



Biomassa microbiana em solos com adição de resíduos de eucalipto e fertilização com N⁽¹⁾

Rafael da Silva Teixeira⁽²⁾; Gustavo Conforti Ventura Mayrink⁽³⁾; Rodrigo Nogueira de Sousa⁽⁴⁾; Emanuelle Mercês Barros Soares⁽⁵⁾ & Ivo Ribeiro da Silva⁽⁵⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do FAPEMIG e grupo NUTREE.

⁽²⁾ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas; Universidade Federal de Viçosa; Viçosa, Minas Gerais; teixeiramarky@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Viçosa; ⁽⁵⁾ Professor associado do departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO: Uma vez no solo o C dos resíduos irá interagir com a fase abiótica e biótica do solo. Porém, a transferência deste C para as frações mais estáveis da matéria orgânica do solo dependerá da facilidade da microbiota em extrair energia e nutrientes dos resíduos. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar alterações nos teores de C-BMS após a adição de resíduos de eucalipto com diferentes relações C/N (alta e baixa) aliado à fertilização de N em diferentes formas (mineral e orgânica). O experimento foi conduzido em sala de incubação. Os tratamentos foram definidos com base em fatorial incompleto [1 + (2 x 2)] x 3 e dispostos em DBC. Amostras de 20 g de solo mais resíduos de eucalipto com duas relações C/N distintas foram incubadas em duas combinações (Raiz marcada com ¹³C e arte aérea marcada com ¹³C) mais três tratamentos sem resíduo e sem N, com 50 mg dm⁻³ de N via NH₄NO₃ ou Alanina [N-Amino]. As unidades experimentais foram montadas em potes de vidro para captura da atmosfera gasosa, ao longo de 119 dias aproximadamente. A adição de resíduo de eucalipto promove incremento na biomassa microbiana do solo. Resíduos de eucalipto com baixa relação C/N adicionados ao solo promove incremento na biomassa microbiana. A adição de N em conjunto com resíduos de alta relação C/N reduz a biomassa microbiana do solo. A aplicação de N-NH₄NO₃ em solos sem adição de resíduos de eucalipto promove maior biomassa microbiana no solo relação a aplicação de N-Amino.

Termos de indexação: C-BMS, matéria orgânica do solo; ¹³C.

INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil possui a maior área de floresta plantada no mundo, com cerca de 7 milhões de hectares (ABRAF, 2013). As plantas de eucalipto destacam-se por possuir rápido crescimento e uso eficiente de recursos (Stape et al., 2010; Silva et al., 2012), no entanto, em solos altamente intemperizados e de baixa fertilidade natural seu

crescimento torna-se altamente dependente dos teores de matéria orgânica do solo (MOS) (Menezes, 2005).

Nos sistemas florestais o principal contribuinte para o aumento dos teores de C no solo é via aporte de resíduos vegetais.

Uma vez no solo o C dos resíduos irá interagir com a fase abiótica e biótica do solo. Porém, a transferência deste C para as frações mais estáveis da MOS dependerá da facilidade da microbiota em extrair energia e nutrientes dos resíduos. Neste contexto, a relação C/N dos resíduos constitui fator direcionador do processo de decomposição e contribuição de C para o solo.

Estudos demonstram que durante poucos dias de decomposição dos materiais, os carboidratos solúveis são decompostos prontamente junto com os componentes ricos em N e determinam a velocidade inicial de decomposição dos resíduos vegetais (Gunnarsson & Marstorp, 2002; Bertrand et al., 2006; Gunnarsson, 2008).

Dentre diversos fatores, a disponibilidade de N no solo tem desempenha importante papel na humificação e na formação dos componentes mais estáveis da matéria orgânica do solo (MOS), entretanto, não existe consenso sobre os efeitos da adição do N durante a decomposição de resíduos, sendo escassas informações acerca da interação entre o N e diferentes resíduos vegetais na dinâmica, composição e estabilização da MOS para solos de ambientes tropicais.

