



## Teores de micronutrientes de *Swietenia macrophylla* King sob a aplicação de Calcário e Boro

**Glória Carolina Araújo Ribeiro<sup>(1)</sup>; Augusto José Silva Pedroso<sup>(2)</sup>; Rodolfo de Lima Moura<sup>(1)</sup>; Mário Lopes da Silva Júnior<sup>(3)</sup>; Sannah Mohamad Birani<sup>(4)</sup>; Marcos Paulo Ferreira de Albuquerque<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Graduandos em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia; Belém-Pará. [carolina-ribeiro@outlook.com](mailto:carolina-ribeiro@outlook.com)

<sup>(2)</sup> Doutorandos em Agronomia; Universidade Federal Rural da Amazônia; Campus Paragominas, Pará.

<sup>(3)</sup> Professor Adjunto; Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-Pará;

<sup>(4)</sup> Eng<sup>a</sup>. Agrônoma; Instituto de Terras do Pará; Belém-Pará.

**RESUMO:** O mogno (*Swietenia macrophylla* King) é uma espécie florestal nativa da Amazônia bastante valorizada no mercado nacional e internacional. O objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos de doses crescentes de corretivo e boro sobre os teores micronutrientes em mudas de mogno. Os tratamentos foram quatro doses de corretivos, quatro doses de boro e a testemunha absoluta. Foram determinados teores de Boro, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco no caule e folhas das plantas. A correção do solo com altas doses proporcionou redução nos teores de micronutrientes na parte aérea, exceto B. A calagem assim como a adubação com boro nas doses de 0,5 t.ha<sup>-1</sup> e 1,0 mg.kg<sup>-1</sup> respectivamente, mostraram-se eficientes em relação ao teor de micronutrientes na parte aérea de mudas de mogno.

**Termos de indexação:** Calagem, ácido bórico, Mogno brasileiro.

### INTRODUÇÃO

O mogno (*Swietenia macrophylla* King) é uma espécie florestal nativa da Amazônia, com tronco reto que pode atingir até 30 m de altura e 80 cm de diâmetro. Árvore de crescimento rápido, floresce entre os meses de novembro a janeiro e seus frutos amadurecem do mês de setembro até meados de novembro. A madeira do mogno é bastante valorizada no mercado nacional e internacional por ser utilizada na fabricação de móveis e objetos decorativos de luxo (Grogan et al., 2002). Desde 2004, a exploração do mogno nativo (extração, transporte e comercialização) está suspensa no Brasil, por meio de Instrução Normativa, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA, 2013).

Diante disso, o cultivo de mogno tem sido plantado em sistemas agroflorestais (SAF) como alternativa de atividade econômica aliada a agricultura e/ou pecuária e recuperação de áreas que o código florestal exige. Portanto é importante o desenvolvimento de estudos sobre nutrição mineral da espécie para realização do manejo adequado, gerando conservação ambiental, e correto aproveitamento dos seus subprodutos sendo uma opção de renda ao produtor rural. São poucos

trabalhos que abordam práticas, recomendações, influências e resultados da adubação no mogno, principalmente no que diz respeito a micronutrientes (Pedroso et al., 2012).

Os micronutrientes são constituintes de moléculas de enzimas e ativadores enzimáticos, sendo exigidos em quantidades pequenas. (Kerbaudy, 2004). Como todos os elementos essenciais para vegetais, os micronutrientes tem disponibilidade e absorção influenciadas pelo pH e teores de outros elementos.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi analisar e relacionar as interações e efeitos de doses crescentes de corretivo e boro sobre os teores de micronutrientes na parte aérea em mudas de mogno.

### MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho de 2009 a novembro de 2010 em casa de vegetação do setor de Ciência do Solo da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), cuja altitude é de 6,37m, as coordenadas geográficas em UTM são 22M 784552,92 e 9839229,18 e a temperatura no interior da casa de vegetação em média 30°C, com mínima de 23°C e máxima de 36°C. O solo usado como substrato foi coletado na camada de 0-0,2 m de profundidade em Latossolo Amarelo distrófico (Embrapa, 2006), cuja análise dos atributos químicos e granulometria encontram-se na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) com cinco repetições, em um arranjo fatorial (|4x4|+1), com dois fatores: a) quatro doses de corretivo (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 t.ha<sup>-1</sup>), b) quatro doses de boro (1, 2, 3, e 4 mg.kg<sup>-1</sup> de substrato) e o tratamento adicional (testemunha absoluta). O corretivo utilizado foi calcário dolomítico com Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) de 96%. As doses de boro foram aplicadas na forma de solução, utilizando como reagente o ácido bórico p.a. (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>). Após 30 dias de incubação do solo para que ocorresse a reação do calcário, foi feito o transplante das mudas com 35 dias de idade, sendo colocada uma muda por vaso constituindo a

unidade experimental. Ao longo do período do experimento, a umidade do solo foi mantida próxima de 60% da capacidade de campo (CC) e a irrigação foi feita com água destilada, procedendo-se monitoramento diário (Gomes et al., 2004).

A adubação básica foi realizada 60 dias após o transplântio (DAT), utilizando soluções de uréia p.a. ( $\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ ), fosfato de potássio p.a. ( $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) e fosfato de sódio p.a. ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ) na proporção NPK de 200-500-300  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$  (SILVA et al., 2007b). O fertilizante nitrogenado foi parcelado em duas aplicações, aos 60 e 105 DAT, respectivamente. Uma única aplicação de micronutrientes e das doses de boro foi realizada aos 105 DAT. Os reagentes e concentrações usados como fonte de micronutrientes em  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de substrato foram: 1,5 de Cu ( $\text{CuSO}_4$ ), 5 de Fe ( $\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), 5 de Mn ( $\text{MnCl}_2\cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ), 0,15 de Mo ( $\text{Na}_2\text{MoO}_4\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) e 5 de Zn ( $\text{ZnSO}_4\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ).

As avaliações foram realizadas oito meses após o transplântio, quando as mudas encontravam-se em condições de serem transplantadas para o campo (CARVALHO, 2007). O material vegetal foi colhido e separado em caule e folhas (parte aérea). Em seguida foram acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de ventilação forçada a 70 °C até peso constante. Em seguida, as amostras foram moídas (moinho tipo Willey) e realizadas as determinações químicas para se obterem os teores dos nutrientes no caule e nas folhas. As amostras de folhas e caule foram solubilizadas com solução nítrico-perclórica para extração dos elementos Cu, Fe, Mn e Zn. A determinação de Cu, Fe, Mn e Zn foi por espectrometria de emissão atômica com indução de plasma (EEA-ICP). O B foi extraído por solubilização via seca e determinado por colorimetria (azometina-H).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) sendo o nível de significância determinado pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Quando houve significância pelo teste F da ANAVA do fatorial, as variáveis foram submetidas à ANAVA das regressões, visando o ajuste de um modelo (linear ou quadrático) considerando os dados de teor de nutrientes como variáveis dependentes das doses de corretivo e boro aplicadas.

Para o procedimento das análises estatísticas foram usado o programa Assistat, versão 7.5 beta (SILVA, 2008) e Microsoft Office Excel 2007.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação com boro influenciou significativamente os teores caulinares de todos os micronutrientes avaliados, enquanto que os teores foliares de Mn e Zn não foram influenciados por esses tratamentos. Fazendo o contraste entre o fatorial e a testemunha absoluta, os teores caulinares de Cu e Zn não diferiram significativamente (Tabela 2). Silva et al. (2007a)

avaliando mudas de mogno cultivadas em Latossolo Amarelo, observaram que a calagem afetou positivamente a absorção de Fe e negativamente a de Mn, devido a elevação do pH do solo, enquanto que a absorção de Cu e Zn não foi afetada.

