

## DESENVOLVIMENTO INICIAL E COMPOSIÇÃO MINERAL DE COPAÍBA CULTIVADAS EM LATOSSOLO AMARELO, TEXTURA MÉDIA, SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES

Márcio Gerdhanes Martins guedes<sup>1</sup>; Mário Lopes da Silva Júnior<sup>2</sup>; George Rodrigues da Silva<sup>2</sup>; André Luiz Pereira da Silva<sup>3</sup>; Joaquim Alves de Lima Junior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias.  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA, Pará, Brasil.

Email: [gerdhanes@hotmail.com](mailto:gerdhanes@hotmail.com)

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA, E-mail: [george.silva@ufra.edu.br](mailto:george.silva@ufra.edu.br)

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA, E-mail: [mario.silva@ufra.edu.br](mailto:mario.silva@ufra.edu.br)

<sup>2</sup>Engenheiro Agrônomo, Professor da UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA-UFRA, E-mail: [joaquim.junior@ufra.edu.br](mailto:joaquim.junior@ufra.edu.br)

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual Paulista-UNESP. E-mail: [andreengagronomo@gmail.com](mailto:andreengagronomo@gmail.com)

Data de recebimento: 02/05/2011 - Data de aprovação: 31/05/2011

### RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo caracterizar os requerimentos nutricionais da *Copaifera langsdorffii* (óleo copaíba), foi conduzido um experimento em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia em Belém, PA. Os tratamentos em número de 13 foram dispostos em delineamento inteiramente casualizado com oito repetições: Testemunha (solo natural), Completo (adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn), Completo + Calagem para elevar a saturação por bases (V%) do solo para 60% e Completo com a omissão de um nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, - Cu, - Fe, - Mn, -Zn).. O nitrogênio foi o nutriente mais limitante, seguido pelo ferro e zinco, para a produção de matéria seca de plantas jovens de copaíba cultivada em Latossolo Amarelo, textura média. A seqüência de exigência nutricional da copaíba foi à seguinte: N > Mg > Cu > Fe > Zn > Ca > K. A omissão de nutrientes não provocou efeito significativo no crescimento e. O desenvolvimento das mudas de copaíba é satisfatório, quando aplicado ao solo adubação seguida de calagem para elevar a saturação de base a 60 %.

**PALAVRAS CHAVES:** Crescimento, Composição Mineral, *Copaifera langsdorffii*, Solo tropical.

### INITIAL DEVELOPMENT AND THE MINERAL COMPOSITION OF COPAÍBA CULTIVATED IN SANDY LOAM YELLOW LATOSOL, UNDER OMISSION OF NUTRIENTS.

### ABSTRACT

This study aimed to characterize the nutritional requirements of *Copaifera langsdorffii* (Copaiba oil), an experiment was conducted in a greenhouse at the Federal Rural University of Amazonia in Bethlehem, PA. The number of 13 treatments were

arranged in a randomized design with eight replicates: control (natural soil), Full (fertilized with N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Mn, Zn) Complete + Liming to raise the base saturation (V%) of soil to 60% and complete with the omission of a nutrient at a time (-N-P-K-Ca-Mg-S - Cu - Fe, - Mn-Zn) .. Nitrogen is the nutrient most limiting, followed by iron and zinc for the production of dry copaiba grown in Oxisol, medium texture. The sequence of nutritional requirement of Copaiba was the following: N> Mg> Cu> Fe> Zn> Ca> K. The omission of nutrients caused no significant effect on growth e. The development of seedling Copaiba is satisfactory when applied to soil fertilization followed by liming to raise the base saturation to 60%.

**KEYWORDS:** Growth, Minerals, *Copaifera langsdorffii*, tropical soil.

## INTRODUÇÃO

A copaiba é uma árvore da família *Caesalpinaceae*, frondosa, atinge 13 m de altura ou pouco mais, embora alcance apenas 2 m quando vegeta no campo ou cerrado. Fornece madeira avermelhada, raramente amarelada, muito rajada, as vezes porosa e de tecido frouxo, utilizada para a construção naval, carroçaria, torno e marcenaria. Perfurando-se o caule conforme a época do ano, obtém-se maior ou menor quantidade de “óleo copaíba” um dos melhores desse gênero botânico e também dos mais reputados na terapêutica universal, específico energético contra numerosas enfermidades. Parece que os indivíduos que vegetam nas várzeas, tem o alburno maior e o cerne mais claro, sendo o lenho mais mole e menos durável, porém produzem maior quantidade de óleo resina.