A MOS é considerada o principal reservatório de energia para os microrganismos do solo, estando estes diretamente relacionados aos processos de decomposição de resíduos e ciclagem de nutrientes. A biomassa microbiana do solo (BMS) como constituinte da matéria orgânica viva do solo é considerada o componente mais dinâmico, respondendo de forma rápida as mudanças ambientais, de manejo e disponibilidade de substrato.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar alterações nos teores de C-BMS após a adição de resíduos de eucalipto com diferentes



relações C/N (alta e baixa) aliado à fertilização de N em diferentes formas (mineral e orgânica).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em sala de incubação com condições controladas (25 ± 1 °C, no escuro). Os tratamentos foram definidos com base em fatorial incompleto $[1 + (2 \times 2)] \times 3$ e dispostos em blocos ao acaso (DBC). Os resíduos de eucalipto (híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) utilizados foram previamente enriquecidos com ^{13}C , conforme Machado et al. (2011). As plantas foram crescidas em solução nutritiva (Clark, 1975) e, nas três semanas finais do cultivo, foi realizada a omissão do N da solução em metade dos vasos, permitindo a diluição do N nos tecidos das plantas em crescimento, e assim possibilitando a diferenciação dos teores internos de N. Assim, foi possível a obtenção de resíduos de baixa relação C/N (parte aérea: 65,0 e raiz: 40,0) e alta relação C/N (parte aérea: 150,0 e raiz: 55,0).

Os resíduos das plantas com duas relações C/N distintas foram incubados em duas combinações (Raiz marcada com isótopo de ^{13}C + parte aérea não marcada, RmPANm, e Raiz não marcada com isótopo de ^{13}C + parte aérea marcada, RnmPAm) em quantidades equivalentes de C e três fontes de N externo (sem adição, NH_4NO_3 ou Alanina [N-Amino], as duas na dose de 50 mg dm^{-3}) mais três tratamentos sem resíduo e sem N, com 50 mg dm^{-3} de N via NH_4NO_3 ou Alanina [N-Amino].

Para a incubação dos resíduos foram utilizadas amostras de um Latossolo Amarelo (0-20 cm) da região de Paula Cândido - MG, em área cultivada com pastagem de *Brachiaria brizantha* por mais de 20 anos. Esse cultivo de espécie C4 proporcionou um teor de $3,01 \text{ dag kg}^{-1}$ de C (C/N: 25,17) e uma maior abundância natural de ^{13}C na matéria orgânica do solo ($\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ igual a $-16,75$ ‰).

Após o período amostral de 2854 h (aproximadamente 119 dias), os potes foram desmontados e subamostras de solo fresco (5g) foram submetidas ao método de irradiação-incubação (Ferreira et al., 1999), no qual as subamostras irradiadas e não irradiadas foram incubadas durante 10 dias, após serem reinoculadas com a adição de $0,1 \text{ g}$ de solo sem estar irradiado.

O C-BMS foi então calculado:

$$\text{C-BMS} = ((C_i - C_{NI}) / k_C) (\text{mg g}^{-1} \text{ de solo})$$

em que C_i é o C das subamostras irradiadas; C_{NI} é o C das subamostras não irradiadas; k_C é o fator correspondente a mineralização do C, isto é, a

proporção de C microbiano liberado na forma de CO_2 nos 10 dias de incubação.

Para a análise estatística, foram utilizados contrastes para comparar os diferentes grupos obtidos pelos tratamentos, os quais foram testados pelo teste F.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição do resíduo aumentou os teores de C-BMS, sendo os maiores teores proporcionados pela adição do resíduo de baixa C/N (Figura 1 e Tabela 1). Possivelmente o resíduo de baixa C/N, por conter maior teor de N no tecido, foi preferencialmente utilizado como substrato pela microbiota do solo. Huang et al. (2014), ao estudarem a comunidade microbiana de solos cultivados com *Eucalyptus urophylla* em associação com *Acacia mangium*, verificaram maior teor de C-BMS em relação ao monocultivo de *E. urophylla*, o que os autores atribuíram principalmente ao material de baixa C/N que estava sendo aportado ao solo.

A adição de fonte externa de N em conjunto com resíduos de baixa relação C/N não alterou os teores de C-BMS. Estudos demonstram redução na biomassa, atividade e diversidade microbiana quando há maior disponibilidade de N no meio (Compton et al., 2004; Chen et al., 2009). Corroborando com esta hipótese, verificou-se que nos solos com resíduos de alta relação C/N a aplicação de N diminuiu os teores de C-BMS (Figura 1 e Tabela 1).

