

## CRESCIMENTO INICIAL DO PARICÁ (*Schizolobium amazonicum*) SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES E DE SÓDIO EM SOLUÇÃO NUTRITIVA

Teresa Cristina Lara Lanza de Sá e Melo Marques<sup>1</sup>, Janice Guedes de Carvalho<sup>2</sup>,  
Mariluzza Pinto Coelho Lacerda<sup>3</sup>, Paulo Emílio Ferreira da Mota<sup>4</sup>

(Recebido: 13 de março de 2002; aceito: 22 de novembro de 2004)

**RESUMO:** Com o objetivo de avaliar a produção da matéria seca das folhas, caule e raízes, verificar o efeito das deficiências nutricionais no crescimento e verificar os sintomas de deficiência de macro e micronutrientes em plantas de *Schizolobium amazonicum*, Herb., mudas da espécie foram crescidas em um experimento em casa de vegetação, num total de 13 tratamentos. Os sintomas visuais foram bem observados e as deficiências de macronutrientes, micronutrientes e Na foram claramente percebidos pela produção da matéria seca. A espécie estudada mostrou comportamento diferenciado na resposta à omissão dos elementos e ao tratamento completo. Em virtude do seu rápido crescimento, o fornecimento de N torna-se crítico ao desenvolvimento inicial do paricá. As sementes foram capazes de fornecer P em quantidade suficiente durante as primeiras avaliações. A espécie respondeu bem ao tratamento completo, os nutrientes N e Fe foram os mais limitantes e os nutrientes Mg, S e Cu os menos limitantes ao crescimento inicial. A omissão de Na foi também pouco limitante na fase inicial.

Palavras-chaves: *Schizolobium amazonicum*, solução nutritiva, nutrição mineral.

## INITIAL GROWTHING OF PARICÁ (*Schizolobium amazonicum*) UNDER NUTRIENT OMISSION AND SODIUM IN NUTRITIVE SOLUTION

**ABSTRACT:** This paper aimed to evaluate the production of dry matter in leaves, stems and roots, to identify the effect of nutritional deficiencies, and to describe visual symptoms of macro and micronutrients deficiencies in *Schizolobium amazonicum* Herb. Seedlings were grown in a greenhouse experiment in 13 treatments. The deficiencies due to macro and micronutrients markedly decreased the production of dry matter. The *Schizolobium amazonicum* showed different responses to treatments. In the first few weeks, the seeds were able to supply P in the necessary amount but, due to fast growth rates, N was the limiting factor at this stage. Nitrogen and Fe were the most limiting and Mg, S, and Cu, were the least limiting to growth. Sodium was also less limiting to growth.

Key-words: *Schizolobium amazonicum*, nutritive solution, mineral nutrition

<sup>1</sup> Doutoranda em Fisiologia Vegetal na UFLA – C.P. 3037, CEP 37200-000 - Lavras, MG

<sup>2</sup> Professora do Departamento de Ciência dos Solos – UFLA, C.P. 3037, CEP 37200-000 - Lavras, MG

<sup>3</sup> Professora da UnB – Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, CEP 70910-900 - Brasília, DF

<sup>4</sup> Pesquisador do CNPS-EMBRAPA – R. Jardim Botânico, 1024, CEP 22460-000 - Rio de Janeiro, RJ –

## 1 INTRODUÇÃO

A quantidade de nutrientes exigida é função dos teores no material vegetal e do total de matéria seca produzida. Como a concentração e a produção variam muito, as exigências nutricionais também o fazem (Faquin, 1994). A produtividade de espécies arbóreas com alto potencial de crescimento é freqüentemente limitada por restrições nutricionais e hídricas, tornando imprescindível para o sucesso da implantação destas espécies em solos marginais, o conhecimento dos seus requerimentos nutricionais, o que permitirá a escolha de espécies adequadas a ambientes de baixa fertilidade (Sanginga et al., 1991). Estímulos ao crescimento de espécies arbóreas decorrentes da aplicação de nutrientes são relatados para muitas espécies, como por exemplo, por Dias et al. (1991) e Dias & Faria (1992), em *Acacia mangium*.

Entre os macronutrientes, o K é freqüentemente o de menor resposta nos sistemas florestais (Franco, 1984 e Sanchez, 1981). Dias et al. (1991), também não encontraram respostas em crescimento de *Acácia mangium* ao fornecimento de K. Entretanto, Silva (1996) encontrou respostas à adubação potássica na fase inicial de crescimento para as espécies pioneiras e algumas secundárias de crescimento rápido, porém, as espécies clímax não se mostraram responsivas à aplicação desse nutriente. Mohan et al. (1990) relataram efeitos depressivos da adubação com N, P e K sobre o crescimento de *Azadirachta indica*, *Albizia amara*, *Acacia planifrons*, *Acacia lenticulares*, *Hardwickia binata* e *Tamarindus indica*. Segundo estes autores, este comportamento pode ser explicado, entre outros fatores, pela grande adaptação destas espécies a ambientes de baixa fertilidade.