As exigências nutricionais das espécies nativas vêm sendo estudadas de forma dispersa, cuja maioria dos estudos voltados à recuperação de áreas degradadas tem se concentrado na avaliação de modelos de recuperação, nos aspectos botânicos ou silviculturais, sendo que trabalhos envolvendo aspectos básicos ou aplicados de fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas raramente são inseridos nestes estudos.

Variação na concentração, absorção e eficiência de uso de nutrientes entre espécies pioneiras, secundárias e clímaxes foi observada, tanto na fase de viveiro como a campo, por GONÇALVES et al. (1992), em trabalho sobre capacidade de absorção e eficiência de uso dos nutrientes com novas espécies de diferentes grupos sucessionais. No estágio de viveiro, a exceção do P na matéria seca da parte aérea, as pioneiras apresentaram concentrações médias de N, P, K e Ca superiores às das secundárias, as quais foram superiores as das clímaxes.

BRAGA et al. (1995), em experimento com nutriente faltante, em solo de baixa fertilidade, concluíram que a quaresmeira (*Tribouchibna granulosa*) mostrou o mais alto requerimento nutricional, respondendo à adubação com todos os macros e micronutrientes. A *Acacia mangium* respondeu apenas à P, N, e S, e a resposta da PEREIRA (1994) (*Platycyamus regnellii*) foi mais evidente para N, P, Ca e S; enquanto que a peroba rosa (*Aspidosperma polyneurom*) respondeu a P, K e S.

RENÓ et al. (1993), por intermédio da técnica da omissão de nutrientes, concluíram que para o cedro (*Cedrella fissilis*), jacaré (*Piptadenia gonoacantha*), pau-ferro (*Caesalpineia ferrea*) e para a canafistula (*Senna multijuga*) o P, S e N foram altamente limitantes para o crescimento em altura. Contudo, para o Ca, Mg e

micronutrientes, o comportamento foi diferenciado. Os micronutrientes mostraram-se limitantes ao crescimento da canafistula e do pau-ferro, enquanto o K não se mostrou limitante a nenhuma delas, evidenciando um baixo requerimento para este nutriente.

Com a finalidade de verificar os efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do paraná (*Araucaria angustifolia*) em solução nutritiva, SIMOES & COUTO (1973) verificaram que as omissões de N e P causaram as maiores limitaes ao crescimento das plantas e ao diâmetro do caule e semelhantemente ao Mg reduziram o crescimento das raízes.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo caracterizar o desenvolvimento inicial e os requerimentos nutricionais da *Copaifera langsdorffii* Desf. (leo copaíba), cultivada em Latossolo Amarelo, textura média, sob omissão de nutrientes.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA, em Belém – PA, através da técnica do nutriente faltante, com a finalidade de determinar os nutrientes que mais limitam o potencial produtivo do solo, indicado pelo estado nutricional da planta pelo seu desenvolvimento. Com o conhecimento das limitaes,  possível corrigi-las através da adição de nutrientes pela prática da adubação e calagem.

Foram utilizadas sementes de copaíba (*Copaifera langsdorffii* Desf.) coletadas na ilha de Mosqueiro, município de Belém (PA), sendo semeadas no dia 10/03/2006 em bandejas contendo areia autoclavada. A germinação das sementes iniciou cerca de 20 dias após a semeadura e estendeu-se por 15 dias. Após a germinação, as plântulas foram repicadas para sacos plásticos contendo uma mistura de terra preta de jardim + areia (1:2). O plantio ocorreu 35 dias após a germinação, em vasos com capacidade para oito quilogramas de solo.

As medidas de altura e de diâmetro das plantas foram tomadas no dia da implantação do experimento e no período de coleta das plantas. O experimento durou 117 dias.

Foram avaliadas altura da planta, diâmetro do caule e teores de N, P, K, Ca, Mg na mteria seca das diferentes partes das plantas de copaíba.

Os dados das variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância, conforme PIMENTEL GOMES (1978). Obtida a significância pelo teste de Duncan, a 5 % de probabilidade, para comparaes das mdias obtidas nos tratamentos. As análises foram realizadas no programa estatístico SAEG 8.0.

