



Revista Árvore

ISSN: 0100-6762

r.arvore@ufv.br

Universidade Federal de Viçosa  
Brasil

Guerra Barroso, Deborah; Mazzei Moura de Assis Figueiredo, Fábio Afonso; de Campos Pereira, Rozimar; Reis Mendonça, Andrea Vita; da Cruz Silva, Lucimara  
Diagnóstico de deficiência de macronutrientes em mudas de teca  
Revista Árvore, vol. 29, núm. 5, setembro-outubro, 2005, pp. 671-679  
Universidade Federal de Viçosa  
Viçosa, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=48829502>

- Como citar este artigo
- Número completo
- Mais artigos
- Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica  
Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal  
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

## DIAGNÓSTICO DE DEFICIÊNCIAS DE MACRONUTRIENTES EM MUDAS DE TECA<sup>1</sup>

Deborah Guerra Barroso<sup>2</sup>, Fábio Afonso Mazzei Moura de Assis Figueiredo<sup>3</sup>, Rozimar de Campos Pereira<sup>4</sup>,  
Andrea Vita Reis Mendonça<sup>3</sup> e Lucimara da Cruz Silva<sup>5</sup>

**RESUMO** – O trabalho teve como objetivo caracterizar a sintomatologia visual e o crescimento e teor de nutrientes na parte aérea e no sistema radicular de mudas de *Tectona grandis*, transferidas para soluções nutritivas com exclusão de macronutrientes. As mudas foram produzidas em substrato comercial, onde permaneceram por quatro meses, sendo depois transferidas para rizotrons, em que foram submetidas, por 30 dias, à solução nutritiva completa e soluções preparadas com a supressão de N, P, K, Ca, Mg e S. O delineamento foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. As soluções foram renovadas a cada duas semanas e o volume, completado diariamente com água desionizada, mantendo-se o pH em torno de 5,5 + 0,5. O desenvolvimento inicial de mudas de *Tectona grandis* foi afetado pela omissão de todos os macronutrientes, sendo os sintomas condizentes com o padrão apresentado pela maioria das culturas. Os danos mais intensos e imediatos foram observados na ausência de N e Ca, causando, inclusive, apodrecimento das raízes secundárias e paralisação na emissão de novas raízes. Os teores nutricionais da parte aérea e sistema radicular das mudas submetidas à solução completa foram, respectivamente: 38,0 e 26,9 g kg<sup>-1</sup> de N; 8,5 e 4,0 g kg<sup>-1</sup> de P; 22,8 e 13,1 g kg<sup>-1</sup> de K; 2,3 e 3,7 g kg<sup>-1</sup> de S; 10,5 e 2,0 g kg<sup>-1</sup> de Ca; 3,0 e 1,7 g kg<sup>-1</sup> de Mg; 175,2 mg kg<sup>-1</sup> e 3,6 g kg<sup>-1</sup> de Fe; 23,1 e 48,1 mg kg<sup>-1</sup> de Zn; 4,3 e 17,8 mg kg<sup>-1</sup> de Cu; e 142,5 e 389,8 mg kg<sup>-1</sup> de Mn.

**Palavras-chave:** *Tectona grandis*, deficiência nutricional e muda.

## MACRONUTRIENT DEFICIENCY DIAGNOSIS IN TEAK SEEDLINGS

**ABSTRACT** – The objective of this work was to characterize visual symptoms of macronutrient deficiency, and to evaluate growth and nutrient content in shoot and root system of *Tectona grandis* seedlings, cultivated in nutrient solutions lacking macronutrients. The seedlings were grown in commercial substratum, for 4 months, and later transferred to rhizotrons, cultivated for 30 days in complete nutrient solution, and others without N, P, K, Ca, Mg and S. The experiment was arranged in a completely randomized design with five replicates. The solutions were renewed every two weeks and volume completed daily with deionized water, pH around 5,5 + 0,5. The initial *Tectona grandis* seedling development was affected by the omission of all macronutrients, presenting symptoms that match with the pattern of most cultures. The most intense and immediate damages were observed in the absence of N and Ca causing roots to rot and stopping new roots from growing. The nutritional content of the shoot and root systems of seedlings cultured in complete solution are respectively: 38.0 and 26.9 g kg<sup>-1</sup> of N; 8.5 and 4.0 g kg<sup>-1</sup> of P; 22.8 and 13.1 g kg<sup>-1</sup> of K; 2.3 and 3.7 g kg<sup>-1</sup> of S; 10.5 and 2.0 g kg<sup>-1</sup> of Ca; 3.0 and 1.7 g kg<sup>-1</sup> of Mg; 175.2 mg kg<sup>-1</sup> and 3.6 g kg<sup>-1</sup> of Fe; 23.1 and 48.1 mg kg<sup>-1</sup> of Zn; 4.3 and 17.8 mg kg<sup>-1</sup> of Cu; 142.5 and 389.8 mg kg<sup>-1</sup> of Mn.

