

SEÇÃO III - BIOLOGIA DO SOLO

BIOMASSA MICROBIANA DE CARBONO E DE NITROGÊNIO DE SOLOS SOB DIFERENTES COBERTURAS FLORESTAIS⁽¹⁾

E.F. da GAMA-RODRIGUES⁽²⁾, A.C. da GAMA-RODRIGUES⁽³⁾ & N.F. de BARROS⁽⁴⁾

RESUMO

O método da fumigação-extração foi utilizado para estimar a biomassa microbiana de carbono (BM-C) e de nitrogênio (BM-N) de um latossolo vermelho-amarelo, sob diferentes coberturas florestais, na região de Viçosa (MG), em amostras de solos coletadas em abril de 1994. Os solos sob eucalipto e pinheiro apresentaram valores maiores de BM-C (223,72 e 207,39 mg kg⁻¹ de C no solo respectivamente) do que os solos sob angico e capoeira (82,94 e 79,47 mg kg⁻¹ de C no solo respectivamente). Resultados semelhantes foram obtidos para a serapilheira acumulada. Por outro lado, a taxa de respiração específica da biomassa microbiana (TR-BM) foi maior no solo sob angico e capoeira. A BM-N variou de 8,05 a 16,08 mg kg⁻¹ de N no solo entre as coberturas florestais. A TR-BM apresentou correlação negativa significativa com o N total do solo ($r = -0,76^{**}$) e com a serapilheira acumulada ($r = -0,68^{*}$). BM-N apresentou correlação negativa significativa com o N da serapilheira ($r = -0,52^{*}$) e com o N mineral do solo ($r = -0,71^{*}$). BM-C, BM-N e respiração acumulada (RA) foram positivamente correlacionadas com o C orgânico ($r = 0,63^{*}$, $r = 0,71^{*}$ e $r = 0,76^{*}$ respectivamente). O N total correlacionou-se com BM-C e RA ($r = 0,77^{*}$ e $r = 0,60^{*}$ respectivamente). BM-C e BM-N, associadas aos teores de C orgânico, N-total e TR-BM, mostraram ser indicadores sensíveis para aferir a dinâmica desses elementos sob as coberturas vegetais estudadas, mostrando o menor potencial de decomposição da matéria orgânica nos solos sob eucalipto e pinheiro.

Termos de indexação: biomassa microbiana, respiração do solo, fumigação-extração, N mineral.

SUMMARY: CARBON AND NITROGEN MICROBIAL BIOMASS OF SOILS UNDER DIFFERENT FOREST TYPES

The fumigation-extraction method was used for measuring soil microbial biomass of C (BM-C) and N (BM-N) in a red-yellow latosol under different forest types. Soil samples from eucalypt and pine plantations presented higher values of BM-C (223.72 and 207.39 mg kg⁻¹ of C in the soil, respectively) than samples from Piptadenia rigida and regenerating secondary forest (82.94

⁽¹⁾ Trabalho apresentado no XXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, em Viçosa, 23 a 29 de julho de 1995. Recebido para publicação em abril de 1996 e aprovado em março de 1997.

⁽²⁾ Engenheira-Agrônoma, Av. Alberto Lamego, 130/170, casa 47, CEP 28015-620 Campos dos Goytacazes (RJ).

⁽³⁾ Professor do Laboratório de Solos do Centro de Ciências e Tecnologias Aropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF). Av. Alberto Lamego, 2000, CEP 28015-620 Campos dos Goytacazes (RJ).

⁽⁴⁾ Professor titular do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), CEP 36571-000 Viçosa (MG). Bolsista do CNPq.

