



Crescimento e alterações bioquímicas de *Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* submetido a níveis de boro⁽¹⁾.

Daihany Moraes Callegari⁽³⁾; Paula Francyneth Nascimento Silva⁽²⁾; Hélio José Medeiros Santos⁽³⁾; Peola Reis de Souza⁽³⁾; Analu Mara Ferreira dos Santos⁽³⁾; Vanessa Ferreira Alves⁽²⁾.

⁽¹⁾ Projeto executado com apoio financeiro da Fundação Amazônia Paraense-FAPESPA.

⁽²⁾ Estudantes de Engenharia Florestal da Universidade Federal Rural da Amazônia; Paragominas, Pará; Email: paulanascimento1515@hotmail.com; ⁽³⁾ Estudantes de Engenharia Agrônoma da Universidade Federal Rural da Amazônia; Paragominas, Pará

RESUMO: O paricá pode apresentar bom desenvolvimento em solos de baixa fertilidade, porém seu crescimento inicial pode ser limitado em solos com deficiência de micronutrientes, como o boro. Assim, o objetivo desta pesquisa é avaliar o crescimento e comportamento bioquímico de plantas jovens de *Schyzolobium parahyba* em função de níveis crescentes de B. O experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas. Os nutrientes foram fornecidos via solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) modificada. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com cinco níveis de B (25; 50; 100; 150 e 250 μM B) e cinco repetições. Utilizou-se como fonte o ácido bórico (17% de B), as unidades experimentais foram constituídas por vasos com capacidade de 3 litros, utilizando sílica como substrato. As variáveis analisadas foram peróxido de hidrogênio (H_2O_2) na folha e raiz e glutathiona (GSH) na folha e raiz; Massa seca da parte aérea (MSPA) e Massa seca da raiz (MSR). Os níveis de H_2O_2 e GSH apresentaram alterações significativas nos tratamentos sob 150 e 250 μM B. O aumento dos níveis de boro promoveram menores produções de MSPA e MSR. O excesso de boro promove aumento nos níveis de H_2O_2 na folha e raiz, e em GSH somente na folha. Estes resultados revelam que plantas jovens de paricá sofrem interferências negativas nas folhas em concentrações a partir de 150 μM de boro.

Termos de indexação: micronutriente, nutrição florestal; solução nutritiva.

INTRODUÇÃO

O paricá (*Schyzolobium parahyba* var. *amazonicum* Huber ex. Ducke) Barneby pertencente à família Caesalpinaceae é uma espécie comum no Brasil, principalmente na Amazônia, possui crescimento rápido, fuste ereto e desprovido de ramificações (Rosa, 2006). É uma das espécies que mais vem sendo utilizadas em plantios de

reflorestamento na Amazônia devido às suas ótimas qualidades silviculturais como facilidade na produção, excelente ritmo de crescimento e bom índice de estabelecimento no campo, vindo a ser uma importante alternativa para a preservação da floresta nativa e o uso racional do solo (Marques et al., 2004).

O paricá pode apresentar bom desenvolvimento em solos de baixa fertilidade, porém seu crescimento inicial pode ser limitado em solos com deficiência de micronutrientes, como o boro (B) (Santos 2012). A alta concentração de B na planta proporciona menor transporte de compostos necessários para a formação da parede celular, como a pectina, celulose e lignina (Epstein & Bloom, 2006).

O estresse causado pelo excessivo suprimento de B às plantas está diretamente relacionado à maior produção de espécies reativas de oxigênio (ERO's), tal como o peróxido de hidrogênio (Landi et al., 2013; Jambunathan, 2010) que pode ocasionar aumento dos níveis de glutathiona, uma vez que esta atua como componente de defesa enzimática contra danos oxidativos (Landi et al 2013). Assim, o objetivo desta pesquisa é avaliar o crescimento e comportamento bioquímico de plantas jovens de *Schyzolobium parahyba* em função de níveis crescentes de B.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições experimentais

O Experimento foi realizado em casa de vegetação, na Universidade Federal Rural da Amazônia, Campus Paragominas.

Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, sendo constituído de cinco níveis de boro, com cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais. Os tratamentos foram constituídos de ácido bórico (25; 50; 100; 150 e 250 μM de B), fornecidos via solução nutritiva. No tratamento controle foi adicionado um quantidade mínima de B (25 μM), para que as plantas não apresentassem sintomas de deficiência em função da falta do elemento. As unidades experimentais foram



constituídas por vasos com capacidade de 3 litros cada um, utilizando sílica como substrato.

Instalação e condução do experimento

As mudas foram mantidas durante 15 dias em viveiro com 50% de luminosidade até o transplântio. As mudas foram transplantadas para solução nutritiva com 50% (meia força) da solução completa e foram conduzidas durante 15 dias para aclimação das plantas. Após esse período as plantas foram submetidas à solução completa 100% (força total), e foram aplicados os tratamentos. No intervalo de renovação das soluções, o volume dos vasos foi completado com água destilada e o pH ajustado na faixa de 5,5 a 6,0 com base NaOH (0,1M), sempre que necessário. Utilizou-se a solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) modificada, composta por KNO_3 2,3 mol L^{-1} , CaNO_3 1,1 mol L^{-1} , $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ 0,6 mol L^{-1} , MgSO_4 1,7 mol L^{-1} , KCl - 0,3 mol L^{-1} , KH_2PO_4 1,2 mol L^{-1} , Micronutrientes 1,1 mol L^{-1} , H_3BO 1,2 mol L^{-1} , Fe+EDTA 2,6 mol L^{-1} . Aos 60 dias de crescimento as plantas foram colhidas e todo material vegetal foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 60°C, até atingir peso constante e assim determinado massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR).

Análises fisiológicas

As análises de peróxido de hidrogênio (H_2O_2) e Glutathione (GSH) foram mensuradas utilizando-se a metodologia descrita por Wu et al. (2006).

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias de cada tratamento comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade, pelo programa estatístico SAS (SAS, 1996).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os máximos níveis de B foram verificadas as menores produções de MSPA (**Figura 1A**) não diferindo do tratamento com o nível mínimo de B (25 μM L^{-1}). Isto possivelmente evidencia o efeito tóxico das altas doses às plantas, uma vez que a quantidade de boro requerida pelas culturas é muito baixa. A maior produção de MSR (0,618g) foi obtida com 50 μM L^{-1} boro (**Figura 1B**). Nos níveis de 25 e 250 μM L^{-1} , as plantas apresentam as menores produções de MSR, possivelmente devido a carência do micronutriente, que diminuiu o crescimento radicular. Estes resultados corroboram com Mattiello et al, (2009), que pesquisando sobre níveis crescentes de B em Eucalipto, encontram respostas negativas com os aumentos dos níveis de B na produção MSR.

Os níveis de H_2O_2 na folha (**Figura 2A**) e raiz (**Figura 2B**) apresentaram alterações significativas nos tratamentos sob 150 e 250 μM de B, quando comparados ao controle. O acúmulo de peróxido de hidrogênio nas folhas e raízes está relacionado à produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (ROS), tal como o H_2O_2 , resultante da toxicidade causada pelo suprimento excessivo de boro (Gunes et al., 2006). O H_2O_2 é uma das ROS mais estáveis e sua superprodução frequentemente ocorre durante condições estressantes para a planta (Ślesak et al., 2007). Molassiotis et al. (2006) obtiveram resultados semelhantes avaliando plantas de *Malus domestica* cultivadas em diferentes concentrações de boro.

Os níveis de GSH na folha apresentaram alterações significativas nos tratamentos sob 150 e 250 μM B (**Figura 2C**) quando comparados ao controle. O aumento de GSH na folha pode estar atrelado à atuação deste composto no sistema antioxidante, como uma resposta devido ao excesso de boro. O estresse induzido pelo boro promoveu a formação de uma larga quantidade de H_2O_2 , no qual a GSH pode funcionar como um componente de defesa não enzimático, visando à remoção, prevenção e atenuação do dano oxidativo celular (Wang et al., 2011; Dresler & Maksymiec, 2013). Landi et al. (2013) verificaram aumento nos níveis de GSH em plantas de *Cucurbita pepo* e *Cucumis sativus* sob boro em excesso.