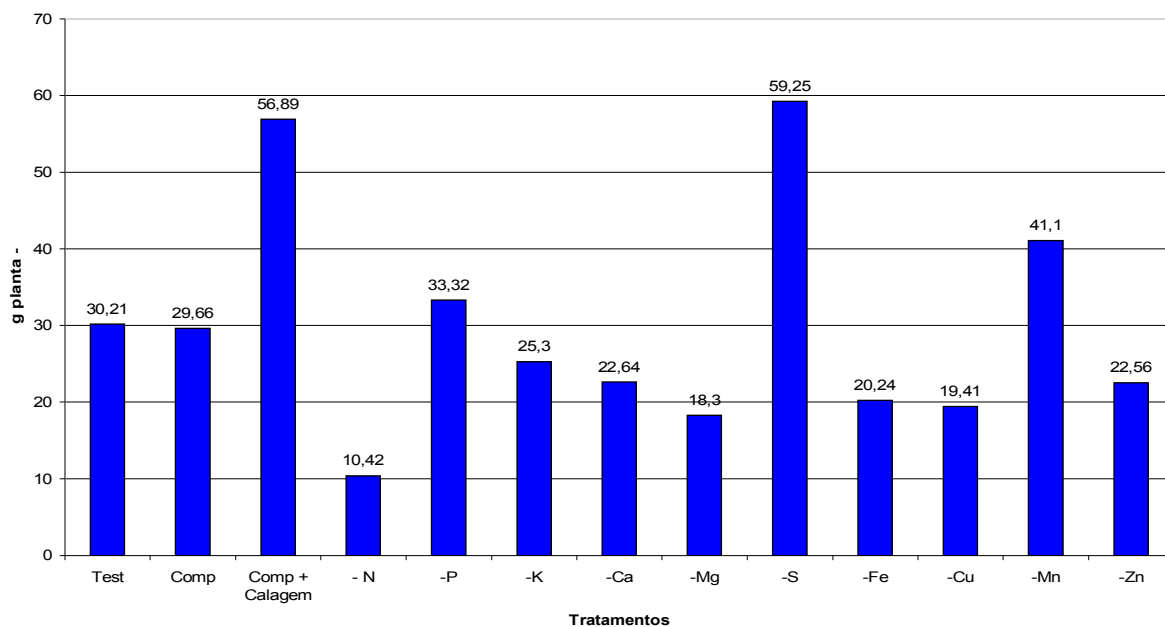
Os tratamentos utilizados, definidos através da técnica do elemento faltante, foram em número de 13, dispostos em delineamento inteiramente casualizado com 5 repeties: Testemunha (Test): Solo sem adubação; Completo (C) : adubado com N, P, K, Ca, Mg, Cu, Fe, S, Mn, Zn; Completo + Calagem (C + Cal); Completo com omissão de cada nutriente por vez (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -Cu, -Fe, -S, -Mn, -Zn)

A adubação básica no tratamento completo, por kg de solo, foi constituída de 75 mg N – uréia, 50 mg P – NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, 75 mg K – KCl, 80 mg Ca – CaCl<sub>2</sub>, 40 mg Mg MgSO<sub>4</sub>, 1,5 mg Cu – CuSO<sub>4</sub>, 0,5 mg Fe – FeSO<sub>4</sub>, 30 mg S - KSO<sub>4</sub>, 0,5 mg Mn – MnSO<sub>4</sub>, 1mg Zn – ZnSO<sub>4</sub>.

A quantidade de corretivo aplicado, de 3,8 t ha<sup>-1</sup> de calcário dolomítico (PRNT

= 100%), foi calculada com base na elevação da saturação por base (V%) do solo (RAIJ, 1991) para 60%.

## RESULTADO E DISCUSSÃO



**FIGURA 1-** Matéria seca total (g planta<sup>-1</sup>) de planta jovem de copaíba, cultivada em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

### Nitrogênio

A Tabela 1 mostra que a omissão de nitrogênio não afetou drasticamente o teor deste elemento nas diferentes partes da planta, mantendo-se dentro de uma equivalência em relação aos demais tratamentos, o que pode ser explicado pela concentração deste elemento nas reservas da planta. Fato semelhante foi encontrado por BARROSO et al. (2005) em diagnóstico de deficiência de macronutrientes em mudas de teca (*Tectona grandis*). O alto teor de N na parte aérea das plantas sob omissão de N, Ca, Mg, Fe e Cu 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 (Figura 1)

**TABELA 1-** Teor de nitrogênio (g/kg) das raízes, caule, folhas de plantas de copaíba cultivada em Latossolo Amarelo, submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. UFRA, Belém (PA), 2008.

