾ Parte da Tese de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária - FCAV/UNESP, e apresentado, na forma de resumo, no XXVI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Recebido para publicação em março de 1998 e aprovado em janeiro de 1999.

⁽²⁾ Aluno de Pós-Graduação da FCAV/UNESP. Rodovia Carlos Tonanni, Km 5, CEP 14870-000 Jaboticabal (SP). Bolsista da FAPESP.

⁽³⁾ Professor do Departamento de Tecnologia da FCAV/UNESP.

SUMMARY: *CARBON, MICROBIAL BIOMASS CARBON AND ENZYME ACTIVITY OF A SOIL UNDER NATURAL FOREST, GRASSLAND AND COTTON CULTURE*

This work was carried out to evaluate the alterations in organic-C, microbial-C and in the activities of the enzymes cellulase and amylase in soil samples of a Rhodustalf collected in the summer at 0-10, 10-20 and 20-30 cm depths, under natural forest (NF), 20 (P20) and 25 (P25) year old pastures and 10 year old cotton cultivation. Organic-C and microbial-C contents and the amylase and cellulase activities were very similar in NF, P20 and P25. Reduction of 18% in organic-C was observed in P25, when compared to NF at the depth of 0-10 cm. The conventional cultivation of cotton for 10 years caused reductions from 54 to 81% in microbial-C and in the activity of amylase in relation to NF, in the three sampling depths, presenting a microbial-C/organic-C ratio smaller than 1.0%, which suggests reduced organic matter dynamics. Microbial-C was positively correlated to amylase and cellulase activities at the three depths, but the organic-C was only correlated to the analyzed parameters at the 0-10 cm depth.

Index terms: soil management, cellulase, amylase, enzymology, organic matter, soil use.

INTRODUÇÃO

Os organismos do solo interagem intensamente com as partículas do solo e são responsáveis por inúmeros processos biológicos e bioquímicos essenciais para garantir a sustentação do ecossistema onde eles vivem.

Atualmente, a biomassa microbiana, respiração e atividade enzimática, geral ou específica do solo, podem ser usadas como indicativos da qualidade do solo (Campbell et al., 1992; Doran et al., 1994).

Define-se biomassa microbiana do solo (BMS) como a parte viva da matéria orgânica do solo, excluindo raízes e animais maiores do que, aproximadamente, 5.000 μm^3 . Operacionalmente, atua como agente de transformação da matéria orgânica no ciclo de nutrientes e no fluxo de energia (Jenkinson & Ladd, 1981; Wardle, 1992).

Como resultado da atividade dos microrganismos, ocorre a produção de várias enzimas extracelulares, capazes de atacar substratos orgânicos que compõem a matéria orgânica do solo ou necromassa, liberando monômeros, que são absorvidos e metabolizados nas células, produzindo biomassa, CO_2 , H_2O e elementos minerais (Stevenson, 1986).

A utilização de métodos convencionais de preparo do solo, associados a culturas anuais, normalmente provoca redução nos teores de carbono orgânico no solo, resultante do aumento da taxa de decomposição anual ou redução da taxa de adição de material orgânico (Dalal & Mayer, 1986a, b). Segundo Jenkinson & Rayner (1977) e Powlson et al. (1987), a BMS parece mais sensível a mudanças iniciais no conteúdo de matéria orgânica do solo.

Modificações mensuráveis na BMS têm sido detectadas em função das práticas de preparo do solo, do manejo de plantas e da adubação. A derrubada da mata tropical, seguida da queima da vegetação, provoca uma queda inicial, com posterior elevação no nível de BMS, determinando, ainda, uma nova distribuição ao longo do perfil (Cerri et al., 1985; Geraldles et al., 1995).

As alterações na BMS podem ser analisadas pela relação carbono microbiano/carbono orgânico do solo. Tal relação expressa o tamanho do compartimento carbono microbiano em relação ao compartimento carbono orgânico do solo. Anderson & Domsch (1989) encontraram valores de 2,3%, para monoculturas, e 2,9%, para sistemas em rotação de culturas.

