

COMISSÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

EFEITO DO DESMATAMENTO SOBRE A BIOMASSA MICROBIANA EM LATOSSOLO AMARELO DA AMAZÔNIA⁽¹⁾

C.C. CERRI⁽²⁾, B. VOLKOFF⁽³⁾ & B.P. EDUARDO⁽⁴⁾

RESUMO

Quantificou-se a biomassa microbiana de um Latossolo Amarelo distrófico, textura argilosa, em condições de mata natural (floresta amazônica), mata recém-queimada e capoeira de três anos. Sob condições de mata natural, a biomassa microbiana está restrita aos 15cm superficiais do solo e equivale a 26mg C/m² ou seja, 1,3% do carbono total desta camada. O desmatamento e a queima da vegetação são acompanhados de uma queda de 2/3 da biomassa microbiana inicial, que desaparece totalmente nos primeiros 10cm. No solo cultivado por dois anos e depois deixado três anos em pousio, observa-se de novo a biomassa desde a superfície até 30cm de profundidade. Quantitativamente, a biomassa microbiana total volta a ser a mesma do solo sob mata natural, porém sua distribuição no perfil é diferente, encontrando-se agora um máximo de concentração na superfície do solo.

SUMMARY: DEFORESTATION EFFECT ON MICROBIAL BIOMASS OF AN YELLOW LATOSOL FROM AMAZONIC AREA, BRAZIL

The microbial biomass of a clay dystrophic Yellow Latosol was quantified under conditions of natural vegetation, recently burned forest, and three years shifting cultivation. Under natural conditions the microbial biomass was restricted to the 15cm soil surface i.e., 26mg C/m² or 1.3% of the total carbon of this layer. Deforestation and vegetation burning are followed by a 2/3 decrease in the initial microbial biomass, which disappears completely in the first 10cm. In the soil followed for three years after two years cultivation, the microbial biomass is again observed from surface to 30cm depth. The total microbial biomass is quantitatively the same as under natural vegetation, but the distribution in the profile is different, the greatest concentration being in the soil surface.

INTRODUÇÃO

Na floresta amazônica, o sistema tradicional de uso das terras é a agricultura itinerante. Esse sistema inicia-se pela derrubada e queima de toda a vegetação, após a remoção das árvores economicamente interessantes. Os troncos não totalmente consumidos pelo fogo são amontoados (coivara) e queimados novamente. O solo é utilizado por um período nunca superior a dois anos com culturas de subsistência como o milho e a mandioca. Após esse período, ele se torna improdutivo, e o agricultor o abandona, buscando novas áreas para cultivar. No local nasce uma vegetação secundária chamada capoeira. Após 30-40 anos essa vegetação dificilmente se distinguirá por sua fisionomia da floresta primária.

Inúmeras modificações das propriedades físicas, químicas, mineralógicas e biológicas do solo ocorrem a partir do momento em que o sistema natural é destruído pelo fogo e o solo utilizado para o cultivo e depois abandonado à capoeira (Brinkmann & Nascimento, 1973 e Manarino et alii, 1982).

A biomassa microbiana é um constituinte da matéria orgânica do solo. Embora quantitativamente pouco representada, é de grande importância. Os produtos de seu metabolismo constituem, por exemplo, uma das principais fontes de nitrogênio mineral e fósforo para as plantas (Jenkinson & Ladd, 1982 e Oades & Jenkinson, 1979). Neste trabalho foram estudadas as variações quantitativas da biomassa microbiana do solo neste ciclo. Comparou-se num mesmo tipo de solo (Latosolo Amarelo), a biomassa microbiana da mata natural com a do solo um mês após a queima da floresta e o solo depois de três anos de cultivo seguidos de dois anos de pousio.

MATERIAL E MÉTODOS

Meio físico — O estudo foi feito no município de Capitão Poço (PA). Nessa região o clima é do tipo Ami da classificação de Köppen e caracterizado por chuva de

(1) Trabalho realizado com o apoio da CNEN e Convênio CNPq-ORSTOM. Recebido para publicação em janeiro e aprovado em abril de 1985.

(2) Pesquisador do CENA. Caixa Postal 96, CEP 13400 — Piracicaba (SP).

(3) Pesquisador da ORSTOM — França.

(4) Aluna de Pós-Graduação da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" — ESALQ/USP.

