



## Variáveis de crescimento do eucalipto (Clone I-144) implantado no Cerrado sob fontes e modos de aplicação de boro<sup>(1)</sup>

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

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa no Estado de São Paulo (FAPESP).

<sup>(2)</sup> Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"(UNESP); Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (\*apresentador, thiagocelestrino@yahoo.com.br).

<sup>(3)</sup> Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos (DEFERS), UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (sbuzetti@agr.feis.unesp.br)

<sup>(4)</sup> DEFERS, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000.(mcmf@yahoo.com.br)

<sup>(5)</sup> DEFERS, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (rngazola@gmail.com)

<sup>(6)</sup> Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, UNESP, Ilha Solteira, SP, Brasil, 15385-000. (raissa\_dinalli@terra.com.br).

<sup>(7)</sup> Cargill S/A, Três Lagoas, MS, Brasil, 79610-090. (Alexandre\_C\_Silva@cargill.com)

**RESUMO:** A introdução de materiais genéticos mais produtivos e possivelmente mais exigentes nutricionalmente, fez com que a adubação boratada fosse cada vez mais comum em plantios florestais, uma vez que o teor de boro (B), sobretudo em solos com baixo teor de matéria orgânica, não é suficiente para suprir a demanda da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar a altura de árvores e o diâmetro à altura do peito (DAP), em função das fontes e modos de aplicação de B. O experimento foi conduzido na Fazenda Renascença, Três Lagoas/MS, em Neossolo Quartzarênico. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial com parcelas subdivididas, perfazendo um 3 x 2 x 2, sendo o primeiro fator: 0 kg ha<sup>-1</sup> de B; 1 kg ha<sup>-1</sup> de B utilizando o fertilizante borogran no sulco de plantio; 1 kg ha<sup>-1</sup> de B utilizando o fertilizante ácido bórico no sulco de plantio. O fatorial 2 constou da aplicação ou não de B via foliar, utilizando ácido bórico e o último fator 2, referiu-se às subparcelas que receberam ou não a reaplicação de B em cobertura, na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B, na forma de ácido bórico. Houve incremento em altura de plantas bem como no DAP com a reaplicação de B em cobertura, sugerindo que o clone em estudo necessita de doses maiores que 1 kg ha<sup>-1</sup> de B no plantio.

**Termos de indexação:** micronutriente, solubilidade, manejo florestal.

### INTRODUÇÃO

A área com florestas plantadas no Brasil em 2016 para fins industriais foi de 7,84 milhões de hectares, onde 72,7% correspondem aos plantios de eucalipto, localizados principalmente nos Estados de Minas

Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (15%) (Indústria Brasileira de Árvores - IBÁ, 2017). Tem-se verificado, nos últimos anos, rápida expansão da cultura no cenário nacional, sobretudo na região centro-oeste, bioma Cerrado, substituindo áreas anteriormente ocupadas com pastagens degradadas.

Desse modo, a inserção dos clones, possivelmente mais exigentes em termos nutricionais, associado à baixa fertilidade natural predominante nos solos, fez com que utilizações de corretivos e fertilizantes fossem cada vez mais comuns no manejo silvicultural e, conseqüentemente, assumindo papel importante na obtenção de maiores produtividades no setor florestal.

Contudo, relativamente, as pesquisas acerca do uso de fertilizantes em essências florestais voltaram-se principalmente aos nutrientes primários (nitrogênio [N], fósforo [P] e potássio [K]), proporcionando carência de pesquisas a respeito dos micronutrientes. Dentre eles, o boro (B) é o que proporciona a maior limitação na produtividade do eucalipto (GONÇALVES et al., 2015). Segundo esses autores, solos intemperizados, oriundos de rochas sedimentares, com textura arenosa e baixo teor de matéria orgânica (M.O.), são fatores que predispõem à deficiência de B.

Nesse sentido, o estudo das fontes utilizadas para o fornecimento deste nutriente às plantas, bem como o modo de aplicação, merecem atenção no manejo florestal, pois podem favorecer ou não a eficiência da utilização dos fertilizantes. Outra questão que deve ser mencionada é se a aplicação de B realizada inicialmente, com fontes de distintas solubilidades, é suficiente para atender as exigências da cultura ao longo do ciclo, ou se é necessária a reaplicação do nutriente em cobertura. Sendo assim, objetivou-se avaliar as variáveis de crescimento da cultura, altura



das árvores e o diâmetro à altura do peito (DAP), em função das fontes de B no sulco de plantio, das aplicações foliares de B e a reaplicação de B em cobertura.