**Keywords:** *Tectona grandis*, nutritional deficiency and seedling.

<sup>1</sup> Recebido em 04.02.2003 e aceito para publicação em 10.08.2005.

<sup>2</sup> Setor de Silvicultura LFIT/CCTA/UENF (deborah@uenf.br), Av. Alberto Lamego, 2000 – Campos dos Goytacazes-RJ.

<sup>3</sup> Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal CCTA/UENF, (fabio\_uenf@yahoo.com.br) e (andrevita.mendonça@bol.com.br).

<sup>4</sup> Eng. Florestal Dr. em Produção Vegetal (rozimarcp@uol.com.br).

<sup>5</sup> Aluna do Programa Jovens Talentos.

## 1. INTRODUÇÃO

A teca (*Tectona grandis*), da família Verbenaceae, juntamente com os gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*, domina cerca de 85% das plantações florestais nos trópicos (EVANS, 1987). Ela pode alcançar 50 m de altura e 2,5 m de diâmetro. Na Ásia, sua região de ocorrência natural, encontra-se distribuída desde regiões muito secas, com precipitações pluviométricas anuais abaixo de 500 mm, até regiões muito úmidas, com precipitações anuais superiores a 5.000 mm.

No sudeste asiático, a teca leva de 60 a 80 anos para atingir dimensões de corte, enquanto no Brasil o seu ciclo de corte é de 25 anos, e aos 5 anos, idade do primeiro desbaste, já pode ser comercializada (REFLORA, 2003).

A madeira dessa espécie é leve (densidade média de  $0,65 \text{ g cm}^{-3}$ ), de fácil trabalhabilidade, não empena e pouco se contrai durante a secagem, sendo resistente ao ataque de cupins e outros insetos. Apresenta textura grossa, contém óleos naturais, que a tornam resistente e durável e tende a apresentar coloração variável, conforme as condições do sítio de plantio (CENTENO, 1998).

Além de suas mais diversas utilidades como madeira nobre, é muito empregada para postes de telefone e eletricidade e se destaca como matéria-prima para construção naval (CARVALHO, 1994). Devido às suas características, apresenta alto valor comercial, que varia de US\$100.00 a US\$4.000.00, em razão da idade e qualidade. Destaca-se ainda a tendência de crescimento no mercado, pela exaustão das madeiras de qualidade oriundas da floresta natural (REFLORA, 2003). Essa espécie apresenta papel de destaque na proteção e melhoramento de solos de relevo montanhoso, controlando a erosão superficial, por seu rápido crescimento e elevado aporte anual de nutrientes.

Como a teca é considerada nutricionalmente exigente (KAUFMAN, 1968; DRUMOND, 1973; MATRICARDI, 1989), obter conhecimentos com relação aos seus aspectos nutricionais, principalmente em condições de baixa disponibilidade de nutrientes, vem a ser importante no processo de sua introdução em qualquer região.

Assim, este trabalho teve como objetivos caracterizar a sintomatologia visual das carências de macronutrientes e avaliar o crescimento e o teor de nutrientes na parte

aérea e no sistema radicular de mudas de *Tectona grandis*, submetidas a soluções nutritivas com exclusão de macronutrientes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), Campos dos Goytacazes, RJ.

A produção de mudas de *Tectona grandis* foi feita por sementes provenientes de povoamentos da Cáceres Florestal, situada em Cáceres, MT. Após a germinação das sementes em canteiros, as plântulas foram transferidas para tubetes de plástico rígido ( $288 \text{ cm}^3$ ), contendo substrato comercial, onde permaneceram por quatro meses. Após esse período, as mudas tiveram suas raízes cuidadosamente lavadas com água, para a retirada do substrato, e foram transferidas para rizotrons contendo solução nutritiva completa e com omissão alternada de N, P, K, Ca, Mg e S.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, constituído por sete tratamentos, conforme anteriormente descritos, com cinco repetições, sendo cada parcela constituída por uma única muda.