Ainda existem poucas informações sobre mudanças nas propriedades bioquímicas e biológicas do solo ao se substituir a floresta natural por pastagem ou culturas anuais em regiões sob clima tropical.

O objetivo deste trabalho foi verificar as alterações nos teores de $C_{\text{orgânico}}$, $C_{\text{microbiano}}$, atividades de celulase e de amilase em um solo de alta fertilidade natural mantido sob pastagem por 20 anos, pastagem por 25 anos e algodão por 10 anos, em relação ao mesmo solo sob mata natural.

MATERIAL E MÉTODOS

Solo - As amostras de solo foram coletadas em uma unidade de solo pertencente ao grupo de Terra Roxa Estruturada (Rhodustalfs), situada no

município de Paulo de Faria (SP), Brasil. O clima da região foi classificado como Cwa, segundo Köppen, com inverno seco. A análise granulométrica revelou, na profundidade de 0-20 cm: argila = 450 g kg⁻¹; silte = 320 g kg⁻¹; areia fina = 180 g kg⁻¹, e areia grossa = 50 g kg⁻¹. Os resultados da análise de fertilidade, segundo métodos IAC (1996), encontram-se no quadro 1.

Descrição das áreas - Os tratamentos foram definidos segundo os tipos de uso do solo. Escolheram-se quatro áreas com aproximadamente 4 ha cada (uma para cada tipo de uso), distribuídas numa faixa homogênea de solo com aproximadamente 30 ha. Os tipos de uso do solo analisados foram: MN (mata natural); P20 (pastagem por 20 anos; a mata natural foi removida em 1972, seguindo-se manejo com fogo no anos de 1973 e 1974 e instalação de pastagem com capim-colonião - *Panicum maximum* em 1975); P25 (pastagem por 25 anos; a mata natural foi removida em 1966, seguindo-se pousio e manejo com fogo até 1970, quando se formou pastagem com capim-colonião que, em 1991, foi substituído por capim-braquiária - *Brachiaria decumbens*), e A10 (algodão por 10 anos; a mata natural foi removida em 1985, seguindo-se cultivo anual de algodoeiro - *Gossypium hirsutum*). Nas áreas sob pastagens, não foram feitas calagens e adubações. Na área com algodoeiro, durante o preparo do solo, foram feitas calagens, na dose de 3 Mg ha⁻¹, a cada 4 anos; nos plantios, foram aplicados 400 kg ha⁻¹ da fórmula 3-15-10 e, em cobertura, 40 kg ha⁻¹ de N (na forma de sulfato de amônio) e 20 kg ha⁻¹ de K₂O (na forma de cloreto de potássio).

Delineamento experimental - Fez-se uso do delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os dados foram analisados em esquema de parcelas subdivididas, em que os tratamentos principais foram constituídos pelos tipos de uso do solo (4) e os tratamentos secundários, pelas três profundidades de amostragem. Após análise de variância, aplicou-se o teste de Tukey, a 5% para comparação das médias.

Amostragem - Foi realizada no dia 03/02/96. Para cada tipo de uso do solo, foram delimitadas quatro parcelas com, aproximadamente, 1 ha. Em cada uma delas, foram colhidas, por caminhamento em ziguezague dentro da área útil da parcela, 20 amostras simples nas profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, as quais foram reunidas, de acordo com as profundidades, para formarem as amostras compostas. No caso da área cultivada com algodoeiro, as amostras foram obtidas nas entrelinhas da cultura.

Preparo das amostras - As amostras de solo foram acondicionadas em sacos de polietileno e mantidas em gelo. No laboratório, foi imediatamente retirada uma subamostra para avaliação da biomassa microbiana, realizada no prazo máximo de 2 dias. O material restante foi estendido para secagem ao ar por 48 h e passado por peneira com malha de 2 mm (TFSA).

Determinações nas amostras de solo - O teor de C_{orgânico} foi avaliado pelo método da oxidação por via úmida (dicromato de potássio em meio de ácido sulfúrico concentrado), determinando-se o excesso de dicromato por titulação com solução de sulfato ferroso amoniacal previamente padronizada (Dabin, 1976).