## 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 (SANTOS et al., 2013), apresentando valores de granulometria de 85, 17 e 898g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente, na camada de 0,00 a 0,20 m de profundidade. Os atributos químicos do solo foram determinadas antes da instalação do experimento, segundo metodologia proposta por Raij et al. (2001). De acordo com os limites de interpretação dos teores de nutrientes no solo elaborados por Raij et al. (1997), verificou-se que antes da instalação do experimento este solo apresentava teores médios de B.

Com base na análise química de solo e no histórico da área, pastagem degradada cultivada com *Urochloa brizantha* há 20 anos e apresentando alta infestação de planta daninha, houve a necessidade de aplicação de calcário na dose de 1500 kg ha<sup>-1</sup> (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<sup>-1</sup>, aplicados a lanço sobre a superfície do solo. As aplicações ocorreram no mês de setembro de 2011. Foi realizado o preparo do solo, que consistiu na subsolagem apenas na linha de plantio, a uma profundidade de 0,45 m. O plantio foi realizado em janeiro de 2012, sendo utilizadas mudas do clone I-144 (híbrido espontâneo de *Eucalyptus urophylla*), seguido de fornecimento de água para melhor pegamento das mudas.

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<sup>-1</sup> da fórmula 10-27-10 associada a 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> proveniente do superfosfato triplo, seguindo os critérios utilizados pela empresa Cargill S/A para plantios comerciais. Foram realizadas, no plantio, as adubações de cobre (Cu) e zinco (Zn) na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup>, 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, manualmente, no tipo semicírculo. Em cada adubação nitrogenada utilizou-se o nitrato de amônio na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de N e, na potássica, utilizou-se cloreto de potássio na dose de 50 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Sendo assim, ao longo dos 14 meses após o plantio, houve o fornecimento de 135 kg ha<sup>-1</sup> de N, 70 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 165 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

## Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com doze tratamentos e cinco repetições, dispostos em esquema fatorial de 3 x 2 com parcelas subdividas (2). Cada subparcela foi composta por 24 plantas, distribuídas em três linhas de oito plantas cada, no espaçamento de 3,0 x 2,5 m. Para a área útil das subparcelas consideraram-se 18 árvores, excluindo uma árvore de cada extremidade das linhas.

Os tratamentos dispostos em esquema fatorial já implantado, com as duas fontes de B fornecidas no sulco de plantio e a aplicação ou não de B via foliar, foram subdivididos com as reaplicações ou não deste nutriente em cobertura, tornando-se esquema fatorial com parcelas subdividas de 3 x 2 x 2. Portanto, o fatorial 3 referiu-se à aplicação no sulco de plantio, sendo: 0 kg ha<sup>-1</sup> de B; 1 kg ha<sup>-1</sup> de B utilizando o fertilizante borogran (baixa solubilidade, 10% B) e 1 kg ha<sup>-1</sup> de B utilizando o fertilizante ácido bórico (alta solubilidade, 17% B), ambos aplicados manualmente em filete contínuo no sulco de plantio. A dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B no sulco de plantio está de acordo com as recomendações elaboradas por Gonçalves et al. (1997).

O fatorial 2 referiu-se à aplicação ou não de B via foliar. Foram realizadas duas aplicações foliares de B, aos quatro e dez meses após o plantio, com auxílio de uma bomba costal com capacidade de 20 litros, fornecendo um total de 0,425 kg ha<sup>-1</sup> de B. As parcelas subdividas em 2 foram as que receberam ou não a reaplicação de B em cobertura aos 34 meses após o plantio, manualmente, na projeção da copa, utilizando o fertilizante ácido bórico na dose de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B.

Aos 30, 36 e 42 meses após o plantio foram avaliadas as seguintes variáveis de todas as árvores úteis das subparcelas: a) altura de árvores, com o auxílio do aparelho Forestor Vertex, composto por um hipsômetro e um emissor; b) diâmetro à altura do peito (DAP), utilizando uma fita métrica para a medição da circunferência a 1,30 m de altura da árvore, a partir da base do tronco. Para a determinação do DAP, utilizou-se a seguinte equação:

DAP = C / π; em que: DAP = Diâmetro a altura do peito (cm); C = circunferência a 1,30 m de altura (cm).



