



Adução fosfatada nos teores de P no solo e na produtividade do eucalipto⁽¹⁾.

Rodolfo de Niro Gazola⁽²⁾; Salatiér Buzetti⁽³⁾; Marcelo Carvalho Minhoto Teixeira Filho⁽⁴⁾; Raíssa Pereira Dinalli Gazola⁽⁵⁾; Thiago de Souza Celestrino⁽⁶⁾; Ariádne Carla de Carvalho⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP).

⁽²⁾ Estudante de pós-graduação; Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP; Ilha Solteira, São Paulo; rmgazola@gmail.com; ⁽³⁾ Professor Titular; UNESP; sbuzetti@agr.feis.unesp.br; ⁽⁴⁾ Professor Doutor; UNESP; mcmtf@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Estudante de pós-graduação; UNESP; raissa_dinalli@terra.com.br; Bolsista Fapesp; ⁽⁶⁾ Estudante de pós-graduação; UNESP; thiagocelestrino@yahoo.com.br; Bolsista Fapesp; ⁽⁷⁾ Estudante de graduação; UNESP; ariadne2carvalho@gmail.com.

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 da cultura. Objetivou-se avaliar a adução fosfatada na produtividade do eucalipto e nos teores de fósforo no solo após 36 meses do plantio, 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 P₂O₅ (0, 40, 70 e 100 kg ha⁻¹), aplicadas no sulco de plantio. A produtividade e os teores de P no solo aumentaram com a aplicação de doses de P₂O₅.

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

INTRODUÇÃO

As espécies de *Eucalyptus* são consideradas exigentes em P principalmente na fase inicial do crescimento (Stahl, 2009). Considerando o acúmulo dos nutrientes no tronco e na parte aérea total seguem a seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > P (Andrade et al., 2006; Faria et al., 2008). Baseando-se nesses dados, dentre os macronutrientes o P é o menos extraído pela cultura. No entanto, é dos que mais limita a produção na região do Cerrado, pois os seus teores na solução do solo são geralmente baixos, além de apresentar alta capacidade de adsorção e precipitação, uma vez que esses solos são extremamente ácidos e com altos teores de Al trocável (Sousa et al., 2004; Silveira & Gava, 2004).

A forma de compensar a baixa disponibilidade de P no solo é a aplicação de elevadas quantidades de fertilizantes fosfatados, porém tal prática onera bastante os custos de implantação do eucalipto.

Portanto, a prática racional da adução otimizando a utilização de recursos financeiros e ambientais depende de criteriosos estudos de calibração (Bognola et al., 2011; Maeda & Bognola, 2012).

Tendo em vista o exposto, objetivou-se avaliar a adução fosfatada na produtividade e nos teores de fósforo no solo após 36 meses do plantio, em função de doses de P₂O₅ em solo com baixo teor de P.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado de setembro/2011 a fevereiro/2015, 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 Raij et al. (2001). Os atributos químicos na profundidade de 0 a 20 cm foram: pH em CaCl₂ de 4,2; 7,4 g dm⁻³ de M.O.; 1 mg dm⁻³ 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 mmol_c dm⁻³, respectivamente, e a saturação por bases (V) de 27%. Na profundidade de 20 a 40 cm, foram: pH em CaCl₂ de 4,2 e 6,8 g dm⁻³ de M.O.; 1 mg dm⁻³ 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_c dm⁻³, respectivamente, e V de 14%. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico órtico (Embrapa, 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⁻¹ isca formicida granulada Dinagro-S (0,9 g do i.a. sulfluramida); b) Capina química em área total: foram aplicados 6,0 L ha⁻¹ do herbicida Glifosato TROP (2880 g do i.a. glifosato); c) Calagem: foram aplicados 1500 kg ha⁻¹ de calcário de PRNT 80%; d)



Gessagem: foram aplicados 500 kg ha⁻¹ 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 m² por parcela, sendo quatro doses de P (0, 40, 70 e 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅). 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 entre linhas em 3 m. Como área útil da parcela foram consideradas apenas as 30 plantas centrais, com área efetiva de amostragem de 225 m² por parcela.