and 79.47 mg kg⁻¹ of C in the soil, respectively). Similar results were obtained for the litter layer. On the other hand, the rate of the specific respiration of microbial biomass (TR-BM) was the highest in soil samples collected from the *Piptadenia rigida* plantation and regenerating secondary forest. The BM-N ranged from 8.05 to 16.08 mg kg⁻¹ of N in the soil. The TR-BM was negatively correlated with soil nitrogen content ($r = -0.76^{**}$) and with the amount of litter layer ($r = -0.68^*$). The BM-N was also negatively correlated with the nitrogen content of the litter layer ($r = -0.52^*$) and with soil mineral nitrogen content ($r = -0.71^*$). BM-C, BM-N and respiration rate (RR) were positively correlated with soil organic carbon content ($r = 0.63^*$, $r = 0.71^*$ and $r = 0.76^*$, respectively). Soil nitrogen content showed significant positive correlation with BM-C and RR ($r = 0.77^*$ and $r = 0.60^*$ respectively). The results showed that BM-C and BM-N associated to soil organic carbon, soil total-N and TR-BM are sensitive indicators of the dynamics of these elements in the soil, indicating the lower potential of organic matter decomposition in soils under eucalypt and pine.

Index terms: microbial biomass, soil respiration, fumigation-extraction, mineral nitrogen.

INTRODUÇÃO

A manutenção da produtividade dos ecossistemas florestais depende, em grande parte, do processo de transformação da matéria orgânica e, conseqüentemente, da biomassa microbiana do solo. Esta representa importante indicador ecológico, pois é responsável pela decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e animais no solo, sendo considerada como um reservatório de nutrientes e de energia potencialmente disponíveis para as plantas (Jenkinson & Ladd, 1981).

Os valores da biomassa microbiana de carbono indicam o potencial de reserva de C no solo que participa no processo de humificação. Portanto, permite aferir o acúmulo ou perda de C em função de determinado manejo: quanto maior a biomassa microbiana de carbono, maior será a reserva de C no solo, o que expressa menor potencial de decomposição da matéria orgânica. Do mesmo modo, a biomassa microbiana de nitrogênio constitui uma parte significativa e potencialmente mineralizável desse elemento que estará disponível para as plantas (Marumoto et al., 1982; Gallardo & Schlesinger, 1990). No entanto, em solos com baixos teores de nitrogênio, o N contido na biomassa irá preferencialmente ser utilizado pelos microrganismos na decomposição da matéria orgânica, ao invés de ser absorvido pelas plantas (Paul & Clark, 1989).

A importância da quantificação da biomassa microbiana deve-se, portanto, à conveniência de usá-la como um índice mais sensível das alterações edáficas oriundas de dado manejo, por ser o compartimento de mais rápido "turnover" da matéria orgânica do solo (Grisi & Gray, 1986; Gama-Rodrigues, 1992). Contudo, esses resultados isoladamente não expressam, adequadamente, a dinâmica de C e N no solo. Os resultados de biomassa microbiana devem estar associados aos de C-orgânico e N-total e à taxa de respiração (liberação de CO₂) dos solos, para que forneçam índices que possam avaliar a dinâmica da matéria orgânica (Gama-Rodrigues et al., 1994).

A taxa de respiração específica da biomassa microbiana, expressa pela relação entre respiração

microbiana e biomassa microbiana de carbono (Anderson & Domsch, 1985), permite avaliar o aumento da maturidade da matéria orgânica do solo (humificação) à medida que o seu valor decresce, caracterizando enriquecimento dos solos em termos de matéria orgânica (Insam & Domsch, 1988).

Em ecossistemas florestais, a determinação da biomassa microbiana de nitrogênio assume grande importância, pois permite o monitoramento do nitrogênio durante determinado período, e, conseqüentemente, estima a quantidade do N que poderá ser reabsorvido pelas plantas, garantindo melhor compreensão do ciclo do elemento nesses ecossistemas. Sendo assim, esse tipo de estudo poderia auxiliar o planejamento da adubação nitrogenada em florestas plantadas de eucalipto e pinheiro, visando a uma redução nas quantidades aplicadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa microbiana como um indicador sensível da dinâmica de C e N num latossolo vermelho-amarelo sob diferentes coberturas florestais.

MATERIAL E MÉTODOS

O método da fumigação-extração foi utilizado para estimar a biomassa microbiana de carbono (Tate et al., 1988) e de nitrogênio (Brookes et al., 1985) de um latossolo vermelho-amarelo argiloso fortemente ondulado sob diferentes coberturas florestais, na região de Viçosa, MG (Quadro 1). Pesaram-se 20 g de solo (três amostras fumigadas e três não fumigadas); as amostras foram fumigadas com clorofórmio livre de álcool por 24 horas. A extração foi feita com K₂SO₄ 0,5 mol L⁻¹ com pH entre 6,5 e 6,8. A determinação do C foi feita com K₂Cr₂O₇ 0,066 mol L⁻¹ e, a do N, por destilação a vapor.