U. R. S. T. U. M. Fonds Documentaire

Nº : 21 051 154

Cote : B. 21.051

14 MAI 1986

R. bras. Ci. Solo 9:1-4, 1985

2.500mm anuais, distribuída homogeneamente com apenas três meses (setembro-novembro) de menor pluviosidade, e temperatura média anual de 26,9°C pouco variável. A vegetação primária é a floresta tropical amazônica. O solo é um Latossolo Amarelo textura argilosa (EMBRAPA, 1982). Foram coletadas amostras de um mesmo solo em três locais vizinhos: um sob mata natural (PMN 2), um sob vegetação primária queimada há um mês (PMQ 1) e um sob pousio de dois anos, após queimada da floresta e três anos de cultivo de milho e mandioca (PPO 1). A amostragem foi feita em dezembro, antes do início da estação mais chuvosa.

Amostragem no campo e preparação das amostras – A coleta foi realizada nas paredes de três trincheiras (1 x 1 x 1m). O material coletado foi analisado sob condições naturais de umidade, sem peneiramento. Os resultados finais foram expressos em porcentagem de solo seco a 105°.

Análises químicas e físico-químicas – O carbono do solo foi dosado por via seca, utilizando o aparelho Carbon Biological Oxidizer. O valor de pH do solo foi medido na suspensão formada pela adição de 25ml de H₂O a 10g de terra fina seca ao ar. A densidade das duas camadas superiores foi calculada pela relação entre o peso do material seco a 105° e o volume da camada coletada em 1m². A densidade das camadas mais profundas foi determinada pelo método da parafina.

Biomassa microbiana – A determinação da biomassa microbiana foi feita pelo método de Jenkinson & Powlson (1976), que consiste em comparar o fluxo de evolução do carbono na forma de CO₂ (C-CO₂) entre uma amostra esterilizada e posteriormente inoculada, e outra não esterilizada. A esterilização foi feita pela fumigação das amostras de solo (equivalente a 20g secos a 105°C) em atmosfera de

clorofórmio purificado, por 24 horas em dessecador. Depois desse período, o solo foi defumigado por repetidas aspirações com bomba de vácuo e inoculado com 20mg de solo natural. O frasco com a amostra esterilizada foi introduzido, juntamente com um béquer contendo 10ml de NaOH 1N, em jarros de vidro de quatro litros de capacidade e hermeticamente fechado. Em outro jarro introduziu-se a amostra não fumigada juntamente com um béquer com NaOH nas mesmas condições. Após dez dias de incubação a 25°, os jarros foram abertos e dosou-se, por titulometria, o carbono (CO₂) evoluído do solo e absorvido pela soda. A biomassa microbiana foi quantificada pela fórmula $B = F/K$

onde B: biomassa microbiana expressa em $\mu\text{g C-CO}_2/\text{g solo}$;

F: diferença entre a quantidade de carbono evoluído da amostra fumigada e da não fumigada, e

K: uma constante igual a 0,45.

RESULTADOS

Solo sob floresta primária

Os resultados apresentados nos quadros 1 e 2 indicam que a biomassa microbiana está concentrada nos 15cm superficiais do solo. Nessa camada, 34,15g de carbono encontram-se sob forma de biomassa microbiana para cada metro quadrado de solo, o que representa 1,3% do carbono total dessa mesma camada (Quadro 2).

A distribuição da biomassa microbiana é praticamente uniforme nos 15cm superiores do solo e equivale a uma concentração de 150–200 $\mu\text{g C-CO}_2/\text{grama}$ (Figura 1).

Relacionando a quantidade de carbono imobilizado como biomassa microbiana nas várias camadas do solo com a quantidade de carbono total da camada, nota-se que há um aumento progressivo da relação até a camada 8–15cm

Quadro 1. Carbono total (CT) e carbono da biomassa microbiana (CBM) nas três situações estudadas