O teor de B nas folhas foi superior na dose de 2,0  $\text{t}\cdot\text{ha}^{-1}$  de corretivo, com valor médio de 119,5  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (Figura 1A). Neves et al. (2008), elevando a saturação por bases de diferentes solos, verificaram um aumento nos teores de B na parte aérea de várias forrageiras e mudas de umbuzeiro, respectivamente, assim como diminuição nos teores de Fe, Mn e Zn. O teor foliar de boro aumentou linearmente em função das doses de boro (Figura 1B), assim como encontrado por Moreira et al. (2006) em seringueira e Ramos et al. (2009) em eucalipto. O teor de boro caulinar apresentou comportamento quadrático sob doses crescentes de boro, reduzindo os teores até a dose de 3  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , de 10,93 a 9,38  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , alcançando máximo valor (11,44  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na maior dose de boro, correspondente a 4  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  de boro aplicado ao substrato (Figura 1C).

O teor foliar de Cu aumentou linearmente sob doses crescentes de boro no solo (Figura 2B), enquanto que os dados dos foliares deste micronutriente, sob a ação da calagem, melhor se ajustaram a uma equação quadrática (Figura 2A). Os teores de Fe nas folhas e no caule apresentaram comportamento quadrático em função das doses de boro, assim como observado nos teores foliares de Fe em função das doses de corretivo. Os teores de Mn (caule e folha) e Zn (caule) sofreram reduções com as doses crescentes de corretivo (Figura 3A), corroborando com os resultados obtidos por e Neves et al. (2008).

Segundo Raji (1991), a calagem promove a diminuição da disponibilidade no solo de micronutrientes catiônicos, dentre os quais estão Mn e Zn. Como consequência as mudas de mogno apresentaram menores teores no caule e folhas. Os teores caulinares de Mn, sofreram redução a partir da dose com 2,0  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ , apresentando comportamento quadrático, enquanto que os de Zn apresentaram comportamento linear negativo em função das doses de boro (Figura 3B).

Moreira et al. (2006) verificaram que os teores foliares de Mn e Zn foram afetados por doses crescentes de boro aplicadas no solo, apresentando efeito quadrático independente da fonte utilizada em mudas de seringueira, sendo também observado aumento no teor foliar de Zn com a adição de ácido bórico no solo. Segundo Lima Filho & Malavolta (1998), o boro apresenta similaridade com Zn na absorção e transporte a uma longa distância pelas plantas, sendo o fluxo de massa e a difusão os principais responsáveis pelo fornecimento desses dois nutrientes da solução do solo para as raízes (Malavolta et al. 1997).

## CONCLUSÃO

A calagem assim como a adubação com boro nas doses de 0,5 t.ha<sup>-1</sup> e 1,0 mg.kg<sup>-1</sup> respectivamente, mostraram-se eficientes em relação ao teor de micronutrientes na parte aérea de mudas de mogno.

## REFERÊNCIAS

- CARVALHO, P. E. R. Mogno *Swietenia macrophylla*. Colombo, PR: Embrapa, 2007. 12p. (Embrapa. Circular técnica, 140)
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.
- GOMES, K. C. O. et al. Influência da saturação por bases e do fósforo no crescimento de mudas de angico-branco. Revista *Árvore*, v. 28, n.6, p.785-792, 2004.
- GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A. Mogno na Amazônia Brasileira: ecologia e perspectivas de manejo. Belém: Imazon, 2002. 56p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS – IBAMA. Convenção sobre comércio Internacional de espécies da flora e da fauna selvagens em perigo de extinção. Brasília. 2013. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/flora/convecao.htm>>. Acesso em: 13 janeiro 2013
- KERBAUY, G. L. Fisiologia Vegetal. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.
- LIMA FILHO, O. F.; MALAVOLTA, E. Evaluation of extraction procedures on determination of critical soil and foliar levels of boron and zinc in coffee plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v.29, p.825-833, 1998.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. Avaliação do Estado Nutricional das Plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafos, 1997. 319 p.
- MOREIRA, A.; MORAES, V. H. F.; CASTRO, C. Fontes de boro em porta-enxertos de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, n.8, p.1291-1298, 2006.
- NEVES, O. S. C. et al. Nutrição mineral, crescimento e níveis críticos foliares de cálcio e magnésio em mudas de umbuzeiro, em função da calagem. *Ceres*, v.55, n.6, p.575-583. 2008
- PEDROSO, A. J. S.; SILVA JÚNIOR, M.L.; SILVA, G.R. et al. Influence of liming and boron on development of young *Swietenia macrophylla* plants grown in Yellow Oxisol. *Journal of Food, Agriculture & Environment*, 10 (2): 132 - 136. 2012
- RAIJ, B.van. Fertilidade do solo e adubação. São Paulo: Ceres; Piracicaba: Potafós, 1991. 343 p.
- RAMOS, S. J. et al. Crescimento e teores de boro em plantas de eucalipto (*Eucalyptus citriodora*) cultivadas em dois Latossolos sob influência de