O C_{microbiano} foi determinado pelo método da fumigação extração (Vance et al., 1987), que consiste em se destruir a membrana celular dos microrganismos com clorofórmio, seguindo-se a extração do carbono liberado por uma solução de sulfato de potássio, o qual foi determinado pelo método da oxidação por via úmida.

Calculou-se a relação C_{microbiano}/C_{orgânico}, expressa em percentagem, utilizando-se a seguinte fórmula (C_{microbiano}/C_{orgânico}) x 100.

A atividade da celulase foi calculada pelo método de Pancholy & Rice (1973) e a atividade da amilase pelo método de Ross (1965). Tais métodos consistem em incubar amostras de solo na presença de um substrato específico, carboximetilcelulose e amido, respectivamente, sob condições controladas, seguindo-se a determinação da quantidade de açúcares redutores formados.

Quadro 1. Análise de fertilidade de uma amostra de Terra Roxa Estruturada sob diferentes tipos de uso (profundidade de 0-20 cm)

Área	P	M.O.	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H + Al	SB	CTC	V
	resina									
	mg dm ⁻³	g kg ⁻¹		mmol _c dm ⁻³						%
Mata (natural)	6	40	5,7	4,9	83	26	28	113,9	141,9	80
Pastagem (20 anos)	7	40	5,8	5,5	93	26	22	124,5	146,5	85
Pastagem (25 anos)	5	39	5,8	7,5	68	28	22	103,5	125,5	82
Algodão (10 anos)	21	32	6,4	9,5	190	20	13	219,5	232,5	94

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Carbono orgânico no solo - O teor de $C_{\text{orgânico}}$ foi afetado de modo significativo pelo tipo de uso de solo e pela profundidade de amostragem (Quadro 2). No entanto, apenas para a profundidade de 0-10 cm houve diferença significativa entre os usos do solo, sendo os valores mais elevados observados em MN, e os menores, em A10. Os solos sob P20 e P25 não diferiram entre si quanto ao teor de $C_{\text{orgânico}}$. Segundo Stevenson (1982), a diminuição do teor de matéria orgânica no solo sob cultivo não se deve unicamente à redução da quantidade de resíduos adicionados, mas também ao aumento da atividade microbiana, causada por melhores condições de aeração, temperaturas mais elevadas e alternâncias mais freqüentes de umedecimento e secagem do solo. A pastagem por 25 anos e a cultura do algodoeiro por 10 anos reduziram em 18 e 34 %, respectivamente, o teor de $C_{\text{orgânico}}$, em relação à mata natural, na profundidade de 0-10 cm (Quadro 2).

Num estudo da dinâmica da matéria orgânica em solos sob pastagem após dois e oito anos de implantação, em comparação com a mata natural, Cerri (1989) encontrou que, após dois anos da derrubada da floresta, os teores de C originais diminuíram 25% na camada superficial. Por outro lado, após oito anos sob pastagem, o solo recuperou os teores totais originais de C, sendo 45,8% do total representado pelo carbono oriundo da pastagem. Um solo (Entisol) mantido sob gramínea natural e cultivado com milho por 40 anos apresentou diferença de 70% entre os usos do solo com relação ao teor de $C_{\text{orgânico}}$ (Riffaldi et al., 1994).

Pode-se notar, num solo de boa fertilidade natural, que a pastagem tende a manter uma condição semelhante à da mata natural com o decorrer do tempo quanto ao teor de $C_{\text{orgânico}}$. Isto tem sido

atribuído a um sistema radicular bem desenvolvido e distribuído nos solos sob pastagem. Para Teixeira & Bastos (1989), a pastagem, em geral, revela boa distribuição do sistema radicular até um metro de profundidade, com 46,2% das raízes na camada superficial do solo (0-10 cm), 18,6% na camada de 10-20 cm, 22,8% na camada de 20-40 cm, e 12,4% na camada de 40-100 cm.

