



## Teores de boro em *Eucalyptus benthamii* em condições de diferentes regimes hídricos no Planalto Sul Catarinense<sup>(1)</sup>.

Luciana Patrícia Rosa Dias<sup>(2)</sup>; Luciano Colpo Gatiboni<sup>(3)</sup>; Muriá Mussi Costa<sup>(4)</sup>; Bruna Greicy Pigozzi<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da UDESC.

<sup>(2)</sup> Doutoranda do programa de Pós-graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC; Lages, SC; [lupatidias@hotmail.com](mailto:lupatidias@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Professor associado do Departamento de Solos e Recursos Naturais, bolsista de produtividade do CNPq; <sup>(4)</sup> Estudante de graduação de Agronomia; <sup>(5)</sup> Bacharel em Ciências Ambientais.

**RESUMO:** A intensificação da silvicultura e a freqüente ocorrência de déficit hídrico na região do Planalto Sul Catarinense nos meses de verão, deixam em dúvida se o solo nestas condições climáticas consegue suprir a demanda de boro (B). O estudo teve como objetivo avaliar os teores de B nos tecidos e no solo sob diferentes condições de regimes hídricos (RH) em mudas de eucalipto. Foi conduzido um experimento em condições controladas utilizando mudas de *Eucalyptus benthamii* pelo período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 3 com três repetições. Foram utilizados 60, 80 e 100% da capacidade de campo como regimes hídricos na condução do experimento. As doses de B foram 0, 0,5, 10 e 25 g de Bórax por planta. As plantas foram cultivadas por 110 dias e foram determinados os teores de boro no tecido vegetal e no solo. O *Eucalyptus benthamii* não apresentou resposta à aplicação de boro no Cambissolo húmico do Planalto Sul Catarinense.

**Termos de indexação:** deficiência hídrica, Bórax, eucalipto.

### INTRODUÇÃO

Os primeiros sintomas de deficiência de B em eucalipto foram relatados a partir da década de 50 por Savory (1962) e tem sido amplamente descritos (Leite et al., 2010). Esses autores observaram que o primeiro sintoma é a seca de ponteiros ("die back") com a perda de posição dominante e rebrota das gemas laterais (Silveira et al., 2002), sendo esta ocorrência principalmente relatada durante as estações secas. A secagem apical ocorre geralmente no primeiro ano de transplante, afetando o crescimento para o segundo e terceiro ano. Se neste período a deficiência não for muito grave, a planta pode recuperar (Savory, 1962), possivelmente, devido a maior abrangência radicular no solo após a planta atingir determinado tamanho.

A ocorrência da deficiência se intensifica em áreas onde o regime de chuvas é caracterizado por períodos prolongados de déficit hídrico. Durante a estiagem, a mineralização da matéria orgânica

(MO), principal fonte de B nos solos tropicais, é menor, em razão da baixa atividade dos microorganismos, além de ocorrer uma menor absorção deste micronutriente, a qual é realizada preferencialmente por fluxo de massa, sendo a presença de água primordial no processo de absorção (Malavolta e Kliemann, 1985).

Os solos do Planalto Sul Catarinense são ricos em MO e em princípio seria suficiente para se inferir que estes são auto-suficientes em B e dispensariam a adubação. Contudo, a freqüente ocorrência de déficit hídrico na região (prejudicando a mineralização da MO e o influxo de B na planta), principalmente no início do verão, deixa em dúvida se o solo nestas condições climáticas consegue suprir a demanda de B já que esta é a época de maior crescimento anual e de demanda desse micronutriente (Dias et al., 2014).

Relatos de autores como Sgarbi et al. (2000 a, 2000 b) demonstram relações positivas do B com a produtividade do eucalipto, mostrando ser este um dos micronutrientes mais limitantes para o crescimento do *Eucalyptus sp.* principalmente sob condições de déficit hídrico (Malavolta e Kliemann, 1985).

As recomendações existentes para a adubação de eucalipto são direcionadas para as regiões de condições tropicais, sendo escassos os trabalhos direcionados ao Planalto Sul Catarinense (Dias et al., 2014). Neste contexto e pela importância da adubação com B no crescimento e produtividade do eucalipto é que se procede a realização deste trabalho de pesquisa, que teve como objetivo avaliar os teores de boro nos tecidos e no solo sob diferentes condições de regimes hídricos em mudas de eucalipto.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições controladas utilizando mudas seminais de *E. benthamii*, pelo período de outubro de 2013 a fevereiro de 2014. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4 x 3 com três repetições. Foi utilizado um Cambissolo Húmico coletado na camada de 0,00-0,20 m em Lages (SC) (**Tabela 1**). O solo foi



tamizado em peneira com malha de 4 mm e seco em estufa a 60 °C. Foram armazenados 3 kg de solo em vaso e realizada a calagem e adubação com N (ureia), P (SFT) e K (KCl) segundo CQF – RS/SC (2004) para a cultura do eucalipto. O N foi aplicado semanalmente em cobertura depois de diluído até completar a recomendação. Os demais elementos e o calcário foram incorporados ao solo dos vasos na ocasião do plantio. Em cada vaso foi plantada uma muda de eucalipto, compondo a parcela experimental.