doses de boro e disponibilidade de água. Revista *Árvore*, Viçosa, v.33, n.1, p.57-65, 2009.

SILVA, A. R. M. da. et al. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). Revista *Acta Amazônica*, v.37, n.2: 195 – 200, 2007a.

SILVA, F.A.S. Assistat - Assistência Estatística - Versão 7.5 beta. Campina Grande – PB, 2008. Disponível em: <<http://www.assistat.com/>> Acesso em: 10 março 2013

SILVA, W. G. et al. Efeito de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) em Latossolo Amarelo. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 37, n. 3, p.371-376, 2007b.

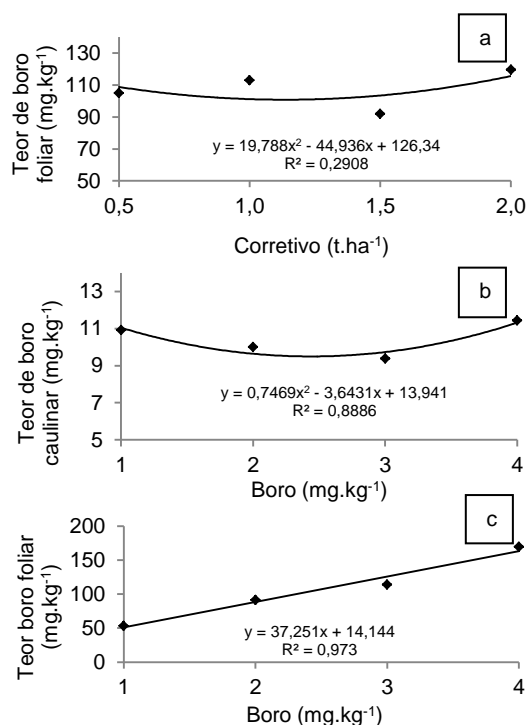


Figura 1: Teor de boro na matéria seca de mudas de mogno sob doses de corretivo (A) e boro (B e C).

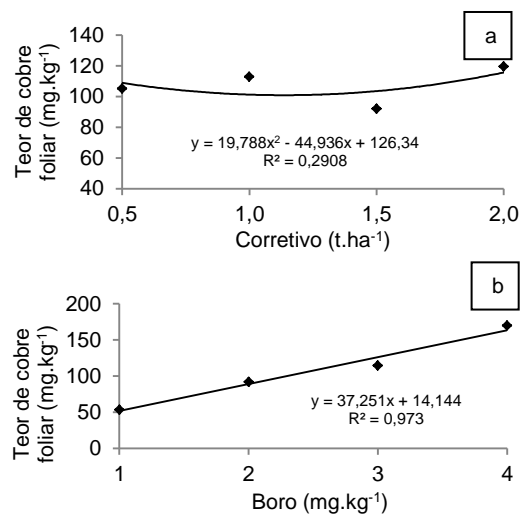
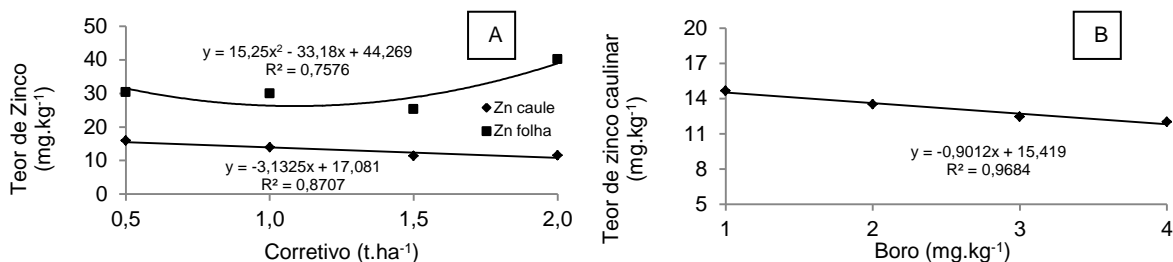