A solução nutritiva completa de Bolles Jones (1954) apresentou a seguinte composição:  $\text{N} = 8 \text{ mmol L}^{-1}$  (37,5% de  $\text{NH}_4^+$ );  $\text{P} = 1 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{K} = 3 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Ca} = 2 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Mg} = 1,25 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{S} = 3,75 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Cl} = 20 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Fe} = 9 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{B} = 6,6 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Mn} = 10 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Zn} = 1 \text{ mmol L}^{-1}$ ;  $\text{Cu} = 1 \text{ mmol L}^{-1}$ ; e  $\text{Mo} = 0,3 \text{ mmol L}^{-1}$  (Quadro 1).

As soluções foram renovadas a cada duas semanas e o volume completado diariamente com água desionizada. O pH das soluções foi mantido em  $5,5 \pm 0,5$ , com adições de NaOH quando necessário.

Em razão de ataques de ácaros (*Tetranychus* sp.) foram realizadas aplicações semanais de extrato de óleo de nin (*Azadiracthica indica*), a 1%.

Após 30 dias, as mudas foram retiradas das soluções, sendo seus principais sintomas fotografados e descritos, sendo avaliada a parte aérea das mudas de forma geral. Em seguida, essas mudas foram seccionadas, em parte aérea e sistema radicular, e colocadas em estufa de circulação forçada a  $70^\circ\text{C}$ , por 72 horas. Após a secagem foi determinado o peso de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular. Nesse material foram analisados teores de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, cálcio,

magnésio, cobre, manganês, zinco e ferro, segundo metodologias descritas por Jones Jr. et al. (1991) e Malavolta et al. (1997).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias, comparadas pelo teste de Tukey (5%).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Sintomas visuais de deficiência mineral

No tratamento com omissão de nitrogênio houve redução drástica do crescimento, clorose generalizada, paralisação de emissão de raízes novas e apodrecimento das raízes secundárias (Figuras 1 e 2). A carência de nitrogênio diminui o teor de clorofila na planta (MALAVOLTA et al., 1997), resultando no característico sintoma de clorose generalizada. Por essa razão, clorose generalizada na ausência de N também foi observada em mudas de outras espécies florestais, como *Eucalyptus citriodora* (MAFFEIS et al., 2000), *Myracrodruon urundeuva* (MENDONÇA et al., 1999), *Aspidosperma polyneurom* (MUNIZ e SILVA, 1995), *Cedrella fissilis* (SILVA e MUNIZ, 1995) e de *Acacia mangium* (DIAS et al., 1994).

A ausência de fósforo causou enrugamento (encarquilhamento) nas extremidades das folhas mais velhas e clorose leve. De maneira geral, os sintomas de deficiência de fósforo não são marcantes como os de nitrogênio e potássio (RAIJ, 1991). Em mudas de *Aspidosperma polyneurom* (peroba-rosa), não foram observados sintomas de deficiência após nove meses da transferência das mudas para solução nutritiva com

omissão desse nutriente (MUNIZ e SILVA, 1995), assim como em plantas de *Corymbia citriodora*; nas mesmas condições não foi observado deficiência durante seis meses após a omissão do nutriente (MAFFEIS et al., 2000).

Nas mudas submetidas à ausência de potássio foram observados redução do crescimento, clorose internerval, encarquilhamento e pontos necrosados nas folhas mais velhas, sendo os sintomas já observados no 2º par de folhas, a partir do ápice (Figura 1), e redução da emissão de raízes novas, o que também foi verificado em mudas de *Aspidosperma polyneurom* (peroba-rosa), mediante a omissão desse nutriente (MUNIZ e SILVA, 1995). Alguns autores descrevem como sintoma de deficiência de potássio a clorose e pontos necróticos das folhas mais velhas, cuja progressão ocorre das bordas em direção ao centro (RAIJ, 1991; SILVEIRA et al., 2000).

Na ausência de cálcio, observaram-se redução drástica do crescimento (Figura 2), clorose internerval, encarquilhamento e necrose das folhas (Figura 1), morte da gema apical, paralisação de emissão de raízes novas e apodrecimento das raízes secundárias. Resultados semelhantes foram encontrados por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneurom*.

