



Efeito residual de fontes e reaplicação de boro na cultura do eucalipto (Clone I144)⁽¹⁾.

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

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos 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; thiagocelestrino@yahoo.com.br; Bolsista Fapesp; ⁽³⁾ Professor Titular; UNESP; sbuzetti@agr.feis.unesp.br ⁽⁴⁾ Professor Doutor; UNESP; mcmtf@yahoo.com.br; ⁽⁵⁾ Estudante de pós-graduação; UNESP; rngazola@gmail.com; Bolsista Fapesp; ⁽⁶⁾ Estudante de Pós-graduação; UNESP; raissa_dinalli@terra.com.br; Bolsista Fapesp; ⁽⁷⁾ Estudante de Pós-graduação; UNESP; Alexandre_C_Silva@cargill.com.

RESUMO: É importante verificar se a aplicação de B realizada inicialmente é suficiente para atender as exigências da cultura ao longo do ciclo, ou se é necessária a reaplicação do elemento em cobertura. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a altura de planta, o diâmetro a altura do peito (DAP) e o volume total de madeira com casca de eucalipto aos 36 meses após o plantio, em função do efeito residual de fontes de B e da aplicação foliar do micronutriente, assim como a reaplicação do elemento. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com tratamentos dispostos em esquema fatorial de 3x2x2 em parcelas subdivididas, sendo: 0 kg ha⁻¹ de B; 1 kg ha⁻¹ de B utilizando o fertilizante borogran (baixa solubilidade, 10% B) e 1 kg ha⁻¹ de B utilizando o fertilizante ácido bórico (alta solubilidade, 17% B), ambos sendo aplicado manualmente em filete contínuo no sulco de plantio. O fatorial 2 se refere à aplicação ou não de B via foliar. A parcela subdividida em 2, se refere às subparcelas que receberam ou não a reaplicação de B aos 34 meses após o plantio na dose de 1 kg ha⁻¹ de B, utilizando o fertilizante ácido bórico. A reaplicação de B na dose de 1 kg ha⁻¹ promoveu acréscimos em altura de plantas e volume total de madeira com casca, mostrando assim, o efeito benéfico deste elemento.

Termos de indexação: Micronutrientes, solubilidade, Cerrado.

INTRODUÇÃO

Os micronutrientes são requeridos em menores quantidades pelas culturas, porém, não significa que desempenham funções secundárias. Suas deficiências podem causar sérios danos ao desenvolvimento das culturas, redução de produtividade e em casos extremos, morte das plantas, visto que estes desempenham funções vitais no metabolismo (Gupta, 2001). No Brasil, com a intensificação da propagação clonal do eucalipto e plantio de materiais genéticos mais produtivos e possivelmente mais exigentes nutricionalmente, tem verificado principalmente em áreas do Cerrado,

presença de sintomas de deficiência de micronutrientes, com destaque para o boro (B), cobre (Cu) e zinco (Zn) (Pinheiro, 1999; Bouchardet, 2002).

Neste contexto, o boro é um elemento essencial cuja deficiência resulta em rápida inibição no crescimento das plantas, atuando no seu crescimento meristemático (Marschner, 1995). Suas funções estão relacionadas ao transporte de açúcares das folhas para os demais órgãos, formação de parede celular, gemas apicais, axilares e radiculares e síntese de lignina e celulose (Gupta, 1993; Malavolta et al., 1997).

Tendo em vista o exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a altura de planta, DAP e volume total de casca da cultura do *Eucalyptus* spp aos 36 meses de idade em função de efeito residual de fontes de boro com alta e baixa solubilidade, assim como a aplicação foliar do micronutriente e a reaplicação do elemento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em janeiro de 2012, na fazenda situada no município de Três Lagoas - MS, com latitude 20° 34' S e longitude 51° 50' O, e altitude de aproximadamente 305 m. A classificação climática da região de acordo com Köppen é Aw, definido como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo é classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico, segundo o sistema brasileiro de classificação de solos (EMBRAPA, 2013), apresentando valores de granulometria de 85, 17 e 898g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente, na camada de 0,00 a 0,20 m de profundidade. As características químicas do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001), sendo as amostragens realizadas nas camadas de 0,00 a 0,20 e 0,20 a 0,40 m. De acordo com o Boletim Técnico 100 (Raij et al., 1997) verificou que antes da instalação do experimento este solo apresentava teor médio de B (**Tabela 1**).



