



Influência do N na decomposição de resíduos de raiz e parte aérea de eucalipto ⁽¹⁾

Rodrigo Nogueira de Sousa⁽²⁾; Rafael da Silva Teixeira⁽³⁾; Gustavo Conforti Ventura Mayrink⁽⁴⁾; Emanuelle Mercês Barros Soares⁽⁵⁾; Ivo Ribeiro da Silva⁽⁶⁾

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

⁽²⁾ Bolsista de Iniciação científica SIF/UFV, Curso de Agronomia, Viçosa, MG, CEP 36570-000, rodrigoagroufv@gmail.com; ⁽³⁾ Doutorando em Solos e Nutrição de Plantas, UFV; ⁽⁴⁾ Graduando em Agronomia pela UFV;

⁽⁵⁾ Professora associado do departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa. ⁽⁶⁾ Professor associado do departamento de solos da UFV.

RESUMO: O manejo da agricultura e pecuária está diretamente ligado à contribuição das emissões de CO₂, influenciando o tempo de permanência do C no sistema solo. O C é incorporado ao solo principalmente pelo aporte de resíduos vegetais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição do N interno (resíduo) e N externo (solo) para as emissões de C-CO₂ durante a decomposição de resíduos advindos da raiz e parte aérea de plantas de eucalipto. O experimento foi conduzido em condições controladas (25 ± 1 °C, no escuro). Os tratamentos foram definidos com base em fatorial incompleto [1 + (2 × 2)] × 3 e dispostos em DBC. Resíduos de raiz e parte aérea de eucalipto com duas relações C/N distintas foram incubados no solo, além de três tratamentos sem resíduo e sem N, com 50 mg dm⁻³ de N-NH₄NO₃ ou N-Alanina. As unidades experimentais foram montadas em potes de vidro para captura da atmosfera gasosa, ao longo de 119 dias. Resíduos de parte aérea e raiz de eucalipto com baixas relações C/N decompõe mais rápido do que aqueles de alta relação C/N. As raízes de eucalipto são mais recalcitrantes a decomposição em relação aos resíduos de parte aérea. A adição de N provoca retardamento na decomposição de resíduos de parte aérea e raiz de eucalipto. A adição de N na forma mineral (N-NH₄NO₃) proporciona maior retardamento na decomposição dos resíduos de eucalipto em relação a adição de fonte orgânica de N (Alanina).

Termos de indexação: ¹³C, relação C/N e Alanina.

INTRODUÇÃO

O principal representante dos gases do efeito estufa (GEE) é o gás carbônico (CO₂), o qual advém principalmente da queima de combustíveis fósseis e mudança do uso da terra (IPCC 2007). Neste contexto, o manejo da agricultura e pecuária está diretamente ligado à contribuição das emissões de CO₂, influenciando o tempo de permanência do C no sistema solo (IPCC 2001).

O C é incorporado ao solo principalmente pelo aporte de resíduos vegetais. Dessa forma, a qualidade bioquímica dos resíduos tem sido o foco de muitos estudos, uma vez que sua decomposição dependerá de sua composição bioquímica (Abiven et al., 2005).

Pesquisas com resíduos vegetais incorporados ao solo têm mostrado contribuição significativa das raízes para o C orgânico do solo, sugerindo que as raízes se decompõem mais lentamente em relação a outras partes das plantas devido a teores mais elevados de lignina, apresentando dessa forma, maior contribuição relativa do que a parte aérea das plantas para a MOS (Puget & Drinkwater, 2001).

Blumfield et al. (2004) verificaram que a mistura de folhas e galhos de Pinus acelerou a decomposição dos galhos em 59 % e reduziu em 50 % a decomposição de folhas, em comparação com aquela observada para os componentes isoladamente.

Além da composição bioquímica, a relação C/N dos resíduos aportados ao solo (Gunnarsson, 2008) e a disponibilidade de N mineral no solo (Abiven et al., Jin, 2008) desempenham papéis diretores do processo de decomposição e estabilização do C no solo. No entanto, o entendimento desses processos não está claro e necessita de maiores pesquisas.