As amostras de solos foram coletadas em abril de 1994, sob plantios de angico (*Piptadenia rigida*), pinheiro (*Pinus* sp.), eucalipto (*Eucalyptus robusta*) e sob capoeira, todos com 25 anos de idade. Para cada situação, obteve-se uma amostra composta de solo, na profundidade de 0-10 cm, a partir de dez amostras simples.

Quadro 1. Características químicas do solo sob diferentes coberturas vegetais

Coberturas vegetais	pH	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺
Angico	4,6	2,4	34	13	11	3
Capoeira	4,1	1,9	24	19	3	1
Eucalipto	5,1	2,2	31	3	39	7
Pinheiro	4,1	2,3	17	23	3	1

As amostras foram destorroadas e passadas em peneira de 1,68 mm de malha e mantidas em local arejado por uma noite, a fim de promover sua secagem parcial. Após homogeneizadas, retiraram-se as raízes e resíduos visíveis de plantas e de animais do solo. Todas as amostras tiveram seu teor de umidade ajustado para 60% da capacidade de campo.

A respiração do solo foi estimada pela quantidade de CO₂-C liberado em sete dias de incubação. Esta foi feita, colocando-se cada frasco com 50 g de solo em potes contendo frascos com 10 ml de NaOH 1,0 mol L⁻¹. Os potes foram hermeticamente fechados por sete dias; após esse período, procedeu-se à titulação da soda com HCl 0,5 mol L⁻¹.

Efetuararam-se as seguintes determinações, conforme os métodos descritos em EMBRAPA (1979): P, K, Ca, Mg, Al, pH (em água), C orgânico e N total do solo. Quantificou-se o N mineral, por destilação a vapor, de acordo com Tedesco et al. (1985).

Na coleta da serapilheira, considerada aqui como todo material orgânico acumulado sobre o solo, em diferentes graus de decomposição, utilizaram-se quadrados de madeira de 0,25 m². Depois de seco (60-70°C) até peso constante, o material foi pesado e submetido à análise química para determinação do teor de N (Tedesco et al., 1985).

A partir dos resultados da biomassa microbiana de carbono e da taxa de respiração, calculou-se a taxa de respiração específica da biomassa microbiana, a qual representa a quantidade de CO₂-C produzido por hora, dividido pela correspondente quantidade de biomassa microbiana de carbono.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os solos sob eucalipto e pinheiro apresentaram valores maiores de biomassa microbiana de carbono do que os solos sob angico e capoeira (Figura 1a). Resultados semelhantes foram obtidos para a serapilheira acumulada (Quadro 2) e para a taxa de respiração (Figura 1b). Por outro lado, a taxa de respiração específica da biomassa microbiana foi maior no solo sob angico e capoeira (Figura 1c). Esses resultados sugerem maior taxa de decomposição sob angico e capoeira, uma vez que, quanto maior a taxa de respiração específica da biomassa microbiana,

maior a taxa de decomposição da matéria orgânica. Isso ocorreu, provavelmente, devido aos maiores teores de N na serapilheira do angico e da capoeira (Quadro 2), que propiciam maior atividade microbiana.

O acúmulo de serapilheira do solo sob pinheiro foi 67% maior do que no solo sob eucalipto, apesar de os valores de biomassa microbiana e taxa de respiração terem sido semelhantes. É provável que os teores de lignina e polifenóis e, ou, a relação (lignina + polifenóis)/N sejam maiores na serapilheira do pinheiro, reduzindo-lhe a taxa de decomposição. Material vegetal de diferentes espécies florestais com altos teores da relação (lignina + polifenóis)/N indicariam baixa capacidade de mineralização de N; conseqüentemente, apresentariam baixa taxa de decomposição (Palm & Sanchez, 1991; Handayanto et al., 1995).

