



Efeito priming da matéria orgânica do solo pela adição de resíduos de eucalipto e aplicação de diferentes formas de N⁽¹⁾

Rafael da Silva Teixeira⁽²⁾; Rodrigo Nogueira de Sousa⁽³⁾; Gustavo Conforti Ventura Mayrink⁽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: A atual preocupação com o aquecimento global tem proporcionado interesse na elaboração de estratégias que visam minimizar e mitigar as concentrações de CO₂ na atmosfera. Neste contexto, devido à adoção de sistemas mais conservacionista de manejo do solo, o entendimento do chamado *Efeito Priming* da matéria orgânica do solo demanda atenção. O objetivo do trabalho foi avaliar o *Efeito Priming* no solo ao adicionar resíduos de eucalipto com diferentes relações C/N aliado a fertilização de N em diferentes formas. O experimento foi conduzido em sala de incubação. Os tratamentos foram definidos com base em fatorial incompleto [1 + (2 × 2)] × 3 e dispostos em DBC. Amostras de 20 g de solo mais resíduos de eucalipto com duas relações C/N distintas foram incubados em duas combinações (raiz marcada com ¹³C e parte 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. Foram quantificados o C-CO₂ dos potes, com posterior particionamento em C-resíduo (raiz + parte aérea) e C-solo para o cálculo do *Efeito priming*. O N na forma de NH₄NO₃ aplicado ao solo junto aos diferentes resíduos de eucalipto proporciona manutenção por mais tempo do C nativo do solo em relação ao N aplicado na forma de Alanina. A adição de resíduos de eucalipto com alta C/N estimula a degradação do C nativo do solo.

Termos de indexação: CO₂, relação C/N, ¹³C.

INTRODUÇÃO

A atual preocupação com o aquecimento global tem proporcionado interesse na elaboração de estratégias que visam minimizar e mitigar as concentrações de CO₂ na atmosfera.

A estocagem de C no solo em formas mais estáveis têm chamado a atenção da comunidade científica por constituir-se como potenciais estratégias mitigadoras.

A principal via de entrada do C no solo é por meio de aporte de resíduos vegetais em sistemas naturais ou agricultáveis. Neste contexto, espécies florestais do gênero *Eucalyptus* por apresentarem rápido crescimento e alta eficiência no uso de recursos, resultam em grande acúmulo de biomassa, tanto de parte aérea (folhas, cascas, galhos e lenho) como no sistema radicular (Stape et al., 2010; Silva et al., 2012), as quais poderão ser aportadas ao solo.

No entanto, a dinâmica do C no solo é intermediada pela demanda de energia e nutrientes da microbiota presente (Kuzyakov, 2010). Neste contexto, a relação C/N dos resíduos aportados ao solo assume grande importância no processo de decomposição (Gunnarsson & Marstorp, 2002; Bertrand et al., 2006; Gunnarsson, 2008), assim como os teores de N presente no solo (Jin, 2008; Demolinari, 2008).

A decomposição MOS nativa poderá ocorrer pela adição de resíduos ou outros compostos orgânicos quando a demanda de energia e nutrientes não é suficiente para decompor o material aportado. A esse fenômeno denomina-se *Efeito priming* (Kuzyakov, 2010). Entretanto, este fenômeno ainda não é claro e mais pesquisas são necessárias para o seu melhor entendimento.

Desta forma, com o interesse global de estocar C e mitigar as emissões de CO₂, o entendimento do chamado *Efeito Priming* da matéria orgânica do solo demanda atenção. O objetivo do trabalho foi avaliar o *Efeito Priming* no solo ao adicionar resíduos de eucalipto com diferentes relações C/N (alta e baixa) aliado a 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 × 2)] × 3 e dispostos em blocos ao acaso (DBC). Os resíduos de eucalipto (híbrido de *Eucalyptus grandis* × *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 $-16,75 \text{ ‰}$).

As unidades experimentais foram montadas em potes de vidro com tampa rosqueável contendo um septo central, no qual era introduzida uma seringa (60 mL) para captura da atmosfera gasosa, ao longo do tempo. Foram realizadas 32 amostragens durante o período amostral de 2854 h (aproximadamente 119 dias). Em cada tempo de coleta foram determinadas as concentrações de C-CO_2 e $\delta^{13}\text{C-CO}_2$ nas amostras gasosas por meio de um Espectrômetro de Cavidade Ressonante tipo *ring-down* (CRDS, G2131-i, Picarro, Sunnyvale, CA).

Foi então realizado o particionamento do C-CO_2 em cada ponto de amostragem ao longo do tempo conforme a equação 1 e 2 (Moran et al., 2005):

$$f = [(\delta^{13}\text{C-CO}_2 \text{ trat.} - \delta^{13}\text{C-CO}_2 \text{ contr.}) / (\delta^{13}\text{C-CO}_2 \text{ (solo, raiz ou PA)} - \delta^{13}\text{C-CO}_2 \text{ contr.})] \quad \text{Equação 1.}$$

em que f é a proporção de C de raiz ou de parte aérea (PA) presente no C total da amostra de gás, *trat.* é o tratamento correspondente e *contr.* é o tratamento controle, sem resíduo, correspondente ao tratamento (solo, solo + NH_4NO_3 e solo + Alanina [N-Amino]).

