

Recuperação do fertilizante nitrogenado adicionado aos resíduos da colheita de eucalipto

Fernanda Cristina Caparelli de Oliveira⁽¹⁾; Françoise Dariva Dalprá⁽²⁾; Ivo Ribeiro da Silva⁽³⁾; Emanuelle Mercês Barros Soares⁽³⁾.

⁽¹⁾Doutoranda em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa (UFV); Av. PH Rolfs, Viçosa, 36570000; email: nandacaparelli@gmail.com; ⁽²⁾Graduanda em Agronomia; Departamento de Solos; UFV; Av. PH Rolfs, Viçosa, 36570000; ⁽³⁾Professor Adjunto do Departamento de Solos, UFV; Av. PH Rolfs, Viçosa, 36570000.

RESUMO: A utilização do isótopo estável ^{15}N permite obter informações precisas da dinâmica do nitrogênio (N) no sistema solo-planta. Este trabalho teve como objetivo, avaliar, *in situ*, a recuperação do N mineral adicionado sobre o resíduo da colheita de eucalipto nas frações da MOS e no resíduo. O experimento foi montado em plantios comerciais de eucalipto localizados em Eunápolis, Sul da Bahia. O fertilizante nitrogenado, enriquecido com 98 % de átomos de ^{15}N em excesso, foi solubilizado e adicionado sobre o resíduo da colheita de eucalipto (folha+galho+casca) que se encontrava em contato direto com o solo. Logo após a aplicação do N e três anos posteriores à fertilização, coletou-se o resíduo e o solo das camadas 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. A MOS foi fracionada em MOP e MAM. A recuperação do fertilizante nitrogenado foi maior na MAM, mesmo após três anos de fertilização. A casca, devido a sua menor taxa de decomposição, é responsável pela permanência do fertilizante no resíduo.

Termos de indexação: ^{15}N , matéria orgânica do solo, espécie florestal.

INTRODUÇÃO

A utilização de fertilizantes inorgânicos, especialmente N, no cultivo de espécies florestais e agrônômicas é responsável pelo aumento da produtividade ao longo das últimas décadas.

As espécies de eucalipto são caracterizadas por apresentarem uma elevada capacidade de retranslocação de nutrientes (Reis & Barros, 1990). Somado a isto, a mineralização da matéria orgânica do solo (MOS) contribui com o fornecimento de uma grande quantidade de N à cultura, diminuindo ou excluindo suas respostas à adubação nitrogenada (Gama-Rodrigues, 1997). Por outro lado, incrementos nos teores de carbono (C) do solo são positivamente relacionados com aumentos dos teores de N do solo (Azam et al., 1985; Moran et al., 2005).

As pesquisas da dinâmica do N no sistema solo-planta inviabilizam-se, muitas vezes, pela dificuldade em especificar a origem do N de fontes distintas. A utilização do isótopo estável ^{15}N permite obter informações precisas da dinâmica do N no sistema

solo-planta. Uma vez utilizado um adubo nitrogenado enriquecido com ^{15}N , é possível determinar, no solo e na cultura, a porcentagem e a quantidade de nutriente que deriva deste fertilizante (Boaretto et al., 2004).

Este trabalho tem como objetivo avaliar, em campo, a transferência do N mineral para os resíduos da colheita de eucalipto e para as frações da MOS.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi estabelecido e conduzido em plantios comerciais de eucalipto, no Extremo Sul da Bahia. O clima da região, pela classificação de Köppen, é do tipo Af, com temperatura média anual de 23,2 °C. O solo é classificado como Argissolo Amarelo, com textura arenosa sobre média, derivado do grupo Barreiras (**Tabela 1**). Para a instalação do experimento foi escolhida uma região (39°25'39"O 16°41'27"S) com precipitação anual média de 1400 mm.

Tabela 1. Caracterização textural da região de instalação do experimento.