Com base na análise química de solo e no histórico da área, que era uma pastagem degradada, cultivada com *Urochloa brizantha* (Syn. Brachiaria) há 20 anos e apresentando alta infestação de planta daninha, houve a necessidade de aplicação de calcário na dose de 1500 kg ha⁻¹ com PRNT 80%, aplicados a lanço sobre a superfície do solo, e para melhorar as condições subsuperficiais optou-se pelo gesso na dose de 500 kg ha⁻¹, aplicados a lanço sobre a superfície do solo. As aplicações ocorreram no mês de setembro de 2011. O plantio foi realizado no dia 27 de janeiro de 2012, sendo utilizadas mudas do clone I144 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), seguido de fornecimento de água para melhor pegamento das mudas. Duas semanas após o plantio foi realizada a aplicação de 150 g ha⁻¹ de um herbicida pré-emergente (112,5 g ha⁻¹ do i.a isoxafluto) para controle das plantas daninhas.

A adubação de plantio foi realizada em janeiro de 2012, manualmente em filete contínuo, no sulco de plantio com NPK, pelo uso de 150 kg ha⁻¹ da fórmula 10-27-10 associada a 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅ proveniente do superfosfato triplo (45% P₂O₅). Foram realizadas, no plantio, as adubações de Cu e Zn na dose de 1 kg ha⁻¹ utilizando os fertilizantes sulfato de cobre e sulfato de zinco, respectivamente. As adubações de cobertura nitrogenada e potássica foram realizadas aos 2, 9 e 14 meses após o plantio, de forma manual no tipo semicírculo. Em cada adubação nitrogenada de cobertura foi utilizado o nitrato de amônio na dose de 40 kg ha⁻¹ de N e, na potássica foi utilizado o cloreto de potássio na dose de 50 kg ha⁻¹ de K₂O.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com cinco repetições, onde os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial de 3x2x2 com parcelas subdivididas, sendo: 0 kg ha⁻¹ de B; 1 kg ha⁻¹ de B utilizando o fertilizante borogran (baixa solubilidade, 10% B), aplicado manualmente em filete contínuo no sulco de plantio; 1 kg ha⁻¹ de B utilizando o fertilizante ácido bórico (alta solubilidade, 17% B), sendo aplicado manualmente em filete contínuo no sulco de plantio. O fatorial 2 se refere à aplicação ou não de B via foliar. Foram realizadas duas aplicações foliares de B, aos quatro e dez meses após o plantio. Em cada aplicação, foi utilizado ácido bórico a 0,5 % na calda com volume de 250 L ha⁻¹, sendo essas aplicações realizadas no período da manhã, com o auxílio de uma bomba costal e na calda foi adicionado óleo mineral (0,2%) com a finalidade de aumentar o contato com a folha, reduzir deriva e retardar a evaporação da gota. A parcela subdividida em 2, se refere às subparcelas que recebem ou não a reaplicação de B aos 34 meses após o plantio (Novembro de 2014) na dose de 1 kg ha⁻¹ de B, utilizando o fertilizante ácido

bórico. Cada subparcela foi composta por 24 plantas, distribuídas em três linhas de oito plantas cada, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m. A área útil das subparcelas foi composta por 6 plantas, da linha central, pois as plantas de cada extremidade das linhas serão consideradas bordaduras, assim como as linhas que ladeiam a linha central.