Tratamentos	Partes da Planta		
	Folha	Caule	Raiz
Testemunha	13,70def	10,64abc	10,09bcd
Completo	15,04de	10,85abc	13,38abc
Completo + Calagem	8,27f	4,44c	6,05d
- N	16,55bcde	16,09ab	16,40abc
-P	10,55ef	11,56abc	12,25bcd
-K	16,08cde	15,11ab	13,75abc
-Ca	16,88bcd	11,92abc	15,99abc
-Mg	18,51abcd	11,85abc	13,25abc
-S	15,35de	7,64bc	9,71cd
-Fe	24,16 a	19,38 a	20,10 a
-Cu	22,46ab	16,36ab	17,43 ab
-Mn	21,68abc	15,42ab	13,29abc
-Zn	16,34cde	14,67ab	16,34abc
C.V(%)	32,81	41,84	36,42
Média	16,58	12,76	13,69

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

Os tratamentos Completo + Calagem e com omissão de S, apresentaram os menores teores de N nas diversas partes da planta, ocorrendo um efeito de diluição, pois este tratamento apresentou uma das maiores produções de matéria seca (Figura 1).

Os teores de N do tratamento completo, foram semelhantes aos encontrados por DIAS et al. (1992), para a formação de mudas de taxi-branco (*Esclerolobium paniculatum*), cujo valor crítico foliar para atingir 90 % da produção máxima de MSPA, era de 22,0 g/kg, associado à dose de 79 g/dm<sup>3</sup> de N no solo.

A omissão de P, também, apresentou baixos teores de N na parte aérea, resultado semelhante ao encontrado por DUBOC et al. (1996b) para *Copaifera langsdorffii* em que a omissão de P diminuiu a absorção de N pelas plantas.

### Fósforo

Os teores de P tiveram maiores concentrações nas folhas, indicando a alta mobilidade do fósforo na planta (Tabela 3). Segundo RAIJ (1969), o fósforo em quantidade adequada estimula o desenvolvimento radicular e apresenta alta mobilidade na planta, transferindo-se rapidamente de tecidos velhos para regiões de meristema ativo.

O tratamento Completo + Calagem apresentou aumento nos teores de fósforo principalmente na raiz e caule que diferiram significativamente de todos os demais. Na folha ocorreu aumento no teor de P, apesar de não diferenciar significativamente dos demais tratamentos. Segundo RAIJ & QUAGGIO (1984), a calagem favorece o aproveitamento do fósforo do solo. Na medida em que o pH diminui, isto é, abaixo de 5,5, a disponibilidade do P também diminui, devido a fixação dos radicais fosfatos pelos íons Al<sup>3+</sup> e Fe<sup>3+</sup>, que se encontram em grandes quantidades no solo quando o

pH é baixo (OSAKI, 1991). Com a prática da calagem o pH tende a aumentar e, conseqüentemente, a disponibilidade do fósforo também aumenta.

Os maiores teores foliares de fósforo foram obtidos com a omissão de Ca, e N apesar de não diferirem significativamente do -Mg, -S, - Fe, - Zn, completo e completo + calagem e completo, havendo um efeito de concentração, no caso do tratamento sob omissão de N, uma vez que o mesmo apresentou a menor produção de matéria seca (Figura 1).

**TABELA 2-** Teor de fósforo (g/kg) das folhas, caule e raízes de plantas de copaíba cultivadas em Latossolo Amarelo, submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. UFRA, Belém (PA), 2008.

Tratamentos	Partes da Planta		
	Folha	Caule	Raiz
Testemunha	0,73cde	0,32d	0,41cd
Completo	1,14abc	0,81abc	0,71b
Completo + Calagem	0,89abcde	1,08 a	0,99 a
- N	1,25ab	0,56bcd	0,46cd
-P	0,61e	0,45cd	0,34d
-K	0,64de	0,42cd	0,37cd
-Ca	1,29 a	0,90ab	0,72b
-Mg	0,85abcde	0,76abc	0,59bcd
-S	0,89abcde	0,72ab	0,60bc
-Fe	0,92abcde	0,51bcd	0,41cd
-Cu	0,73cde	0,46cd	0,40cd
-Mn	0,85bcde	0,76abc	0,48bcd
-Zn	1,06abcd	0,71abcd	0,51bcd
C.V(%)	24,14	41,84	32,69
Média	0,91	0,67	0,53

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade

Os tratamentos com omissão de P e K apresentaram os menores teores de fósforo em todas as partes da planta 1,4 g/kg e 1,43 g/kg, respectivamente. O tratamento Completo + Calagem, no caule, aumentou em 33 % o teor de fósforo em relação ao tratamento Completo, apesar de não existir diferença estatística significativa entre eles.