### Análise estatística

Os resultados foram processados pelo software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Para avaliar o efeito dos tratamentos (variáveis independentes) sobre as variáveis dependentes, os resultados foram submetidos à análise de variância, e comparações de médias por meio do teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes de B aplicadas no plantio, assim como as aplicações de B via foliar, não influenciaram as mensurações de altura de árvores aos 30, 36 e 42 meses após o plantio. Todavia, verificou-se que a reaplicação de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B em cobertura, aos 34 meses após o plantio, propiciou o incremento em altura de plantas aos 36 e 42 meses após o plantio (**Tabela 1**). De acordo com Epstein e Bloom (2006), plantas deficientes em B apresentam inibição do crescimento, pois este nutriente é um dos constituintes da parede celular, e pela influência no crescimento meristemático.

Neste mesmo cultivo, entretanto, aos 21 meses após o plantio, Celestrino (2014) constatou que as fontes de B influenciaram positivamente a altura de árvores quando comparadas à testemunha. Portanto, é possível que a dose utilizada no plantio atendeu a demanda da cultura até aquele período (21 meses após o plantio), necessitando, assim, de doses maiores para efeito à posteriori.

Em Latossolo Vermelho Amarelo com teor médio de B, Paula (2009) verificou incremento em altura de árvores de determinado clone, utilizando doses de 4, 8 e 10 kg ha<sup>-1</sup> de B, diferindo das doses 0 e 2 kg ha<sup>-1</sup> de B. Logo, tendo em vista o baixo teor de M.O. na área experimental, presume-se que a cultura poderia responder às doses maiores que as aplicadas nos tratamentos.

No mesmo cultivo, aos 24 meses após o plantio, Celestrino (2014) verificou correlações positivas entre altura de plantas e concentração foliar de B, assim como teores de B no solo e altura de plantas. Isso demonstra que o adequado teor de B no solo e, ou, melhor estado nutricional da cultura resulta em efeito benéfico no crescimento dos eucaliptais.

Embora o solo da área experimental seja mais suscetível às perdas de nutrientes pelo processo de lixiviação, constatou-se que as fontes de B, fornecidas no plantio, não diferiram entre si nas mensurações de crescimento da cultura, sugerindo que ambas proporcionaram boa disponibilidade do nutriente. Corroborando com o presente estudo, Paula (2009), estudando fontes de B (ácido bórico e ulexita), na dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B, não verificou diferença entre as fontes nas mensurações de altura de árvores.

Assim como nas avaliações de altura de árvores, as fontes de B, bem como as aplicações foliares de B, não influenciaram o DAP aos 30, 36 e 42 meses após o plantio. Contudo, houve efeito benéfico nesta variável, aos 42 meses, com a reaplicação de B em cobertura (**Tabela 2**), presumindo-se que as doses no plantio foram subestimadas. Paula (2009) constatou maiores DAP em determinado clone, utilizando a dose de 4 kg ha<sup>-1</sup> de B, em solo com teor médio do nutriente, quando comparada à testemunha.

Existem trabalhos na literatura, sobretudo em ambientes controlados, que tem verificado o efeito positivo no diâmetro de caule em função das aplicações de B (SILVEIRA et al., 2002; BARRETTO et al., 2007).

Contudo, há poucos trabalhos que verificaram o efeito das fontes, com diferentes solubilidades, nas variáveis dendrométricas. Ao encontro com o presente estudo, Paula (2009) e Celestrino (2014) não constataram diferença entre fontes de B para as mensurações do DAP aos 20 e 24 meses de idade, respectivamente.

A hipótese inicial do presente estudo seria que a aplicação de fertilizantes menos solúveis em água disponibilizaria o nutriente de modo gradativo na solução do solo e, conseqüentemente, resultaria em maior disponibilidade do nutriente ao longo do tempo. Entretanto, até os 42 meses após o plantio, as fontes de B não alteraram a taxa de crescimento da cultura, ficando esta condicionada pela reaplicação do nutriente em cobertura.