Após 36 meses do plantio foram avaliadas todas as plantas da parcela, sendo determinado: a) altura total de planta, com o auxílio do aparelho Forestor Vertex, composto por um hipsômetro e um emissor (transponder); b) diâmetro à altura do peito (DAP), determinado a 1,30 m de altura do solo e c) volume total de madeira com casca, sendo estimado pelas seguintes equações:

$$V_{tc} = \sum V_i/A_i * 10000$$

$$V_i = \pi * (DAP_i)^2 * ff * H_i/4$$

Onde: V_i = volume de madeira com casca da árvore A_i = área da subparcela útil (135 m²); V_{tc} = volume total com casca (m³ ha⁻¹); DAP_i = diâmetro à altura do peito de cada árvore (m); ff = fator de forma. Neste caso, devido à inexistência de fatores definidos regionalmente para o clone em estudo, foi atribuído o valor 0,5 e H_i = altura total de cada árvore (m).

Os resultados foram analisados através de análise de variância e teste de Tukey 5% de probabilidade para comparação de médias das fontes e modos de aplicação, assim como a reaplicação do elemento, utilizando-se do programa SISVAR (Ferreira, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes de B aplicadas no plantio, assim como a aplicação de B via foliar, não influenciaram significativamente a altura de plantas até os 36 meses após o plantio, no entanto, verificou-se que a reaplicação de 1 kg ha⁻¹ de B foi suficiente para que houvesse incremento em altura de plantas (**Tabela 2**).

As respostas à aplicação de B em eucalipto têm sido muito contrastantes. Paula (2009), estudando fontes de diferentes solubilidades de B em Latossolo Vermelho Amarelo, verificou que a dose de 4 kg ha⁻¹ de B aplicada em filete contínuo, na projeção da copa, em solo com teor de B de 0,21 mg dm⁻³, não diferiu na altura de *Eucalyptus urophylla* até os 20 meses de idade. Contudo, Bouchardet (2002), avaliando doses de B em clones de *Eucalyptus grandis*, verificou que a dose de 0,5 kg ha⁻¹ de B proporcionou aumentos de até 48% na altura de plantas em relação à testemunha, aos 12 meses de idade e de 27%, aos 24 meses de idade. No presente trabalho, foi constatado que a aplicação de



B no plantio não incrementou a altura de plantas em comparação com a testemunha, independente da fonte utilizada. E tendo em vista que a reaplicação de B incrementou a altura de plantas aos 36 meses após o plantio, é possível que o clone em estudo seja exigente em termos de adubação boratada, exigindo assim doses maiores do que a aplicada no plantio.

Até os 36 meses após o plantio, não houve diferença para o diâmetro à altura do peito (DAP) entre as fontes de B aplicadas no plantio, assim como efeito da aplicação foliar do elemento e reaplicação do elemento em cobertura (**Tabela 2**). Paula (2009), estudando fontes de diferentes solubilidades de B, na dose de 4 kg ha⁻¹ de B aplicados em filete contínuo, na projeção da copa, em solo com teor médio de B, não verificou incremento no DAP de híbridos de *Eucalyptus urophylla* até os 20 meses de idade.

Com relação ao volume de madeira com casca (m³ ha⁻¹), não houve diferença entre a testemunha e as fontes de B aplicadas no plantio, assim como a aplicação ou não de B via foliar. Porém, a reaplicação de B foi suficiente para que houvesse um incremento médio de 14 m³ ha⁻¹ (**Tabela 2**).

Barros (1996) verificou que aplicações de 1,0 a 1,5 g de B planta⁻¹ promoveram ganhos em volume de madeira na ordem de 32% em relação à aplicação de NPK sem B. Fonseca et al. (1990) também constataram ganhos em volume na ordem de 25% em relação à testemunha, nos tratamentos submetidos à dose de 1,0 g de B planta⁻¹ em *Eucalyptus camaldulensis*, utilizando fertilizante de baixa solubilidade. Neste presente trabalho, utilizando a dose 0,75 g de B planta⁻¹ em cobertura, tais resultados se afirmaram aos 36 meses após o plantio, pois foi verificado incremento no volume de madeira nos tratamentos que receberam a reaplicação de B.

