



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas  
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas  
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo  
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo  
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.  
Centro de Convenções do SESC

## Biomassa e atividade microbiana do solo sob plantios puros e mistos de eucalipto e *Acacia mangium* em áreas com preparo mínimo e intensivo

**Rogério Bastos da Silva<sup>(1)</sup>; Felipe Martini Santos<sup>(2)</sup>; Ariene Basílio dos Santos<sup>(3)</sup>; Fabiano de Carvalho Balieiro<sup>(4)</sup> & Guilherme Montandon Chaer<sup>(5)</sup>**

<sup>(1)</sup>Graduando em Engenharia Agrônoma, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. BR 465 km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. E-mail: [baxtos16@hotmail.com](mailto:baxtos16@hotmail.com) (apresentador do trabalho); <sup>(2)</sup> Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. E-mail: [martinisantos@gmail.com](mailto:martinisantos@gmail.com); <sup>(3)</sup>Graduanda em Ciências Biológicas, Universidade Iguazu. Av. Abílio Augusto Távora 2134. Nova Iguaçu, RJ, CEP 26275-580. E-mail: [ariene-bazilio@bol.com.br](mailto:ariene-bazilio@bol.com.br); <sup>(4)</sup>Pesquisador Embrapa Solos. Rua Jardim Botânico 1024, Jardim Botânico, Rio de Janeiro, RJ, CEP 22460-000. E-mail: [balieiro@cnpes.embrapa.br](mailto:balieiro@cnpes.embrapa.br); <sup>(5)</sup> Pesquisador Embrapa Agrobiologia. BR 465 km 7, Seropédica, RJ, CEP 23890-000. Email: [gchaer@cnpab.embrapa.br](mailto:gchaer@cnpab.embrapa.br)

**RESUMO** – Este estudo objetivou avaliar a qualidade microbiológica do solo em um experimento delineado para avaliar diferentes arranjos de plantio puro e misto de eucalipto e *Acacia mangium* (100% eucalipto, 100% eucalipto +N, 100% acácia, 100% eucalipto + 100% acácia, 50% eucalipto + 50% acácia) plantados em áreas com preparo mínimo e intensivo do solo. O preparo intensivo objetivou induzir a degradação do solo através da aração e gradagem semanal do solo durante as 12 semanas prévias ao plantio. Aos 18 meses após o plantio amostras de solo (0 a 10 cm) foram coletadas e analisadas quanto à biomassa microbiana (CBM), respiração e atividade enzimática. Os resultados mostraram que a atividade de arilsulfatase foi significativamente maior na área sob preparo mínimo do solo, embora uma tendência similar tenha sido observada para o CBM e para as atividades de fosfatase e de hidrólise de FDA. Tendência inversa foi observada para o quociente metabólico ( $qCO_2$ ) o qual se mostrou maior no tratamento com preparo intensivo do solo. Dentre as variáveis microbiológicas avaliadas, apenas o CBM se mostrou significativamente menor no plantio puro de eucalipto em relação aos dois plantios mistos testados.

**Palavras-chave:** Leguminosas arbóreas, florestas plantadas, enzimas do solo.

**INTRODUÇÃO** - As práticas e manejos inadequados do solo têm levado à degradação e conseqüentemente à perda de qualidade do solo. A perda de qualidade é um fator inerente ao solo,

causado pelas restrições impostas pelo clima e o meio ambiente, e atuação antrópica, através do tipo e modo de exploração empregado.

A avaliação da biomassa microbiana é importante por fornecer informações rápidas sobre mudanças nas propriedades do solo, detectar mudanças causadas por cultivos ou desmatamentos, ou determinar a regeneração de solos após a remoção da camada superficial e avaliar os impactos da poluição por metais pesados e agrotóxicos (POWLSON et al., 1987).

A atividade de respiração basal do solo (RBS) possui uma estreita relação com as características abióticas do solo, entre ela a umidade, temperatura e aeração (Silva et al., 2007). Cattelan & Vidor (1990) detectaram influência destas características, além da disponibilidade de substrato no solo, sobre a RBS e o C da biomassa microbiana (CBM). A disponibilidade de C no solo tem sido descrita como fonte contribuidora para aumento da RBS (Cattelan & Vidor, 1990). O quociente metabólico ( $qCO_2$ ), o qual representa a taxa da RBS por unidade de CBM, é usado para estimar a eficiência do uso de substrato pelos microorganismos do solo (Anderson & Domsch, 1993) podendo ser utilizado como um indicador sensível de estresse, sendo ambas as ferramentas importantes no entendimento das transformações e perdas nos compartimentos orgânicos do solo (Silva et al., 2007).