Amostra	Profundidade cm	Carbono total (CT)		Carbono da biomassa microbiana (CBM)		$\frac{\text{CBM}}{\text{CT}} \times 100$ %
		g/100g solo	()	$\mu\text{g/g solo}$	()	
Solo sob mata natural – PMN2						
PMN21	0–4	2,60	(28,60) ⁽¹⁾	190	(209) ⁽²⁾	0,73
PMN22	4–8	1,44	(17,28)	187	(224)	1,29
PMN23	8–15	0,76	(11,85)	154	(240)	2,02
PMN24	15–25	0,54	(8,64)	33	(53)	0,61
PMN25	30–40	0,38	(5,93)	0	(0)	...
Solo sob mata queimada – PMQ1						
PMQ11	0–1	3,16	(33,49)	13	(14)	0,04
PMQ12	1–4	1,99	(24,27)	0	(0)	...
PMQ13	4–10	1,15	(16,33)	24	(34)	0,21
PMQ14	10–20	0,58	(9,16)	69	(109)	1,19
PMQ15	22–32	0,39	(6,39)	3	(5)	0,08
PMQ16	44–54	0,29	(4,78)	0	(0)	...
Solo em pousio – PPO1						
PPO11	0–2	1,33	(22,08)	208	(345)	1,56
PPO12	2–7	0,89	(15,22)	126	(215)	1,41
PPO13	7–17	0,69	(11,38)	89	(147)	1,29
PPO14	20–30	0,53	(8,53)	29	(47)	0,55

(1) Valores de CT em mg/cm^3 . (2) Valores de CBM em $\mu\text{g/cm}^3$.

(Quadro 1). A partir de 15cm, a biomassa decresce bruscamente e torna-se nula abaixo de 30cm.

Solo sob mata recém-queimada

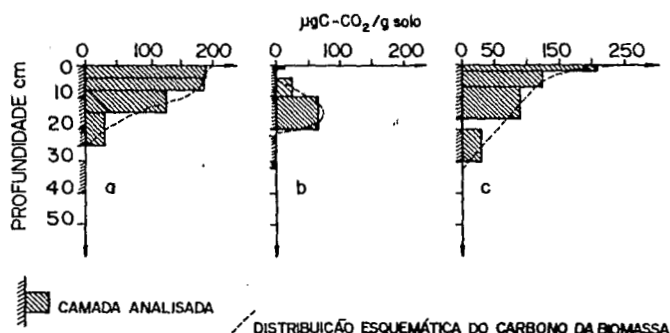
Um mês após a queima da vegetação primária, o solo apresenta biomassa microbiana e algumas propriedades físico-químicas bastante alteradas em relação às condições naturais. Nos primeiros centímetros, onde, em condições de mata natural, o solo tinha valor de pH 4,5 nota-se uma elevação muito forte para pH 7,5 (Quadro 3). Até 10cm o pH é alto (pH 5,6 na camada 4-10cm). O contraste com o que é observado nas camadas superficiais do solo sob mata natural ainda é grande. Abaixo de 10cm não há alteração do pH do solo um mês após a queima.

O quadro 1 indica que a biomassa microbiana está praticamente ausente na camada 0-10cm, aparecendo entre 10 e 20cm de profundidade. Nessa camada há 69µg C-CO₂/grama (ou 109µg C-CO₂/centímetro cúbico) do solo imobilizados na biomassa microbiana, o que equivale a 1,2% do carbono total da camada (Quadro 1). Abaixo de 20cm de profundidade a biomassa microbiana é negligenciável ou nula.

Depois da queima da vegetação, a quantidade de carbono total não muda no solo. Contudo, há uma diminuição de 2/3 da biomassa microbiana, a qual desaparece totalmente da camada superficial do solo. Isto pode ser devido à destruição da biomassa superficial pelo fogo, decorrente do aquecimento e da perda de água consecutivos à queima. Poder-se-ia também supor uma inadaptação dos microorganismos para utilizar o carbono do húmus do solo uma vez que,

como o fogo, rompeu-se o suprimento de substâncias orgânicas novas, derivadas da vegetação viva e serrapilheira. Nota-se, entretanto, que a atividade microbiológica permaneceu em profundidade abaixo de 10cm, o que mostra que os microorganismos utilizam o carbono do húmus. Percebe-se que, nessas camadas ainda com atividade microbiológica depois do fogo, o valor de pH do solo não sofreu nenhuma modificação. O meio permaneceu ácido, enquanto na superfície, em vista do elevado aporte de cinzas, houve um nítido aumento do valor de pH. A rápida mudança do valor de pH na superfície poderia explicar ali uma inativação temporária da biomassa microbiana.