Região	camada amostrada cm	-----g kg ⁻¹ -----			Classe textural
		Areia	Silte	Argila	
1	0-10	830	30	140	Franco-arenosa
	10-20	780	30	190	Franco-arenosa
	20-40	680	40	280	Franco-argilo-arenosa
	40-60	620	40	340	Franco-argilo-arenosa

As regiões escolhidas tiveram os seus povoamentos colhidos mecanicamente e, alguns dias antes do início do experimento, as áreas foram reformadas, realizando-se um novo plantio.

Os resíduos, coletados de um talhão recém-reformado, foram separados em folhas (MSF), galhos (MSG) e cascas (MSC). A matéria seca, adicionada na unidade experimental (UE), foi calculada simulando um incremento médio anual de 50 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, obtendo-se um resíduo composto por 0,253 kg de folha, 0,686 kg de galho e 1,296 kg de casca.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições. O resíduo composto e homogêneo, foi alocado dentro de cada UE (1 m²), em contato direto com o solo. Em seguida, foi distribuída, sobre o resíduo, uma dose referente a 50 kg ha⁻¹ de N tendo como fonte o nitrato de amônio (NH₄NO₃), onde 5 % desta dose foi utilizado o sulfato de amônio ((¹⁵NH₄)₂SO₄), com 98 % de átomos em excesso. Para a uniformidade na distribuição do N, o NH₄NO₃ e o (¹⁵NH₄)₂SO₄ foram dissolvidos em 5 L de água e a solução distribuída uniformemente sobre a UE. Em seguida, esta foi coberta com sombrite (4 mm malha) de 1,20 x 1,20 m, o qual foi encaixado no solo e afixado com hastas metálicas.

Logo após a adubação nitrogenada (tempo 0) e após 36 meses da adubação, foi realizada a amostragem do solo e do resíduo.

Para a coleta do solo utilizou-se um trado tipo sonda, nas camadas de 0-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm. Em cada UE, foram coletadas três amostras simples para formarem uma amostra composta. O solo foi secado ao ar, destorroado e passado em peneira de 2 mm (TFSA). A MOS foi fracionada fisicamente em matéria orgânica particulada (MOP) e matéria orgânica ligada aos minerais (MAM) (Cambardella & Elliot, 1992). Em seguida, cada fração foi macerada e passada em peneira de 100 mesh (0,149 mm), seca em estufa de circulação fechada a 60 °C e analisada a razão ¹⁵N/¹⁴N no espectrômetro de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (IRMS-20-20 ANCA-GLS, Sercon, Crewe, UK).

O resíduo foi separado em galhos, folhas e casca, limpos com um pincel, acondicionados em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, por cinco dias, e então pesados. Posteriormente, moído em moinho tipo Wiley com peneira de abertura de 1 mm. Em seguida, moído em moinho de bola atingindo a granulometria menor que 100 mesh (0,149mm) e então determinada a razão ¹⁵N/¹⁴N no espectrômetro de massa de razão isotópica de fluxo contínuo (20-20 ANCA-GLS, Sercon, Crewe, UK).

Cálculo da taxa de recuperação do ¹⁵N

A partir dos valores de ¹⁵N do resíduo, da MOP e da MAM foi calculada a taxa de recuperação do N mineral, em cada uma destas frações, no início e no final do experimento, adaptado de Moran et al. (2005), como se segue:

$$f_n = \frac{15N_{amostra}}{15N_{maxfert}}$$

em que ¹⁵N_{amostra} é a porcentagem de átomos de ¹⁵N em excesso na amostra; 15N_{maxfert} é o total de átomos de ¹⁵N em excesso adicionado na UE.

A recuperação do N do fertilizante (%) no resíduo e em cada uma das frações da MOS é:

$$N_{rec} = \frac{f_n \times T \times 100}{N_{ad}}$$

em que T é o conteúdo (g) de N no resíduo ou na fração da MOS da UE; N_{ad} é o N adicionado na forma mineral (g m⁻²).