Quanto maior a reciclagem da comunidade microbiana, maior será o valor da RBS, gastando assim mais energia para sobreviver (CHANDER & BROOKS, 1993 e LEITA et al., 1995). A atividade enzimática da biota do solo transforma-o em grande

consumido biológico, capaz de decompor os componentes da matéria orgânica e outros compostos orgânicos do solo, transformando-os em compostos mais simples (SIQUEIRA et al., 1994). As enzimas podem ser liberadas pela morte ou lise celular dos microorganismos ou ainda por modificação da permeabilidade celular (BURNS, 1982).

Como grande parte das transformações bioquímicas do solo é dependente ou relacionada à presença de enzimas, a avaliação de suas atividades pode ser útil para indicar se um solo está desempenhando adequadamente processos que estão intimamente ligados a sua qualidade. Diante disso, podemos afirmar que a atividade enzimática é, potencialmente, um excelente bioindicador de qualidade dos solos.

**MATERIAL E MÉTODOS** – A área de estudo localiza-se no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, município de Seropédica, Rio de Janeiro (22° 46' de Sul e 43° 41' Oeste; 33 m de altitude). A média pluviométrica anual é de 1.250 mm e as temperaturas médias mensais variam de 16°C (junho a julho) a 32°C (janeiro a março). A umidade relativa média anual é de 73%. O relevo da área é suave com declividade <5%. O solo corresponde a um Planossolo Háptico o qual caracteriza-se pela presença de um horizonte superficial bastante arenoso, formado pela eluviação de argila, e de um horizonte glei em profundidade variada, caracterizado pela textura mais argilosa e pela influência do lençol freático em pontos mais baixos da toposequência.

O experimento foi montado numa área sob pousio por mais de 15 anos e onde predominavam espécies graminóides invasoras. Foram alocados quatro blocos de 36 x 105 m, cada um contendo uma parcela submetida a sucessivos eventos de aração e gradagem, objetivando induzir a degradação do solo, e outra controle, onde as mudas foram plantadas por plantio direto. Cada parcela foi subdividida para alocar cinco combinações de plantio das espécies *Eucalyptus urograndis* (clone do *E. urophylla* S. T. Blake x *E. grandis* W. Hill ex Spreng) e *Acacia mangium* Willd. (Tabela 1).

O tratamento de simulação da degradação do solo ocorreu durante os meses de outubro e novembro de 2008, pela passagem semanal de arado seguido de grade aradora leve. Foram realizadas doze operações, com intervalos de 3 a 4 dias, até cerca de 20 dias antes do plantio das mudas (dezembro/2008).

Antes do plantio e nas parcelas sem a indução da degradação, toda a vegetação espontânea foi dessecada com glifosato e posteriormente roçada. Após o plantio, essas parcelas (sob plantio direto)

foram roçadas mensalmente, enquanto que aquelas submetidas ao preparo intensivo foram roçadas na linha de plantio e gradeadas nas entrelinhas, até aos 6 meses após o plantio.

Amostras de solo foram coletadas 18 meses após o plantio. Cada subparcela foi amostrada em 6 pontos, na profundidade de 0 a 10 cm, para formar uma amostra composta. As amostras foram passadas em peneira de 2 mm e armazenadas a 4°C até a análise. Foram avaliadas as atividades de fosfatase e arilsulfatase, conforme Tabatabai (1994), e da hidrólise da fluoresceína diacetato (FDA), de acordo com Schurer e Rosswall (1982). A análise para a determinação do C da biomassa microbiana do solo (CBM) foi feita pelo método de fumigação-extração (Vance et al., 1987), sendo o C extraído determinado por colorimetria (Bartlett e Ross, 1988). A respiração basal do solo (RBS) foi avaliada pelo método de incubação do solo por 10 dias em recipiente hermético contendo NaOH como armadilha de CO<sub>2</sub> (Isermeyer, 1995). O quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ) foi calculado pela razão entre a RBS e o CBM.

Os dados obtidos foram analisados estatisticamente utilizando-se o programa S-Plus 8.0 segundo um modelo de ANOVA com parcelas subdivididas. Diferenças entre as médias dos tratamentos das subparcelas (arranjos de plantio) foram testadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO** – Para nenhuma das variáveis microbiológicas avaliadas houve interação entre preparo do solo e arranjo de plantio. Portanto, os efeitos desses fatores são apresentados e discutidos separadamente.