Figura 2: Teor de cobre foliar de mudas de mogno sob doses de corretivo (A) e boro (B).



**Figura 3:** Teor de zinco na matéria seca de mudas de mogno sob doses de corretivo (A) e boro (B).

**Tabela 1:** Teor de macronutrientes, características químicas e teor de argila do solo utilizado como substrato para produção de mudas de mogno.

pH H <sub>2</sub> O	N	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup> + Al <sup>3+</sup>	T	t	m	V	MO	Argila
	%	mg/dm <sup>3</sup>	cmol <sub>d</sub> /dm <sup>3</sup>								%	g.kg <sup>-1</sup>		
5,4	0,27	2,0	0,05	0,05	1,8	0,6	0,4	4,21	6,71	2,9	13,8	37,3	21	230

**Tabela 2:** Teor de micronutrientes na matéria seca de mogno cultivado em Latossolo Amarelo sob doses crescentes de corretivo e boro. Belém, PA. 2010.

Tratamento	B	Cu	Fe		Mn	Zn				
			mg.kg <sup>-1</sup>							
-----Caule-----										
Corretivo (t.ha <sup>-1</sup> )										
0,5	9,85	b	5,30	a	65,66	ab	24,04	a	15,88	a
1,0	11,28	a	6,15	a	86,11	ab	17,58	b	13,95	b
1,5	9,29	b	4,55	a	59,61	b	11,60	c	11,30	c
2,0	11,33	a	6,33	a	90,45	a	12,10	c	11,54	c
Boro (mg.kg <sup>-1</sup> )										
1,0	10,93	ab	5,53	ab	94,03	a	19,13	a	14,66	a
2,0	10,00	bc	5,34	ab	65,45	b	13,34	b	13,53	ab
3,0	9,38	c	6,79	a	66,64	b	17,19	a	12,46	b
4,0	11,44	a	4,68	b	75,73	ab	15,66	ab	12,01	b
Fatorial	10,43	a	5,58	a	75,46	b	16,33	b	13,17	a
Testemunha	4,90	b	4,70	a	116,50	a	36,90	a	13,20	a
Média geral	10,11		5,53		77,87		17,54		13,17	
CV (%)	16,06		42,45		41,71		26,23		15,46	
-----Folhas-----										
Corretivo (t.ha <sup>-1</sup> )										
0,5	104,94	bc	4,84	a	167,63	a	78,93	a	30,30	b
1,0	112,84	ab	3,61	b	147,27	b	52,90	b	29,91	b
1,5	91,81	c	3,00	c	159,13	ab	40,40	b	25,24	b
2,0	119,50	a	3,36	bc	166,13	a	47,28	b	40,10	a
Boro (mg.kg <sup>-1</sup> )										
1,0	53,24	d	3,58	ab	156,75	b	53,11	a	31,43	a
2,0	91,69	c	3,85	ab	177,63	a	53,08	a	30,31	a
3,0	114,29	b	3,91	a	157,13	b	60,31	a	29,16	a
4,0	169,88	a	3,48	b	148,65	b	53,00	a	34,65	a
Fatorial	107,27	a	3,70	b	160,04	b	54,88	b	31,39	a
Testemunha	20,95	b	4,70	a	176,50	a	105,50	a	37,45	a
Média geral	102,19		3,76		161,00		57,85		31,74	
CV (%)	15,88		12,10		9,30		28,68		27,99	