



## Ciclagem de nutrientes na cultura do eucalipto em função da adubação fosfatada

**Rodolfo de Niro Gazola<sup>(1\*)</sup>; Salatiér Buzetti<sup>(1)</sup>; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho<sup>(1)</sup>; Raíssa Pereira Dinalli Gazola<sup>(2)</sup>; Thiago de Souza Celestrino<sup>(1)</sup>; Gabriela Gomes Marques<sup>(1)</sup>**

<sup>(1)</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000 (\*rngazola@gmail.com).

<sup>(2)</sup> Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.

**RESUMO:** Grande parte do plantio do eucalipto no Brasil encontra-se em área de solo de baixa disponibilidade de fósforo, como dos cerrados, acarretando em deficiências nutricionais às plantas, refletindo na redução da produtividade e possivelmente na ciclagem de nutrientes pela cultura. Neste sentido, objetivou-se avaliar a adubação fosfatada na produtividade de folheto e na transferência de nutrientes pela sua deposição, em função de doses de fósforo em solo com baixo teor deste nutriente. O experimento foi conduzido na fazenda Renascença, fundo agrícola administrado pela Cargill Agrícola S/A, localizada no município de Três Lagoas/MS. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de  $P_2O_5$  (0, 40, 70 e 100 kg ha<sup>-1</sup>), aplicadas no sulco de plantio. A adubação fosfatada não influenciou na produção e transferência de nutrientes pelos folhetos.

**Termos de indexação:** *Eucalyptus urophylla*, Fertilização, Macronutrientes.

### INTRODUÇÃO

O fósforo é o macronutriente menos acumulado pelas espécies de *Eucalyptus* (ANDRADE et al., 2006; FARIA et al., 2008). No entanto, é dos que mais limita a produção na região do Cerrado, pois os seus teores na solução do solo são geralmente baixos (SOUSA et al., 2004; SILVEIRA; GAVA, 2004). Portanto, a aplicação de P é uma forma de compensar a sua baixa disponibilidade no solo, e assim garantir boa produtividade da cultura, além disso, pode influenciar na produtividade de folheto e, conseqüentemente, na transferência de nutrientes pela sua deposição, ou seja, na ciclagem de nutrientes.

Silva et al. (2013) verificaram que o aumento das doses de fertilizantes propiciaram maiores produtividades e ciclagem dos nutrientes na cultura do eucalipto. Esse processo de ciclagem corresponde ao retorno dos nutrientes ao solo pela queda da

serrapilheira, que é denominado de ciclo biogeoquímico, sendo esse responsável pela manutenção e o fornecimento de nutrientes para as plantas por meio da deposição de folhas, galhos e demais partes da planta sobre o solo, formando a serrapilheira que se decompõem, fornecendo os nutrientes para a cultura (LACLAU et al., 2003; SILVA, 2011; BENATTI, 2013).

O conhecimento de tal processo aliado à compreensão da remoção dos nutrientes do solo pela sua extração, e conseqüentemente, exportação na colheita da madeira é de grande importância para o entendimento das entradas e saídas dos nutrientes durante o ciclo da cultura (balanço dos nutrientes). Pois de acordo com Silva (2011) para manter e/ou melhorar as propriedades químicas do solo nas plantações de eucalipto, o balanço de nutrientes deve ser devidamente monitorado, principalmente pela fertilização e correto manejo dos resíduos da colheita.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar a adubação fosfatada na produtividade de folheto e na transferência de nutrientes pela sua deposição, em função de doses de fósforo em solo com baixo teor deste nutriente.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de setembro/2011 a julho/2017, na Fazenda Renascença, fundo agrícola administrado pela Cargill Agrícola S/A, com latitude 20° 34' S, longitude 51° 50' O e altitude média de 305 m, no município de Três Lagoas, MS.

