

**MICRONUTRIENTES EM CEDRO-AUSTRALIANO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE BORO E ZINCO**

DAVI LOPES DO CARMO<sup>1</sup>, MAYKOM FERREIRA INOCÊNCIO<sup>2</sup>; BRENO VIANA NASCIMENTO SILVA<sup>3</sup>; JULIANA DE SOUZA DIAS<sup>4</sup>; ANTONIO EDUARDO FURTINI NETO<sup>5</sup>; JANICE GUEDES DE CARVALHO<sup>6</sup>

**RESUMO**

O objetivo do estudo foi avaliar a influência das doses de boro e zinco nos teores foliares de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata var. australis*). O experimento foi conduzido em solução nutritiva de Hoagland e Arnon, em vasos com capacidade de 3 L, no Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, em um delineamento experimental inteiramente ao acaso, no esquema fatorial 3x4, com três doses de boro (0,0; 0,5 e 1,5 mg L<sup>-1</sup>), quatro doses de zinco (0,0, 0,025, 0,05 e 0,1 mg L<sup>-1</sup>) com quatro repetições, totalizando 36 unidades experimentais, sendo que cada uma era composta por uma planta. No final do experimento as mudas foram colhidas e separadas em raiz, caule e folha. No entanto, para esse estudo apenas considerou-se as folhas, que foram lavadas, secas e trituradas em moinho tipo Willey e submetidas às análises químicas para a determinação de micronutrientes. O boro aumenta a absorção de micronutrientes, enquanto que o zinco aumenta a absorção de ferro, manganês e zinco. As maiores doses de boro e zinco aumentam os teores foliares de todos os nutrientes, exceto o cobre. Concentrações intermediárias de zinco promovem os maiores teores de micronutrientes em folhas de cedro-australiano.

**Palavras-chave:** *Toona ciliata var. australis*. Teores foliares. Nutrição mineral.

**INTRODUÇÃO**

O cedro-australiano é uma espécie exótica, proveniente de várias regiões da Austrália e no Brasil ele encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento. A espécie apresenta uma ampla utilização, desde a construção de mobílias de luxo, embarcações, produção de compensados, laminados, ornamentos de interior, marcenaria, até instrumentos musicais. Relata-se também a extração de taninos e de substâncias de uso na produção de inseticidas, essências para a indústria de perfumaria, cosméticos e medicamentos. A implantação da cultura é economicamente viável e confere um investimento rentável ao produtor (PINHEIRO et al., 2003).

Com relação a estudos sobre nutrição mineral do cedro-australiano, poucos trabalhos têm sido encontrados na literatura, sendo uma espécie que poderá ter grande importância no mercado madeireiro. A produtividade de espécies arbóreas com alto potencial de crescimento é freqüentemente limitada por restrições nutricionais, o que torna importante o conhecimento dos seus requerimentos nutricionais (SANGINGA et al., 1991).

Diversos trabalhos têm demonstrado os efeitos do boro e do zinco em diversas culturas, porém, não há registros que mencionem os efeitos sobre o cedro-australiano. Lima Filho (1991) estudando a interação entre boro e zinco observou que o aumento da produção de matéria seca do cafeeiro ocorria com o aumento das doses de zinco apenas quando se elevava o teor de boro em solo. A resposta ao zinco dependia de um teor mínimo de boro no solo, sendo que as melhores respostas ao zinco foram obtidas nos tratamentos com 3 a 5 mg kg<sup>-1</sup> de boro no solo. O trabalho realizado por Corrêa et al. (2002) mostrou que o zinco teve efeito positivo no acúmulo de zinco na matéria seca do caule, com o aumento da dose em mudas de acerola.