O N fornecido pelo NH_4NO_3 e Alanina não promoveram teores de C-BMS diferentes quando foi aplicado o resíduo de baixa ou alta relação C/N (Figura e Tabela 1). Entretanto, entre os resíduos de baixa e alta relação C/N adicionados ao solo, observou-se efeito nos teores de C-BMS apenas da fonte N-Amino, quando o resíduo adicionado foi de baixa relação C/N. O efeito positivo do N-Amino pode ter sido em razão de ser um aminoácido simples de alta eficiência de utilização (Dippold & Kuzyakov, 2013), além de ser fonte de C, que pode estimular a microbiota do solo. Manjumder et al. (2010), ao aplicar esterco junto com resíduos de azevém, encontraram maior eficiência de utilização do C-resíduo e aumento em $26,3 \text{ mg kg}^{-1}$ do C-BMS durante 100 dias de incubação com o solo.

A aplicação de N no solo sem resíduos não ocasionou mudanças nos teores de C-BMS. No entanto, quando as fontes de N são comparadas verificou-se que o N- NH_4NO_3 proporcionou maiores teores de C-BMS (Figura 1 e Tabela 2). Pode estar ocorrendo imobilização de N na MOS, por meio de ligações mais estáveis com compostos aromáticos



e/ou compostos fenólicos (Stevenson, 1982) quando é aplicado o $N-NH_4NO_3$ sem resíduos. Este fato possibilita haver pouca expressão dos efeitos do N na supressão enzimática, e portanto ocasionando a aplicação de $N-NH_4NO_3$ maiores teores de C-BMS em relação ao N-Amino.

CONCLUSÕES

A adição de resíduo de eucalipto promove incremento na biomassa microbiana do solo.

Resíduos de eucalipto com baixa relação C/N adicionados ao solo promove incremento na biomassa microbiana.

A adição de N em conjunto com resíduos de alta relação C/N reduz a biomassa microbiana do solo.

A aplicação de $N-NH_4NO_3$ em solos sem adição de resíduos de eucalipto promove maior biomassa microbiana no solo relação a aplicação de N-Amino.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à UFV, grupo NUTREE e FAPEMIG pelo apoio financeiro para a realização e divulgação deste trabalho.

REFERÊNCIAS

- ABRAF. Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF. – Brasília: 2013.
- BERTRAND, I.; CHABBERT, B.; KUREK, B.; RECOUS, S. Can the biochemical features and histology of wheat residues explain their decomposition in soil? *Plant and Soil*, 281:291-307, 2006.
- CHEN, H., FAN, M., BILLEN, N., STAHR, K., KUZYAKOV, Y. Effects of land use types on decomposition of ^{14}C -labelled maize residue (*Zea mays* L.). *European Journal of Soil Science and Biology*, 45:123-130, 2009.
- CLARK, R.B. Characterization of phosphate of intact maize roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23:458-460, 1975.
- COMPTON, J.; WATRUD, L.S.; PORTEUS, L.A.; DEGROOD, S. Response of soil microbial biomass and community composition to chronic nitrogen additions at Harvard forest. *Forest Ecology and Management*, 196:143-158, 2004.
- DIPPOLD, M.A.; KUZYAKOV, Y. Biogeochemical transformations of amino acids in soil assessed by position-specific labelling. *Plant and Soil*, 373:385-401, 2013.
- FERREIRA, A.S.; CAMARGO, F.A.O.; VIDOR, C. Utilização de micro-ondas na avaliação da biomassa microbiana do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 23:991-996, 1999.
- GUNNARSSON, A.S. Influence of non-cellulose structural carbohydrate composition on plant material decomposition in soil. *Biology and Fertility of Soils*, 45: 27-36, 2008.
- GUNNARSSON, S.; MARSTORP, H. Carbohydrate composition of plant materials determines N mineralisation. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 62:175-183, 2002.
- HUANG, X.; LIU, S.; WANG, H.; HU, Z.; LI, Z.; YOU, Y. Changes of soil microbial biomass carbon and community composition through mixing nitrogen-fixing species with *Eucalyptus urophylla* in subtropical China. *Soil Biology and Biochemistry*, 1:1-7, 2014.
- MACHADO, D.N.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; LOUREIRO, M.E.; MILAGRES, J.J.; SOARES, E.M.B. Enriquecimento e alocação de ^{13}C em plantas de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:857, 2011.
- MAJUMDER, B.; KUZYAKOV, Y. Effect of fertilization on decomposition of ^{14}C labelled plant residues and their incorporation into soil aggregates. *Soil and Tillage Research*, 109:94-102, 2010.
- MENEZES, A. A. Produtividade do eucalipto e sua relação com a qualidade e a classe de solo. Tese doutorado 2005.
- SILVA, V E. A.; SILVA, C. A., SILVA, I. R.; MARQUES, J. J. G. S. M.; ARAUJO, E. F.; CARVALHO, S. A.; SILVA, S. H. G. & CURI, N. Frações de carbono em toposequências de solos sob eucalipto com diferentes históricos de uso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 36, 1: 1167-1178, 2012.
- STAPE, J. L., BINKLEY, D.; RYAN, M. G. The Brazil Eucalyptus Potential Productivity Project: Influence of water, nutrients and stand uniformity on wood production. *Forest Ecology Management*, v.259, 9: 1684-1694, 2010.
- STEVENSON, F.J. Humus Chemistry. Genesis, composition and reactions. New York, John Wiley & Sons, 1982.