Na adubação de plantio foram aplicados no sulco de plantio 15 kg ha⁻¹ de N e K₂O, 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 K₂O, respectivamente, foram aplicados em cobertura 37,5; 37,5 e 50,0 kg ha⁻¹ de N e 49,5; 49,5 e 66,0 kg ha⁻¹ de K₂O (2, 9 e 14 meses, respectivamente).

Foram aplicados no plantio os seguintes micronutrientes em todos os tratamentos: 1 kg ha⁻¹ de B (ácido bórico), 1 kg ha⁻¹ de Zn (sulfato de zinco) e 1 kg ha⁻¹ de Cu (sulfato de cobre). Nas adubações de cobertura com N e K, realizadas aos 9 e 14 meses após o plantio foi aplicado 1 kg ha⁻¹ de B (ácido bórico) em todos os tratamentos.

Aos 36 meses após o plantio foram realizadas as medições das árvores (Dendriometria), avaliando a altura e o diâmetro à altura do peito (DAP) das plantas nas áreas úteis das parcelas, sendo assim estimada a produtividade de madeira. Também foram coletadas quatro amostras simples por parcela na linha de plantio nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm e na entre linha (projeção da copa perpendicular à linha de plantio a distância de 0,50 m da planta) nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm, com a utilização de trado de caneca. Essas amostras foram homogeneizadas, e dessas retirada parte para compor amostra composta, sendo essas acondicionadas em sacos plásticos identificados, secas, passadas em peneira de 2 mm e levadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, da Unesp/Ilha Solteira para determinação da análise química do solo segundo a metodologia descrita por Raij et al. (2001).

A produtividade e teores de P 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 de madeira ajustou-se à função quadrática, sendo a máxima estimada de 178,1 m³ ha⁻¹, obtida, com a aplicação de 63 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (**Figura 1**).

Melo (2014) avaliou a nutrição e fertilização de plantações clonais de eucalipto sob diferentes condições edafoclimáticas, constatou que nos experimentos com adubação fosfatada no município de Ribas do Rio Pardo/MS em Neossolo Quatzarânico, as doses estimadas para obtenção das máximas produções do *Eucalyptus grandis* x *urophylla* aos 24 e 48 meses de idade foram de 72,2 e 95,2 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente, e superior a 90,0 kg ha⁻¹ de P₂O₅ aos 60 meses, o que indicaram o aumento das respostas ao P com a idade. No município de Mogi-Guaçu/SP (Latosolo Vermelho Amarelo) as doses estimadas para obtenção das máximas produções do *Eucalyptus urophylla* x *globulus* aos 18 e 48 meses de idade foram de 70,0 e 57,4 kg ha⁻¹ de P₂O₅, respectivamente, ou seja, houve a diminuição das respostas com a idade. O autor explica que essa diferença entre os dois locais deve-se ao teor inicial de P no solo, sendo de 1,3 mg dm⁻³ de P em Ribas do Rio Pardo/MS e de 4,0 mg dm⁻³ de P em Mogi-Guaçu/SP.

De acordo com Gonçalves et al. (2008) em solo com teores maiores que 4 mg dm⁻³ de P as plantações de eucalipto não respondem ou apresentam pequenas respostas à adubação fosfatada. As maiores respostas são na fase inicial do crescimento, no entanto, desaparecem até o final do segundo ou terceiro ano. Melo (2014) relatou que apenas em solos com teores menores que 4 mg dm⁻³ de P as respostas se mantêm até o final do ciclo da cultura.