Para a obtenção dos regimes hídricos foi determinada a umidade gravimétrica do solo (22,4%) e calculado os três regimes hídricos utilizados na condução do experimento, sendo 60, 80 e 100% da capacidade de campo, levando em consideração que o mecanismo de transporte do boro é preferencialmente por fluxo de massa. Antes da aplicação do boro, todos os vasos foram incubados com 100% de umidade para que a disponibilidade de nutrientes da adubação inicial fosse à mesma em todas as parcelas experimentais.

Os vasos foram pesados, irrigados com água destilada e monitorados diariamente, de forma que a adição das doses de B só ocorreram após a estabilização da massa correspondente aos regimes hídricos propostos. Esta metodologia de manutenção dos regimes hídricos se manteve por todo o período de condução do experimento.

As doses de B foram calculadas de acordo com a recomendação de micronutrientes para eucalipto do Estado de Minas Gerais, sendo indicado 10g de Bórax por planta (1,13g de B planta<sup>-1</sup>) (Novais et al., 2007) em um espaçamento 2,5m x 2,5m, totalizando 1.600 plantas ha<sup>-1</sup>. Sendo um tratamento controle (dose 0), meia dose, uma dose e duas vezes e meia a dose da recomendação sendo, 5g, 10g e 25g Bórax por planta, respectivamente. Foram aplicadas em cobertura depois de diluído em 100 ml de água destilada (10 ml por planta).

As plantas foram cultivadas por 110 dias e a colheita foi realizada em virtude da estabilização do crescimento das plantas. Na ocasião da colheita, foram separadas as folhas, caule/ramos e raízes para a determinação dos teores de B no tecido e nas amostras de solo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o software SISVAR 5.3 (Ferreira, 2011).

**Tabela 1** - Características químicas médias da camada de 0,00-0,20 m do Cambissolo Húmico.

Características	Valores
Argila (g kg <sup>-1</sup> )	250
Matéria orgânica (g kg <sup>-1</sup> )	48

pH em H <sub>2</sub> O (1:1)	4,4
Acidez potencial (H+Al)	19,4
Índice SMP	4,7
Ca trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,2
Mg trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,4
Al trocável (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,8
P disponível Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )	14,8
K disponível Mehlich 1 (mg dm <sup>-3</sup> )	121
CTC <sub>efetiva</sub> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	8,9
CTC <sub>pH 7,0</sub> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	24,3
Saturação por bases (%)	20,2
Saturação por alumínio (%)	53,9

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para os teores de boro nas folhas (BF) e no caule e ramos (BCR) estão apresentados no Tabela 2, onde somente houve resposta significativa para as doses de B, não apresentando significância estatística para os níveis hídricos (NH) e nem interação entre as doses de boro e os NH. Para o teor de B nas raízes (BR), não houve significância em nenhuma das fontes de variação.

**Tabela 2** - Análise de variância dos teores de boro na folha (BF), no caule e ramos (BCR), na raiz (BR) e teores no solo (BS) para *Eucalyptus benthamii* em relação às doses de boro e aos níveis hídricos (NH) em condições de casa de vegetação aos 110 dias de condução.

	FONTES DE VARIAÇÃO			
	DOSE	NH	DOSE x NH	CV (%)
BF	87,1**	0,2 <sup>ns</sup>	1,9 <sup>ns</sup>	31,2
BCR	10,3**	0,8 <sup>ns</sup>	0,9 <sup>ns</sup>	17,3
BR	2,4 <sup>ns</sup>	2,8 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	38,9
BS	105,4**	2,2 <sup>ns</sup>	1,4 <sup>ns</sup>	14,8

ns – não significativo; \*\* significativo a 1%.

Na **figura 1**, os pontos representam as médias dos níveis hídricos, bem como estão representadas as respostas das plantas as doses de B.