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) até o nível de 10 %. As médias foram discriminadas pelo teste t de Student (p<0,1). Todas as análises foram realizadas no *software* SISVAR, desenvolvido por Ferrreira (1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Logo após a aplicação do fertilizante, 33 % foi recuperado na MAM da camada (0-10 cm), 8 % no resíduo e 6 % na MOP desta mesma camada (**Figura 1**). Ao longo do perfil do solo, a recuperação do fertilizante na MAM foi de 16 % na camada 10-20 cm, 6 % e 4 % nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, respectivamente (**Figura 1**).

Decorridos 36 meses após aplicação do fertilizante, as perdas do N, na MAM, das camadas mais superficiais do solo (0-10 e 10-20 cm) chegaram a 80 e 60 %, respectivamente, do recuperado inicialmente (**Figura 1**). Ao contrário, nas camadas mais profundas, a recuperação se manteve (20-40 cm), chegando a ocorrer um ligeiro aumento (25 %) na última camada avaliada (**Figura 1**).

A adição dos resíduos na UE, especialmente a casca, alocada em maior quantidade e com uma composição bioquímica mais complexa, o que diminui a sua decomposição, propicia a permanência do fertilizante no resíduo por mais tempo. Isso pode aumentar a estabilização do N no solo, em estruturas heterocíclicas complexas e com maior tempo médio de residência (Mahieu et al., 2000; Olk et al., 2006).

A perda do fertilizante adicionado neste experimento pode estar associada à sua lixiviação no perfil do solo, bem como, nas camadas mais superficiais, estar estritamente relacionada com a absorção de N pelas raízes do eucalipto recém-reformado. Mead et al. (2008), após 10 anos de aplicação de uréia marcada com ¹⁵N em florestas de



clima temperado, observaram uma recuperação de 40 % do fertilizante marcado na camada de 0-10 cm do solo e uma absorção, pelas árvores, de 14 %.

Em experimentos de incubação, onde se exclui as perdas do N via lixiviação, Abe et al. (2007) observaram, após 2 anos de incubação, uma recuperação do fertilizante nitrogenado no solo de 78 %. Desse total, a fração humina contribuía com 25 % da recuperação. Em outros trabalhos, o solo também foi o componente que mais contribuiu para a recuperação do ^{15}N adicionado e a MOS aumenta em até 30 % a recuperação (Wang & Zhu, 2011). Assim, ao longo do perfil do solo, o incremento do teor de argila nas camadas de 20-40 e 40-60 cm, favorece a proteção física e química do N adicionado, o que aumenta a permanência do fertilizante nestas camadas. Além disso, o N adicionado quando se associa ao carbono (C) do solo, por meio da proteção química e física, estabilizaria nas frações mais estáveis da matéria orgânica do solo (MOS) (Stewart et al., 2008) aumentando seu tempo de residência no solo. De fato, a proteção física e química facilitou e favoreceu o acúmulo N em pradarias degradadas, a uma taxa de 0,1 mg N g⁻¹ solo (O'Brien & Jastrow, 2013).

CONCLUSÕES

A manutenção dos resíduos de eucalipto mais recalcitrantes, em campo, permite que o fertilizante nitrogenado adicionado ao sistema, seja liberado mais lentamente, desfavorecendo lixiviação do N no perfil do solo.

O incremento nos teores de argila nas camadas do solo preserva e aumenta a estabilização do fertilizante nitrogenado no solo.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), que apoia e incentiva as pesquisas científicas e tecnológicas em Minas Gerais.

REFERÊNCIAS

ABE, T.; KATAYAMA, A. & WATANABE, A. Temporal changes in distribution and composition of N from labeled fertilizer in soil organic matter fractions. **Biol. Fertil. Soils**, 43:427-435, 2007.