---

<sup>1</sup> Mestrando em Ciência do Solo, DCS/UFLA, davigoldan@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Doutorando em Ciência do Solo, DCS/UFLA, maykomagronomia@yahoo.com.br

<sup>3</sup> Tecnólogo em Gestão Ambiental, brecordi@gmail.com

<sup>4</sup> Mestranda em Zootecnia, DZO/UFLA, juju\_zoo@hotmail.com

<sup>5</sup> Professor do Departamento de Ciência do Solo, DCS/UFLA, afurtini@ufla.br

<sup>6</sup> Professora Titular do Departamento de Ciência do Solo, DCS/UFLA, janicegc@ufla.br

Em um trabalho realizado por Salvador et al. (2003) não se encontrou diferença significativa das doses crescentes de boro sobre a produção de matéria seca do caule, folhas e total demonstrando que a faixa entre deficiência e toxicidade do boro na goiabeira não é estreita, como Malavolta et al. (1997) relata para a maioria das culturas. De acordo com Malavolta et al. (1997), as interações entre nutrientes, em plantas superiores, ocorrem quando o suprimento de um nutriente afeta a absorção, redistribuição ou a função de outro nutriente, induzindo deficiência ou toxidez, podendo modificar o desenvolvimento vegetal.

O objetivo do estudo foi avaliar a influência de doses de boro e zinco nos teores foliares de boro, cobre, ferro, manganês e zinco em mudas de cedro-australiano em solução nutritiva de Hoagland e Arnon.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Descrição do experimento**

O experimento foi realizado em casa-de-vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG, situada geograficamente nas coordenadas de 21°14 de latitude Sul e 45°00 de longitude Oeste, à altitude de 910 m. O experimento foi em um delineamento inteiramente casualizado, em vasos com capacidade de 3 L, em um esquema fatorial 3x4, com três doses de boro (0,0; 0,5 e 1,5 mg L<sup>-1</sup>), quatro doses de zinco (0,0, 0,025, 0,05 e 0,1 mg L<sup>-1</sup>), três repetições, totalizando 36 unidades experimentais, composta de uma planta cada uma. As fontes utilizadas para o fornecimento de boro e zinco foram o ácido bórico (17% de B) e sulfato de zinco (23% de Zn), respectivamente.

As mudas com idade de 30 dias foram obtidas no viveiro Bela Vista, do município de Campo Belo, MG, onde foram inicialmente aclimatadas em casa-de-vegetação durante 30 dias. Após um mês, foram retiradas dos tubetes e as raízes foram lavadas com água destilada para eliminar os resíduos do substrato. As mudas de cedro-australiano foram colocadas em uma solução nutritiva completa de Hoagland & Arnon (1950) a 10% da força iônica durante 15 dias. Após esse período as mudas foram transferidas para as parcelas experimentais com capacidade de 3 L, permanecendo durante uma semana na solução nutritiva a 25% da força iônica e depois a força iônica passou para 50%, com renovação a cada 15 dias.

### **Análise química de macronutrientes**

Aos 90 dias após a adição dos tratamentos foram colhidas as mudas de cedro-australiano, as quais foram separadas em raiz, caule e folhas, onde para esse estudo foi considerado apenas o último compartimento. O material foi lavado em água corrente e destilada, seco em estufa de circulação forçada de ar a 65°C durante três dias e triturados em moinho tipo Willey. O material triturado foi submetido a digestão nitroperclórica para a determinação de cobre, ferro, manganês e zinco e o método da incineração para a determinação de boro.