Os altos teores de potássio nos tecidos da planta inteira, nos tratamentos com omissão de N e Ca (14,9 g kg<sup>-1</sup> e 13,99 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente), são equivalentes ao tratamento Completo e superam a testemunha. Esse resultado deve-se, provavelmente à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre o cálcio e o potássio favorecendo a absorção deste último (CASTRO; MENEGUELI, 1989).

### Potássio

O tratamento completo + calagem apresentou o menor teor foliar de K, apesar de não diferenciar significativamente da testemunha. Segundo RAIJ (1991), solos com maiores teores de Ca e Mg e com CTC mais elevada podem diminuir a disponibilidade de K para as plantas.

**TABELA 3-** Teor de potássio (g/kg) das raízes, caule, folhas de plantas de copaíba cultivadas em Latossolo Amarelo, submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. UFRA, Belém (PA), 2008.

Tratamentos	Partes da Planta		
	Folha	Caule	Raiz
Testemunha	4,08cd	3,50ab	2,80 ab
Completo	5,96abc	3,74ab	2,67 ab
Completo + Calagem	3,52d	3,28abc	2,87 a
- N	7,88 a	4,64 a	2,38 abc
-P	5,99abc	2,94bc	2,38 abc
-K	4,39cd	1,84c	1,71 c
-Ca	6,55ab	4,39ab	2,96 a
-Mg	6,06abc	4,13ab	2,80 ab
-S	5,09bcd	3,73ab	2,63 ab
-Fe	7,79 a	3,40ab	1,95 bc
-Cu	6,93ab	3,82ab	2,80 ab
-Mn	5,36bcd	2,96bc	2,26 abc
-Zn	6,70ab	3,24abc	2,20 abc
C.V(%)	30,17	29,47	24,25
Média	5,87	4,28	2,49

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade

Na folha, a omissão de N e Fe aumentaram significativamente o teor de K, resultado semelhante ao encontrado por MARQUES et al. (2004), trabalhando com paricá, em que as omissões de Fe e de N promoveram aumento nos teores de K nas folhas, devido ao efeito de concentração. MENDONÇA et al. (1999) também verificaram maiores teores de K no tratamento com a omissão de Fe nas folhas de angico-amarelo.

### **Cálcio**

O teor de cálcio sob omissão do nutriente, não diferiu do tratamento completo em nenhuma parte das plantas de copaíba (Tabela 4), DUBOC (1994), sugerindo que essas plantas possuem uma elevada capacidade de extração de cálcio do substrato, mesmo sob pequena disponibilidade, ou ainda um baixo requerimento fisiológico para este nutriente. DUBOC (1996), trabalhando com mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* l. var *stilborcarpa* (Hayne) Lee et Lang), encontrou resultados semelhantes.

**TABELA 4-** Teor de cálcio (g/kg) das raízes, caule, folhas de plantas de copaíba cultivadas em Latossolo Amarelo, submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. UFRA, Belém (PA), 2008.

Tratamentos	Partes da Planta		
	Folha	Caule	Raiz
Testemunha	3,33b	2,88bc	2,88 a
Completo	3,17bc	2,78bc	2,78 a
Completo + Calagem	5,13 a	3,40ab	3,41 a
- N	3,07bc	3,44ab	3,44 a
-P	3,04bc	2,78bc	2,78 a
-K	2,66bc	2,45bc	2,46 a
-Ca	2,81bc	2,24c	2,24 a
-Mg	2,59bc	2,78bc	2,78 a
-S	3,17bc	3,18abc	3,18 a
-Fe	1,95c	2,73bc	2,73 a
-Cu	1,92c	2,26c	2,26 a
-Mn	2,59bc	4,03 a	3,22 a
-Zn	2,46bc	3,10abc	1,46 a
C.V(%)	19,86	25,55	48,81
Média	2,91	2,93	2,74

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade

Em ordem decrescente as omissões de Mn, N, Completo + Calagem, S e Zn mostraram tendência de superioridade, apresentando os maiores teores de Ca, no caule das plantas, apesar de não diferenciar significativamente da testemunha. VENTURIN et al. (2005) observaram em caule de mudas de *Eremanthus erythropappus*, concentrações elevadas de cálcio no tratamento com omissão de Zn.

