



FERTILIZAÇÃO COM BORO EM PLÂNTULAS DE *Corymbia citriodora*

V. A. Pradela¹, A. M. Lapaz², C. H. P. Yoshida^{1*}, A. B. Nicolai³,
K. A. M. Silva⁴, R. S. Tomaz³

¹UNOESTE - Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, SP, Brasil

²UNESP – Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, SP, Brasil

³UNESP – Universidade Estadual Paulista, Dracena, SP, Brasil

⁴FATEC - Faculdade de Tecnologia, Presidente Prudente, SP, Brasil

Article history: Received 19 October 2018; Received in revised form 06 November 2018; Accepted 13 November 2018; Available online 19 December 2018.

RESUMO

A formação de mudas saudáveis e de qualidade é de fundamental importância para o cultivo desta cultura, uma vez que garante maior eficiência e resistência da planta às condições edafoclimáticas. Tendo em vista a importância do boro (B) para *Corymbia citriodora* no desenvolvimento inicial e a sua escassez nos solos, o presente trabalho objetivou-se em avaliar os benefícios da fertilização deste micronutriente em plântulas da espécie *Corymbia citriodora*. Foi considerado o delineamento experimental inteiramente casualizado, compreendido por 5 tratamentos de doses de B na forma de H_3BO_3 (0,0; 0,25; 0,50; 0,75; e 1,0 $mg L^{-1}$). De forma geral, nas condições em que foi cultivada a espécie *Corymbia citriodora*, a dose de 0,5 $mg L^{-1}$ de B foi a que proporcionou os maiores incrementos para os parâmetros do diâmetro do caule; comprimento da parte aérea e da raiz; e massa seca da parte aérea e da raiz. No tratamento com ausência do B (controle), foram detectados os menores incrementos para os parâmetros avaliados, evidenciando que a fertilização com B é benéfica nessas condições de cultivo.

Palavras-chave: ácido bórico, desenvolvimento inicial, propagação.

FERTILIZATION WITH BORON IN *Corymbia citriodora* SEEDLINGS

ABSTRACT

The formation of healthy and high-quality seedlings has fundamental importance for the cultivation of this species since it guarantees greater efficiency and resistance of the plant to edaphoclimatic conditions. Considering the importance of boron (B) for *Corymbia citriodora* in initial development and the absence of B in soils, the present work aimed to evaluate the benefits of B fertilization in *Corymbia citriodora* seedlings. The experimental design was completely randomized, comprising 5 treatments of B doses in the form of H_3BO_3 (0.0, 0.25, 0.50, 0.75 and 1.0 $mg L^{-1}$). In a general way, under growing conditions, the dose 0.5 $mg L^{-1}$ of B gave the most substantial increments for the parameters of the stem diameter; shoot and root length; and shoot and root dry mass. In the treatment without B (control), the smallest increments were detected for the evaluated parameters, showing that fertilizing with B is beneficial in these conditions of growth.

Keywords: boric acid, initial development, propagation.

* camilahatsu@gmail.com

INTRODUÇÃO

A espécie *Corymbia citriodora* é amplamente cultivada em muitas áreas subtropicais. Essa cultura possui madeira de qualidade, podendo ser utilizada como lenha, carvão e em construções e estruturas, pela sua característica de resistência mecânica, durabilidade natural e menor tendência ao rachamento (BERNARDI et al., 2011; MORAIS et al., 2010). Além disso, suas folhas têm sido usadas para a extração de óleos essenciais para fins industriais, químicos e farmacêuticos (VITTI & BRITO, 2003).

A busca na formação de mudas saudáveis e de qualidade no sistema de cultivo do *Corymbia citriodora* mostra-se fundamental, pois proporciona o maior desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular, garantindo, assim, maior eficiência e resistência às condições adversas experimentadas a campo (ARAÚJO, 2017). Neste contexto, para que o percentual de sobrevivência no campo e a produtividade possam ser os maiores possíveis no local de implantação da cultura, a obtenção de mudas de qualidade é indispensável (CAMARGO et al., 2011).

O suprimento ideal dos macro e micronutrientes é fundamental para os processos fisiológicos na planta,

permitindo-lhe expressar todo o seu potencial produtivo (CORCIOLI et al., 2016). Em particular, o boro (B) apresenta diferença na faixa requerida entre as plantas e, quando usado na dose ideal, conduz no maior crescimento e desenvolvimento da planta (TARIQ & MOTT, 2007; LEONG, 2016).