O Na é um elemento útil para o crescimento de muitas espécies de plantas (Marschner, 1995). As plantas podem viver sem a presença dos elementos úteis, entretanto, sua presença é capaz de contribuir para o crescimento, produção ou para resistência às condições desfavoráveis do meio. Na maioria das espécies, a acumulação de Na acontece mais nas folhas, seguidas pelo caule e raízes. Em plantas halófitas, esta distribuição é mais uniforme (Malavolta, 1980). A solução nutritiva utilizada por Bolle-Jones (1954) para estudos com seringueira (*Hevea brasiliensis*) contém Na em sua composição. Essa mesma solução foi também usada em estudos sobre omissão de nutrientes em malva (*Urena lobata* L.), outra planta da região amazônica, por Fabasi et al. (1997), com sucesso. Segundo Taiz & Zeiger (1998), o Na na planta estimula seu crescimento por meio do aumento da expansão celular, além de poder substituir parcialmente o K na função osmótica.

Embora as relações fundamentais entre nutrição mineral e crescimento sejam as mesmas, tanto para as espécies arbóreas quanto para as demais espécies (Nambiar, 1989), o conhecimento básico acerca da necessidade de nutrientes para o crescimento das plantas, dos fatores do solo e da planta que regulam a absorção de nutrientes e dos princípios que formam a base da identificação e correção de deficiências nutricionais tenham sido discutidos por alguns autores, a intensidade com que esses mecanismos e processos se desenvolvem nos trópicos contribui para que novas matrizes possam sobreviver devido a diferentes tipos de solo, de espécies, condições climáticas, longas estações de crescimento e estratégias de manejo, como lembra Jordan (1985).

O paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) é uma espécie da família Caesalpinaceae, de porte elevado (20 a 30m), que ocorre na Amazônia em mata primária e

secundária de terra firme, possuindo crescimento rápido. Sua madeira é sedosa e lisa, mais ou menos lustrosa, de coloração branco-amarelo-claro, podendo conter uma tonalidade róseo-pálida, sendo muito utilizada na fabricação de forros, palitos e papel (Trindade et al., 1999).

Dada a facilidade na produção, o excelente ritmo de crescimento e o bom índice de estabelecimento no campo, o paricá reúne ótimas qualidades silviculturais, justificando-se o seu emprego em reflorestamento. Uma das maneiras de se aumentar a produtividade é por meio da adubação. Sendo assim, o presente trabalho tem como objetivos avaliar a produção de matéria seca das folhas, caule e raízes; verificar o efeito das deficiências nutricionais no crescimento e verificar os sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em plantas de *Schizolobium amazonicum*, Herb., utilizando a técnica do elemento faltante em solução nutritiva.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Conduziu-se o experimento em casa de vegetação do Departamento de Ciência do Solo da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Sementes de paricá provenientes da EMBRAPA Amazônia Oriental foram colocadas para germinar em bandejas rasas (5 cm de profundidade), contendo uma mistura de casca de arroz carbonizada com vermiculita, após serem previamente desinfestadas em hipoclorito de sódio a 1% durante 5 minutos e lavadas em água destilada. Estas então foram irrigadas com uma solução de sulfato de cálcio a  $10^{-4}$  M e recobertas com plástico transparente até começar a germinação.

Quando as plântulas apresentaram entre 5-10 cm de altura, foram transplantadas para vasos de 3 L de capacidade, contendo uma solução nutritiva diluída (Tabela 1), sendo fixadas pelo colo com a ajuda de espuma de

plástico. Catorze dias após o transplante, iniciaram-se os tratamentos. O experimento foi instalado em um delineamento inteiramente casualizado com 13 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram: completo (macronutrientes e micronutrientes), omissão de N, omissão de P, omissão de K, omissão de Ca, omissão de Mg, omissão de S, omissão de Na, omissão de B, omissão de Cu, omissão de Fé, omissão de Mn e omissão de Zn, perfazendo um total de 52 vasos. A unidade experimental constituiu-se de uma planta.

As proporções em que as diferentes soluções entram na composição das soluções nutritivas de trabalho estão descritas na Tabela 2. Os tratamentos com deficiência de micronutrientes tiveram composição semelhante ao tratamento completo, diferindo apenas quanto à solução "a" (Tabela 1), que foi substituída por: solução a - B, solução a - Cu, solução a - Mn, solução a - Zn. No tratamento - Fe não foi usada a solução Fe-EDTA.

As plantas receberam arejamento constante por meio de um arejador. Diariamente, a água evapotranspirada foi restituída usando-se água destilada. A cada duas semanas, a solução nutritiva foi renovada, de acordo com as diluições mostradas na Tabela 2.