Na área de cultivo com algodoeiro, não foram observadas diferenças no teor de $C_{\text{orgânico}}$ entre as profundidades de 0-10 e 10-20 cm, indicando que não houve estratificação no teor de carbono, como na mata natural e nas pastagens, fato também observado por Angers et al. (1993), comparando um solo não movimentado com um solo arado. Tais autores observaram que, nos solos arados, não ocorreu estratificação do carbono, como em solo sob floresta.

No geral, houve poucas alterações nos teores de $C_{\text{orgânico}}$. Somente a pastagem por 25 anos e o algodoeiro por 10 anos causaram reduções em relação à mata natural na profundidade de 0-10 cm, ou seja, na camada mais sujeita às agressões provocadas pelo manejo. Essa resistência do solo às alterações pode ser consequência do alto teor de matéria orgânica e de argila, em que parte da matéria orgânica, ou substâncias húmicas, pode formar complexos organominerais de alta resistência e, portanto, com certo grau de estabilidade, proporcionando ao solo maior resistência à perda de matéria orgânica (Stevenson, 1986).

Carbono da biomassa microbiana - Os teores de $C_{\text{microbiano}}$ foram mais elevados em MN, P20 e P25, não havendo diferença significativa entre estes. O único uso do solo que apresentou menor teor de $C_{\text{microbiano}}$, em comparação à MN, foi o A10 (Quadro 3).

Quadro 2. Teores de $C_{\text{orgânico}}$ de amostras de Terra Roxa Estruturada sob diferentes tipos de uso e em diferentes profundidades

Uso do solo	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
— g kg ⁻¹ de C na TFSA —			
Mata (natural)	23,5 Aa	15,3 Ba	13,8 Ba
Pastagem (20 anos)	22,6 Aab	17,1 Ba	14,1 Ca
Pastagem (25 anos)	19,2 Abc	13,6 Ba	11,8 Ba
Algodão (10 anos)	15,6 Ac	15,7 Aa	11,2 Ba

Coefficiente de variação para tratamentos = 17,4%, profundidade = 9,29; TFSA = terra fina seca ao ar; médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas comparam médias na vertical; letras maiúsculas comparam médias na horizontal.

Quadro 3. Teores de $C_{\text{microbiano}}$ de amostras de Terra Roxa Estruturada sob diferentes tipos de uso e em diferentes profundidades

Uso do solo	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
— mg kg ⁻¹ de C na TFSE —			
Mata (natural)	428 Aa	324 Ba	273 Ba
Pastagem (20 anos)	363 Aa	247 Ba	226 Ba
Pastagem (25 anos)	402 Aa	374 Ba	306 Ba
Algodão (10 anos)	143 Ab	123 Bb	95 Bb

Coefficiente de variação para tratamentos = 29,8%, profundidade = 26,3; TFSE = terra fina seca em estufa; médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas comparam médias na vertical; letras maiúsculas comparam médias na horizontal.

Não se detectou diferença significativa entre P20, P25 e MN. Isto pode estar relacionado com o fato de esse solo ser de alta fertilidade natural (Quadro 1) e as pastagens apresentarem sistema radicular abundante e ativo durante o ano todo, uma vez que, na profundidade de 0-30 cm, concentram-se mais de 60% do sistema radicular das pastagens. Na área A10, observaram-se reduções de 67, 62 e 65%, em comparação à MN, para as profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente. Tal redução reflete o maior impacto da cultura anual sobre a qualidade do solo (Doran et al., 1994).

A biomassa microbiana é muito sensível às alterações nas formas de carbono orgânico do solo em razão das mudanças no manejo ou uso do solo (Carter, 1986; Powlson et al., 1987). Após a alteração ser introduzida, a biomassa microbiana sofre flutuações até atingir um novo equilíbrio.

O quadro 4 apresenta os valores da relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$, expressa em percentagem, e mostra que a quantidade de C imobilizado como biomassa microbiana foi menor em A10. Nos demais usos do solo (MN, P20 e P25), a relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$ foi superior a 1,3. Isto indica que a dinâmica da matéria orgânica em A10 é bem mais lenta que na mata natural e nas pastagens, com entradas bem menores de material orgânico, tanto na parte aérea como no sistema radicular.