O B desempenha diversas funções na planta, como nos processos de absorção do Ca^{2+} , translocação de açúcar, germinação do pólen, ação hormonal, desenvolvimento de raízes e formação de frutos, funcionamento do meristema apical, translocação da água das raízes para as porções superiores do corpo da planta (OZTURK et al., 2011).

Todavia, diversos autores têm relatado que a composição dos solos brasileiros apresenta baixas concentrações deste micronutriente, com destaque para o Cerrado, cuja região tem vivenciado uma expansão desta cultura (MATTIELLO et al., 2009).

Tendo em vista a importância do B no desenvolvimento inicial dos vegetais e a sua escassez nos solos, o presente trabalho objetivou-se em avaliar os benefícios da fertilização deste micronutriente em plântulas da espécie *Corymbia citriodora*.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação, na Faculdade de Tecnologia de Presidente Prudente (SP) (FATEC), localizada no município de Presidente Prudente, Oeste do Estado de São Paulo, localizada nas coordenadas geográficas 22°08'05" S e 51°22'58" W. O clima da região, conforme a classificação Köppen, é do tipo Aw (mesotérmico com verão quente e inverno seco), de acordo com Rolim et al. (2007).

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, considerando cinco tratamentos compostos por doses de B na forma de H_3BO_3 (0,0 – controle; 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 mg L⁻¹), com quatro

repetições, sendo estas as médias de uma parcela experimental composta por cinco, totalizando 20 tubetes por tratamento.

Foram utilizados tubetes de polietileno de 13 cm de comprimento e 3,0 cm de diâmetro. O substrato comercial utilizado foi o Carolina Soil®, cuja composição é a base de turfa Sphagnum 70%, palha de arroz torrefada 20%, perlita 10%, com pH de 5,65±0,25; CE de 1,5±0,1 dS m⁻¹ e densidade de 220 kg m⁻³.

O B foi adicionado ao substrato de forma homogênea, de acordo com os respectivos tratamentos e, em seguida, colocado nos tubetes. A semeadura do experimento foi realizada em 10 de abril de

2018, utilizando três sementes de *Corymbia citriodora* por tubetes. Posteriormente, aos 5 dias após a germinação, foi realizado o desbaste, permanecendo 1 planta por tubete. As sementes usadas foram produzidas na empresa Suzano Papel e Celulose, localizada na cidade de Londrina (PR).

As plântulas aos 14, 21 e 28 dias após a emergência, foram submetidas a adubação de cobertura, na proporção de 10g de sulfato de amônio [(NH₄)₂SO₄] e 3g de cloreto de potássio (KCl) diluídas em 1L de água, para cada aplicação (pulverização). A calda foi aplicada por meio de uma bomba costal manual (pulverizador). A irrigação foi realizada diariamente em lâminas de 4,0 mm m⁻² dividida em 4 aplicações.

Ao final de 30 dias, as mudas foram retiradas dos tubetes e lavadas até a retirada total do substrato. Em seguida, foram avaliados os parâmetros: diâmetro do caule, com auxílio de um paquímetro

digital à altura de 1 cm do colo da plântula e expresso em milímetros (mm); comprimento da parte aérea e da raiz, com auxílio de uma régua e expressos em centímetros (cm). Ainda, foi determinada a massa seca da parte aérea e da raiz. As amostras foram submetidas a um processo de secagem em estufa com circulação forçada e renovação de ar, em temperatura de 65°C até atingir massa constante, assim foram determinadas as respectivas massas e os valores expressos em gramas (g).

Os dados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$). Os parâmetros que apresentaram resultado significativo foram submetidos à análise de regressão polinomiais ($p < 0,05$), em que a escolha do modelo polinomial foi baseada na significância dos betas. Toda a análise estatística dos dados foi realizada utilizando rotinas desenvolvidas pelos autores no software livre R (R CORE TEAM, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros do diâmetro do caule, comprimento da parte aérea e da raiz, massa seca da parte aérea e da raiz,

apresentaram efeito significativo à aplicação das doses de B, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1. Resumos das análises de variância, por quadrado médio, referente aos valores de diâmetro do caule (DC); comprimento da parte aérea (CPA) e da raiz (CR); massa seca da parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR).

FV	QM				
	DC	CPA	CR	MSPA	MSR
Doses de Boro	0,0184***	1,3723***	7,1609***	0,0346***	0,0314***
Resíduo	0,0012	0,878	0,3307	0,0033	0,0013
CV (%)	4,95	5,98	8,39	7,12	8,03

Fontes de variação (FV); quadrado médio (QM); coeficiente de variação (CV); *** - $p < 0,001$.