Durante o experimento, foi anotado o surgimento de sintomas. A altura e o número de folhas foram anotados semanalmente. Durante as sete semanas em que foram feitas as avaliações de altura, aquelas plantas que não mais apresentavam condições de continuar crescendo foram colhidas para a determinação da matéria seca. No final do experimento, os tratamentos restantes foram divididos em raízes, caule e folhas e colocados em estufa a 75°C, até atingir peso constante, para a determinação da matéria seca. A produção da matéria seca total e de raízes, caule e folhas dos diferentes tratamentos foi analisada estatisticamente e comparada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Composição das soluções nutritivas (mL sol. estoque/L solução trabalho) utilizadas no experimento segundo Bolle-Jones (1954).

**Table 1.** Composition of nutritive solutions (mL stock solution/L work solution), According to Bolle-Jones (1954)

Sol. estoque	Conc.	Com Pleto	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B	-Cu	-Fe	-Mn	-Zn	-Na
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M	1	1	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	-
Ca(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> ·4H <sub>2</sub> O	M	2	-	2	2	-	2	2	2	2	2	2	2	2
KNO <sub>3</sub>	M	1	-	1	-	3	-	2	1	1	1	1	1	1
K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,5M	2	2	2	-	-	3	-	2	2	2	2	2	2
MgSO <sub>4</sub>	0,5M	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	-	-	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	M	1,5	-	1,5	2	2,5	2	-	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
CaSO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O	0,01M	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Mg(NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	0,5M	-	-	-	-	-	-	2,5	-	-	-	-	-	-
NaNO <sub>3</sub>	M	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<sup>1</sup> Solução a		1	1	1	1	1	1	1	a-B	a-Cu	1	a-Mn	a-Zn	1
<sup>2</sup> Sol. Fe-EDTA		1	1	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	M		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1

<sup>1</sup> Composição da solução a: 0,4121g de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 1,75g de MnSO<sub>4</sub>; 0,24968g de CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O; 0,0431g de MoO<sub>3</sub> e 0,28755g de ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O.

<sup>2</sup> Composição da solução Fe-EDTA: 26,1g de Fe-EDTA; 89,2ml de NaOH N e 24,9g de FeSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O, por litro de Solução

Observação: Os tratamentos com omissão de micronutrientes tiveram composição semelhante à do tratamento completo, com exceção da solução a-B, solução a-Cu, solução a-Mn e solução a-Zn; no tratamento -Fe, foi omitida a solução de Fe-EDTA.

**Tabela 2.** Número de trocas e diluições das soluções.

**Table 2.** Changing number and dilutions of solutions.

Troca	Diluição da solução (sol.: água)
Transplântio	1:5
1 <sup>a</sup> troca	1:2
2 <sup>a</sup> troca	1:1
3 <sup>a</sup> troca	1:1
4 <sup>a</sup> troca	1:1
5 <sup>a</sup> troca	1:1

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Alterações morfológicas decorrentes da falta de nutrientes

As plantas submetidas aos tratamentos com omissão de nutrientes (macronutrientes, micronutrientes e Na) na solução nutritiva apresentaram sintomas visuais de deficiência, quando o nível exigido pela planta para o seu crescimento vegetal ficou abaixo do considerado suficiente. Vários trabalhos mostram que o efeito da omissão de um nutriente resulta no decréscimo de sua concentração na planta e seus sintomas tornam-se claramente visíveis, quando uma deficiência nutricional é aguda e a taxa de crescimento e a produção são afetadas (Marschner, 1995).

##### 3.1.1 Deficiência de nitrogênio

Os efeitos da ausência do nutriente começaram a ser observados aos 10 DAT (dias após transferência para a solução nutritiva). As plantas apresentaram-se de tamanho reduzido com menor número de folhas. A ausência de N também causou a redução na síntese de clorofila nas folhas mais velhas, aparecendo uma coloração verde-claro, a qual progrediu para um amarelo uniforme intenso, devido à translocação do N para as partes mais novas da planta. O sistema radicular foi menos desenvolvido e de coloração escura. Segundo Malavolta (1980), o N é um macronutriente aniônico mais abundante na planta e também é o nutriente mais exigido entre todos os demais, pois é constituinte de uma série de compostos indispensáveis à planta. No entanto, os sintomas de deficiência estão mais relacionados com a síntese de clorofila (Marschner, 1995).

Sintomas semelhantes foram observados por Fasabi (1996) em plantas de malva (*Urena lobata* L.) quando trabalhou sob as mesmas condições.

##### 3.1.2 Deficiência de fósforo

Doze dias após a transferência para a solução nutritiva definitiva, as plantas de paricá começaram a apresentar sintomas da deficiência do elemento. As plantas deficientes em P mostraram-se de tamanho reduzido, com menor número de folhas e a raiz principal mais longa com poucas raízes laterais. O P na planta apresenta um papel importante na produção de energia para a planta, logo sua falta irá refletir num menor crescimento da mesma (Taiz & Zaiger, 1998).