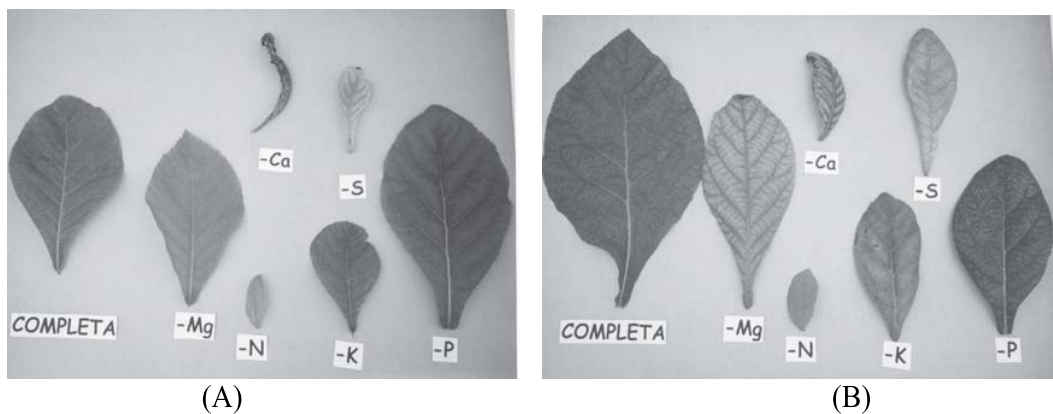
As plantas sob ausência de magnésio mostraram clorose internerval no segundo par de folhas expandidas, a partir do ápice da muda (Figura 1). Esse sintoma também foi registrado em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (MENDONÇA et al., 1999), *Aspidosperma polyneurom* (MUNIZ e SILVA, 1995) e *Gmellina arborea* (HAAG, 1981).

**Quadro 1** – Composição das soluções nutritivas completa e com deficiência de nutrientes

**Table 1** – Composition of complete and incomplete nutrient solutions

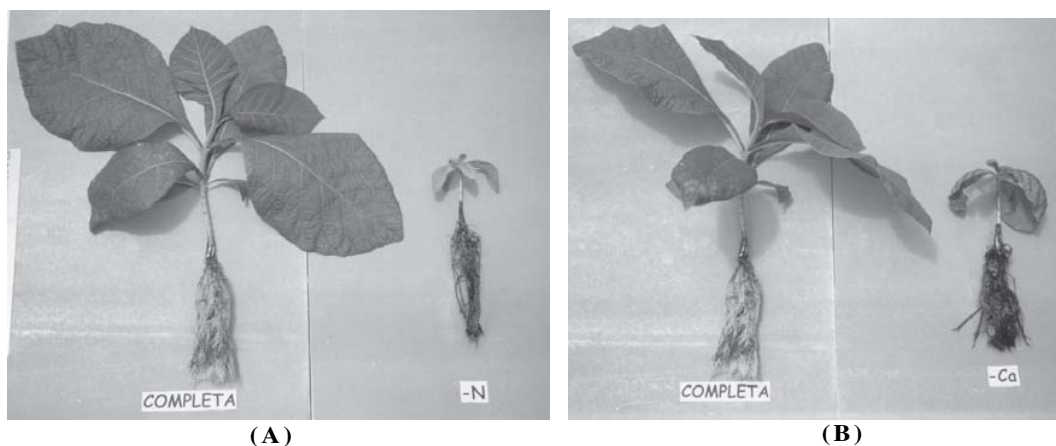
Sol. estoque	Completa	- N	- P	- K	- Ca	- Mg	- S
mL de solução-estoque/L solução de trabalho							
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	1	1	-	1	1	1	1
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	2	-	2	2	-	2	2
KNO <sub>3</sub>	1	-	1	-	3	-	2
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (0,5 M)	2	2	2	-	-	3	-
MgSO <sub>4</sub> (0,5 M)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	1,5	-	1,5	2	2,5	2	-
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O (0,01 M)	-	200	-	-	-	-	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	-	1	-	-	-	-	1
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	-	-	-	-	-	-	-
NaNO <sub>3</sub>	-	-	1	-	-	-	-
Micronutrientes*	1	1	1	1	1	1	1
Fe EDTA	1	1	1	1	1	1	1

\*0,4122 g H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,98 g MnCl<sub>2</sub>·4H<sub>2</sub>O; 0,24968 g CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O; 0,0431 g MoO<sub>3</sub>; e 0,28755 g ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O



**Figura 1** – Sintomas de deficiência nutricional em folhas do primeiro (A) e do segundo (B) par de folhas expandidas, a partir do ápice, em mudas de *Tectona grandis* submetidas à omissão de nutrientes em solução nutritiva.