Numa coluna de solo de 30cm, a quantidade de carbono total é igual à que se encontra no solo natural (3.700-3.900g/m²), mas a biomassa microbiana é muito mais baixa, 1/3 da do solo natural (13g/m² contra 40g/m²).



Quadro 2. Aumento acumulado do carbono total (CT) e do carbono da biomassa microbiana (CBM) com a profundidade (para 1m² de seção de solo)

Profundidade	CT	CBM	$\frac{CBM}{CT} \times 100$
cm	g/m ²	g/m ²	%
Solo sob mata natural - PMN2			
4	1.144	8,36	0,73
8	1.835	17,33	0,94
15	2.665	34,15	1,28
25	3.529	39,43	1,12
30	3.892	40,69	1,05
40	4.485	40,69	0,91
Solo sob mata queimada - PMQ1			
1	335	0,14	0,04
4	1.063	0,14	0,01
10	2.043	2,18	0,11
20	2.959	13,08	0,44
22	3.114	13,17	0,42
32	3.753	13,17	0,35
44	4.423	13,17	0,30
54	4.901	13,17	0,27
Solo em pousio - PPO1			
2	332	6,90	2,08
7	1.093	17,67	1,62
17	2.231	32,25	1,45
20	2.533	35,27	1,39
30	3.386	39,93	1,18

Figura 1. Variação do carbono da biomassa microbiana com a profundidade: a) Mata natural (PMN2); b) Mata queimada (PMQ1); c) Pousio (PPO1).

Quadro 3. Densidade e pH dos solos estudados

Amostra	Horizonte	Profundidade	Densidade global	pH	
				H ₂ O	KCl
cm					
Solo sob mata natural - Perfil PMN2					
PMN21	A11	0-4	1,10	4,55	3,65
PMN22	A12	4-8	1,20	4,25	3,60
PMN23	A3	8-15	1,56	4,40	3,85
PMN24	B	15-25	1,60	4,55	3,95
PMN25	B	30-40	1,56	4,65	4,00
Solo sob mata queimada - Perfil PMQ1					
PMQ11	A11	0-1	1,06	7,55	7,05
PMQ12	A11	1-4	1,22	6,45	5,75
PMQ13	A12	4-10	1,42	5,65	4,20
PMQ14	A3	10-20	1,58	4,55	3,85
PMQ15	A3/B	22-32	1,64	4,65	4,00
PMQ16	B	44-54	1,65	4,80	4,00
Solo em pousio - PPO1					
PPO11	A11	0-2	1,66	5,30	4,65
PPO12	A12	2-7	1,71	5,05	4,05
PPO13	A3	7-17	1,65	4,80	4,00
PPO14	A3/B	20-30	1,61	4,85	4,00

Solo em pousio

Nos 2cm superiores do solo, a biomassa microbiana é equivalente a $200\mu\text{g C-CO}_2/\text{grama}$ (ou $345\mu\text{g C-CO}_2/\text{centímetro cúbico}$) de solo, diminuindo rapidamente para $126\mu\text{g C-CO}_2/\text{grama}$ (ou $215\mu\text{g C-CO}_2/\text{centímetro cúbico}$) de solo na camada 2-7cm. Nas camadas seguintes, a diminuição é gradativa até valores de $29\mu\text{g C-CO}_2/\text{centímetro cúbico}$ entre 20 e 30cm. A biomassa calculada entre 0-17cm é de $32\mu\text{g C-CO}_2/\text{metro quadrado}$ de solo, o que corresponde a 1,45% do carbono total do solo dessa camada. Essa biomassa é de mesma ordem de grandeza da do solo sob floresta natural. Nas duas condições, floresta natural e pousio, a biomassa total é equivalente a $40\mu\text{g C-CO}_2/\text{metro quadrado}$ para 3.500g de carbono na mesma coluna de solo. Os dois solos diferem, entretanto, pela repartição de biomassa dentro do solo. A diminuição é gradativa com a profundidade no solo sob pousio; sob floresta natural, a biomassa é igualmente distribuída na camada 0-15cm (Figura 1).

DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

No solo sob mata natural, a biomassa microbiana está concentrada nos primeiros 15cm do solo. A maior concentração encontra-se na camada 8-15cm, onde 2% do carbono está sob forma de biomassa microbiana. Isto significa que, nesse solo, onde a única fonte de carbono é a serrapilheira e os pluviolixiviados, o carbono originado pela vegetação é distribuído e utilizado pela biomassa microbiana dentro de uma camada de pelo menos 20cm de espessura. A atividade microbiológica é mais expressiva a 8-15cm de profundidade do que na superfície do solo.