Em plantas de seringueira, Amaral (1983) observou que, nas folhas velhas, a coloração tornava-se verde-escuro com posterior formação de manchas cloróticas que se estendiam para as bordas seguidas de necrose.

##### 3.1.3 Deficiência de potássio

Os primeiros sintomas de deficiência de potássio foram observados aos 12 DAT, quando nas folhas mais velhas apareceram manchas cloróticas que se desenvolveram em coalescência e finalmente tornaram-se necróticas em suas proximidades marginais. Devido à rapidez na redistribuição do K na planta, os sintomas de carência do elemento manifestam-se primeiro nas folhas velhas (Malavolta, 1980). O tamanho das plantas também foi afetado, pois estas se apresentaram menores e também com um menor número de folhas.

Sintomas semelhantes foram descritos por Fasabi (1996), quando omitiu o elemento potássio em plantas de malva.

##### 3.1.4 Deficiência de cálcio

Os efeitos da ausência do nutriente começaram a ser mais bem visualizados aos 15 DAT. As folhas mais novas e com aparência anormal mostraram-se recurvadas para baixo e com surgimento de clorose seguidas por necrose nas pontas e margens das folhas. As

plantas com deficiência de Ca também apresentaram um menor número de folhas, com queda prematura dos folíolos e murcha da gema apical. As raízes mostraram-se menos desenvolvidas e mais espessas com poucas raízes laterais e de coloração escura. Devido à baixa translocação do Ca na planta, os sintomas de deficiência do nutriente ocorrem nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz, sendo as regiões de maior expansão celular as mais afetadas pela deficiência do nutriente (Magalhães, 1988).

### 3.1.5 Deficiência de magnésio

Ao contrário do que ocorre com o Ca e semelhante ao K, o Mg é móvel no floema, por isso os sintomas manifestam-se primeiro nas folhas mais velhas, como clorose internerval. O tratamento com omissão de Mg foi o último a apresentar sintoma de deficiência durante o período experimental, sendo visualizado aos 25 DAT. Os sintomas observados foram semelhantes aos descritos por Malavolta et al. (1997). Segundo esses autores, a clorose observada é decorrente da redução no teor de clorofila. A função mais conhecida do Mg é compor a molécula de clorofila (Mengel & Kirkby, 1987); assim, a sua deficiência reduziria a fotossíntese, causando a clorose, o que afetaria o crescimento da planta. Sintomas semelhantes foram também observados por Fasabi et al. (1997) em malva (*Urena lobata* L.), uma espécie da região amazônica.

### 3.1.6 Deficiência de enxofre

Os primeiros sintomas de deficiência foram observados aos 13 DAT. As plantas apresentaram folhas novas com clorose que se iniciou com um verde-claro, passando a verde-amarelo e progredindo para amarelo intenso. Não houve redução no tamanho da planta e nem no número de folhas, durante o período observado. O sistema radicular se mostrou abundante, porém, de coloração escura. O S é

um elemento encontrado nas plantas na forma de proteínas, sendo sua redistribuição pouco móvel; por isso os sintomas de deficiência aparecem primeiro nas folhas mais novas. Sintoma semelhante a esse foi observado por Fasabi (1996) em malva.

### 3.1.7 Deficiência de boro

Os efeitos da ausência do nutriente começaram a ser visualizados aos 13 DAT. As plantas apresentaram-se com perda da dominância apical com subseqüentes brotações laterais e os folíolos novos tornando-se cada vez menores. Observou-se também a queda prematura dos folíolos. No caule, os internódios foram mais curtos e o sistema radicular apresentou-se menos desenvolvido, com raízes um pouco mais grossas e de aparência bastante escura. Segundo Gupta (1979), a cor castanha-escuro observada nos tecidos da maioria das plantas deficientes em B, se relacionam às altas concentrações de compostos fenólicos, como consequência do envolvimento do B nas sínteses daqueles compostos que formam a parede celular.

Sintomas similares de deficiências de B foram observados por Fasabi (1996) em plantas de malva. As desordens nutricionais causadas pelo B nas plantas devem-se à sua baixa translocação, manifestando dessa forma seus sintomas nos pontos de crescimento, áreas de diferenciação e órgãos com maior expansão celular (Magalhães, 1988).