Na folha, o tratamento completo + calagem aumentou significativamente o teor de Ca em comparação ao tratamento completo e aos demais sob omissão, ou seja houve um efeito positivo da calagem para a absorção do Ca pela planta. A correção do solo feita com calcário dolomítico, além de corrigir a acidez, forneceu também dois nutrientes importantíssimos para as plantas, o cálcio e o magnésio.

Os teores de cálcio na raiz não mostraram diferença significativa entre os tratamentos. Os valores obtidos com a omissão de N e o Completo + Calagem mostraram tendência de superioridade sobre os outros tratamentos.

### Magnésio

O tratamento Completo + Calagem apresentou o maior aumento significativo do teor de Mg em todas as partes da planta correspondendo a 8,12 g/kg (Tabela 5). O maior teor de magnésio disponibilizado no solo, pela aplicação do calcário dolomítico, pode ter influenciado na maior absorção do nutriente pelas plantas. Por meio da Tabela 6, verifica-se que, depois do tratamento Completo + Calagem, a omissão de N, K, Cu, apresentaram os maiores teores de magnésio na planta, respectivamente 4,49 g/kg, 4,26 g/kg e 4,31 g/kg, semelhantes aos obtidos com o Completo, de 4,58 g/ha. Tais resultados são semelhantes aos encontrados por SOUZA et al, (2006) em adubação mineral do ipê roxo, onde o teor de Mg foi maior



no tratamento com a omissão de K e N, possivelmente, pela redução da inibição competitiva entre estes e o Mg (MALAVOLTA; VIOLANTE NETTO, 1989). ).

Para o *Peltophorum dubium*, as omissões de K, Ca e S (VENTURIN et al, 1999); para o *Myracrodruon urundeuva*, os maiores teores de Mg foram encontrados nos tratamentos completo, com a omissão de calagem, Ca, K, Zn e Cu, Fe e Mn (MENDONÇA et al., 1999). Para a candeia (*Eremanthus erythropappus*), o maior teor de Mg foi favorecido pela ausência dos nutrientes K e Ca (VENTURIN et al., 2005).

Na folha, a omissão de Zn e Mn apresentaram os menores teores de Mg (Figura 12). MARQUES et al. (2004), trabalhando com paricá verificaram a redução dos teores de Mg nas folhas sob a omissão de Mn.

**TABELA 5-** Teor de magnésio (g/kg) das raízes, caule, folhas de plantas de copaíba cultivadas em Latossolo Amarelo, submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. UFRA, Belém (PA), 2008.

Tratamentos	Partes da Planta		
	Folha	Caule	Raiz
Testemunha	1,91bc	1,32c	0,78c
Completo	1,87bc	1,79b	0,92bc
Completo + Calagem	3,47 a	2,68 a	1,97 a
-N	1,99bc	1,78b	0,72c
-P	1,36def	1,26c	0,83c
-K	2,10b	1,36bc	0,80c
-Ca	1,73bcd	1,41bc	0,82c
-Mg	1,57cde	1,46bc	0,88bc
-S	1,50cde	1,53bc	1,17b
-Fe	1,67bcd	1,51bc	0,88bc
-Cu	1,72bcd	1,60bc	0,99bc
-Mn	1,17ef	1,53bc	0,88bc
-Zn	0,95f	1,55bc	0,95bc
C.V(%)	19,86	18,22	10,22
Média	1,77	1,60	0,97

OBS: Letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5 % de probabilidade.