Antecedendo a instalação do experimento, foram coletadas amostras do solo nas profundidades de 0 a 20 e 20 a 40 cm para determinação dos atributos químicos do solo, segundo a metodologia descrita por Raji et al. (2001). Os atributos químicos na profundidade de 0 a 20 cm foram: pH em  $CaCl_2$  de 4,2; 7,4 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 1 mg dm<sup>-3</sup> de P em resina; e teores de K, Ca, Mg, H+Al e Al de 0,2; 4,2; 1,9; 17,0 e 4,3 mmolc dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e a saturação por bases (V) de 27%. Na profundidade de 20 a 40 cm, foram: pH em  $CaCl_2$  de 4,2 e 6,8 g dm<sup>-3</sup> de M.O.; 1 mg dm<sup>-3</sup> de P em resina; teores de K, Ca, Mg, H+Al e Al de 0,3; 1,6; 1,1; 18,0 e



4,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente, e V de 14%. O solo foi classificado como NEOSSOLO QUARTZARÊNICO órtico (SANTOS et al., 2013).

Antes da implantação do experimento foi realizado um conjunto de operações necessárias para implantação da cultura do eucalipto, como: a) Controle de formigas: foram aplicados 3 kg ha<sup>-1</sup> isca formicida granulada Dinagro-S (0,9 g do i.a. sulfluramida); b) Capina química em área total: foram aplicados 6,0 L ha<sup>-1</sup> do herbicida Glifosato TROP (2880 g do i.a. glifosato); c) Calagem: foram aplicados 1500 kg ha<sup>-1</sup> de calcário de PRNT 80%; d) Gessagem: foram aplicados 500 kg ha<sup>-1</sup> de gesso; e) Subsolação; f) Sulcação.

O experimento foi implantado em janeiro de 2012, o delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições e 420 m<sup>2</sup> por parcela, sendo quatro doses de P (0, 40, 70 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Cada parcela foi composta por 56 plantas, distribuídas em sete linhas de oito plantas cada. Nas linhas de plantio, as mudas do clone de *Eucalyptus urophylla* foram espaçadas em 2,5 m e nas entrelinhas em 3 m. Como área útil da parcela foram consideradas apenas as 30 plantas centrais, com área efetiva de amostragem de 225 m<sup>2</sup> por parcela.

Na adubação de plantio foram aplicados no sulco de plantio 15 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, sendo utilizado como fonte a ureia e o cloreto de potássio, respectivamente. A adubação fosfatada foi realizada somente no plantio, utilizando como fonte o superfosfato triplo, sendo a quantidade aplicada conforme a descrição dos tratamentos.

Nas adubações de cobertura, aos 2, 9 e 14 meses, o nitrato de amônio e o cloreto de potássio, como fontes de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, foram aplicados em cobertura 37,5; 37,5 e 50,0 kg ha<sup>-1</sup> de N e 49,5; 49,5 e 66,0 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (2, 9 e 14 meses, respectivamente).

Para quantificar a produção de folheto (deposição de folhas senescentes), foram utilizadas telas do tipo sombrite fixadas em quatro plantas de eucalipto e suspensa a 1,20 m acima do solo (3,00 x 2,50 m, respectivamente, espaçamento entre as plantas na entrelinha e linha). Foram estudados todos os tratamentos com três coletores por parcela, distribuídos dentro da área útil das parcelas. As coletas foram realizadas trimestralmente entre o período de 54 a 66 meses após o plantio do eucalipto. Os dados apresentados correspondem à quantidade total depositada nesse período (acumulado em 12 meses).

Das amostras de folheto foi retirada uma parte para formar a amostra composta, essas foram secas em estufa (65°C, por 72 horas) e em seguida moídas em moinho tipo Willey, para a análise química dos nutrientes segundo a metodologia descrita por Malavolta et al. (1997). Os dados apresentados correspondem à média das concentrações dos

nutrientes nos 4 períodos de coleta.

A transferência total dos nutrientes das árvores para o solo no período de 54 a 66 meses foi estimada por meio da queda das folhas, multiplicando-se a biomassa de folheto depositada pela concentração dos nutrientes no folheto.