### 3.1.8 Deficiência de cobre

Aos 20 DAT, manifestaram-se os primeiros sintomas da deficiência do elemento. As plantas deficientes em Cu apresentaram clorose nas folhas novas e pontos necróticos nas margens das folhas velhas. O Cu é considerado como um elemento imóvel no floema, logo, seus sintomas de deficiência aparecem nas folhas novas (Magalhães, 1988). As plantas apresentaram também folhas

recurvadas com aspecto de murcha. Não houve redução no tamanho da planta e nem no número de folhas. Segundo Malavolta (1980), o motivo pelo qual não ocorre redução no crescimento das plantas deficientes no nutriente pode ser a alta relação N/Cu, que favorece o crescimento da planta, já que o N é um nutriente relacionado ao crescimento vegetativo. Dependendo da espécie, esta pode apresentar folhas verde-azuladas e flácidas com o tamanho aumentado, devido à alta relação N/Cu.

### 3.1.9 Deficiência de ferro

A falta de ferro causou uma clorose generalizada e intensa tanto nas folhas novas quanto nas folhas velhas. Os folíolos apresentaram-se fechados e a planta teve seu crescimento bastante reduzido. Os primeiros sintomas de deficiência foram observados aos 20 DAT. O Fe, por ser um nutriente pouco móvel no floema, mostra seus sintomas de deficiência primeiro nas folhas novas (Malavolta, 1980). Porém, a clorose observada nas folhas velhas pode estar relacionada a algum desequilíbrio nutricional causado pela deficiência do Fe, ou seja, a razão Fe com algum outro nutriente. Como exemplo, pode-se citar um trabalho com plantas de feijão, no qual o teor de Fe total na folha deficiente foi mais alto (500 mg. kg<sup>-1</sup>) do que na planta não deficiente (400 mg. kg<sup>-1</sup>). Dados como este sugerem que, nas plantas com deficiência, parte do Fe pode estar na forma inativa, provavelmente formando composto com o P, já que a relação P/Fe é geralmente mais alta que nas plantas sem deficiência (Malavolta, 1980). Segundo o mesmo autor, a deficiência de Fe pode ainda ser causada também por toxidez de Cu, Mn, P ou Zn e, ainda, pela deficiência de K.

### 3.1.10 Deficiência do manganês

O sintoma de deficiência do nutriente foi caracterizado pela clorose internerval nas

folhas mais velhas e, nas folhas novas, a clorose apareceu em forma reticulada, formando uma rede grossa das nervuras sobre um fundo amarelo. O Mn é um elemento bastante imóvel nos vegetais, e por isso seus sintomas visuais de deficiência apareceram primeiro nas folhas novas (Magalhães, 1988). Durante o período de condução do experimento, não foi observada redução no crescimento da planta e das folhas, sendo os primeiros sintomas observados aos 13 DAT. Malavolta et al. (1997) descreveram os mesmos sintomas em plantas de café.

### 3.1.11 Deficiência de zinco

A desordem nutricional causada pela deficiência do Zn apresentou como sintoma visual a clorose nas folhas novas, com posterior queda dos folíolos e o caule apresentou-se com internódios curtos. Os primeiros sintomas de deficiência foram observados aos 20 DAT. Segundo Magalhães (1988), a imobilidade do Zn no floema e sua associação com os reguladores fazem com que os sintomas de deficiência do nutriente manifestem-se nas partes novas da planta e na redução do tamanho dos internódios.

## 3.2 Crescimento vegetativo

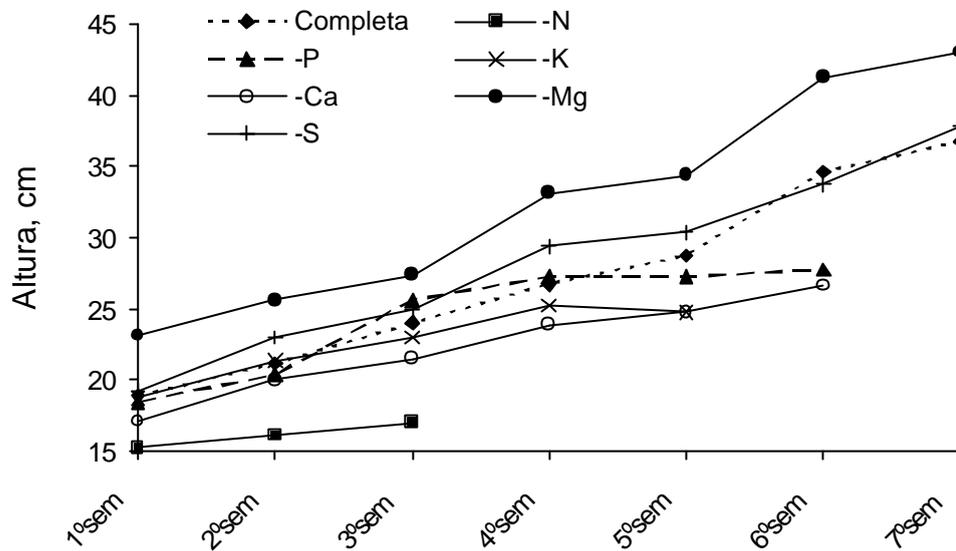
As medidas semanais de altura das plantas de *Schizolobium amazonicum* encontram-se na Figura 1. A Figura 1a mostra o comportamento das plantas diante da omissão de macronutrientes e a Figura 1b o comportamento na ausência dos micronutrientes e do Na. O N foi o nutriente que mais limitou o crescimento inicial do paricá, pois, logo na primeira semana, observou-se que a planta teve sua altura bastante reduzida quando comparada ao tratamento completo. Dessa forma, na quarta semana, o tratamento com omissão de N havia sido colhido.