**Figure 1** – Nutritional deficiency symptoms in leaf of the first (A) and second (B) expanded leaves, from the apex, in *Tectona grandis* seedlings cultivated in nutritent solution lacking macronutrients.



**Figura 2** – Sintomas de deficiência de nitrogênio (A) e de cálcio (B) em mudas de *Tectona grandis* submetidas à omissão de nutrientes em solução nutritiva.

**Figure 2** – Deficiency symptoms of nitrogen (A) and calcium (B) in *Tectona grandis* seedlings cultivated in nutritent solution lacking macronutrients.

Na ausência de enxofre, as plantas apresentaram leve redução no crescimento e clorose generalizada, principalmente nas folhas novas (primeiro par de folhas expandidas, a partir do ápice da muda), que apresentaram crescimento suprimido, endurecimento e leve encarquilhamento (Figura 1). Em mudas de *Aspidosperma polyneurom* (MUNIZ e SILVA, 1995) e de *Acacia*

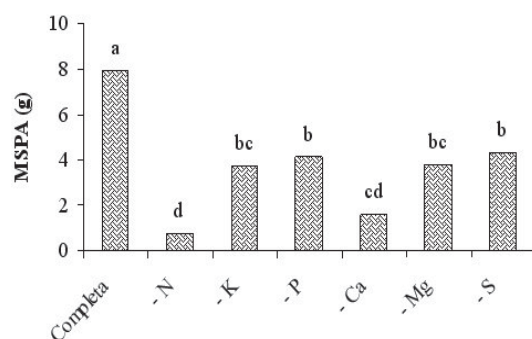
*mangium* (DIAS et al., 1994); na ausência de enxofre, a clorose também foi observada nas folhas mais novas.

### 3.2. Avaliações biométricas

A massa seca do sistema radicular não foi afetada ( $P > 0,05$ ) pela omissão de macronutrientes, durante o período de condução deste trabalho, apesar dos efeitos

visuais acima mencionados. O valor médio observado na massa seca radicular, aos 30 dias após a transferência das mudas para a solução nutritiva, foi de 1,9 g (CV = 35,13%). A massa seca da parte aérea foi reduzida pela ausência de todos os macronutrientes, ressaltando-se que a omissão de N e Ca resultaram no menor acúmulo de matéria seca, apresentando redução média de 90 e 80%, respectivamente, com relação à solução completa (Figura 3).

Estudos sobre o efeito da omissão de nutrientes no desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas têm indicado ser a omissão de N e, ou, Ca as principais responsáveis pela redução do crescimento. Dias et al. (1994) observaram redução do peso seco de parte aérea em mudas de *Acacia mangium*, em virtude da omissão de macronutrientes, sendo que a ausência de N resultou no menor acúmulo de peso seco. Muniz e Silva (1995) relataram, em mudas de *Aspidosperma polyneurom*, menor crescimento, mediante a omissão de N, Ca e P. Mendonça et al. (1999) concluíram que a ausência de Ca e P foram as que limitaram, de forma mais drástica, o crescimento de mudas de *Myracrodruon urundeuva*. Já para Maffeis et al. (2000) a ausência de N e B foram as que mais comprometeram a produção de folhas de *Corymbia citriodora*, durante os seis primeiros meses após o transplante das mudas para soluções nutritivas, com a omissão individual dos nutrientes. A diminuição do crescimento em função



Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (5%).

**Figura 3** – Massa seca da parte aérea (MSPA) de mudas de *Tectona grandis* submetidas à omissão de nutrientes em solução nutritiva, durante 30 dias.

**Figure 3** – Shoot dry matter weight of *Tectona grandis* seedlings cultivated in nutritive solution lacking macronutrients for 30 days.

da omissão de N também foi relatada para mudas de *Senna multijuga* (RENÓ, 1994; LIMA, 1995), *Cedrela fissilis*, *Piptadenia gonoacantha*, *Caesalpinia ferrea* (RENÓ, 1994), *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius*, *Platycamus regnellii*, *Machaerium villosum*, *Tabebuia crhysotricha*, *Anaderanthera peregrina*, *Jacaranda mimosaeifolia* (LIMA, 1995) e *Senna macranthera* (LIMA, 1995; PEREIRA, 1994).