Os níveis de GSH na raiz mostraram modificações significativas sob os níveis de 50, 100, 150 e 250 μM B (**Figura 2D**). Sendo verificada diminuição mais expressiva ao nível de 250 μM B, quando comparado ao 25 μM . A menor concentração de GSH na raiz pode ter ocorrido porque o boro estimula a biossíntese de GSH nas folhas e funciona como inibidor no crescimento das raízes, pela falta de divisão das células meristemáticas. Corrales et al. (2008), encontraram resultados contrastantes, verificando aumento dos níveis de GSH em raízes de plantas de milho com a oferta adequada de boro.

CONCLUSÃO

O aumento dos níveis de boro promove menor produção de MSPA e MSR. O excesso de boro promove aumento nos níveis de H_2O_2 na folha e raiz, e em GSH somente na folha. Estes resultados revelam que plantas jovens de *Schizolobium parahyba* sofrem interferências negativas nas folhas em concentrações a partir de 150 μM de boro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CORDEIRO, I. M. C. C. Comportamento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby e *Ananas comosus* var. *erectifolius* (L.



B. Smith) Coppens Leal sob diferentes sistemas de cultivo no município de Aurora do Pará (PA). 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, PA, 2007.

CORRALES, I.; POSCHENRIEDER, C.; BARCELÓ, J.: Boron-induced amelioration of aluminium toxicity in a monocot and a dicot species. **Journal of Plant Physiology**, Volume 165, Issue 5, 31 March 2008, Pages 504–513.

DRESLER, S.; MAKSYMIEC, W.: Capillary zone electrophoresis For determination of reduced and oxidised ascorbate and glutathione in roots and leaf segments of Zea mays plants exposed to Cd and Cu. **Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus** 12(6) 2013, 143-155.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas.** Londrina: Planta, 2006. 403p.

GONDIM, A. R. O. **Absorção e mobilidade do boro em plantas de tomate e de beterraba.** 2009.14 f. Dissertação (Doutorado em Agronomia-Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, São Paulo, 2009.

GUNES, A.; SOYLEMEZOGLU, G.; INAL, A.; BAGCI, E. G.; COBAN, S.; SAHIN, O.: Antioxidant and stomatal responses of grapevine (*Vitis vinifera* L.) to boron toxicity. **Scientia Horticulturae**, Volume 110, Issue 3, 8 November 2006, Pages 279–284.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I.: The water culture method of growing plants without soil. California, **Agriculture Experiment Station.** 1950, p. 347.

JAMBUNATHAN, N.: Determination and detection of reactive oxygen species (ROS), lipid peroxidation, and electrolyte leakage in plants. In: Sunkar R (ed) *Plant Stress Tolerance*, 1st edn. Humana Press, New York, pp 291-297, 2010.

LANDI, M.; REMORINI, D.; PARDOSSI, A.; GUIDI, L. (2013) Boron excess affects photosynthesis and antioxidant apparatus of greenhouse Cucurbita pepo and Cucumis sativus. **Journal of Plant Research**, Volume 126, Issue 6, pp 775-786.

LIMA, S.F.; CUNHA, R.L.; CARVALHO, J.G.; SOUZA, C.A.S.; CORRÊA, F.L.O. (2003) Comportamento do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) submetido a aplicação de doses de boro. **Cerne**, Lavras, V.9, n.2, p.192-204.

MALAVOLTA, E. *Elementos de Nutrição Mineral de Plantas.* São Paulo, **Editora Agronômica Ceres**, 1980. 251p.

MARQUES, T. C. L. L. S. M., CARVALHO, J. G. C., LACERDA, M. P. C. L., MOTA, P. E. F. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v. 10, n.2, p. 184-195, jul./dez. 2004.

MIWA, K.; FUJIWARA, T.: Boron transport in plants: coordinated regulation of transporters. *Annals of Botany* 105: 1103–1108, 2010. DOI:10.1093/aob/mcq044.