Os tratamentos com omissão de Ca e P apresentaram comportamento semelhante, pois

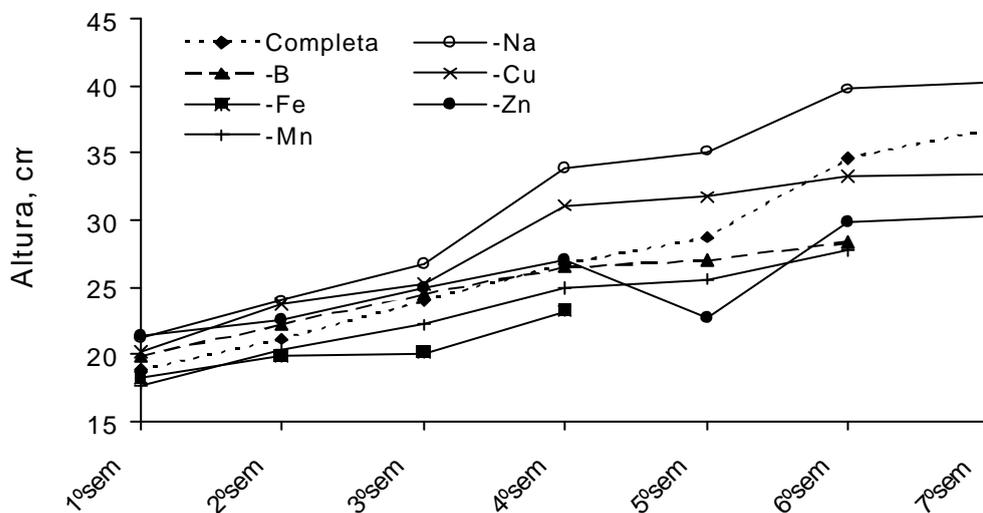
o crescimento em altura destas plantas foi pouco afetado até a quinta semana. Já na sexta semana, estes tratamentos mostraram-se bastante afetados, sendo colhidos em seguida.

Provavelmente, a exigência da planta em P e Ca para os tratamentos com a omissão desses foi suprida pela reserva dos nutrientes existentes na semente.

(a)



(b)



**Figura 1.** Altura de plantas (cm) de paricá (*Schizolobium amazonicum*), em função dos tratamentos com omissão de (a) macronutrientes, (b) micronutrientes e do Na.

**Figure 1.** Plant height (cm) of paricá (*Schizolobium amazonicum*), for macronutrients (a), and micronutrients (b) and Na.

Para o tratamento com a omissão de K, as plantas apresentaram comportamento em altura próximo ao tratamento completo até a quarta semana. A partir daí, houve maior redução no crescimento, sendo o tratamento colhido na quinta semana após transplante para a solução definitiva. Espécies como *Acacia mangium* não obtiveram resposta para os parâmetros de crescimento decorrente da aplicação de K (Dias et al., 1991). Renó (1994) também não encontrou redução nos parâmetros de crescimento de algumas espécies arbóreas quando da omissão deste nutriente. Tal comportamento foi atribuído à absorção de formas de K não trocável retido em minerais 2:1 ou micáceos (Lima, 1994). Silva (1996) observou que, na fase inicial de crescimento, as espécies pioneiras e algumas espécies secundárias de crescimento rápido foram afetadas pela adubação potássica, entretanto, a adubação foi desnecessária para as espécies clímax, uma vez que estas não se mostraram responsivas à aplicação do nutriente.

O Fe foi outro nutriente bastante limitante, porém, de maneira pouco menos acentuada que o N, tendo esse tratamento sido colhido na quinta semana. Esta grande redução observada no crescimento das plantas com omissão de N e Fe mostra a grande importância destes nutrientes na fase inicial do crescimento do paricá. O efeito da omissão do Zn no crescimento em altura do paricá começou a ser observado na quinta semana. Já a omissão do Mn afetou o crescimento em altura do paricá desde a primeira semana, porém, não de forma tão acentuada quanto à omissão do N.