A demanda por nutrientes difere entre as espécies e varia com a estação do ano e com o estágio de crescimento da planta (SIQUEIRA, 1995). Entretanto, de maneira geral, grandes quantidades de N são requeridas pelas plantas, principalmente na fase inicial de desenvolvimento. Assim, a restrição de N leva a uma redução de crescimento, pois esse nutriente, além de fazer parte da estrutura de aminoácidos, proteínas, bases nitrogenadas, ácidos nucleicos, enzimas, coenzimas, vitaminas, pigmentos e produtos secundários, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MARSCHNER, 1995; MALAVOLTA et al., 1997), que interferem direta ou indiretamente no desenvolvimento da planta.

O Ca apresenta influência no crescimento e desenvolvimento das plantas, pois se encontra envolvido em processos como fotossíntese, divisão celular, movimentos citoplasmáticos e aumento do volume celular (MALAVOLTA et al., 1997).

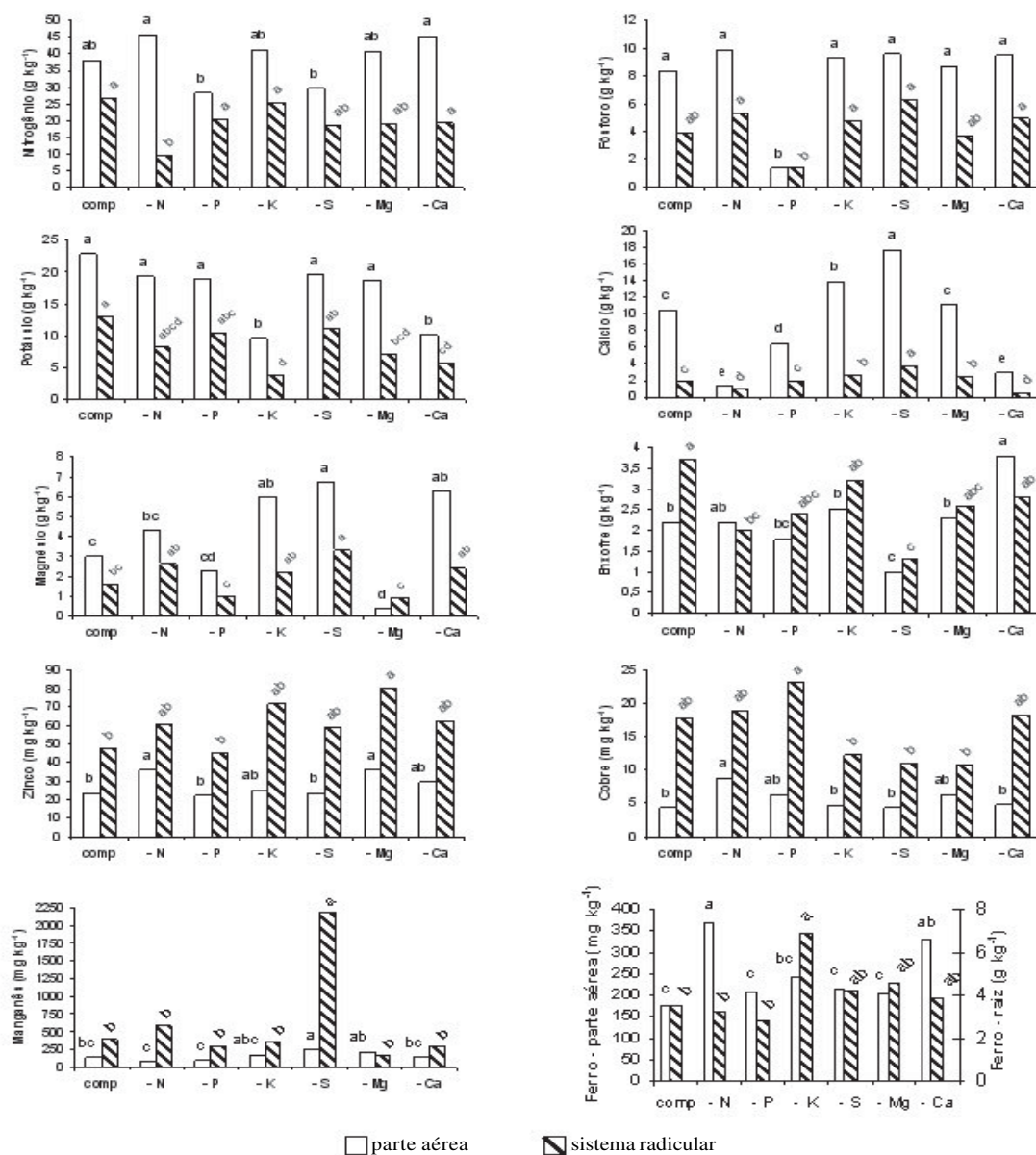
### 3.3. Teores de nutrientes

A omissão de N resultou em redução no teor de Ca e aumento nos teores de Fe, Zn e Cu da parte aérea das mudas (Figura 4), o que pode ser explicado pelo efeito de concentração, em função da redução de crescimento das mudas. No sistema radicular houve redução dos teores de N, S e Ca (Figura 4).