Valores da relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$ menores do que 1,0, tal como as encontradas no tratamento A10, foram observados por Geraldine et al. (1995) em pastagem com 15 anos em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Segundo Wardle (1992), os valores de $C_{\text{microbiano}}$ nem sempre se relacionam com o $C_{\text{orgânico}}$ do solo. No quadro 6, estão os valores das correlações entre $C_{\text{microbiano}}$ e $C_{\text{orgânico}}$. Verifica-se que somente na profundidade de 0-10 cm houve correlação significativa a 5%. Nas demais profundidades, o $C_{\text{orgânico}}$ não se correlacionou com nenhum dos parâmetros estudados.

Quadro 4. Valores da relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$, expressos em percentagem, em uma Terra Roxa Estruturada sob diferentes tipos de uso e em diferentes profundidades

Uso do solo	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Mata (natural)	1,7	2,0	1,9
Pastagem (20 anos)	1,5	1,3	1,5
Pastagem (25 anos)	2,0	2,6	2,5
Algodão (10 anos)	0,8	0,7	0,8

Atividade enzimática - Observaram-se reduções na atividade enzimática em relação à mata natural somente para amilase. A área sob cultivo com algodoeiro por 10 anos apresentou atividade de amilase 81, 64 e 54% menor, em relação à MN, para as profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, respectivamente (Quadro 5). Esses dados indicam que, com o cultivo anual, o solo pode apresentar menor quantidade de carbono na forma de amido, dada a maior biossíntese da enzima.

A redução na atividade de amilase do solo com o cultivo também foi observada por Mohanty & Padhan (1992), que concluíram ser a atividade enzimática um indicador sensível às mudanças de manejo do solo.

Com relação às pastagens, somente em P20 e na camada de 0-10 cm a atividade de amilase foi menor (36%) em relação à MN.

A enzima celulase P25 apresentou atividades 47 e 74% maiores em comparação à MN, para as profundidades de 0-10 e 10-20 cm, respectivamente, sugerindo entrada de substrato enriquecido em celulose no agrossistema, causando síntese de novas moléculas de celulase.

As diferenças de atividade de amilase e celulase em P20 e P25, descritas anteriormente, parecem estar relacionadas com o tipo de gramínea cultivada. Em P20, o *Panicum maximum* e, em P25, a *Brachiaria decumbens*.

Quadro 5. Atividades de celulase e amilase em amostras de uma Terra Roxa Estruturada sob diferentes tipos de uso e em diferentes profundidades

Uso do solo	Profundidade (cm)		
	0-10	10-20	20-30
Celulase ($\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ de AR na TFSE)			
Mata (natural)	2,64 Abc	2,19 Ab	2,84 Aab
Pastagem (20 anos)	3,47 Aab	2,77 Abab	2,25 Bb
Pastagem (25 anos)	3,87 Aa	3,80 Aa	3,36 Aa
Algodão (10 anos)	1,58 Ac	1,84 Ab	2,08 Ab
C.V. (%) ⁽¹⁾	Trat ⁽²⁾ = 22,6		Prof ⁽³⁾ = 19,2
Amilase ($\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$ de AR na TFSA)			
Mata (natural)	31,87 Aa	21,01 Bab	16,83 Bab
Pastagem (20 anos)	20,40 Ab	18,02 ABb	11,24 Bbc
Pastagem (25 anos)	28,48 Aab	27,12 Aa	23,11 Aa
Algodão (10 anos)	5,91 Ac	7,63 Ac	7,69 Ac
C.V. (%)	Trat = 24,6		Prof = 23,1

⁽¹⁾ Coeficiente de variação. ⁽²⁾ Tratamento. ⁽³⁾ Profundidade. AR - açúcares redutores; TFSE - terra fina seca em estufa; TFSA - terra fina seca ao ar; médias seguidas pela mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5%; letras minúsculas comparam médias na vertical; letras maiúsculas comparam médias na horizontal.