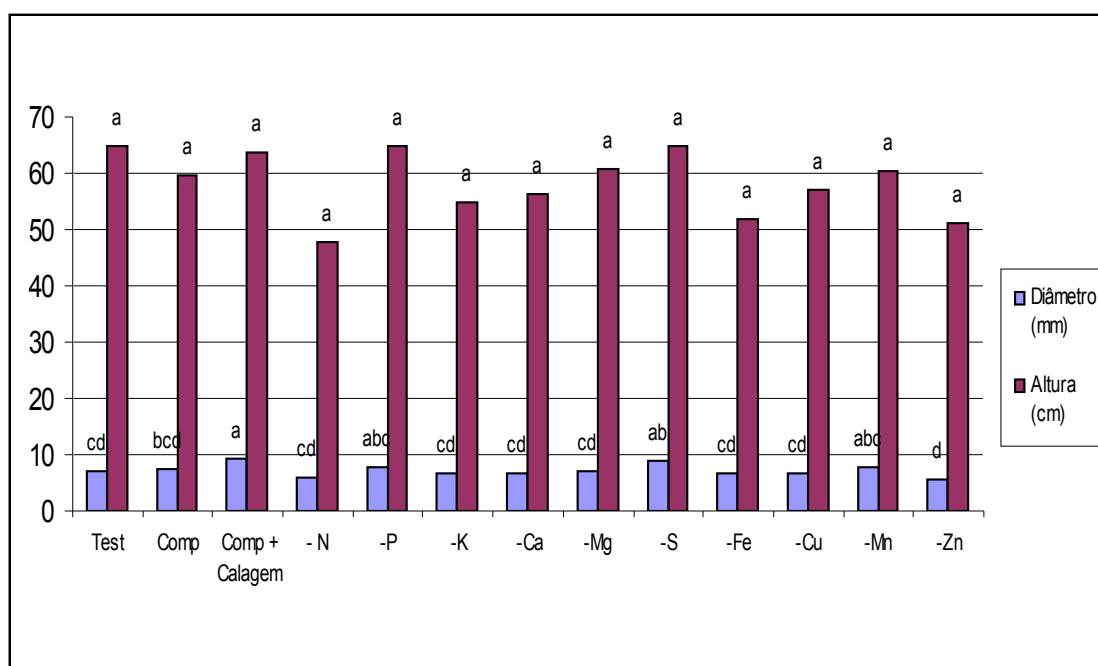
### Crescimento de plantas de copaíba

Por meio da Figura 2, verifica-se que a calagem proporcionou o maior crescimento em diâmetro de mudas de copaíba, superando significativamente o tratamento completo e testemunha. A omissão de S também apresentou maior crescimento em diâmetro apesar deste não diferenciar do completo. Já omissão de N e Zn afetaram drasticamente o crescimento em diâmetro de mudas de copaíba.

DUBOC (1994), em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf., verificou que plantas de óleo copaíba sob omissão de Zn apresentaram um maior crescimento em diâmetro do caule.

Os dados da Figura 2 mostram, ainda, que não houve diferença significativa entre os tratamentos no que diz respeito à altura, porém, observa-se que mudas que

creceram sob a omissão de N e Zn, apresentaram tendência de menor crescimento da planta.



**FIGURA 2-** Médias da altura (cm) e diâmetro (mm) de mudas de copaíba em Latossolo Amarelo, sob omissão de nutrientes.

A calagem, sem diferir do tratamento com omissão de Mn, proporcionou o maior aumento em diâmetro nas plantas de copaíba. O cálcio adicionado na calagem tem grande importância 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).

Segundo SILVA et al. (2006), a calagem influenciou positivamente no aumento da altura, diâmetro de caule e produção de matéria seca em experimento conduzido com plantas de mogno.

DUBOC (1994) em fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. verificou que as omissões de N, P e o tratamento Testemunha mostraram-se limitantes, afetando o crescimento em altura das plantas. As demais omissões de nutrientes mostraram resultados não significativos em relação ao tratamento Completo. Vários trabalhos referentes a espécies florestais demonstram que a omissão do nitrogênio apresenta considerável redução no crescimento.

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.

## CONCLUSÕES

1. O nitrogênio foi o nutriente mais limitante, seguido pelo ferro e zinco, para a produção de matéria seca de plantas jovens de copaíba cultivada em Latossolo Amarelo, textura média.
2. A seqüência de exigência nutricional da copaíba foi à seguinte: N > Mg > Cu > Fe > Zn > Ca > K.
3. A omissão de nutrientes não provocou efeito significativo no crescimento em altura das mudas de copaíba.
4. A calagem promoveu o maior crescimento em diâmetro do caule de mudas de copaíba.
5. O desenvolvimento das mudas de copaíba é satisfatório, quando aplicado ao solo adubação seguida de calagem para elevar a saturação de base a 60 %.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BARROSO, D.G. et al. Diagnostico de deficiência de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, n.5 v.29, p. 671 - 679, 2005.

BRAGA, F.deA.; VALE, F.R.do; VENTURIN, N.; AUBERT, E.; LOPES G.deA. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, V.19, n.1, p.18-31, jan/mar. 1995.