Demolinari (2008), ao estudar o efeito da aplicação de N na decomposição de diferentes resíduos florestais, verificou que a decomposição de resíduos de galhos e a combinação de resíduos (galhos + casca + raiz) não foi favorecida pela aplicação de N, no entanto, auxiliou na estabilização do C no solo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a contribuição do N interno (resíduo) e N externo (solo) para as emissões de C-CO₂ durante a decomposição de resíduos advindos da raiz e parte aérea de plantas de eucalipto.

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 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 foi 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 CO_2 e $\delta^{13}\text{C}\text{-CO}_2$ 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):

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

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.

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

Os resíduos de parte aérea e de raiz de baixa relação C/N proporcionaram em média 7,15 % e 3,75 % mais emissões de C- CO_2 em relação aos resíduos de alta relação C/N (**Figura 1 e Tabela 1**). A maior taxa de decomposição de resíduos de baixa C/N em relação aqueles de alta C/N se deve a maior disponibilidade de N nos tecidos vegetais, permitindo uma maior proximidade da relação C/N metabolizada pelos microrganismos do solo (Torres et al., 2005; Carlo et al., 2008).

Houve maior emissão de C- CO_2 acumulado derivado de resíduos de parte aérea do que de raiz, independente da relação C/N (**Figura 1 e Tabela 1**). Este fato possivelmente ocorreu devido a parte aérea possuir maiores teores de compostos solúveis e menores teores de lignina em relação à raiz, uma vez que nos estágios iniciais de decomposição os primeiros compostos metabolizados pelos microrganismos são os compostos solúveis (ex: carboidratos não estruturais) (Baumann et al., 2009; Clemente et al., 2013).

A adição de N (NH_4NO_3 ou Alanina) proporcionou uma redução média nas emissões de C- CO_2 dos resíduos de parte aérea de baixa e alta relação C/N de 3,60 % e 1,9 %, respectivamente. Nos resíduos de raiz de baixa e alta relação C/N similar comportamento pela adição de N (NH_4NO_3 ou Alanina) proporcionou reduções das emissões de C- CO_2 de 5,52 % e 1,33 %, respectivamente (**Figura 1 e Tabela 1**). O N adicionado possivelmente pode ter reagido com os grupos fenólicos da lignina provocando a formação de compostos recalcitrantes aromáticos (Stevenson, 1982; Nömmik & Vahtras, 1982), retardando assim a sua decomposição.

Entre as fontes de N adicionadas, o N-Alanina proporcionou em média 1,8 % e 0,82 % mais emissões de C- CO_2 dos resíduos de baixa e alta relação C/N em relação a adição do N- NH_4NO_3 . Já em relação aos resíduos de raiz houve diferença entre as fontes de N apenas para os resíduos de alta relação C/N, o qual emitiu 0,82 % mais C- CO_2



quando foi aplicado o N-Alanina (**Figura 1 e Tabela 1**). A alanina constitui-se uma fonte lábil de C de alta eficiência de utilização pelos microrganismos (Dippold & Kuzyakov, 2013), o qual pode ter estimulado os microrganismos a decomposição de compostos mais complexos e de difícil degradação presente nos resíduos. Aliado a isto, a adição de N na forma de amônio pode ter reagido com compostos aromáticos presentes no resíduo e retardado sua degradação (Stevenson, 1982; Nömmik & Vahtras, 1982).

CONCLUSÕES

Resíduos de parte aérea e raiz de eucalipto com baixas relações C/N decompõe mais rápido do que aqueles de alta relação C/N.

As raízes de eucalipto são mais recalcitrantes a decomposição em relação aos resíduos de parte aérea.

A adição de N provoca retardamento na decomposição de resíduos de parte aérea e raiz de eucalipto.