Quadro 6. Coeficientes de correlação simples entre $C_{\text{orgânico}}$, $C_{\text{microbiano}}$ e atividades de celulase e de amilase em Terra Roxa Estruturada

	$C_{\text{orgânico}}$	$C_{\text{Microbiano}}$	Celulase
Profundidade de 0-10 cm			
$C_{\text{microbiano}}$	0,67*		
Celulase	0,42 ^{ns}	0,67*	
Amilase	0,70**	0,73**	0,60*
Profundidade de 10-20 cm			
$C_{\text{microbiano}}$	-0,19 ^{ns}		
Celulase	-0,30 ^{ns}	0,68*	
Amilase	0,02 ^{ns}	0,82**	0,65*
Profundidade de 20-30 cm			
$C_{\text{microbiano}}$	0,30 ^{ns}		
Celulase	-0,14 ^{ns}	0,53*	
Amilase	-0,08 ^{ns}	0,68*	0,85**

*, ** significativo a 5 e 1%, respectivamente; ^{ns} não-significativo.

Segundo Andrade (1998), na rizosfera ocorrem vários tipos de interações de diferentes níveis de complexidade, e os microrganismos que vivem neste sistema são estimulados pela presença das raízes e desempenham papel muito importante, tanto em sistemas naturais quanto agrícolas, já que participam ativamente dos ciclos biogeoquímicos dos nutrientes.

Considerando a alta densidade de radículas nas gramíneas, acredita-se que as diferenças nas atividades de celulase e amilase em P20 e P25 sejam reflexo da espécie de gramínea instalada. Todavia, de modo geral, as atividades das enzimas nas pastagens tenderam a ser semelhantes às da mata natural, enquanto a atividade da amilase em A10 foi significativamente menor do que a de MN.

Verifica-se, por meio dos resultados contidos no quadro 6, que o $C_{\text{microbiano}}$ correlacionou-se positivamente com as atividade de celulase e amilase nas três profundidades de amostragens, indicando que a biomassa microbiana apresentou-se ativa em todas as profundidades analisadas e em todas as áreas, embora A10 tenha apresentado menos $C_{\text{microbiano}}$. Por outro lado, a atividade de amilase foi o parâmetro que melhor relacionou com o $C_{\text{microbiano}}$.

Kumari & Singaram (1995) observaram que as atividades dessas enzimas, amilase e celulase, dentre outras, relacionaram-se com a fertilidade do solo e que maiores produções de biomassa correlacionaram-se com o aumento na atividade enzimática, mostrando que o aumento da atividade das enzimas possivelmente seja devido ao aumento na mineralização de nutrientes pelos microrganismos do solo.

CONCLUSÕES

1. Os teores de $C_{\text{orgânico}}$, $C_{\text{microbiano}}$ e as atividades de amilase e celulase foram semelhantes em solo sob mata natural e pastagens por 20 e 25 anos. Somente foi observada redução de 18% no $C_{\text{orgânico}}$ em pastagem por 25 anos em relação à mata natural na profundidade de 0-10 cm.

2. O cultivo convencional do algodoeiro por 10 anos provocou reduções de 54 a 81%, em relação à mata natural no $C_{\text{microbiano}}$ e na atividade da amilase nas três profundidades de amostragem, assim como apresentou valor da relação $C_{\text{microbiano}}/C_{\text{orgânico}}$ menor que 1,0, indicando redução na dinâmica da matéria orgânica do solo;

3. O $C_{\text{microbiano}}$ e as atividades de amilase e celulase correlacionaram-se positivamente nas três profundidades, enquanto o $C_{\text{orgânico}}$ correlacionou-se apenas com a atividade da amilase e $C_{\text{microbiano}}$ na profundidade de 0-10 cm.