Os dados foram submetidos à análise de variância com a aplicação do teste F a 5% de probabilidade. Quando significativo, realizou-se a análise de regressão. O procedimento estatístico foi realizado utilizando o programa SISVAR (FERREIRA, 2008).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade total de folheto não foi influenciada pela adubação fosfatada nos quatro períodos de avaliação, apresentando uma produtividade média de 4825 kg ha<sup>-1</sup> de folheto (**Figura 1A**). No entanto, Silva (2011) constatou que dos 12 aos 24 meses foram produzidas pelos clones do híbrido *Eucalyptus urophylla* x *grandis* mais de 3500 kg ha<sup>-1</sup> de folheto sem a aplicação de fertilizantes (NPK) e 7100 kg ha<sup>-1</sup> com a maior dose de fertilizante, o que demonstra que a produção de folheto foi maior com as doses mais elevadas de fertilizantes.

As quantidades de N, P, K, Ca, Mg e S transferida ao solo via deposição de folheto não foram influenciadas pelas doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (**Figura 1B**). Silva (2011) constatou que dos 12 aos 24 meses de idade as quantidades de N, K, Ca, Mg e S transferidas pela deposição do folheto no solo pelo *Eucalyptus urophylla* x *grandis* foram maiores nos tratamentos com a aplicação de fertilizantes, devido principalmente à maior produção de folheto nesses tratamentos. No entanto, no presente estudo não houve aumento da produção de folhedos com o incremento das doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, não influenciando na transferência dos nutrientes.

Em relação ao total transferido dos macronutrientes pelas plantas de eucalipto entre o período de 54 e 66 meses, ocorreu na seguinte ordem: Ca > N > K > Mg > S > P com as seguintes quantidades (kg ha<sup>-1</sup>): Ca = 40,1; N = 33,3; K = 20,2; Mg = 8,6; S = 5,8 e P = 3,3 (**Figura 1B**). Portanto, o P é o nutriente com menor quantidade transferida, com retorno médio ao solo via ciclagem biogeoquímica de 3,3 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P. Laclau et al. (2010) avaliaram a ciclagem biogeoquímica de plantações de *Eucalyptus* no Congo e no Brasil e, constataram que em termos médios, após o primeiro ano, cerca de 1,5 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de P retorna ao solo. Melo (2014) relatou que a elevação nos teores de P pela decomposição da serrapilheira é de pequena magnitude em plantações de eucalipto no Brasil, não sendo suficientes para alterar a fertilidade do solo.

As maiores produtividades média de folheto ocorreram no outono e inverno, sendo esses períodos de menor precipitação pluvial (**Figura 2**). Essa estação é caracterizada por baixa precipitação pluvial por longo período de tempo (estiagem), típico das regiões de Cerrado que apresenta duas estações climáticas bem



definidas, com inverno seco e verão chuvoso. Tal fato evidencia que a queda de folhas senescentes pela cultura nesse período é de grande importância para a economia de água, pois de acordo com Florence (2004), mesmo o eucalipto não sendo uma espécie caducifolia, apresenta como estratégica para reduzir o consumo de água nas épocas de secas do ano, derrubando suas folhas. Segundo Taiz e Zeiger (2013), umas das primeiras mudanças na planta para tolerar o estresse causado pela seca é a elevação da sua síntese de etileno, o que resulta na abscisão foliar.

### CONCLUSÕES

A adubação fosfatada não influenciou na ciclagem de nutrientes pela deposição de folhedos das plantas de eucalipto.

Nas estações de outono e inverno ocorre a maior deposição de folhido pelas plantas de eucalipto, em função da baixa precipitação pluvial.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES e à FAPESP pelo financiamento da pesquisa do primeiro autor (processo número 2014/02641-6).

### REFERÊNCIAS

ANDRADE, G.C.; BELLOTE, A.F.J.; SILVA, H.D.; RIZZI, N. E.; GAVA, J.L. Acúmulo de nutrientes na biomassa e na serapilheira de *Eucalyptus grandis* em função da aplicação de lixo urbano e de nutrientes minerais. Boletim de Pesquisa Florestal, 53:109-136, 2006.