O aumento das doses de B (de 0 para 25 g Bórax planta<sup>-1</sup>) proporcionou aumento nos teores de BF e BCR (101,7 e 8,2 mg kg<sup>-1</sup>, respectivamente). A maior dose (25 g Bórax planta<sup>-1</sup>) apresentou os maiores teores de B nas folhas, as doses de 5 e 10 g Bórax planta<sup>-1</sup> não diferiram entre si e a testemunha resultou nos menores teores foliares de B (7,5 mg kg<sup>-1</sup>) (**Figura 1**).

Malavolta et al. (1997) classificam como adequado teores de B entre 40 e 50 mg kg<sup>-1</sup> e deficiente entre 15 e 20 mg kg<sup>-1</sup> para *Eucalyptus spp.* Dell et al. (1995) consideram adequados teores de B entre 13 e 30 mg kg<sup>-1</sup> e deficiente entre 8 e 12 mg kg<sup>-1</sup> para *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. Os teores foliares de B podem ser



bastante variáveis dependendo do material genético do ambiente de crescimento e da idade das plantas. Neste estudo, os menores teores de BF e BCR foram registrados nas testemunhas (considerados em níveis de deficiência) e foram aumentando conforme o aumento da dose. Para os teores de BF, em média ficou entre  $32,5 \text{ mg kg}^{-1}$  para as doses de 5 e  $10 \text{ g Bórax planta}^{-1}$ , o que corresponde ao nível considerado adequado por Malavolta et al. (1997) e de  $109 \text{ mg kg}^{-1}$  na maior dose ( $25 \text{ g Bórax planta}^{-1}$ ), ultrapassando os níveis adequados.

No trabalho realizado por Dell & Huang (1997), foi demonstrado que o estresse hídrico diminui a absorção e a distribuição do B na planta aumentando o requerimento externo do nutriente. Ademais, não foi obtido respostas aos NH testados, somente as doses de B, provavelmente devido ao tipo de solo utilizado como substrato (Cambissolo).

Os teores de B não diferiram entre si nos três NH testados no Cambissolo, o que contraria os resultados encontrados por Matiello et al. 2009, onde os teores de B foram maiores nas plantas cultivadas em menor disponibilidade de água quando produzidas em um Latossolo da região de Três Marias, MG, com teores de água correspondentes aos potenciais de  $-10$  e  $-40 \text{ kPa}$ .

Para os teores de BCR, as doses de 5, 10 e  $25 \text{ g Bórax planta}^{-1}$  não diferiram entre si ( $18,7$ ,  $19,0$  e  $21,9 \text{ mg kg}^{-1}$ , respectivamente), diferenciando-se apenas da testemunha que apresentou os menores teores de B ( $13,7 \text{ mg kg}^{-1}$ ) (Figura 1).

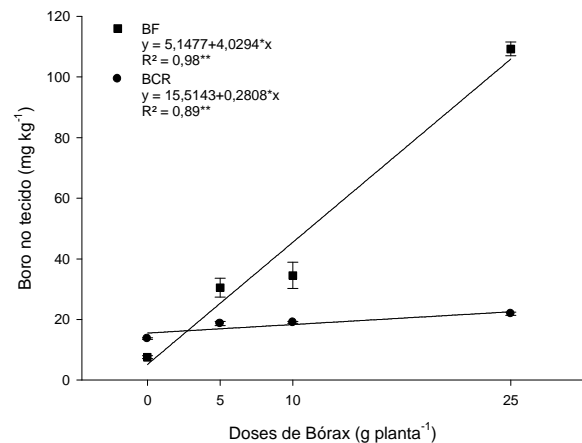
Vale salientar que de acordo com os resultados apresentados em Dias et al. 2014, a produção de matéria seca de parte aérea (MSPA) e de raízes (MSR) foi crescente com o aumento do NH e não respondeu às doses de boro. Tanto para a MSPA quanto para a MSR, a maior produção ocorreu com o aumento de 60 para 80% de umidade no solo, sendo de  $10,7$  e de  $6,1 \text{ g vaso}^{-1}$ , respectivamente. Mostrando que provavelmente o teor de MO do solo utilizado foi suficiente para suprir a necessidade do *Eucalyptus benthamii* por este nutriente.

A tabela 2 apresenta a análise de variância para os teores de B no solo, onde somente houve resposta significativa para as doses de B, não apresentando significância estatística para os NH e nem interação entre as doses de B e os NH.