Ao final do experimento, apenas seis tratamentos estavam sendo ainda mantidos (incluindo o tratamento completo). Com isso, pode-se observar que os nutrientes que menos limitaram o desenvolvimento do paricá foram Mg e S, além do Na. Apesar da baixa

limitação ao desenvolvimento, a deficiência de Na causou forte tendência à redução no crescimento, pois se observou um comportamento diferenciado com relação à altura no decorrer do experimento. Segundo Taiz & Zaiger (1998), o Na estimula o crescimento por meio do aumento da expansão celular. Para a seringueira (*Hevea brasiliensis*), a omissão de Na também promoveu redução no crescimento, caracterizando sua importância para a espécie (Bolle-Jones, 1954).

Quanto à omissão do S, Dias e Faria (1992) também observaram que foi este o nutriente que menos limitou a produção de matéria seca da espécie *Acacia mangium*. Provavelmente, a planta foi capaz de absorver o S do ar, o que interferiria no resultado. Segundo Mengel & Kirkby (1987), o SO<sub>2</sub> atmosférico pode ser absorvido através dos estômatos das folhas e então metabolizado, apesar de ser um processo pouco eficiente.

### 3.3 Produção de matéria seca

A produção de matéria seca de caule, folha e raiz, da relação parte aérea/raiz (PA/R) e do índice de crescimento relativo (CR), é apresentada na Tabela 3. A deficiência de N, P, Ca, B, Fe, Zn e Mn levou ao decréscimo de matéria seca total. Entretanto, a espécie apresentou resposta favorável, quando comparada ao tratamento controle, significativamente superior aos demais tratamentos com omissão de nutrientes, para os tratamentos menos magnésio (-Mg), menos enxofre (-S) e menos cobre (-Cu) e também para o tratamento menos sódio (-Na). Resultados favoráveis à adição de nutrientes no crescimento de espécies arbóreas são relatados por diversos autores (Mohan et al., 1990; Renó, 1994). Dentre os macronutrientes, a omissão de N foi o mais limitante na produção inicial de matéria seca das raízes, parte aérea e matéria seca total, diferindo

significativamente do tratamento completo. Espécies de crescimento inicial rápido, como é o caso do *Schizolobium amazonicum*, exigem grande quantidade de N em curto intervalo de tempo, que, se não suprido, seja por meio de fertilizantes minerais, fixação biológica ou mineralização de matéria orgânica, resultará em prejuízo no crescimento inicial destas espécies (Lima, 1994). Dias & Faria (1992), utilizando a técnica do elemento faltante no estudo de *Acacia mangium*, observaram comportamento semelhante na omissão de N.

O micronutriente cuja omissão foi mais limitante ao crescimento inicial do paricá foi o Fe e o Cu foi o menos limitante à produção de matéria seca; o mesmo aconteceu com o Na, que não diferiu estatisticamente do tratamento completo. Salvador et al. (1999) encontraram que a produção relativa de mudas de goiabeira obedeceu à seguinte ordem decrescente: testemunha > -Mn > -Zn > -B > -Cu > -Fe, sendo o Mn o micronutriente que menos afetou a fase inicial do desenvolvimento da goiabeira.

**Tabela 3.** Matéria seca de raízes, folhas e caule para os diferentes tratamentos estudados.

*Table 3.* Dry weight of roots, leaves and stem of different treatments.

Tratamento	Matéria seca (g/planta)					
	Raiz	Caule	Folha	Total	CR	PA/R
Completo	7,13 a	7,23 a	12,89 a	27,24 a	100	2.82
-N	0,88 e	0,74 d	1,02 e	2,12 d	8	2.00
-P	3,46 bcde	2,43 bcd	3,47 e	9,37 bcd	34	1.71
-K	2,01 de	1,26 cd	4,36 cde	6,06 b	22	2.80
-Ca	2,38 cde	2,07 cd	3,81 e	8,26 cd	30	2.47
-Mg	5,84 abc	4,01 abcd	12,66 ab	22,50 ab	83	2.85
-S	5,69 abc	4,56 abc	10,88 abcd	21,13 abc	76	2.71
-Na	6,95 ab	5,97 ab	14,27 a	27,19 a	99	2.91
-B	1,97 de	2,36 bcd	3,49 e	7,81 cd	29	2.97
-Cu	5,13 abcd	4,82 abc	11,30 abc	21,25 abc	78	3.14
-Fe	0,70 e	0,57 d	1,12 e	2,04 d	7	2.41
-Zn	3,23 cde	3,55 abcd	4,22 de	13,50 bcd	50	2.41
-Mn	3,01 cde	2,50 bcd	5,76 bcde	11,27 bcd	41	2.74

Números seguidos pela mesma letra na coluna são estatisticamente iguais entre si, pelo teste Tukey, a 5%.

Os valores obtidos, no que diz respeito à produção total de matéria seca de caule, folha e raiz da Tabela 3, mostram que o crescimento

relativo obedeceu à seguinte ordem decrescente: completo > -Na > -Mg > -Cu > -S > -Zn > -Mn > -P > -Ca > -B > -K > -N > -Fe.