Os teores de fósforo na linha (**Figura 2A**) e entre linha (**Figura 2B**) de plantio aumentaram linearmente com incremento das doses de P₂O₅, independentemente das profundidades amostradas. A aplicação da dose de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ foi necessária para atingir teor muito alto de P (> 16 mg dm⁻³ de P, para espécies florestais) na profundidade de 20,0 a 40,0 cm na linha de plantio. No tratamento sem aplicação desse nutriente os teores de P são tidos como muito baixo (0-2 mg dm⁻³ de P) nas duas profundidades da linha e entre linha de plantio.



Silveira & Gava (2004) relataram que o P disponível pelo método resina, considerando vários tipos de solo, não é suficiente para atender à demanda total média do nutriente pelo *Eucalyptus* com idade de 7 anos aproximadamente, sendo esse de 9,8 kg ha⁻¹ nos primeiros 20 cm. Considerando a maior dose utilizada nesta pesquisa, o teor de P disponível na camada arável do solo seria de 30,0 kg ha⁻¹, valor superior ao dos autores citados. Portanto, tal valor seria suficiente para atender a demanda da cultura até o final do seu ciclo (6 a 7 anos).

Melo (2014) avaliou no município de Ribas do Rio Pardo/MS em Neossolo Quartzarânico a aplicação localizada de P (coveta lateral) de doses crescentes de P (0, 30, 60 e 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅) em híbrido de *Eucalyptus grandis x urophylla*, constatou aos 24 e 48 meses pos-plantio, que a aplicação desse nutriente não resultou em diferenças nos teores de P no solo. O autor relatou ainda que devido à baixa mobilidade desse elemento no solo, a elevação dos seus teores só seria possível em casos de aplicação em filetes ou faixas. Tal fato foi verificado nesse estudo, pois o modo da aplicação desse nutriente foi em filete contínuo no sulco de plantio.

CONCLUSÕES

A adubação fosfatada propiciou aumento nos teores de P solo e na produtividade do eucalipto, sendo a máxima produtividade obtida aos 36 meses com a aplicação de 63 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e à FAPESP pelo financiamento da pesquisa (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.

BOGNOLA, I. A.; CLASEN, L. A.; FRANCISCON, L.; GAVA, J. L.; DEDECEK, R. A. Aplicação de silicatos de cálcio e de potássio e o crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis*. Pesquisa Florestal Brasileira, 31:83-92, 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

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.

GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; LACLAU, J. P.; BOUILLET, J. P.; RANGER, J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalyptus plantations the Brazilian experience. Southern Forests, 70:105-118, 2008.

MAEDA, S. & BOGNOLA, I. A. Influência de calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial de eucalipto e nos níveis críticos de P. Pesquisa Florestal Brasileira, 32:401-407, 2012.

MELO, E. A. S. C. Nutrição e fertilização de plantações clonais de eucalipto sob diferentes condições edafoclimáticas [Tese]. Piracicaba: Universidade de São Paulo; 2014.

RAIJ, B. van.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais 1.ed. Campinas: IAC, 2001. 285p.

SILVEIRA, R. L. V. A. & GAVA, J. L. Nutrição e adubação fosfatada em eucalipto. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S. R. S., ed. Fósforo na agricultura brasileira. 1.ed. 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., ed. Cerrado: Correção do solo e adubação. 2.ed. Brasília: Embrapa, 2004. p.147-168.

STAHL, J. Resposta inicial de *Eucalyptus spp.* à adubação fosfatada e potássica no planalto sul catarinense [Dissertação]. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2009.