O teor de C derivado de cada compartimento presente no gás foi calculado pela equação 2:

$$F = f \times \text{C-CO}_2 \quad \text{Equação 2.}$$

em que C é teor de carbono presente na amostra de gasosa coletada dos frascos.

O C-CO_2 do resíduo total foi calculado pelo somatório de C-CO_2 derivado da raiz com o C-CO_2 derivado da parte aérea. O C-CO_2 do solo foi calculado conforme a equação 3:

$$\text{C-CO}_{2(\text{solo})} = (\text{C-CO}_{2\text{total}} - \text{C-CO}_{2(\text{Raiz} + \text{P.A.})}) \quad \text{Equação 3.}$$

Com os valores de C-CO_2 acumulado, foi realizado o cálculo do efeito *priming* no solo, ocasionado pela adição do resíduo juntamente com o nitrogênio, conforme:

$$EP (\%) = 100 \times [(\text{C-CO}_{2\text{solo trat.}} - \text{C-CO}_{2\text{solo contr.}}) / \text{C-CO}_{2\text{solo contr.}}] \quad \text{Equação 4.}$$

em que *EP* é o *Efeito priming*; $\text{C-CO}_2 \text{ solo trat.}$ é o C-CO_2 do solo do tratamento correspondente e $\text{C-CO}_2 \text{ solo contr.}$ é o C-CO_2 do solo controle correspondente ao tratamento (solo, solo + NH_4NO_3 e solo + Alanina [N-Amino]).

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 de resíduos (raiz + parte aérea) de alta relação C/N proporcionou maior *efeito priming* em relação ao resíduo de baixa relação C/N (Figura 1, Tabela 1). Os microrganismos podem ter intensificado a decomposição da MOS em busca de N para decompor o resíduo de alta C/N.

Quando N- NH_4NO_3 foi adicionado ao solo com resíduo de alta C/N, ocorreu redução do *Efeito priming* da MOS, e ao adicionar a fonte de N-Amino houve inversão desse fenômeno, com efeito negativo (Figura 1 e Tabela 1). Pode ter ocorrido maior preferência de utilização pela microbiota do solo do N na forma orgânica em relação aquele da fonte mineral, imobilizando-o na sua biomassa mais rapidamente, como encontrado por Friedel & Scheller (2002). Ou o fato de adicionar-se fonte lábil de C pode ter levado à decomposição da MOS (Hamer & Marschner, 2005), contrabalanceada pela formação de uma nova MOS, com a entrada do resíduo.

No solo com resíduo de baixa C/N, as duas fontes de N resultaram em *efeito priming* negativo (Figura 1 e Tabela 1). Resultado similar foi encontrado por Wang et al. (2014), o qual em experimento de 120 dias de incubação de solo com resíduos de *Pinus massoniana* (C/N: 24,84), constataram efeito *priming* positivo de 15,4 %, no



entanto, quando N foi adicionado houve redução de 8,2 % no *Efeito priming*.

O N adicionado pode ter suprido a necessidade do nutriente para os microrganismos, os quais utilizaram o resíduo transferindo parte deste C para o compartimento solo. Similar fato foi observado por Fontaine et al. (2011) ao verificar efeito *priming* baixo ou negativo quando a disponibilidade de N era alta. Por outro lado, a presença de N pode ter ocasionado maior interação com os compostos orgânicos do solo de forma a estabilizá-los.

CONCLUSÕES

A aplicação de N ao solo junto aos diferentes resíduos de eucalipto proporciona diminuição da emissão de C derivado dos resíduos e do solo.

O N na forma de NH_4NO_3 aplicado ao solo junto aos diferentes resíduos de eucalipto proporciona manutenção por mais tempo do C nativo do solo em relação ao N aplicado na forma de Alanina.

A adição de resíduos de eucalipto com alta C/N estimula a degradação do C nativo do solo.