A omissão de P resultou na redução dos teores de P e Ca na parte aérea (Figura 4), quando comparada com o tratamento completo.

Como se observou, tanto a omissão de N quanto a de P afetou o comportamento do Ca. Isso porque a adição de N e P no meio favorece o acúmulo de Ca nas folhas (MALAVOLTA et al., 1997). Dessa forma, a ausência desses nutrientes pode ter prejudicado a absorção de Ca pelas plantas.





Barras iguais seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%). Bars followed by the same letter do not differ by the Tukey's Test (5%).

**Figura 4** – Teor de nutrientes na parte aérea e sistema radicular de mudas de *Tectona grandis*, submetidas à omissão de diferentes nutrientes, em solução hidropônica.

**Figure 4** – Nutrient contents in shoot and root systems of *Tectona grandis* seedlings cultivated in nutrient solution lacking macronutrients.

Na ausência de K houve redução do teor de K na parte aérea (Figura 4) e no sistema radicular (Figura 4) e aumento dos teores de Ca e Mg na parte aérea, com redução do Ca no sistema radicular, onde ocorreu aumento na concentração de Fe. De acordo com Malavolta (1980), a absorção de  $\text{Ca}^{+2}$  pode ser diminuída mediante o alto conteúdo de  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^+$  e  $\text{NH}_4^+$  no meio. Assim, a ausência de K no meio favoreceu o acúmulo de Ca pelas plantas. Marschner (1995) também relatou o efeito de altas concentrações de K na redução da absorção de Mg.

As mudas sob omissão de S apresentaram redução no teor deste nutriente e aumento de Ca, Mg e Mn na parte aérea (Figura 4) e no sistema radicular (Figura 4). O maior teor de Ca e Mg no tratamento com omissão de S pode ser devido ao fato de que esse tratamento foi o único a receber N apenas na forma de  $\text{NO}_3^-$  (Quadro 1). Considerando que em todos os outros tratamentos havia  $\text{NH}_4^+$ , pode-se supor que nestes houve maior interação competitiva entre Ca e Mg com essa forma de nitrogênio. Segundo Marschner (1995), a taxa de absorção de Mg é afetada negativamente pelo  $\text{NH}_4^+$ . Duboc et al. (1996ab), em mudas de *Copaifera langsdorffii* e *Hymenaea courbaril*, também observaram que a omissão de S favoreceu a absorção de Ca.

A omissão de Mg resultou na redução do teor de Mg e aumento de Zn na parte aérea (Figura 4), bem como diminuição de K e aumento de Ca e Zn no sistema radicular (Figura 4). O favorecimento do acúmulo de Ca e Zn, nos tecidos das plantas pela omissão de Mg, pode ser explicado pela inibição competitiva entre esses cátions e o Mg (MALAVOLTA et al., 1997).

Na ausência de Ca, as mudas apresentaram redução de Ca e K na parte aérea (Figura 4) e no sistema radicular (Figura 4) e aumento de Mg e Fe na parte aérea. Conforme já foi comentado, há uma relação competitiva entre o Ca e o Mg, o que explica os altos teores de Mg sob omissão de Ca. Enquanto a redução do K pode ser explicada pelo fato de que o Ca em concentração não muito elevada no substrato apresenta relação de sinergismo com K (MALAVOLTA, 1997), isso pode ser a causa do baixo conteúdo de K na parte aérea de mudas sob a omissão de Ca. Entretanto, vale ressaltar que o Ca em altas concentrações inibe, por competição, a absorção de K.

Pode-se observar uma concentração de Fe no sistema radicular bem maior que a encontrada na parte aérea das mudas.

O alto teor de N na parte aérea das plantas sob omissão de N e Ca resulta da concentração de reservas durante o período de condução do experimento, uma vez que essas omissões causaram drástica redução na produção de matéria seca de parte aérea.