O parâmetro do diâmetro do caule ajustou-se à regressão polinomial de 2º grau. O ponto de maior incremento deste parâmetro ocorreu na dose de 0,48 mg L⁻¹,

apresentando 0,75 mm. Quando comparado com o controle, foi observado um aumento médio de 17% na estimativa deste parâmetro (Figura 1).

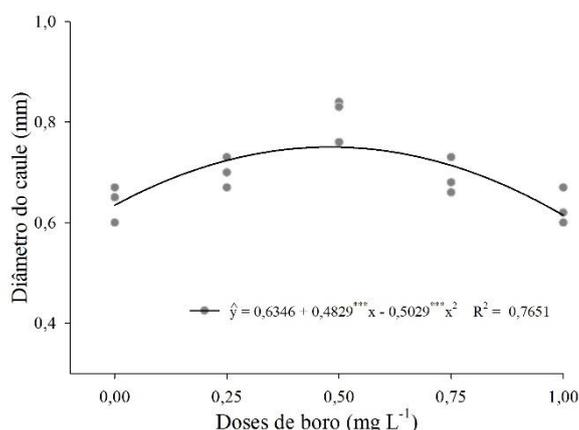


Figura 1. Diâmetro do caule em resposta à aplicação de doses de B. *** - $p < 0,001$.

Barreto et al. (2007), estudando a eficiência do B em seis clones de eucalipto do cruzamento *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* cultivado em solução nutritiva, verificaram efeito significativo deste micronutriente em dois clones, sendo a dose de 0,54 mg L⁻¹ a que apresentou maior incremento de DC, corroborando com o ponto de máxima verificado neste estudo para o DC.

Os parâmetros do comprimento da parte aérea e da raiz ajustaram-se à regressão polinomial de 2º grau. Os pontos de maiores incrementos nestes parâmetros foram respectivamente na dose de 0,57 e 0,49 mg L⁻¹, apresentando 5,52 e 8,18 cm, respectivamente. A ausência do B (controle), resultou em menor crescimento da plântula, sendo de 31; 58; 21; 2% (comprimento da parte aérea) e 17; 38; 25; 13% (comprimento da raiz) em relação as

doses de 0,25; 0,50; 0,75; 1,0 mg L⁻¹, respectivamente (Figura 2).

É importante salientar que com o aumento do crescimento da parte aérea e da raiz detectados em torno da dose de 0,5 mg L⁻¹ de B, a planta tende a ser favorecida fisiologicamente, bem como: pelo aumento da taxa fotossintética e transpiração, em decorrência do maior crescimento da parte aérea, o que conseqüentemente resulta em maior translocação de fotoassimilados e nutrientes (ARAÚJO, 2017); maior capacidade de absorção de água e nutrientes, principalmente em relação àqueles que são absorvidos por interceptação e difusão em decorrência do maior crescimento da raiz, o que pode refletir em mudas com maior qualidade nutricional (PRADELA et al., 2018).

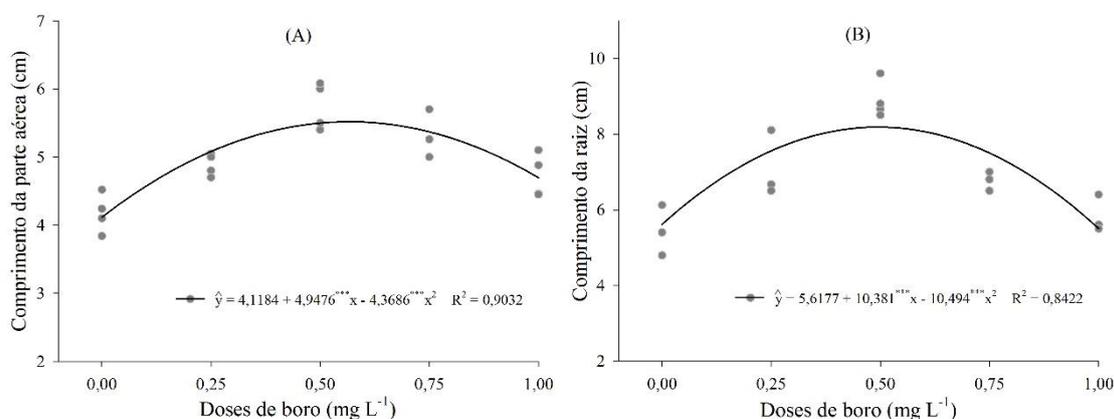


Figura 2. Comprimento da parte aérea (A) e da raiz (B) em resposta à aplicação de doses de B. *** - $p < 0,001$.