4. A atividade de amilase foi o parâmetro que melhor se correlacionou com o $C_{\text{microbiano}}$.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- ANDRADE, G. Interações microbianas na rizosfera. In: FERTIBIO 98: REUNIÃO BRASILEIRA FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23, REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5, REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2, 1998, Caxambu. Resumos... Lavras, UFLA/SBCS/SBM, 1998. p.13.
- ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. Ratios of microbial biomass carbon to total organic in arable soils. *Soil Biol. Biochem.*, 21:471-479, 1989.
- ANGERS, D.A.; BISSONNETTE, N.; LÉGÈRE, A. & SAMSON, N. Microbial and biochemical changes induced by rotation and tillage in a soil under barley production. *Can. J. Soil. Sci.*, 73:39-50, 1993.
- CAMPBELL, C.A.; MOULIN, A.P.; BOWREN, K.E.; JANZEN, H.H.; TOWNLEY-SMITH, L.; BIEDERBECK, V.O. Effect of crop rotations on microbial biomass, specific respiratory activity and mineralizable nitrogen in a Black Chernozemic soil. *Can. J. Soil Sci.*, 72:417-427, 1992.
- CARTER, M.R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. *Soil Till. Res.*, 7:29-40, 1986.

- CERRI, C.C. Dinâmica da matéria orgânica em solos de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSITEMA DE PASTAGEM, Jaboticabal, 1989. Anais. Jaboticabal, FUNEP, UNESP, 1989. p.135-147.
- CERRI, C.C.; VOLKOFF, B. & EDUARDO, B.P. Efeito do desmatamento sobre a biomassa microbiana em latossolo amarelo da Amazônia. R. Bras. Ci. Solo, 9:1-4, 1985.
- DABIN, B. Curso sobre matéria orgânica do solo. Parte 1. Análise dos compostos húmicos do solo. Piracicaba, CENA, 1976. 115p.
- 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. Aust. J. Soil Res., 24:265-279, 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. Aust. J. Soil Res., 24:281-292, 1986b.
- DORAN, J.W.; COLEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F. & STEWART, B.A. Defining soil quality for a sustainable environment. Wisconsin, American Society of Agronomy, 1994.
- GERALDES, A.P.A.; CERRI, C.C. & FEIGL, B.J. Biomassa microbiana de solo sob pastagens na Amazônia. R. Bras. Ci. Solo, 19:55-60, 1995.
- INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS - IAC. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. Campinas, 1996. 278p. (Boletim Técnico, 100).
- JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: Measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N. eds. Soil biochemistry. New York, Marcel Dekker, 1981. p.415-471.
- JENKINSON, D.S. & RAYNER, J.H. The turnover of soil organic matter in some of the Rothamsted Classical Experiments. Soil Sci., 123:298-305, 1977.
- KUMARI, K.K. & SINGARAM, P. Relationship among soil chemical, biochemical properties and enzyme activities. Madras Agric. J., 82:69-70, 1995.
- MOHANTY, R.K. & PADHAN, S. Comparative studies on soil enzyme activities under two types of crops and adjacent grassland vegetation. Tropic. Ecol., 33:205-213, 1992.
- PANCHOLY, S.K. & RICE, E.L. Soil enzymes in relation field succession: amylase, cellulase, invertase, dehydrogenase and urease. Soil Sci. Soc. Am. Proc., 37:47-50, 1973.
- 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 Biol. Biochem., 19:159-164, 1987.
- RIFFALDI, R.; SAVIOZZI, A.; LEVI-MINZI, R. & MENCHETTI, F. Chemical characteristics of soil after 40 years of continuous maize cultivation. Agr. Ecosys. Environ., 49:239-245, 1994.
- ROSS, D.J. A seasonal study of oxygen uptake of some pasture soils and activities of enzymes hydrolysing sucrose and starch. J. Soil Sci., 16:73-85, 1965.
- STEVENSON, F.J. Humus chemistry, genesis, composition, reaction. New York, John Wiley & Sons, 1982. 443p.
- STEVENSON, F.J. Cycles of soil-carbon, nitrogen, phosphorus, sulphur and micronutrients. New York, John Wiley & Sons, 1986. 380p.
- TEIXEIRA, L.B. & BASTOS, J.B. Matéria orgânica nos ecossistemas de floresta primária e pastagens na Amazônia central. Belém, EMBRAPA-CPATU, 1989. 26p. (Boletim de Pesquisa, 99)
- VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass - C. Soil Biol. Biochem., 19:703-707, 1987.
- WARDLE, D.A. A comparative assessment of factors which influence microbial biomass carbon and nitrogen levels in soil. Biol. Rev., 67:321-358, 1992.