## CONCLUSÕES

As fontes e modos de aplicação de B não alteram as variáveis de crescimento, altura de árvores e DAP, até os 42 meses após o plantio.

Para aplicação de 1 kg ha<sup>-1</sup> de B no plantio, há necessidade da reaplicação do nutriente em cobertura, para que não inviabilize todo o planejamento que visa a obtenção de altas produtividades.

## AGRADECIMENTOS

À FAPESP pelo apoio financeiro da pesquisa (processo número 2014/03387-6) e à Cargill S/A pela disponibilidade da área experimental.

## REFERÊNCIAS

BARRETTO, V.C.M. et al. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. *Scientia Forestalis*, 1: 21-33, 2007.

CELESTRINO, T.S. Fontes e modos de aplicação de boro na cultura do eucalipto (clone I144). 56f. (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2014.



- EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. Sunderland: Sinauer Associates, 2006. 400 p.
- FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35: 1039-1042, 2011.
- GONÇALVES, J.L.M. et al. Caracterização edafoclimática e manejo de solos das áreas com plantações de eucalipto. In: SCHUMACHER, M. V.; VIERA, M. (Org.). *Silvicultura do eucalipto no Brasil*. Ed. da Universidade Federal de Santa Maria, 2015. p. 111-154.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES PLANTADAS - IBÁ. **Ano base: 2016**. Brasília: 2017. <[http://iba.org/images/shared/iba\\_2017.pdf](http://iba.org/images/shared/iba_2017.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2017.
- PAULA, T.A. Doses, fontes e formas de aplicação de boro em floresta de eucalipto. 66f. (Dissertação de Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2009.
- RAIJ, B. van. et al. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: IAC, 2001. 285 p.
- RAIJ, B. van. et al. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo (Boletim Técnico 100). 2 ed. Campinas: IAC, 1997. 285 p.
- SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVEIRA, R.L.V.A. et al. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. *Cerne*, 8:108-117, 2002.

**Tabela 1** - Valores médios da altura de árvores em função dos tratamentos com boro, Três Lagoas/MS, 2014/15.

Tratamentos	Altura (m) nas idades avaliadas		
	30 meses	36 meses	42 meses
Plantio			
Testemunha	15,38 a	17,53 a	19,00 a
Ácido Bórico	15,57 a	17,85 a	19,11 a
Borogran	15,42 a	18,04 a	19,23 a
D.M.S. (5%)	0,67	0,59	0,91
Foliar			
sem	15,55 a	17,82 a	19,26 a
com	15,37 a	17,79 a	18,96 a
D.M.S. (5%)	0,45	0,40	0,61
Reaplicação			
sem	-	17,39 b	18,68 b
com	-	18,22 a	19,54 a
D.M.S. (5%)	-	0,40	0,61
C.V. (%)	4,99	3,85	5,46

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

**Tabela 2** - Valores médios do diâmetro à altura do peito (DAP) em função dos tratamentos com boro, Três Lagoas/MS, 2014/15.

Tratamentos	DAP (cm) nas idades avaliadas		
	30 meses	36 meses	42 meses
Plantio			
Testemunha	11,00 a	12,03 a	13,10 a
Ácido Bórico	11,27 a	12,38 a	13,00 a
Borogran	10,99 a	12,44 a	13,16 a
D.M.S. (5%)	0,63	0,51	0,90
Foliar			
sem	11,25 a	12,42 a	13,34 a
com	10,91 a	12,15 a	12,83 a
D.M.S. (5%)	0,43	0,34	0,61
Reaplicação			
sem	-	12,13 a	12,70 b
com	-	12,44 a	13,47 a
D.M.S. (5%)	-	0,34	0,61
C.V. (%)	6,55	4,78	7,92

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

III Encontro Paulista de Ciência do Solo

**III EP CIS**

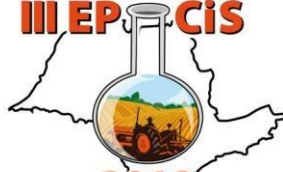


**2018**

**"Solos e suas relações com sistemas  
de produção agropecuários"**

III Encontro Paulista de Ciência do Solo

**III EP CIS**



**2018**

**"Solos e suas relações com sistemas  
de produção agropecuários"**