Silveira et al. (2003), em um experimento similar, estudando as espécies *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* sob condições de viveiro aos 86 dias de idade, verificaram que as doses de 0,325 à 1,30 mg L⁻¹ de B proporcionaram os maiores valores para o comprimento da parte aérea, enquanto as doses acima de 1,30 mg L⁻¹ foram prejudiciais para este parâmetro. Silveira et al. (2000) verificaram que as doses de B de 0,125 à 4,0 mg L⁻¹ promoveram maior comprimento das brotações em *Corymbia citriodora* sob condições de solução nutritiva aos 84 dias após o corte. Estes autores encontraram doses recomendadas de B acima das constatadas neste estudo, evidenciando a

existência de uma faixa ampla entre a deficiência e a toxicidade para a espécie *C. citriodora*. Segundo Mattiello et al. (2009b), essas respostas diferencias estão atreladas não somente à exigência de cada espécie, como também ao método de cultivo e a idade das plantas.

Os parâmetros da massa seca da parte aérea e da raiz ajustaram-se à regressão polinomial de 2º grau. Os pontos de maiores incrementos nestes parâmetros foram respectivamente na dose de 0,57 e 0,49 mg L⁻¹, apresentando 0,89 e 0,54 g, respectivamente. Quando comparado com o controle, foi observado um aumento médio de 29 e 46% na estimativa destes parâmetros, respectivamente (Figura 3).

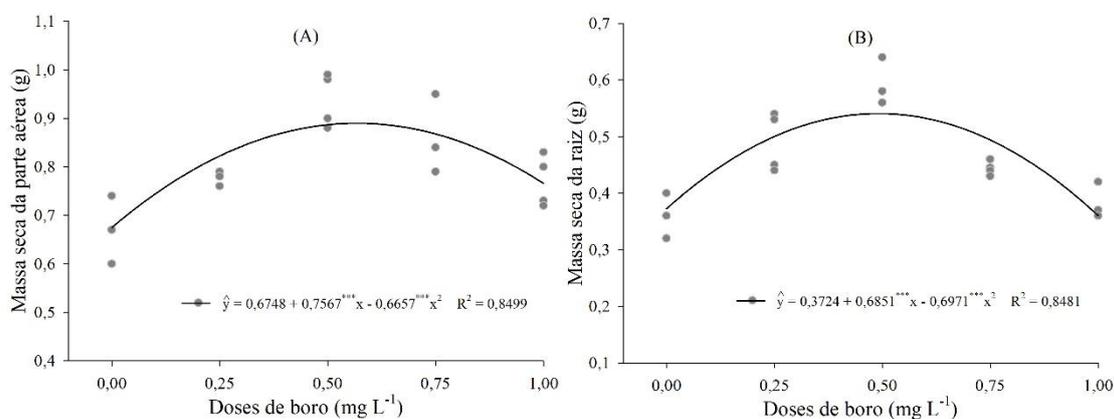


Figura 3. Massa seca da parte aérea (A) e da raiz (B) em resposta à aplicação de doses de B.
*** - $p < 0,001$.

Outros autores também identificaram efeito benéfico da fertilização com B sob diferentes potenciais hídricos para a massa seca da parte aérea e da raiz nas espécies *Corymbia citriodora* (RAMOS et al., 2013) e *Eucalyptus grandis* (MATTIELLO et al., 2009a).

A omissão do B (controle) proporcionou menores valores para os parâmetros avaliadas neste estudo, o que provavelmente está associado à redução da síntese de pectina e lignina, tornando as paredes celulares do caule mais finas (SILVEIRA et al., 2003), a redução da permeabilidade da membrana plasmática e a translocação da água das raízes para as porções superiores do corpo da planta, o que pode interferir na absorção dos

nutrientes (MATTIELLO et al., 2009b; OZTURK et al., 2011), além de afetar a funcionalidade do meristema apical (OZTURK et al., 2011), reduzindo o crescimento da planta.

A translocação do B pelos vasos floemáticos observadas em algumas espécies do gênero *Corymbia* e *Eucalyptus* pode ser um importante mecanismo de tolerância contra a escassez deste nutriente, podendo ser um indicativo de mobilidade restrita quando presente em elevadas concentrações em folhas maduras. Por outro lado, a sua maior concentração em folhas jovens pode ser um indicativo de sua mobilidade dentro da planta (MATTIELLO et al., 2009b; RAMOS et al., 2013).

CONCLUSÃO

De forma geral, nas condições em que foi cultivada a espécie *Corymbia citriodora*, a dose de 0,5 mg L⁻¹ de B foi a que proporcionou os maiores incrementos

do diâmetro do caule; comprimento da parte aérea e da raiz; e massa seca da parte aérea e da raiz.