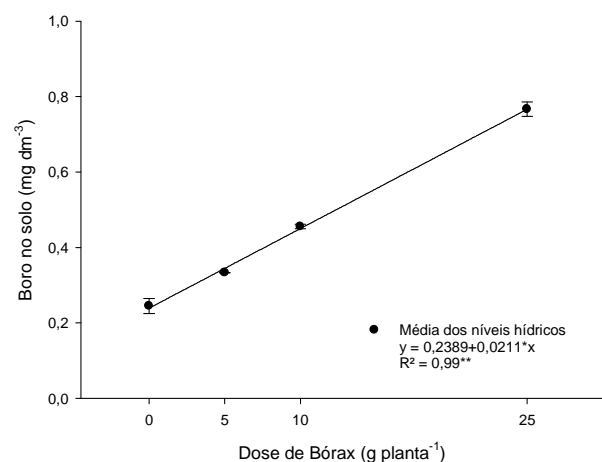
Na figura 2, os pontos representam as médias dos NH, bem como estão representadas as respostas das plantas as doses de B no solo.

Os teores de B no solo aumentaram conforme ocorreu o aumento da dose ( $0,2 \text{ mg dm}^{-3}$  na testemunha para  $0,8 \text{ mg dm}^{-3}$  em  $25 \text{ g Bórax planta}^{-1}$ ). Os teores de B no solo para as quatro doses testadas mostraram diferenças significativas entre si, sendo que a maior dose aplicada resultou nos maiores teores de B no solo e assim decrescendo até a testemunha que registrou os menores teores de B no solo (Figura 2). O comportamento do B no

solo foi linear positivo em função da dose aplicada (Matiello et al., 2009).



**Figura 1** - Teores de boro nas folhas (BF), no caule e ramos (BCR) de *Eucalyptus benthamii* submetido às doses de boro e aos níveis hídricos. \*\* - significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.



**Figura 2** - Valores de boro no solo de *Eucalyptus benthamii* submetido às doses de boro e aos níveis hídricos. \*\* - significativo a 1% de probabilidade de erro pelo teste F.

## CONCLUSÕES

O *Eucalyptus benthamii* não apresentou resposta à aplicação de boro no Cambissolo húmico do Planalto Sul Catarinense.

Os teores de boro nos tecidos vegetais e no solo apresentaram acréscimo conforme o aumento das doses aplicadas.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES e ao CNPq pelas bolsas concedidas.



## REFERÊNCIAS

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 10 ed. Porto Alegre, 2004. 400 p.

DELL, B.; MALAJCZUK, N. & GROVE, T.S. Nutrient disorders in plantation eucalypts. Canberra, Australian Center for International Agriculture Research, 1995. 104p.

DELL, B. & HUANG, L. Physiological responses of plants to low boron. *Plant Soil*, 193:85-101, 1997.

DIAS, L. P. R.; GATIBONI, L. C.; COSTA, M. M.; CAMPOS, D. J. P.; MENIN, R. A.; RODRIGUES, M. Resposta do *Eucalyptus benthamii* à Adubação com Boro em Três Níveis Hídricos. X Reunião sul brasileira de Ciência do Solo. Pelotas, RS. 2014.

FERREIRA, D.F., SISVAR: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

LEITE, S. M. M.; MARINO, C. L.; BONINE, C. A. V. Respostas de clones de *Eucalyptus grandis* e *E. grandis* x *E. urophylla* à supressão de boro. *Scientia Forestalis*, v.38, p.19-25, 2010.

MALAVOLTA, E.; KLIEMANN, H.J. Desordens nutricionais do cerrado. Piracicaba, Potafós, 1985. 136p.

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

MATIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R. DA; BARROS, N. F. DE; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. *R. Bras. Ci. do Solo*, v. 33, p. 1281-1290. 2009.

NOVAIS, R.f; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F. de; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa, MG; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p. : il. (algumas col.); 26 cm.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R.L.A.; HIGASHI, E.N.; NETO, C.B.L. Avaliação do estado nutricional e da fertilidade do solo em plantios de *Eucalyptus grandis* na região de Lençóis Paulista/SP (compact disc). In: Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas, 25.; Reunião Brasileira sobre Micorrizas, 8.; Simpósio Brasileiro sobre Microbiologia do Solo,

6; Reunião Brasileira de Biologia do Solo, 3., Santa Maria, 2000. FERTIBIO 2000: trabalhos. Santa Maria: SBCS; SBM, 2000b.

SILVEIRA, R. L. V. A. et al. F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. *Cerne*, v. 8, n.2, p. 108-117, 2002.

SAVORY, deficiência de Boro em *Eucalyptus* na Rodésia do Norte. *Empire Forestry Review*, v. 41, n.2, p. 118-26, 196.