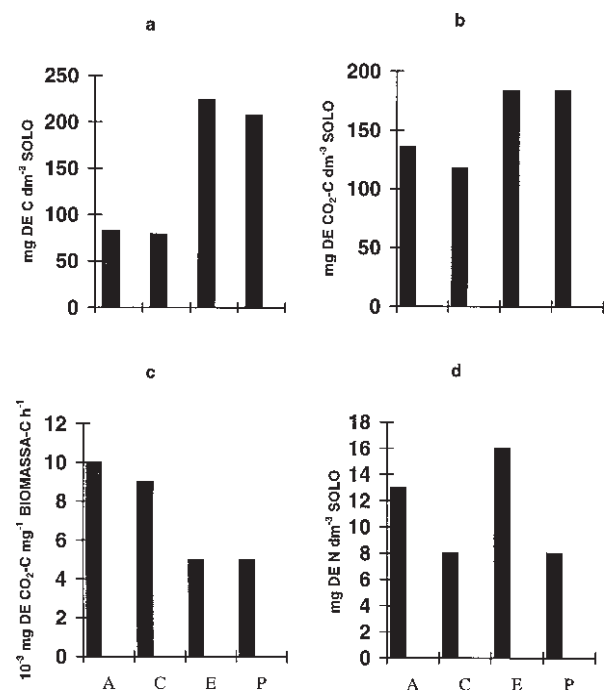


Figura 1. Biomassa microbiana de carbono (a); respiração acumulada (b); taxa de respiração específica da biomassa microbiana (c), e biomassa microbiana de nitrogênio (d) dos solos sob angico (A), capoeira (C), eucalipto (E) e pinheiro (P).

Quadro 2. Quantidade de serapilheira e seu teor de N sob diferentes coberturas vegetais

Coberturas vegetais	Serapilheira acumulada	Teor de N
	t ha ⁻¹	g kg ⁻¹
Angico	6,70	18,9
Capoeira	8,10	15,6
Eucalipto	14,30	10,3
Pinheiro	40,20	9,1

A taxa de respiração específica da biomassa microbiana foi negativamente correlacionada com o N total do solo e da serapilheira acumulada (Quadro 3). A biomassa microbiana de nitrogênio foi negativamente correlacionada com o N da serapilheira, indicando que, quanto menor for a taxa de decomposição da serapilheira, maior seria o N acumulado na biomassa microbiana. Neste caso, a qualidade da serapilheira poderia determinar sua maior ou menor taxa de decomposição.

Em solos de baixa fertilidade e com cobertura vegetal pobre em N, a taxa de decomposição da matéria orgânica seria menor, propiciando a imobilização do N na biomassa microbiana. Com isso, nessa cobertura vegetal, a biomassa microbiana estaria representando um compartimento de reserva. Já no mesmo solo, mas de cobertura vegetal rica em N, a quantidade de N imobilizado pela biomassa microbiana seria menor, pois esse elemento estaria em quantidade suficiente para atender à atividade metabólica dos microrganismos e ao processo de decomposição da matéria orgânica. Pode-se dizer que, nesse tipo de cobertura vegetal, a biomassa microbiana estaria funcionando como um catalisador na decomposição da matéria orgânica.

A biomassa microbiana de nitrogênio também apresentou correlação negativa e significativa com o N mineral do solo (Quadro 3), indicando que, quanto maior for a mineralização do N no solo, menor será o seu acúmulo na biomassa microbiana.

Quadro 3. Correlações entre características químicas e microbiológicas dos solos (n = 12)

	C orgânico	N total	N mineral	SA ⁽¹⁾	N-S ⁽²⁾
BM-C ⁽³⁾	0,63*	0,77*	-	-	-
BM-N ⁽⁴⁾	-0,71*	-	-0,71*	-	-0,52*
RA ⁽⁵⁾	0,76*	0,60*	-	-	-
TR-BM ⁽⁶⁾	-	-0,76**	-	-0,68*	-

⁽¹⁾Serapilheira acumulada; ⁽²⁾N total do solo; ^{(3), (4)}C e N da biomassa microbiana; ⁽⁵⁾Respiração acumulada; ⁽⁶⁾Taxa de respiração específica.