#### *Efeito do preparo do solo*

Após 18 meses do plantio a atividade de arilsulfatase foi significativamente maior na área sob preparo mínimo do solo comparativamente à área com preparo intensivo (Tabela 2). Em nível menor de significância ( $p<0,13$ ), esse mesmo padrão foi observado para o CBM e para as atividades de fosfatase e de hidrólise FDA, enquanto que o  $qCO_2$  tendeu a ser maior na área sob cultivo intensivo ( $p<0,11$ ). As áreas sob ambos os tipos de preparo do solo apresentaram a mesma taxa de respiração basal do solo (Tabela 2).

As diferenças observadas entre os tratamentos de preparo do solo mostraram que a aração e gradagem intensiva do solo afetou negativamente a qualidade microbiológica do solo aos 18 meses após o término desse distúrbio (ou 12 meses, considerando que o solo continuou sendo gradeado mensalmente nas entrelinhas até 6 meses pós-plantio). Chaer et al. (2007), em um gradiente de distúrbio do solo

induzido por arações e gradagens sucessivas, também observou redução na biomassa e atividade microbiana do solo. Tal efeito desse tratamento de distúrbio sobre as variáveis microbiológicas avaliadas pode estar relacionado a alterações profundas ocorridas na estrutura física do solo, assim como da maior exposição e oxidação da matéria orgânica do solo em função do revolvimento e quebra de agregados do solo.

#### *Efeito do arranjo de plantio*

Entre os arranjos de plantio, somente houve diferença significativa para o CBM, o qual foi menor no solo sob o tratamento com plantio puro de eucalipto sem adubação nitrogenada (E100) em comparação aos plantios mistos de eucalipto com *A. mangium* nas duas densidades testadas (A100:E100 e A50:E50) (Tabela 3). O CBM dos tratamentos com plantios puros de eucalipto com adubação nitrogenada (E100+N) e de *A. mangium* não diferiram de nenhum dos demais tratamentos (Tabela 3). Embora sem diferença estatística pelo teste aplicado, foram observados os maiores valores de  $qCO_2$  para os tratamentos com plantio puro de eucalipto (sem N) e *A. mangium* (Tabela 3). Esses resultados sugerem que o plantio consorciado do eucalipto com a *A. mangium* favoreceu o aumento do CBM a qual parece ser mais eficiente na utilização do C disponível.

**CONCLUSÕES** – Após 18 meses do plantio a atividade de arilsulfatase foi significativamente maior na área sob preparo mínimo do solo, embora uma tendência similar tenha sido observado para o CBM e para as atividades de fosfatase e de hidrólise de FDA. Esse padrão indica que o preparo intensivo do solo afetou negativamente a qualidade biológica do solo.

Dentre as variáveis microbiológicas avaliadas, apenas o CBM se mostrou significativamente menor no plantio puro de eucalipto sem N em relação aos dois plantios mistos testados, sugerindo um efeito benéfico do consórcio sobre a biomassa microbiana do solo.

#### **REFERÊNCIAS**

ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. The metabolic quotient for  $CO_2$  ( $qCO_2$ ) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology & Biochemistry*, 25:393-395, 1993.

BURNS, R. G. Enzyme activity in soil: location and a possible role in microbial ecology. *Soil Biology & Biochemistry*, 14:423-427, 1982.

CATELLAN, A.J.; VIDOR, C.R. Flutuação da biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 1:133-142, 1990.

CHAER, G.M.; FERNANDES, M.F. & BOTTOMLEY, P. Evaluating the Sensitivity of Biological and Biochemical Soil Properties across An Induced Gradient of Soil Degradation. In: *The ASA-CSSA-SSSA International Annual Meetings*, New Orleans. 2007.

CHANDER, K; BROOKES, P. C. Effects of Zn, Cu and Ni in sewage sludge on microbial biomass in a sandy loam soil. *Soil Biology & Biochemistry*, 25:1231-1239, 1993.

POWLSON, D.S.; BROOKES, P.C.; CHRISTENSEN, B.T. Measurement of soil microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to straw incorporation. *Soil Biology & Biochemistry*, 19:159-164, 1987.

SILVA, E.E., AZEVEDO, P.H.S., DE-POLLI, H. Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C). Seropédica: Embrapa Agrobiologia 2007 (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 98). SILVA, E.E., AZEVEDO, P.H.S., DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo ( $qCO_2$ ). Seropédica: Embrapa Agrobiologia 2007 (Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico, 99).