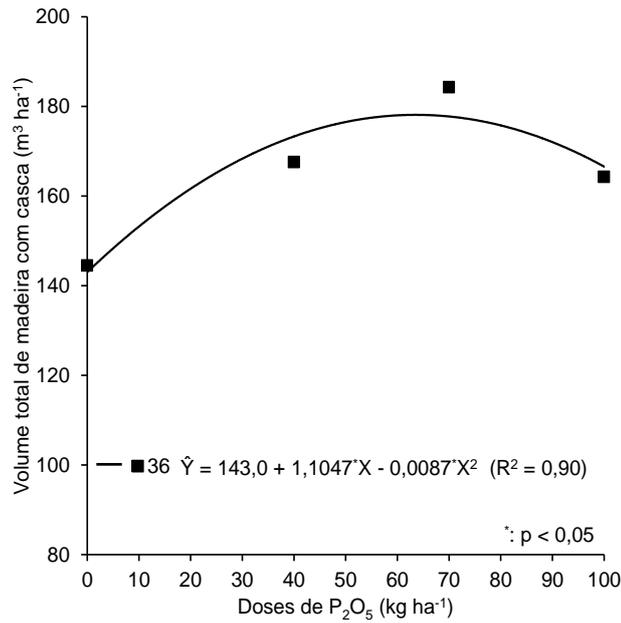


Figura 1 - Volume total de madeira com casca de plantas de eucalipto aos 36 meses de idade, em função de doses de P_2O_5 . Três Lagoas/MS, 2015.

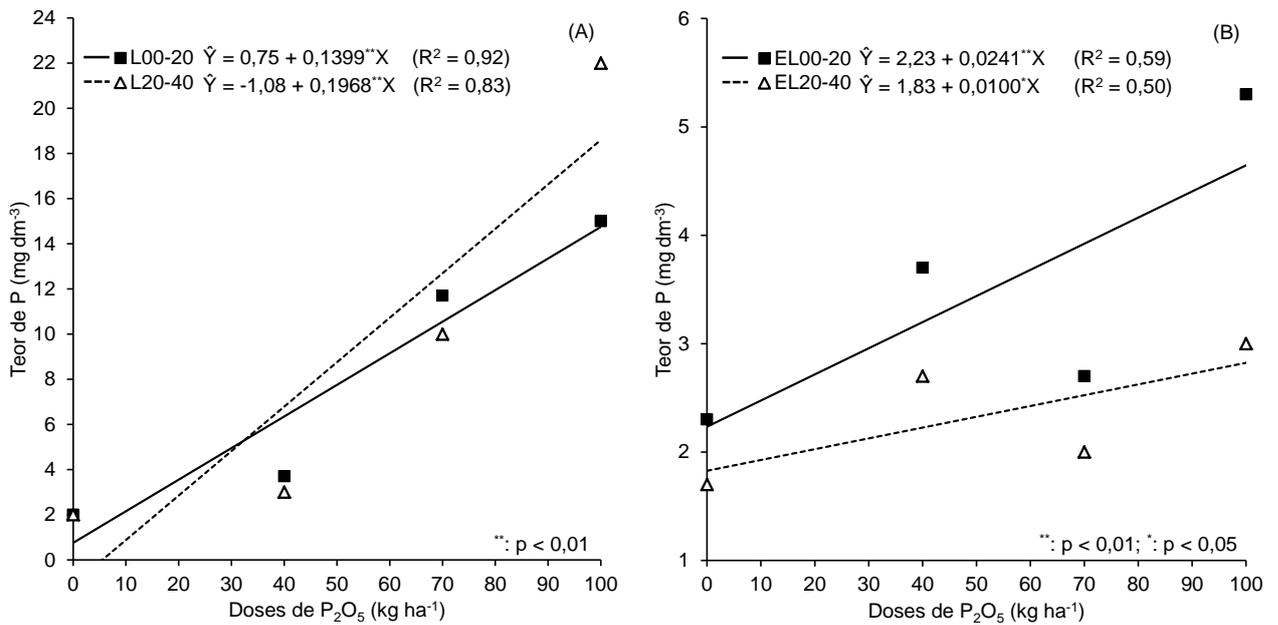


Figura 2 - Teores de P no solo na linha de plantio do eucalipto (0,0-20,0 e 20,0-40,0 cm) e na entrelinha (0,0-20,0 e 20,0-40,0 cm) em função de doses de P_2O_5 (A e B, respectivamente). Três Lagoas/MS, 2015.