Quadro 4. Teores de C orgânico, N total e N-mineral do solo sob diferentes coberturas vegetais

Coberturas vegetais	C orgânico	N total	N mineral
	g kg ⁻¹		mg kg ⁻¹
Angico	36,4	1,56	7,70
Capoeira	31,7	1,98	8,31
Eucalipto	28,2	2,67	6,61
Pinheiro	33,9	2,03	8,80

Apesar da variação ocorrida na quantidade de serapilheira acumulada, entre as coberturas florestais não houve variação do C orgânico (Quadros 2 e 4). Isso sugere a maior sensibilidade das medidas de biomassa microbiana de carbono em detectar as mudanças ocorridas no solo em função das diferentes coberturas vegetais.

A biomassa microbiana de carbono e de nitrogênio e a taxa de respiração apresentaram, cada uma delas, correlação significativa com o C orgânico (Quadro 3). O N total correlacionou-se apenas com a biomassa microbiana de carbono e com a taxa de respiração.

CONCLUSÃO

A biomassa microbiana de carbono e a de nitrogênio, associada aos resultados de C orgânico, N total e taxa de respiração dos solos, mostraram ser indicadores sensíveis para aferir a dinâmica desses elementos em diferentes coberturas florestais, onde os solos sob eucalipto e pinheiro apresentaram menor potencial de decomposição da matéria orgânica e, ao mesmo tempo, maior imobilização de N na biomassa microbiana.

LITERATURA CITADA

- ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. Determination of ecophysiological maintenance carbon requirements of soil microorganisms in a dormant state. *Biol. Fertil. Soil*, Berlin, 1:81-89, 1985.
- BROOKES, P.C.; LANDMAN, A.; PRUDEN, G. & JENKINSON, D.S. Chloroform fumigation and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 17:837-842, 1985.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, SNLCS, 1979. n.p.
- GAMA-RODRIGUES, E.F. da. Biomassa-C microbiana de solos de Itaguaí: comparação entre os métodos da fumigação-incubação e fumigação-extração. Itaguaí, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1992. 108p. (Tese de Mestrado)
- GAMA-RODRIGUES, E.F. da; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. de. & DE-POLLI, H. Biomassa microbiana de carbono de solos de Itaguaí (RJ): comparação entre os métodos fumigação-incubação e fumigação-extração. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 18:427-432, 1994.
- GRISI, B.M. & GRAY, T.R.G. Comparação dos métodos de fumigação, taxa de respiração em resposta à adição de glucose e conteúdo de ATP para estimar a biomassa microbiana do solo. *R. bras. Ci. Solo*, Campinas, 10:109-115, 1986.
- HANDAYANTO, E.; CADISCH, G. & GILLER, K.E. Manipulation of quality and mineralization of tropical legume tree prunings by varying nitrogen supply. *Plant Soil*, The Hague, 176:149-160, 1995.
- INSAM, H. & DOMSCH, K.H. Relationship between soil organic carbon and microbial biomass on chronosequences of reclamation sites. *Microbial Ecology*, New York, 15:177-188, 1988.

- JENKINSON, D.S. & LADD, J.N. Microbial biomass in soil: measurement and turnover. In: PAUL, E.A. & LADD, J.N., eds. *Soil Biochemistry*, 1981. v5, p.415-471.
- MARUMOTO, T.; ANDERSON, J.P.E. & DOMSCH, K.H. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 14:469-475, 1982.
- PALM, C.A. & SANCHEZ, P.A. Nitrogen release from the leaves of some tropical legumes as affected by their lignin and polyphenolic contents. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 23:83-88. 1991.
- PAUL, E.A. & CLARK, F.E. *Soil microbiology and biochemistry*, California, Academic Press, 1989. 275p.
- TATE, K.R.; ROSS, D.J. & FELTHAM, C.W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: effects of experimental variables and some different calibration procedures. *Soil Biol. Biochem.*, Oxford, 20:329-335, 1988.
- TEDESCO, M.J., VOLKWEISS, S.J. & BOHNEN, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1985. n.p. (Boletim técnico, 5)