A adição de N na forma mineral (N-NH₄NO₃) proporciona maior retardamento na decomposição dos resíduos de eucalipto em relação a adição de fonte orgânica de N (Alanina).

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem À FAPEMIG, ao grupo NUTREE e a Universidade Federal de Viçosa pelo apoio institucional e financeiro.

REFERÊNCIAS

ABIVEN, S. et al. Mineralisation of C and N from root, stem and leaf residues in soil and role of their biochemical quality. *Biology and Fertility of Soils*, 42:119-128, 2005.

BAUMANN, K.; MARSCHNER, P.; SMERNIK, R.J.; BALDOCK, J.A. Residue chemistry and microbial community structure during decomposition of eucalypt, wheat and vetch residues. *Soil Biology and Biochemistry*, 41:1966-1975, 2009.

BLUMFIELD, T.J.; XU, Z.H.; SAFFIGNA, P.G. Carbon and nitrogen dynamics under windrowed residues during the establishment phase of a second-rotation hoop pine plantation in subtropical Australia. *Forest Ecology and Management*, 200:299-291, 2004.

CARLO, A.B.; ASSIS, R.L.; SILVA, G.P.; BRAZ, A.J.B.P.; BARROSO, A.L.L.; FILHO, A.C.; PIRES, F.R.P. Biomassa, decomposição e cobertura do solo ocasionada por resíduos culturais de três espécies vegetais na região centro-oeste do Brasil. *RBCS*, 32:843-851, 2008.

CLARK, R.B. Characterization of phosphate of intact maize roots. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 23:458-460, 1975.

CLEMENTE, J.S.; SIMPSON, M.; SIMPSON, A.J.; YANNI, S.F.; WHALEN, J.K. Comparison of soil organic matter composition after incubation with maize leaves, roots and stems. *Geoderma*, 192:86-96, 2013.

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.

DIPPOLD, M.A.; KUZUYAKOV, Y. Biogeochemical transformations of amino acids in soil assessed by position-specific labelling. *Plant and Soil*, 373:385-401, 2013.

GAMA-RODRIGUES, A.C.; GAMA-RODRIGUES, E.F.; BRITO, E.C. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de plantas de cobertura (RJ). *RBCS*, 31:1421-1428, 2007

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.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2001: The scientific basis*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis*, edited by S. Solomon et al., Cambridge Univ. Press, Cambridge, U. K., 2007.

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.

MACHADO, D.N.; NOVAIS, R.F.; SILVA, I.R.; LOUREIRO, M.E.; MILAGRES, J.J.; SOARES, E.M.B. Enriquecimento e alocação de ¹³C em plantas de eucalipto. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 35:857, 2011.

NÖMMIK, H.; VATHRAS, K. Retention and fixation of ammonium and ammonia in soils. In: STEVENSON, F.J. (Ed.). *Nitrogen in Agricultural Soils*. ASA-SSSA, 1982. P.123-171.

PUGET, P.; DRINKWATER, L.E. Short-term dynamics of root- and shoot-derived carbon from a leguminous green manure. *Soil Science Society of America Journal*, 65:771-779, 2001.

STEVENSON, F.J. *Humus Chemistry. Genesis, composition*. New York, John Wiley & Sons, 1982.

TORRES, P.A.; ABRIL, A.B.; BUCHER, E.H. Microbial succession in litter decomposition in the semi-arid Chaco woodland. *Soil Biology and Biochemistry*, 37:49-54, 2005.