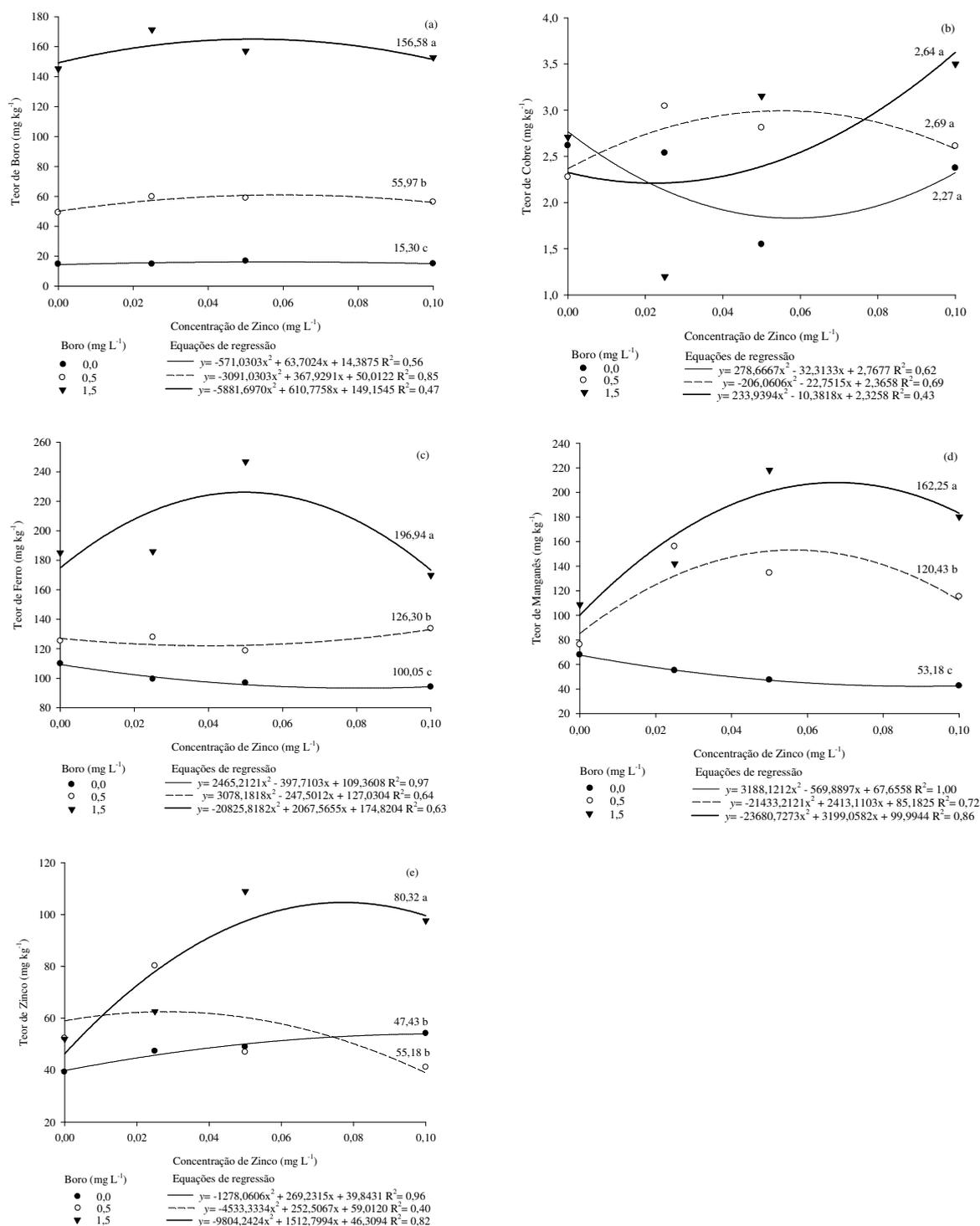
### **Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000) e quando significativo foi ajustado a regressão para cada macronutriente pelo SigmaPlot 11.0.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na figura 1 são apresentados os resultados dos teores foliares de micronutrientes referentes às doses de boro e zinco em mudas de cedro-australiano.

**XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFPA**  
 27 de setembro a 01 de outubro de 2010



**Figura 1.** Análises de regressão e teste de média (letras iguais não diferem significativamente ao nível de 5% pelo teste de Tukey) para os teores de boro (a), cobre (b), ferro (c), manganês (d) e zinco (e) nas folhas de mudas de cedro-australiano (*Toona ciliata* var. *australis*) submetidos a aplicação de boro e zinco em solução nutritiva (Lavras, MG).