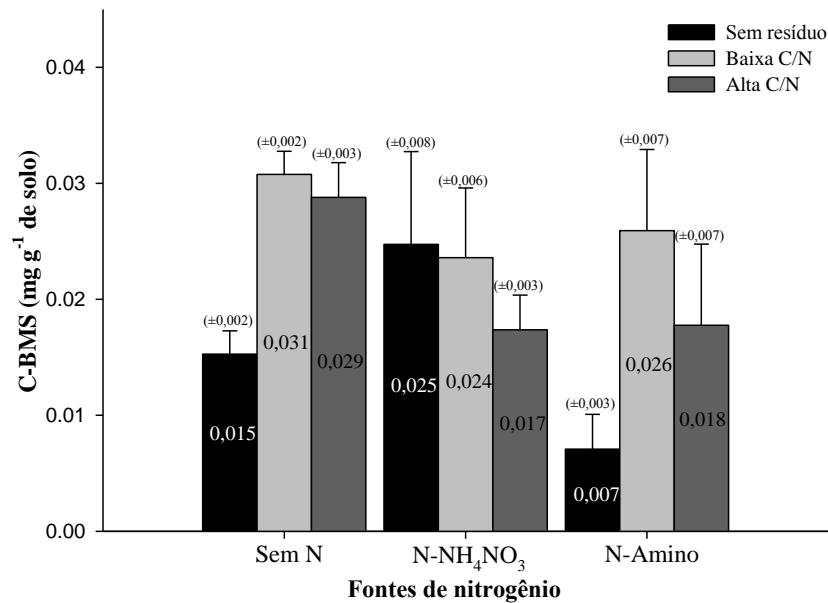


Figura 1 – Carbono da biomassa microbiana do solo (C-BMS) sem e com adição de resíduos (raiz + parte aérea) de baixa ou alta C/N, sem e com adição de 50 mg g⁻¹ de solo (N-NH₄NO₃ ou N-Amino). Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão (n=4).

Tabela 1. Estimativa dos contrastes ortogonais e adicionais para as variáveis do C da biomassa microbiana do solo (C-BMS)

CONTRASTES		C-Biomassa microbiana (C-BM)(mg g ⁻¹ de solo).....
C ₁	Efeito da adição do resíduo	0,200**
C ₂	Efeito da alta relação C/N do resíduo	- 0,065*
C ₃	Efeito da adição do N (N-NH ₄ NO ₃ e N-Amino) com resíduo de baixa relação C/N	0,048 ^{ns}
C ₄	Efeito da adição do N (N-NH ₄ NO ₃ e N-Amino) com resíduo de alta relação C/N	0,089**
C ₅	Efeito da adição do N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ com resíduo de baixa relação C/N	0,009 ^{ns}
C ₆	Efeito da adição do N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ com resíduo de alta relação C/N	0,001 ^{ns}
C ₇	Efeito da adição de N (N-NH ₄ NO ₃ e N-Amino) sem resíduo	0,005 ^{ns}
C ₈	Efeito da adição de N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ sem resíduo	- 0,070**
C _{A1}	Efeito da alta relação C/N do resíduo em comparação a baixa relação C/N com N-NH ₄ NO ₃	- 0,024 ^{ns}
C _{A2}	Efeito da alta relação C/N do resíduo em comparação a baixa relação C/N com N-Amino	- 0,032*

*, **, ns : significativo a 5 %, 1 % e não significativo pelo teste F (F_{Tab. (8,24)*} : 2,36; F_{Tab. (3,24)*} : 3,01; F_{Tab. (1,24)*} : 4,26; F_{Tab. (8,24)**} : 3,36; F_{Tab. (3,24)**} : 4,72; F_{Tab. (1,24)**} : 7,82).