Esse efeito pode ser confirmado pelo conteúdo de nutrientes (dados não apresentados), em que o conteúdo de N na parte aérea foi menor no tratamento com ausência de N, que não diferiu dos tratamentos com omissão de Ca, P e S. No sistema radicular, a menor concentração foi observada nas mudas sob omissão desse elemento.

#### 4. CONCLUSÕES

O desenvolvimento inicial de mudas de *Tectona grandis* é afetado pela omissão de todos os macronutrientes, sendo os sintomas condizentes com o padrão apresentado pela maioria das culturas. Os danos mais intensos e imediatos foram observados na ausência de N e Ca.

#### 5. AGRADECIMENTOS

À FAPERJ e à Cáceres Florestal, pelo apoio.

#### 6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADELL, J.J.C. Alterações nos teores de nitrogênio e em pigmentos foliares do feijoeiro submetido à deficiência de nitrogênio, em casa-de-vegetação. 1998. 81f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual de Nova Friburgo, Nova Friburgo, 1998.
- BOLLES JONES, E.W. Nutrition of *Hevea brasiliensis* I. Experimental methods. **Journal Rubber Research International Malaya**, v.14, p.183, 1954.
- CARVALHO, P.E. Espécies florestais brasileiras. EMBRAPA-CNPQ, 1994. 672p.
- CENTENO, J.C. The management of teak plantations. Venezuela: 1998. University of the Andes, ([www.itto.or.jp](http://www.itto.or.jp)).



- DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, v.18, p.123-131, 1994.
- DUBOC, E. et al. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf (Óleo copaíba). **Cerne**, v.2, n.2, p.31-47, 1996a.
- DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang). **Cerne**, v.2, n.1, p. 138-152, 1996b.
- DRUMOND, O.A. **Considerações sobre as covas para o plantio das essências florestais**. Rio de Janeiro: Seção de Fitopatologia do IPEACS, 1973. 3p.
- EVANS, J. Site and Species selection – changing perspectives. **Forest Ecology and Management**, v.21, p.299-310, 1987.
- HAAG, H.P.; GONÇALVES, A. N.; TENÓRIO, Z.; TENÓRIO, N. A. Distúrbios nutricionais em *Gmelina arborea*. **O solo**, v. 73, n. 2, p. 33-38, 1981.
- JONES Jr., J.B.; WOLF, B.; MILLS, H.A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens: Micro-Macro Publishing, 1991. 213p.
- KAUFMAN, C.M. Teak production and culture in Thailand. **Journal of Forestry**, v.66, n.5, p.396-399, 1968.
- LIMA, M.N. **Crescimento inicial de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação com NPK a campo**. 1995. 53f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.
- MAFFEIS, A. R.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J.O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**, n.57, p. 87-98, 2000.
- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas, princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251p.
- MATRICARDI, W.A.T. **Efeitos dos fatores do solo sobre o desenvolvimento da Teca (*Tectona grandis* L. F.), cultivada na grande Cáceres – Mato Grosso**. 1989. 135f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais.), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1989.
- MENDONÇA, A. V. R. et al. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuva* (Aroeira do Sertão). **Cerne**, v.5, n.2, p. 65-75, 1999.
- MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Exigências nutricionais de mudas de Peroba Rosa (*Aspidosperma polyneuron*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, v.19, p.263-271, 1995.
- PEREIRA, E.G. **Micorrização e fósforo no solo na resposta de espécies arbóreas a nitrogênio mineral**. 1994. 65f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1994.
- REFLORA. **Plantio de teca (*Tectona grandis*) norte do estado de Mato Grosso (informações gerais)**. Responsável Técnico: Ricardo Mastrangelli. Disponível em: <http://planeta.terra.com.br/negocios/reflora/Empresa.htm> Acesso em 27 de janeiro de 2003.
- RENÓ, N.B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro**. 1994. 62f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição Mineral de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1964.

SIQUEIRA, J.O. et al. **Aspectos de solos, nutrição vegetal e microbiologia na implantação de mata ciliar**. Belo Horizonte: CEMIG/UFLA, 1995. 28 p.

SILVA, M.A.G.; MUNIZ, A.S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrella fissilis*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, v. 19, p.415-425, 1995.

SILVEIRA, R.L.V.A. et al. Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: Diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. (Eds.) **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.79-104.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fósforo/Agrônômica Ceres, 1991. 343p.