**Boro**

Para o micronutriente boro, a aplicação de zinco não modificou significativamente os teores foliares de boro (Figura 1a). Nesse sentido, implica que a interação entre o boro e o zinco é de baixa intensidade, onde, mesmo em altas e baixas concentrações de zinco, pouco foi diferente nos teores de boro. A importância do boro para mudas de eucalipto foi observada por Barretto et al. (2007)

trabalhando com doses crescentes de boro, onde a aplicação do micronutriente via solução nutritiva, promoveu maior crescimento, com as maiores produções de biomassa nas concentrações de 0,33 a 0,44 mg L<sup>-1</sup> de B, com ganhos em altura e biomassa entre 35 e 54% e entre 21 e 64%, respectivamente.

Para o teste de médias, observou-se que as doses de boro interferiram nos teores foliares do micronutriente em mudas de cedro-australiano. Com o incremento de boro, as mudas elevaram os teores nas folhas, sendo em média de 20, 45 e 150 mg kg<sup>-1</sup> os teores de boro para as doses de 0; 0,5 e 1,5 mg L<sup>-1</sup>. Assim, o cedro-australiano é uma espécie que eleva os teores de boro na folha com a maior oferta do micronutriente.

### **Cobre**

A aplicação de boro modificou os teores de cobre nas folhas de cedro-australiano (Figura 1b). As doses intermediárias de boro e zinco proporcionaram os maiores teores foliares de cobre (3,0 mg kg<sup>-1</sup>). Esse efeito é causado pelo equilíbrio entre os dois nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2004). Comparando-se as médias obtidas não houve diferença nos teores nas três doses de boro. Paiva et al. (2003) observaram que no caule, os teores de cobre apresentaram resposta quadrática positiva ao zinco, caindo com as menores doses e aumentando em doses maiores, indicando que, até determinada dose do metal, há restrição do transporte de cobre da raiz para a parte aérea.

### **Ferro**

Os maiores teores de ferro foram obtidos com a dose de 1,5 mg L<sup>-1</sup> de boro (Figura 1c), sendo em média duas vezes aos encontrados para os outros tratamentos. Nesse caso pode-se considerar que o boro possui certa afinidade pelo ferro, podendo apresentar um sinergismo entre os nutrientes, mas como a resposta foi quadrática para o zinco, essa interação é otimizada com teores de 0,05 mg L<sup>-1</sup> de zinco. Assim, o equilíbrio entre esses micronutrientes é importante para que as plantas consigam absorver adequadamente outros nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2004; FAQUIN, 2005). A adição de boro influenciou os teores de ferro, independentemente do zinco. Nesse sentido, mesmo em altas doses de boro, o cedro-australiano elevou os teores de ferro.

Soares et al. (2001) observaram que altas doses de zinco reduzem as concentrações de Fe na parte aérea a níveis considerados deficientes para o crescimento das duas espécies de eucalipto estudadas. A translocação de ferro é altamente inibida pelo excesso de zinco, e esta deficiência induzida é uma das possíveis causas da fitotoxidez do zinco no eucalipto.

### **Manganês**

Semelhante ao ferro, os teores foliares de manganês nas mudas de cedro-australiano foram influenciados pelas doses de boro e zinco (Figura 1d). Na ausência de boro houve redução em média de 25% nos teores de zinco, enquanto que a adição de 0,5 e 1,5 mg L<sup>-1</sup> de boro houve um aumento médio de 100% em relação a testemunha sem zinco. Soares et al. (2001) trabalhando com *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla*, verificaram que, de maneira geral, os conteúdos de cobre, ferro e manganês sofreram redução de seus valores com a elevação de zinco em solução. A dose mais baixa de zinco em solução (400 mM) foi suficiente para reduzir em 57% a concentração de manganês na matéria seca da parte aérea das espécies. Paiva et al. (2003) observaram que no caule o teor de manganês não foi afetado pelas doses crescentes de Zn, ao passo que o teor foliar apresentou resposta linear negativa.