AZAM, F.; MALIK, K.A. & SAJJAD, M.I. Transformation in soil and availability to plants of ^{15}N applied as inorganics fertilizer and legume residues. **Plant Soil**, 86:3-13, 1985.
BOARETTO, A.E.; TRIVELIN, P.C.O. & MURAOKA, T. Uso de isotópos como traçadores em fertilidade do

solo e nutrição de plantas. In: FERTBIO, 2004. Santa Catarina, **Anais**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

CAMBARDELLA, C. A. & ELLIOT, E. T. Particulate soil organic matter changes across a grassland cultivation sequence. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 56: 777-783, 1992.

FERREIRA, D.F. SISVAR: sistema de análise de variância para dados balanceados. Versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. Software.

GAMA-RODRIGUES, E.F. **Carbono e nitrogênio na biomassa microbiana do solo e da serapilheira de povoamentos de eucalipto**. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 1997. 108p. (Tese de Doutorado).

MAHIEU, N.; OLK, D. C. & RANDALL, E. W. Accumulation of heterocyclic nitrogen in humified organic matter: a ^{15}N -NMR study of lowland rice soils. **Eur. J. Soil Sci.**, 51:379-389, 2000.

MEAD, D. J.; CHANG, S. X. & PRESTON, C. M. Recovery of ^{15}N -urea 10 years after application to a Douglas fir pole stand in coastal British Columbia. **For. Ecol. Manag.**, 256: 694-701, 2008.

MORAN, K. K.; SIX, J.; HORWATH, W. R. & KESSEL, C. van. Role of mineral-nitrogen in residue decomposition and stable soil organic matter formation. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 69:1730-1736, 2005.

O'BRIEN, S.L. & JASTROW, J.D. Physical and chemical protection in hierarchical soil aggregates regulates soil carbon and nitrogen recovery in restored perennial grasslands. **Soil Biol. Biochem.**, 63:1-13, 2013.

OLK, D. C.; CASSMAN, K. G.; SCHMIDT-ROHR, K.; ANDERS, M. M.; MAO, J. D. & DEENIK, J. L. Chemical stabilization of soil organic nitrogen by phenolic lignin residues in anaerobic agroecosystems. **Soil Biol. Biochem.**, 38:3303-3312, 2006.

REIS, M.G.F. & BARROS, N.F. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: BARROS, N.F. & NOVAIS, R.F., eds. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa, MG, Folha de Viçosa, 1990. p. 205-302.

STEWART, C.E. et al. Soil carbon saturation: linking concept and measurable carbon pools. **Soil Sci. Soc. Am. J.**, 72:379-392, 2008.

WANG, W & ZHU, W. Soil retention of ^{15}N in a simulated N deposition study: effects of live plant and soil organic matter content. **Plant Soil**, 351:61-72, 2012.

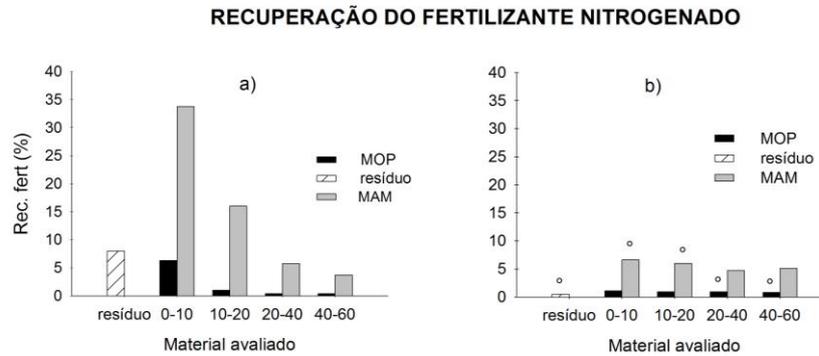


Figura 1. Recuperação do N do fertilizante (Rec. fert (%)) no resíduo e nas frações do C MOP e C MAM nas camadas de 0-10 cm, 10-20 cm, 20-40 cm, 40-60 cm, com base nos valores de ¹⁵N, no tempo 0 (a) e 36 meses (b) após aplicação do fertilizante. Dentro do mesmo material avaliado, em tempos diferentes, °: diferença significativa a 10 % pelo teste t de Student.