Com o cultivo seguido do pousio, a biomassa microbiana volta a seus valores iniciais, apesar de uma pequena queda no carbono total do solo, concentrando-se mais na superfície, e apresenta uma diminuição gradativa com a profundidade.

Sob floresta no tipo de solo estudado, há uma difusão do carbono serrapilheira que favorece a atividade microbiológica dentro de uma camada de aproximadamente 20 cm de espessura. Depois do desmatamento e da queima completa da vegetação serrapilheira, não há mais aporte de carbono novo ao solo. A queima e as conseqüentes modificações das características do solo, tais como aumento de temperatura, diminuição da umidade e elevação do pH, impedem a biomassa microbiana de utilizar o carbono do húmus pelo menos nos primeiros 10cm do solo. Aos poucos, com o cultivo, e depois, com a instalação da capoeira, o valor de pH decresce, em vista da lixiviação das bases. Ao mesmo tempo, há uma adaptação da microflora e da microfauna, e também produtos orgânicos novos são gerados pelas plantas cultivadas, principalmente pelas raízes (Sauerbeck et alii, 1982; Warembourg & Morral, 1978). A biomassa reaparece logo nos primeiros anos que se seguem à queima.

Os resultados deste trabalho mostram que, nas condições da floresta amazônica, sob Latossolo Amarelo de textura argilosa da Amazônia Oriental, a quantidade de biomassa microbiana em relação ao carbono total do solo é, de modo geral, inferior à encontrada em outros solos do mundo (Jenkinson & Powlson, 1976; Ayanaba et alii, 1976; Anderson & Domsch, 1978; Oades & Jenkinson, 1979; Jenkinson & Ladd, 1982). Os resultados mostram também que a queima da floresta provoca considerável inibição da biomassa microbiana. É possível que essa inibição seja de curta duração; mesmo assim, porém, ela pode trazer problemas graves de desequilíbrio nutricional (falta de nitrogênio diretamente assimilável, por exemplo) no início do crescimento das plantas cultivadas logo após o desmatamento.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. Mineralization of bacteria and fungi in chloroform-fumigated soils. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 10:207-213, 1978.
- AYANABA, A.; TUCKWELL, S.B. & JENKINSON, D.S. - The effects of clearing and cropping on the organic reserves and biomass of tropical forest soils. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 8:519-525, 1976.
- BRINKMANN, W.L.F. & NASCIMENTO, J.C. The effect of slash and burn agriculture on plant nutrients in the Tertiary Region of Central Amazônia. *Acta Amazônica*, Manaus, 3:55-61, 1973.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Relatório Técnico Anual do Centro de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido. Belém, Pará, 1982. p.1-255.
- JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N., ed. *Soil Biochemistry*. New York, Marcel Dekker, 1982. v.5, p.415-470.
- JENKINSON, D.S. & POWLSON, D.S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. Method for measuring soil biomass. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 8:209-213, 1976.
- MANARINO, R.P.; VOLKOFF, B. & CERRI, C.C. Comparação do húmus de capoeira e de floresta natural em Latossolos Amarelos da região Amazônica, Brasil. In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, 1., Piracicaba, 1982. Anais. Piracicaba, CENA, São Paulo, PROMOCET, 1982. p.51-57.
- OADES, J.M. & JENKINSON, D.S. The adenosine triphosphate content of the soil microbial biomass. *Soil. Biol. Biochem.*, Oxford, 11:201-204, 1979.
- SAUERBECK, D.R.; HELAL, H.M.; NONNEN, S. & ALLARD, J.L. Photosynthate consumption and carbon turnover in the rhizosphere depending on plant species and growth conditions. In: COLÓQUIO REGIONAL SOBRE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO, Piracicaba, 1., 1982. Anais. Piracicaba, CENA, São Paulo, PROMOCET, 1982. p.171-174.
- WAREMBOURG, F.R. & MORRAL, R.A.A. Energy flow in the plantmicroorganisms system. In: DOMMARGUES, Y. & KRUPA, S.V., eds., *Interactions between nonpathogenic soil microorganisms and plants*. Elsevier, 1978. p.205-242.