TABATABAI, M.A. Soil Enzymes. In: WEAVER, R. W. *et al*, ed. *Methods of soil analysis. Part 2. Microbiological and biochemical properties*. Madison, WI, SSSA, 1994. p.775-833. (SSSA Book Series: 5).

SCHNÜRER, J. & ROSSWALL, T. Fluorescein diacetate hydrolysis as a measurement of total microbial activity in soil and litter. *Applied and Environmental Microbiology*, 43:1256-1261, 1982.

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. S; GRISI, B. M; HUNGRIA, M; ARAÚJO, R. *Microrganismos e processos biológicos do solo. Perspectiva ambiental*. 1 ed Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 142p. 1994.

**Tabela 1.** Composição, densidade de árvores de eucalipto (E) e *A. mangium* (A) e espaçamentos usados nos tratamentos alocados nas subparcelas.

Tratamento	Composição	Densidade	Espaçamento (m)
E100	Eucalipto em monocultivo	100% E ‡	3 x 3
E100+N *	Eucalipto com adubação nitrogenada	100% E	3 x 3
A100	<i>A. mangium</i> em monocultivo	100% A	3 x 3
A100:E100	<i>A. mangium</i> x Eucalipto	100% A + 100% E †	3 x 1,5
A50:E50	<i>A. mangium</i> x Eucalipto	50 % A + 50 % E	3 x 3

‡ As subparcelas com densidade 100% apresentam 42 árvores no total (densidade de 1111 árvores/ha).

† A subparcela A100:E100 apresenta 84 árvores, 42 de cada espécie (densidade de 2222 árvores/ha).

\* N aplicado na forma de ureia (100 kg/ha sendo 30 kg/ha no plantio e 30+40 kg/ha aos 6 e 12 meses pós-plantio).

**Tabela 2.** Comparação dos valores de atividade enzimática, respiração, quociente metabólico e biomassa microbiana do solo entre os tratamentos de preparo mínimo e intensivo do solo. As amostras (0 a 10 cm) foram coletadas após 18 meses do plantio em estandes puros e mistos de eucalipto e *A. mangium* sob os dois tipos de preparo do solo.

Preparo do solo	Fosfatase $\mu\text{mol pNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$	Arilsulfatase $\mu\text{mol pNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$	FDA $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$	CBM $\text{mg kg}^{-1}$	RBS $\text{mg C-CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$	$q\text{CO}_2$ $\text{mg C-CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{d}^{-1}$
Mínimo ‡	3,24	0,76	89,1	7,59	0,354	0,048
Intensivo †	3,02	0,57	73,3	7,06	0,354	0,052
Valor <i>p</i> *	0,13	<0,01	0,07	0,14	0,96	0,11

‡ Vegetação foi dessecada e roçada e o plantio feito sem revolvimento do solo.

† Passagem semanal de arado seguido de grade aradora leve durante 12 semanas, até cerca de 20 dias antes do plantio.

\* Valor de probabilidade de aceitação de  $H_0$  de acordo com o teste F (modelo ANOVA com parcelas subdivididas).

**Tabela 3.** Comparação dos valores de atividade enzimática, respiração, quociente metabólico e biomassa microbiana do solo entre os plantios puros e mistos de eucalipto e *A. mangium*. As amostras (0 a 10 cm) foram coletadas após 18 meses do plantio em estandes de plantio sob os tratamentos com preparo mínimo e intensivo do solo.

Tratamento	Fosfatase $\mu\text{mol pNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$	Arilsulfatase $\mu\text{mol pNP g}^{-1} \text{h}^{-1}$	FDA $\mu\text{g g}^{-1} \text{h}^{-1}$	CBM $\text{mg kg}^{-1}$	RBS $\text{mg C-CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{h}^{-1}$	$q\text{CO}_2$ $\text{mg C-CO}_2 \text{kg}^{-1} \text{d}^{-1}$
E100	3,22 a	0,66 a	83,4 a	5,57 b	0,33 a	0,058 a
E100+N	2,98 a	0,68 a	74,7 a	7,46 ab	0,34 a	0,047 a
A100	2,96 a	0,66 a	81,6 a	7,40 ab	0,39 a	0,054 a
E100:A100	3,31 a	0,70 a	83,2 a	8,28 a	0,36 a	0,044 a
E50:A50	3,17 a	0,64 a	83,3 a	7,92 a	0,36 a	0,047 a

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de significância.