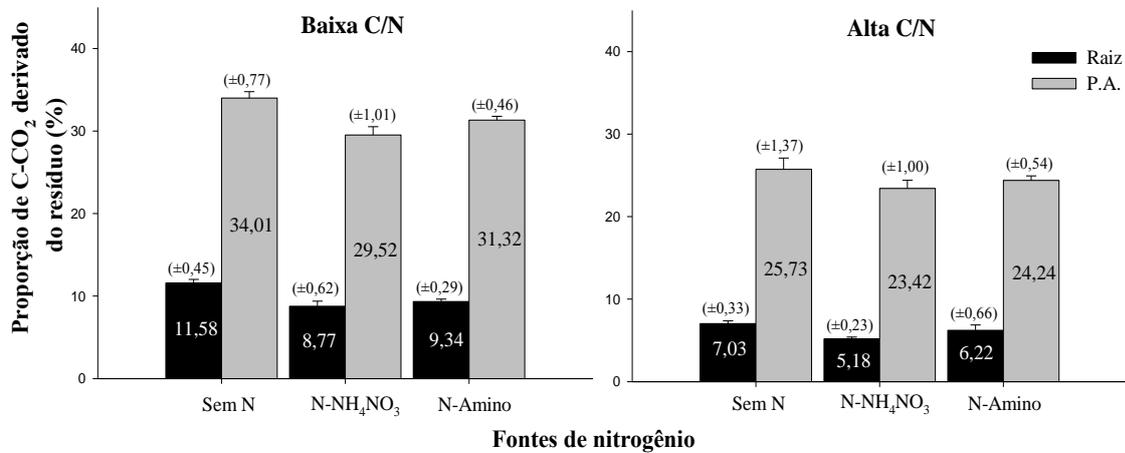


Figura 1. Proporção de C-CO₂ derivado do resíduo (raiz ou P.A.) de baixa ou alta relação C/N (%), sem e com adição de 50 mg dm⁻³ de N na forma de NH₄NO₃ ou N-Amino. Valores entre parênteses referem-se ao desvio padrão da média (n=4).

Tabela 1. Estimativa dos contrastes ortogonais e adicionais para as variáveis da proporção de C-CO₂ derivado do resíduo (%)

CONTRASTES		Proporção do C-CO ₂ derivado do resíduo (%)
C ₁	Efeito da adição do resíduo	866,14**
C ₂	Efeito da alta relação C/N do resíduo em comparação a baixa relação C/N	- 130,24**
C ₃	Efeito da P.A. em comparação a raiz com baixa relação C/N	260,63**
C ₄	Efeito da P.A. em comparação a raiz com alta relação C/N	220,43**
C ₅	Efeito da adição do N (NH ₄ NO ₃ e N-Amino) na raiz de baixa relação C/N	-20,18**
C ₆	Efeito da adição do N (NH ₄ NO ₃ e N-Amino) na P.A. de baixa relação C/N	-28,71**
C ₇	Efeito da adição do N (NH ₄ NO ₃ e N-Amino) na raiz de alta relação C/N	-10,63**
C ₈	Efeito da adição do N (NH ₄ NO ₃ e N-Amino) na P.A. de alta relação C/N	-14,57**
C ₉	Efeito da adição do N-Amino em comparação ao N-NH ₄ NO ₃ na raiz de baixa relação C/N	2,27 ^{ns}
C ₁₀	Efeito da adição do N-Amino em comparação ao N-NH ₄ NO ₃ na P.A. de baixa relação C/N	7,21**
C ₁₁	Efeito da adição do N-Amino em comparação ao N-NH ₄ NO ₃ na raiz de alta relação C/N	4,15**
C ₁₂	Efeito da adição do N-Amino em comparação ao N-NH ₄ NO ₃ na P.A. de alta relação C/N	3,91**
C ₁₃	Efeito da adição de N (NH ₄ NO ₃ e N-Amino) sem resíduo	0,00 ^{ns}
C ₁₄	Efeito da adição de N-Amino sobre N-NH ₄ NO ₃ sem resíduo	0,00 ^{ns}

*, **, ns : significativo a 5 %, 1 % e não significativo pelo teste F (F_{Tab. (14,43)*} : 1,95; F_{Tab. (3,43)*} : 2,84; F_{Tab. (1,43)*} : 4,08; F_{Tab. (14,43)**} : 2,56; F_{Tab. (3,43)**} : 4,31; F_{Tab. (1,43)**} : 7,31).