AGRADECIMENTOS

"O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de

Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES)"

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S.; MELO, M. A.; HODECKER, B. E. R.; BARRETO, V. C. M.; ROCHA, E. C. Adubação com boro no crescimento de mudas de mogno-africano. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4(Suplemento 1): 1-7, 2017.

BARRETO, V. C. D. M.; VALERI, S. V.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N. Eficiência de uso de boro no crescimento de clones de eucalipto em vasos. **Scientia Forestalis**, v.1(76): 21-33, 2007.

BERNARDI, M. R.; SPEROTTO J. M.; DANIEL, O.; TADEU VITORINO, A. C. Crescimento de mudas de *Corymbia citriodora* em função do uso de hidrogel e adubação. **Cerne**, v. 18(1): 67-74, 2012.

CAMARGO, R.; PIRES, S. C.; MALDONADO, A. C.; CARVALHO, H. P.; COSTA, T. R. Avaliação de substratos para a produção de mudas de pinhão-mansão em sacolas plásticas. **Revista Trópica Ciências Agrárias e Biológicas**, v. 5(1): 32-38, 2011.

CORCIOLI, G.; BORGES, J. D.; JESUS, R. P.; Deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro. **Cerne**, v. 22(1): 121-128, 2016.

GONÇALVES, J. C., OLIVEIRA, A. D., CARVALHO, S. P. C., GOMIDE, L. R., Análise Econômica da Rotação Florestal de Povoamentos de Eucalipto Utilizando a Simulação de Monte Carlo. **Ciência Florestal**, v. 27(4): 1339-1347, 2017.

LEONG, G. J. M. Mineral nutrient calibration for Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) grown in dry-tropical North-Eastern Queensland, Australia: with a focus on Phosphorus and Boron. MPhil Thesis, **School of Agriculture and Food Sciences**, p. 154, 2016.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; BARROS, N. F. D.; NEVES, J. C. L.; BEHLING, M. Transporte de boro no solo e sua absorção por eucalipto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33(5): 1281-1290, 2009a.

MATTIELLO, E. M.; RUIZ, H. A.; SILVA, I. R.; GUERRA, P. D. C.; ANDRADE, V. M. Características fisiológicas e crescimento de clones de eucalipto em resposta ao boro. **Revista Árvore**, v. 33(5): 821-830, 2009b.

MORAIS, E.; ZANOTTO, A. C. S.; FREITAS, M. L. M.; MORAES, M. L. T.; SEBBENN, A. M. Variação genética, interação genótipo solo e ganhos na seleção em teste de progênies de *Corymbia citriodora* Hook em Luiz Antonio, São Paulo. **Scientia Forestalis**, v. 38(85): 11-18, 2010.

OZTURK, M.; SAKCALI, S.; GUCEL, S.; TOMBULOGLU, H. Boron and plants. In: Plant adaptation and phytoremediation. **Springer**, p. 275-311, 2010.

PRADELA, V. A.; YOSHIDA, C. H. P.; SANTOS, D. C.; SANTOS, R. C.; LAPAZ, A. M. (2018). Produção de mudas de alface em resposta ao uso de água

tratada magneticamente/production of lettuce changes in response to the use of magnetically treated water. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 12(3): 299-306, 2018.

RAMOS, S. J.; FAQUIN, V.; ÁVILA, F. W.; FERREIRA, R. M. A.; ARAÚJO, J. L. Biomass production, B accumulation and Ca/B ratio in Eucalyptus under various conditions of water availability and B doses. **Cerne**, v. 19(2): 289-295, 2013.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2018.

ROLIM, G. D. S.; CAMARGO, M. B. P. D.; LANIA, D. G.; MORAES, J. F. L. D. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, p. 711-720, 2007.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A.; HIGASHI, E. N. Crescimento e sobrevivência de mudas de eucalipto sob doses de boro cultivadas em condições de viveiro e de campo. v. 28(2): 366-371, 2004

SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N.; SGARBI, F.; CAMARGO, M. A. F.; MOREIRA, A. Crescimento e estado nutricional de brotações de *Eucalyptus citriodora* sob doses de boro em solução nutritiva. **Scientia Forestalis**, v. 57(1): 53-67, 2000.

TARIQ, M.; MOTT, C. J. B. The significance of boron in plant nutrition and environment-a review. **Journal of Agronomy**, v. 6(1): 1-10, 2007.

VITTI, A. M. S.; BRITO, J. O. Óleo essencial de eucalipto. **Documentos florestais**, v. 17: 1-26, 2003.