CONCLUSÕES

A reaplicação de B na dose de 1 kg ha⁻¹ promoveu acréscimos em altura de plantas e volume total de madeira com casca, mostrando assim, o efeito benéfico deste elemento.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo financiamento da pesquisa (processo número 2014/03387-6).

REFERÊNCIAS

BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. Eucalypt nutrition and fertilizer regimes in Brazil. In: ATTIWILL, P. M.; ADAMS,

M. A. Nutrition of the eucalypts. Collingwood: CSIRO, 1996. p.335-356.

BOUCHARDET, J.A. Crescimento, características físicas e anatômicas da madeira juvenil de dois clones de *Eucalyptus grandis Hill ex Maiden* em resposta à aplicação de boro. 69 f. [Dissertação] - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª edição revisada. Brasília, DF. 2013. 353p.

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

FONSECA, S.; MALUF, J.L.P; OLIVEIRA, A.C. Adubação de *Eucalyptus camaldulensis* com boro e zinco em solos de cerrado na região de Brasilândia-Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., Campos do Jordão. Anais. São Paulo: SBS; SBEF, 3:403-406, 1990.

GUPTA, U.C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In: FERREIRA, M.E. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 1:13-41, 2001.

GUPTA, U.C. Factors affecting boron uptake by plants. In: GUPTA, U.C. (Ed.). Boron and its role in crop production. Boca Raton, Crc Press, 5:87-104, 1993.

MALAVOLTA. E; VITTI. G.C; OLIVEIRA. S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. London: Academic, 1995. 889p.

PAULA, T.A. Doses, fontes e formas de aplicação de boro em floresta de eucalipto. 2009. 66 f. [Dissertação] - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PINHEIRO, A.L. Reflexos da fertilização mineral de boro na estrutura anatômica, no crescimento e na seca-de-ponteiro de *Eucalyptus citriodora Hook* e *Eucalyptus camaldulensis Dehn* no Cerrado de Minas Gerais. 191 f. [Tese] - Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1999.

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

RAIJ, B. van.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo (Boletim Técnico 100). 2 ed. Campinas: IAC, 1997. 285p.



Tabela 1 - Caracterização química inicial da área experimental, Três Lagoas/MS, 2011.

Profundidades	P resina	M. O.	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al	Al	SB	CTC	V
m	mg dm ⁻³	g dm ⁻³					mmol _c dm ⁻³				%
0,00-0,20	1	7,4	4,2	0,2	4,2	1,9	17	4,3	6,3	23,3	27
0,20-0,40	1	6,8	4,2	0,3	1,6	1,1	18	4,5	3,0	21,0	14
	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn					
m	-----mg dm ⁻³ -----										
0,00-0,20	4,7	0,27	0,36	12,6	1,5	0,27					
0,20-0,40	-	-	-	-	-	-					

O método usado para os micronutrientes catiônicos foi o DTPA, para o boro foi a água quente.

Tabela 2 - Valores médios de DAP, altura e volume de madeira com casca do eucalipto em função dos tratamentos com boro. Três Lagoas/MS, 2015.

Tratamentos	DAP	Altura	Volume
	cm	m	m ³ ha ⁻¹
Plantio			
Testemunha	12,03 a	17,53 a	133,4 a
Acido Bórico	12,38 a	17,85 a	143,8 a
Borogran	12,44 a	18,04 a	147,2 a
D.M.S. (5%)	0,51	0,59	15,5
Foliar			
sem	12,42 a	17,82 a	144,9 a
com	12,15 a	17,79 a	138,1 a
D.M.S. (5%)	0,34	0,40	10,5
Reaplicação			
sem	12,13 a	17,39 b	134,6 b
com	12,44 a	18,22 a	148,4 a
D.M.S. (5%)	0,34	0,40	10,5
C.V. (5%)	4,78	3,85	12,62

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.