MOLASSIOTIS, A.; SOTIROPOULOS, T.; TANOU, G.; DIAMANTIDIS, G.; THERIOS, I: Boron-induced oxidative damage and antioxidant and nucleolytic responses in shoot tips culture of the apple rootstock EM 9 (*Malus domestica* Borkh). **Environmental and Experimental Botany**, Volume 56, Issue 1, Pages 54–62, 2006.

ROSA, L.S. Botanical, anatomical and technological characteristics of Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). *Rev Cienc Agrar* 46:63-79, 2006.

SANTOS, E. M. **Crescimento e produção de plantios de paricá (*Schizolobium amazonicum* huber ex. ducke) sob diferentes espaçamentos.** 2012. 4 F. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias, Jerônimo Monteiro, ES, 2012.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT. User's Guide, release 6.11.ed. **Cary:** 1996.

ŚLESIAK, I.; LIBIK, M.; KARPINSKA, B.; KARPINSKI, S.; MISZALSKI, Z.: The role of hydrogen peroxide in regulation of plant metabolism and cellular signalling in response to environmental stresses. **Acta Biochimica Polonica**, Vol. 54 No. 1, 2007, 39–50.

WANG, J. Z.; TAO, S. T.; QI, K. J.; WU, J.; WU, H. Q.; ZHANG, S. L.: Changes in photosynthetic properties and antioxidative system of pear leaves to boron toxicity. **African Journal of Biotechnology**, Vol. 10(85), pp. 19693-19700, 28 December, 2011.

WU, Q.S.; XIA, R.X.; ZOU, Y.N. (2006). Reactive oxygen metabolism in mycorrhizal and non-mycorrhizal citrus (*Poncirus trifoliata*) seedlings subjected to water stress. **J. Plant Physiol.** DOI: 10.1016 / j.jpplph.2005.0

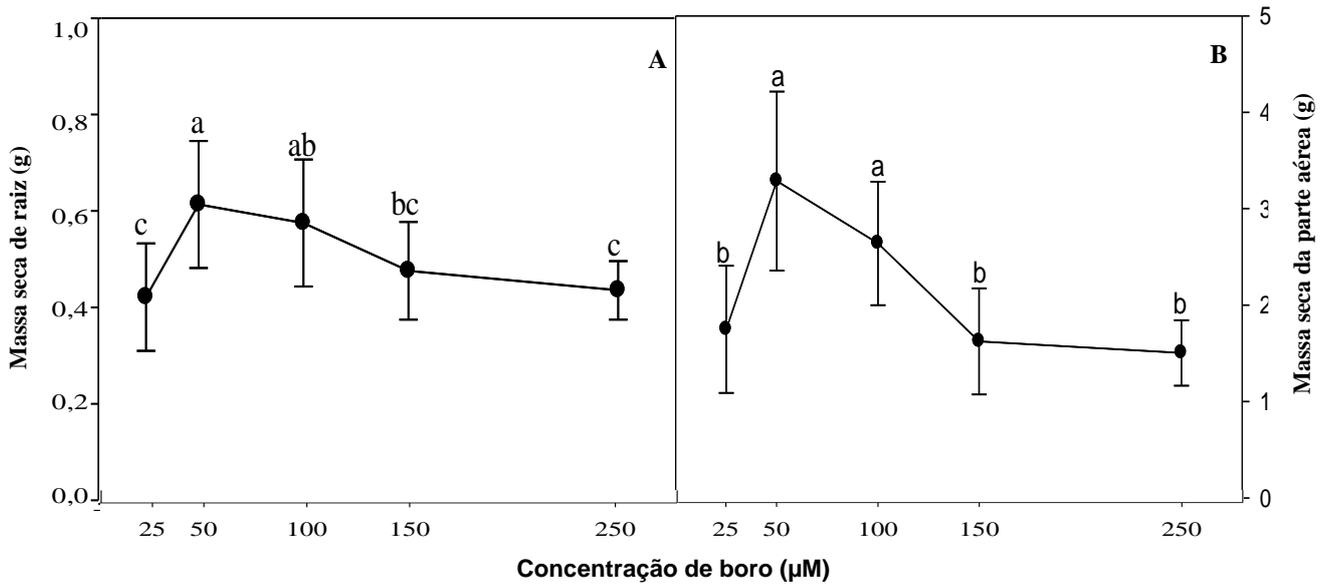


Figura 1. Massa seca de raiz (A); e Massa seca da parte aérea (B) em plantas jovens de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, submetido a níveis de boro.