AGRADECIMENTOS

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

REFERÊNCIAS

- 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.
- CLARK, R.B. Characterization of phosphate of intact maize roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23:458-460, 1975.
- DEMOLINARI, M.S.M. Transferência de carbono de resíduos da colheita de eucalipto para frações da matéria orgânica do solo. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008. 64p.
- FONTAINE, S.; HENAULT, C.; AMOR, A.; BDIOUI, N.; BLOOR, J.M.G.; MAIRE, V.; MARY, B.; REVAILLOTT, S.; MARON, P.A. Fungi mediate long term sequestration of carbono and nitrogen in soil through their priming effect. *Soil Biology and Biochemistry*, 43:86-96, 2011.
- FRIEDEL, J.K.; SCHELLER, E. Composition of hydrolysable amino acids in soil organic matter and soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, 34:315-325, 2002.
- 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.
- HAMER, U.; MARSCHNER, B. Priming effects in diferente soil types induced by fructose, alanine, oxalic acid and catechol additions. *Soil Biology and Biochemistry*, 37:445-454, 2005.
- JIN, K. Nitrogen and carbon mineralization of surface-applied and incorporated winter wheat and peanut residues. *Biology and Fertility of Soils*, 44:661-665, 2008.
- KUZYAKOV, Y. Priming effects: interactions between living and dead organic matter. *Soil Biology & Biochemistry* 42, 1363-1371, 2010.
- 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.
- MORAN, K.; SIX, J.; HORWATH, W.R. & KESSEL, C.V. Role of mineral-nitrogen in residue decomposition and stable soil organic matter formation. *Soil Science Society of America Journal*, 69:1730-1736, 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 topossequências 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. *Foresrt. Ecology Management*, v.259, 9: 1684-1694, 2010.
- WANG, Q.; WANG, Y.; WANG, S.; HE, T.; LIU, L. Fresh carbono and nitrogen inputs alter organic carbono mineralization and microbial community in forest deep soil layers. *Soil Biology and Biochemistry*, 1:1-7, 2014.

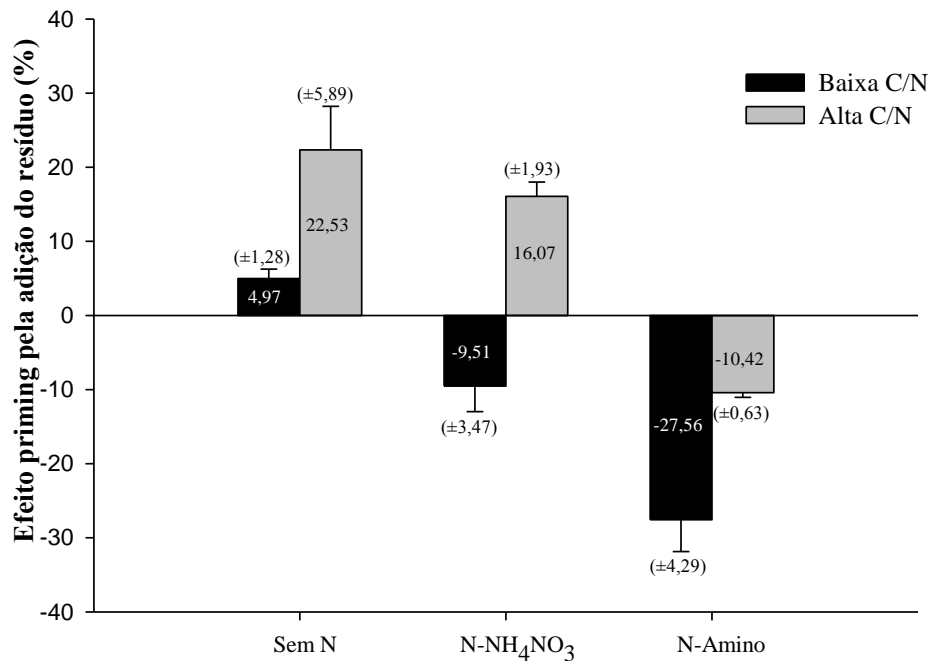


Figura 1. Efeito priming (%) no solo pela aplicação de resíduos de baixa e alta C/N, sem e com adição de 50 mg g⁻¹ de N (N-NH₄NO₃ ou N-Amino). Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão (n=4).

Tabela 1. Estimativa dos contrastes ortogonais e adicionais para a variável *efeito priming* (EP) pela adição do resíduo (raiz + P.A.)

CONTRASTES		Efeito Priming (%)
C ₁	Efeito da adição do resíduo	- 16,53 ^{ns}
C ₂	Efeito da alta relação C/N do resíduo	240,35 ^{**}
C ₃	Efeito da adição do N (N-NH ₄ NO ₃ e N-Amino) com resíduo de baixa relação C/N	- 188,17 ^{**}
C ₄	Efeito da adição do N (N-NH ₄ NO ₃ e N-Amino) com resíduo de alta relação C/N	- 156,05 ^{**}
C ₅	Efeito da adição do N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ com resíduo de baixa relação C/N	- 72,19 ^{**}
C ₆	Efeito da adição do N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ com resíduo de alta relação C/N	- 105,98 ^{**}
C ₇	Efeito da adição de N (N-NH ₄ NO ₃ e N-Amino) sem resíduo	0,00 ^{ns}
C ₈	Efeito da adição de N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ sem resíduo	0,00 ^{ns}
C _{A1}	Efeito da alta relação C/N do resíduo em comparação a baixa relação C/N com N-NH ₄ NO ₃	102,36 ^{**}
C _{A2}	Efeito da alta relação C/N do resíduo em comparação a baixa relação C/N com N-Amino	68,57 ^{**}

*, **, 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).