Deduz-se então, que o desenvolvimento da planta durante o período experimental foi menos afetado pela omissão do Na, com redução de 1% da matéria seca e mais afetada pelo Fe, com redução de 93% da matéria seca. Dias & Faria (1992) encontraram o seguinte decréscimo de produção de matéria seca para *Acacia mangium*: -S > -P > -Mg > -K e -Ca > -N.

O crescimento radicular da espécie estudada foi também afetado pela deficiência dos nutrientes. Os tratamentos com omissão de Mg, Na e Cu apresentaram alta relação PA/R, indicando maior biomassa da parte aérea em relação à matéria seca da raiz (Tabela 3). Embora o tratamento -B tenha apresentado também alta relação PA/R, sua produção total de matéria seca foi estatisticamente inferior à produção de matéria seca do tratamento completo. A menor relação PA/R foi observada para o tratamento -P, devido a grande produção de raiz que ocorre quando uma planta apresenta deficiência deste nutriente (Marschener, 1995).

#### 4 CONCLUSÕES

O paricá mostrou comportamento diferenciado na resposta à omissão de N, P, K, Ca, Mg, S, Na, B, Cu, Fe, Mn e Zn em relação ao tratamento completo.

A redução do crescimento em função das omissões dos nutrientes e do Na foi sensivelmente mais evidente para os tratamentos com omissão de N e de Fe.

A ausência de Mg, S e Cu e de Na apresentou menor redução na produção de matéria seca na fase inicial de crescimento da planta.

#### 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, D. W. **Deficiências de macronutrientes e de boro em seringueira** (*Hevea brasiliensis* L.). 1983. 44 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.
- BOLLE-JONES, E. W. Cooper its effects on the growth of rubber plant (*Hevea brasiliensis*). **Plant and Soil**, The Hague, v. 10, n. 2, p. 150-178, 1954.
- DIAS, L. E.; ALVAREZ, V. V. H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd. 2- Resposta a nitrogênio e a potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 15, n. 1, p. 11-22, jan./abr. 1991.
- DIAS, L. E.; FARIA, S. M. Deficiências nutricionais em *Acacia mangium* Willd. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 20., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, 1992. p. 26-31.
- FABASI, J. A. V.; VIÉGAS, I. de J. M. Concentração de N, P, K, Ca, Mg e S em plantas de malva (*Urena lobata* L.), cultivar BR-01, cultivadas em solução nutritiva com omissão de macro e micronutrientes. **Boletim da Fundação de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, n. 27, p. 31-42, jan./jun. 1997.
- FABASI, J. A. V. **Carências de macro e micronutrientes em plantas de malva (*Urena lobata* L.), cultivar BR-01**. Belém: FCAP, 1996. 83 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - .
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1994. 227 p.
- FRANCO, A. A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 6, p. 253-261, jun. 1984.
- GUPTA, C. U. Boron nutrition of crops. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 31, p. 280-281, 1979.
- JORDAN, C. F. **Nutrient cycling in tropical forest ecosystems: principles and their**

application in management and conservation. New York: John Wiley and Sons, 1985. 516 p.

LIMA, H. N. **Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta a adubação com NPK.** 1994. 67 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

MAGALHÃES, J. R. **Diagnose de desordens nutricionais em hortaliças.** Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1988. 64 p

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.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic, 1995. 889 p.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition.** Bern: International Potash Institute, 1987. 687 p.

MOHAN, S.; PRASSAD, K. G.; GUPTA, G. N. Fertilizer responses selected social forestry species under varying soil texture. **Indian Forester**, Dehra Dun, v. 116, n. 1, p. 49-57, 1990.

NAMBIAR, E. K. S. Plantation forests: their scope and perspective on plantation nutrition. In: BOWEN, G. B.; NAMBIAR, E. K. S. (Ed.) **Nutrition of plantation forests.** London: Academic Press, 1989. p. 1-15.

RENÓ, N. B. **Requerimentos nutricionais e resposta ao fósforo e fungo micorrízico de espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro.** 1994. 62 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

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.

SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MURAOKA, T. Sintomas visuais de deficiências de nutrientes e composição mineral de folhas em mudas de goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1655-1662, set. 1999.

SANCHES, P. A. **Suelos del trópico: características y manejo.** San José: IICA, 1981. 660 p.

SILVA, I. R. **Crescimento inicial, absorção de macronutrientes e eficiência nutricional em espécies nativas submetidas à adubação potássica.** 1996. 57 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology.** 2. ed. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1998. 792 p.

TRINDADE, D. R.; POLTRONIERI, L. S.; BENCHIMOL, R. L.; ALBUQUERQUE, F. C.; OLIVEIRA, N. T. Black crust (*Phyllachora schizolobiicola* subsp. *schizolobiicola*) on *Schizolobium amazonicum* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p.194, jun. 1999.