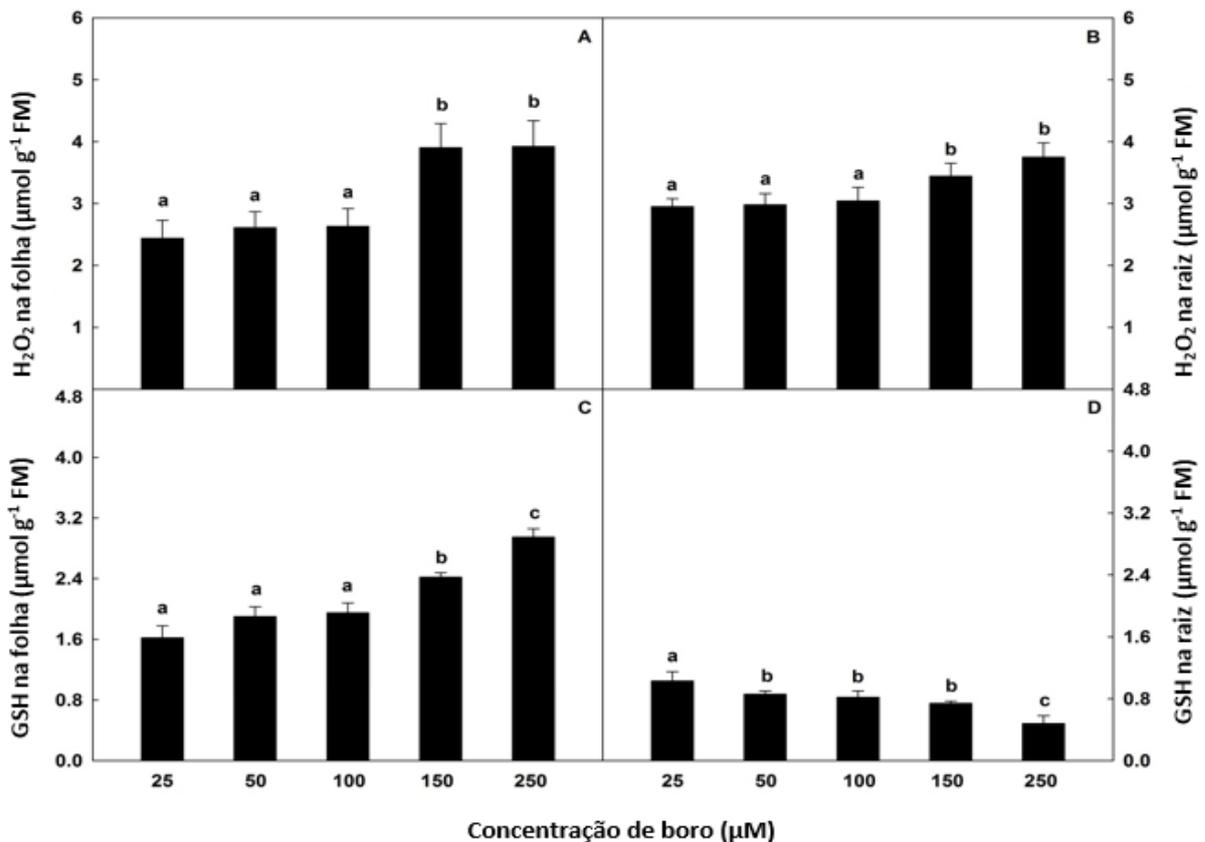


Figura 2: Conteúdo de Peróxido de hidrogênio na folha (A); Peróxido de hidrogênio na raiz (B); Glutathiona na folha (C); Glutathiona na raiz (D), em plantas jovens de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* submetido a níveis de boro.