Apenas observando a testemunha para o zinco, os teores de manganês foram maiores na dose de 1,5 mg L<sup>-1</sup> de boro. Dessa forma a adição de boro permite um maior teor de manganês nas folhas e é intensificado com o aumento das concentrações de zinco até 0,05 mg L<sup>-1</sup>.

### **Zinco**

Na Figura 1e são apresentados os teores de zinco em função das doses de boro e zinco. As análises de regressão indicam que a espécie florestal apresenta resposta aos teores de zinco quando aplicado a maior dose de boro. Assim, o boro atua em uma ação de sinergismo com o zinco. As doses de zinco promoveram aumento significativo no teor e conteúdo de zinco, nas folhas e caules das plantas de freijó (FERNANDES et al., 2007). De acordo com Locatelli et al. (2007) com relação aos

micronutrientes estudados (boro e zinco), o que mais limitou o crescimento inicial do cedro rosa em altura e diâmetro do caule foi a omissão de zinco.

Onde na média das doses de zinco, os tratamentos que apresentaram os maiores teores de zinco correspondeu aquele que havia a maior quantidade de boro em solução nutritiva.

## **CONCLUSÃO**

O boro aumenta a absorção de micronutrientes, enquanto que o zinco aumenta a absorção de ferro, manganês e zinco.

As maiores doses de boro e zinco aumentam os teores foliares de todos os nutrientes, exceto o cobre.

Concentrações intermediárias de zinco promovem os maiores teores de micronutrientes em folhas de cedro-australiano.

## **REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO**

BARRETTO, V. C. 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**, Piracicaba, v. 76, n. 6, p. 21-33, nov./dez. 2007.

CORRÊA, F. L. O.; SOUZA, C. A. S.; MENDONÇA, V.; CARVALHO, J. G. Acúmulo de nutrientes em mudas de aceroleira adubadas com fósforo e zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 765-769, dez. 2002.

FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras, UFLA/FAEPE, 2005. 183p.

FERNANDES, A. R.; PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; MIRANDA, J. R. P. crescimento e absorção de nutrientes por mudas de freijó (*Cordia goeldiana* HUBER) em função de doses de fósforo e de zinco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 4, p. 599-608, jul./ago. 2007.

FERREIRA, D. F. **SISVAR: Sistema de Análise de Variância**. Lavras – MG: UFLA. 2000.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method of growing plants without soil. Berkeley: University of California/College of Agriculture/Agricultural Experiment Station, 1950. 32 p. (Circular, 347).

LIMA FILHO, O. F. **Calibração de boro e zinco para o cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Catuaí amarelo)**. Piracicaba, 1991. 100p. Dissertação (Mestrado) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP.

LOCATELLI, M.; MACÊDO, R. S.; VIEIRA, A. H. Avaliação de altura e diâmetro de mudas de cedro-rosa (*Cedrela odorata* L.) submetidas a diferentes deficiências nutricionais. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 645-647, jul. 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.

PINHEIRO, A. L.; LANI, L. L.; COUTO, L. **Cultura do cedro-australiano para produção de madeira serrada**. Viçosa, UFV, 2003. 42p.

PAIVA, H. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O.; CORRÊA, J. B. Teor, conteúdo e índice de translocação de nutrientes em mudas de cedro (*Cedrela fissilis* VELL.) submetidas a doses crescentes de zinco. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 1-10, jan./mar. 2003.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E.; CABRAL, C.P. Influência do boro e do manganês no crescimento e na composição mineral de mudas de goiabeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n.2, p.325-331, mar./abr. 2003.

SANGINGA, N.; GWAJE, D.; SWIFT, M. J. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and Soil**, The Hague, v. 132, p. 197-205. 1991

SOARES, C. R. F. S.; GRAZZIOTTI, P. H.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G.; MOREIRA, F. M. S. Toxidez de zinco no crescimento e nutrição de *Eucalyptus maculata* e *Eucalyptus urophylla* em solução nutritiva. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 2, p. 339-348, fev. 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Trad: SANTARÉM, E. R. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.