CASTRO, A. F., MENEGHELLI, N. A. "As relações  $K^+/(Ca^{++} + Mg^{++})^{1/2}$  e  $K^+/(Ca^{++} + Mg^{++})$  no Solo e as Respostas à Adubação Potássica". **Pesq. Agrop. Bras.** v. 24, n. 6, p. 751 – 760, 1989.

DIAS, L.E.; JUCKSCH, I.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.de; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum* Voguel): II. Resposta a nitrogênio, potássio e enxofre. **Revista Árvore**, Viçosa, v.16, n.2, p.135-143, mai/ago. 1992.

DUBOC, E. **Enriquecimentos nutricionais de espécies florestais nativas: *Hymenae courbaril*, *Copaifera langsdorffii* e *Peltophorum dubium***. 1994. 68p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.

DUBOC, E.; VENTORIN, N.; VALE, F.R. do; DAVIDE, A.C. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var *stilborcarpa* (Hayne) Lee et Lang.). **CERNE**, Viçosa, v. 2, n. 1, p. 01-12, 1996. and Soil. v. 10, n.2, p.150-178. 1954.

DUBOC, E. et al. Nutrição do jatobá (*Hymenaea courbaril* L. var *stilborcarpa* (Hayne) Lee et Lang). **Cerne**, v.2, n.1, p. 138-152, 1996b.

GONÇALVES, J.L.de M.; KAGEYAMA, P.Y.; FREIXÊDAS, V.M.; GONÇALVES, J.C.; GERES, W.L.de A. Capacidade de absorção e eficiência nutricional de algumas espécies arbóreas tropicais. In: CONGRESSO NACIONAL SOBRE ESSÊNCIAS NATIVAS 2, São Paulo, 1992. **Anais...** São Paulo: Instituto Florestal, 1992. p.463-468.

MALAVOLTA, E.; VIOLANTI NETTO, A. **Nutrição mineral, calagem, gessagem e adubação dos citros**. Piracicaba: POTAFOS-Associação Brasileira para a Pesquisa da Avaliação da Potassa e do Fosfato, 1989. 153p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319p.

MARQUES, T. C. L. L. S. M; CARVALHO, J. G; LACERDA, M. P. C; MOTA, P. E. F. Exigências Nutricionais do Paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 167-183, jul./dez. 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York: Academic Press, 1995. 889p.

MENDONÇA, A.V.R.; NOGUEIRA, F.D.; VENTURINI, N.; SOUZA, J.S. Exigências nutricionais de *Myracrodium urundeuva* Fr. ALL. (aroeira do sertão). **Cerne**, Lavras, v.5, n.2, p.65-75, 1999.

OSAKI, F. **Calagem e adubação**. Campinas: 2. ed. Instituto Brasileiro de Ensino Agrícola., 503p. 1991

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.

PIMENTEL-GOMES, F. **A estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Piracicaba : Potafos, 1984. 160p.

RAIJ, B. van. A capacidade de troca de cátions das frações orgânicas e mineral dos solos. **BRAGANTINA**, Campinas, v. 28, n. 8, p. 85 – 112, 1969.

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

RAIJ, B. VAN.; QUAGGIO, J.A. 1984. Uso eficiente de calcário e gesso na agricultura. In.: Espinoza, W.; Oliveira, A.J. de (Eds). **Anais do Simpósio sobre Fertilizantes na Agricultura Brasileira**. Brasília, EMBRAPA - DEP. 641p.

RENÓ, N.B.; VALE, F.R.do; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais nativas. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO** 24, Goiânia, 1993. Resumos, Goiânia: SBCS, p.211-212.

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, 1994.

SILVA, G.R.; LIMA JÚNIOR, E.C.; VIÉGAS, I.J.M.; SILVA JÚNIOR, M.L. Crescimento do mogno (*Swietenia macrophylla* King). Em função da calagem. In: FERTBIO 2006, bonito (MS), 2006 **Anais...** Bonito (MS): SBCS, 206.CD ROM

SIMÕES, J.W.; COUTO, H.T.Z.do. Efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze cultivado em vaso. Piracicaba, 1973.

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

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. Adubação Mineral do Ipê – Roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261- 270, 2006.

VENTURIN, N.; SOUZA, P. A. de; MACEDO, R.L.G de; NOGUEIRA, F.D. Adubação mineral da candeia (*Eremanthus erythropappus* ( DC) McLeish). **Floresta**, Curitiba, v.35, n.2, p. 211-219, 2005.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.do; DAVIDE, A.C. Adubação mineral do angico amarelo (*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.3, p.441-448, mar. 1999.