BENATTI, B.P. Compartimentalização de biomassa e de nutrientes em estruturas de plantas de eucalipto cultivadas em solos distintos. 2013. 115 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

FARIA, G.E.; BARROS, N.F.; CUNHA, V.L.P.; MARTINS, I. S.; MARTINS, R.C.C. Avaliação da produtividade, conteúdo e eficiência de utilização de nutrientes em genótipos de *Eucalyptus spp.* no Vale do Jequitinhonha, MG. Ciência Florestal, 18: 363-373, 2008.

FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. Revista Symposium, 6: 36-41, 2008.

FLORENCE, R.G. Ecology and silviculture of eucalypt forest. Collingwood: CSIRO, 2004. 413 p.

LACLAU, J.P.; DELEPORTE, P.; RANGER, J.; BOUILLET, J.P.; KAZOTTI, G. Nutrient Dynamics throughout the Rotation of Eucalyptus Clonal Stands in Congo. Annals of Botany, 91: 879-892, 2003.

LACLAU, J.P.; RANGER, J.; GONÇALVES, J.L.M.; MAQUERÉ, V.; KRUSCHE, A.V.; M'BOU A.T.; NOUVÉLLON, Y.; SINAT-ANDRE, L.; BOULLET, J.P.;

PICCOLO, M.C.; DELEPORTE, P. Biogeochemical cycles of nutrients in tropical Eucalyptus plantations Main features shown by intensive monitoring in Congo and Brazil. Forest Ecology and Management, 259: 1771-1785, 2010.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.. Piracicaba: POTAFÓS, 1997. 317 p.

MELO, E.A.S.C. Nutrição e fertilização de plantações clonais de eucalipto sob diferentes condições edafoclimáticas. 2014. 187 f. Tese (Doutorado em Ciências/Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.

RAIJ, B.van.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285 p.

SANTOS, H.G.; ALMEIDA, J.A.; OLIVEIRA, J.B.; LUMBRERAS, J.F.; ANJOS, L.H.C.; COELHO, M.R.; JACOMINE, P.K.T.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, V.A. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

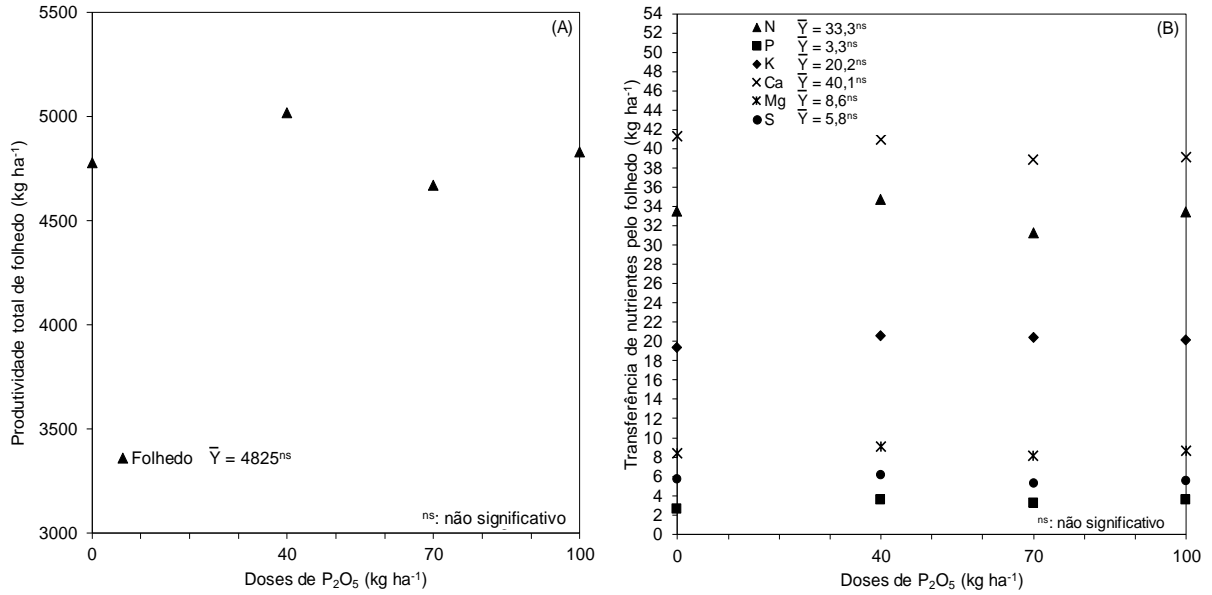
SILVA, P.H.M. Impactos das doses e do parcelamento da fertilização na produtividade, lixiviação e ciclagem de nutrientes em plantações de eucalipto. 2011. 118 f. Tese (Doutorado em Ciências/Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.

SILVA, P.H.M.; POGGIANI, F.; LIBARDI, P.L.; GONÇALVES, A.N. Fertilizer management of eucalypt plantations on sandy soil in Brazil: Initial growth and nutrient cycling. Forest Ecology and Management, 301: 67-78, 2013.

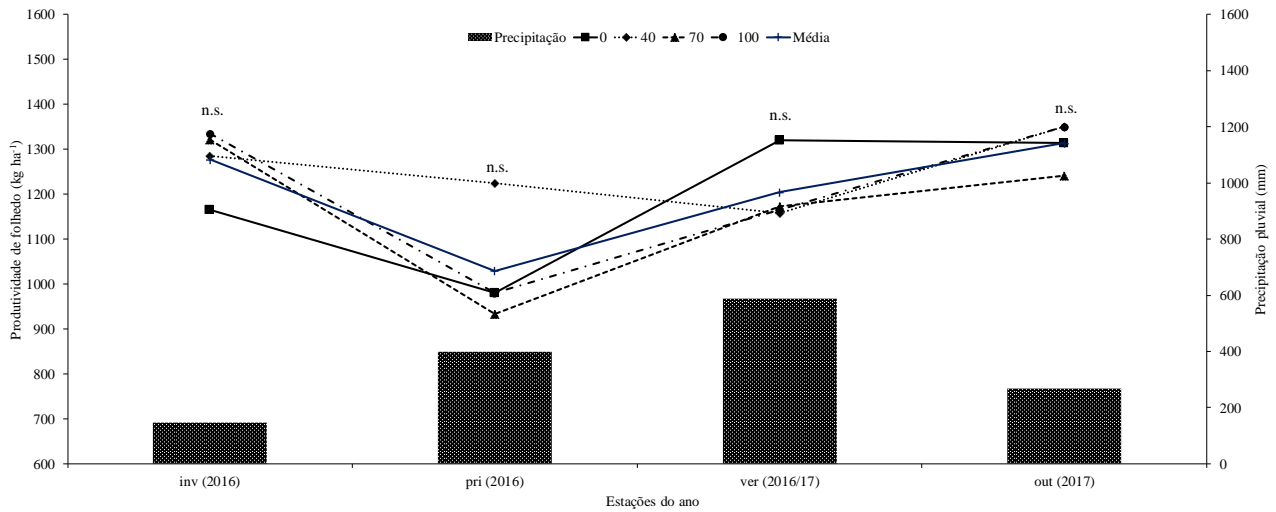
SILVEIRA, R.L.V.A.; GAVA, J.L. Nutrição e adubação fosfatada em eucalipto. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S.R. S. (Org.). Fósforo na agricultura brasileira. Piracicaba: Potafos, 2004. p.495-536.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E.; REIN, T.A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. (Org.). Cerrado: Correção do solo e adubação. Brasília: Embrapa, 2004. p.147-168.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918 p.



**Figura 1** - Produtividade total e transferência de N, P, K, Ca, Mg e S pelo folheto de plantas de eucalipto entre o período de 54 a 66 meses, em função de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (A e B, respectivamente).



**Figura 2** - Produtividade média de folheto de plantas de eucalipto em função de doses de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e média da precipitação pluviométrica nas quatro estações do ano (inverno, primavera, verão e outono), entre o período de 54 a 66 meses após o plantio do eucalipto.