

ENY DUBOC

REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE ESPÉCIES NATIVAS:

Hymenaea courbaril L. var. **stilbocarpa** (HAYNE)

LEE ET LANG (JATOBÁ),

Copaifera langsdorffii DESF. (ÓLEO COPAÍBA)

E **Peltophorum dubium** (SPRENG.) TAUB. (CANAFÍSTULA)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL como parte das exigências do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador
Prof. NELSON VENTORIM

LAVRAS
MINAS GERAIS BRASIL
1994

ENY DUBOC

REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE ESPÉCIES NATIVAS:

***Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG. (JATOBÁ)**

***Copaifera langsdorffii* DESF. (ÓLEO COPAÍBA)**

***Peltophorum dubium* (SPRENG.) TAUB. (CANAFÍSTULA)**

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura de Lavras - ESAL como parte das
exigências do curso de Mestrado em Engenharia
Florestal, área de concentração em Manejo
Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. NELSON VENTORIM

LAVRAS

MINAS GERAIS

1994

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca Central da ESAL

Duboc, Eny.

Requerimentos nutricionais de espécies nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá); *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula). Eny Duboc. -- Lavras : ESAL, 1994.
68 p. : il.

Orientador : Nelson Ventrorm.

Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura de Lavras.

Bibliografia.

1. Florestas nativas - Nutrição mineral. 2. Mata ciliar. 3. Jatobá - Nutrição mineral. 4. Óleo copaíba - Nutrição mineral. 5. Canafistula - Nutrição mineral. I. Escola Superior de Agricultura de Lavras. II. Título.

CDD-634.9

ENY DUBOC

REQUERIMENTOS NUTRICIONAIS DE ESPÉCIES NATIVAS:

Hymenaea courbaril L. var. *stilbocarpa* (HAYNE) LEE ET LANG (JATOBÁ)

Copaifera langsdorffii DESF. (ÓLEO COPAÍBA)

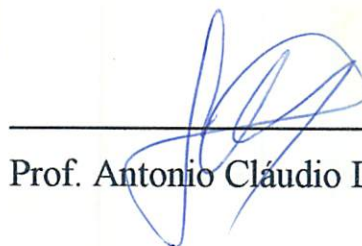
Peltophorum dubium (SPRENG.) TAUB. (CANAFÍSTULA)

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL como parte das exigências do curso de Mestrado em Engenharia Florestal, área de concentração em Manejo Ambiental, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 28 de novembro de 1994.



Prof. Fabiano Ribeiro do Vale



Prof. Antonio Cláudio Davide



Prof. NELSON VENTORIM

(Orientador)

**Aos meus pais,
a minha filha Amanda, pelo carinho e
ao meu filho Andrei nascido durante
a realização deste trabalho...**

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Empresa de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural do Mato Grosso do Sul - EMPAER, pela oportunidade e apoio para a realização deste curso.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras - ESAL, pela oportunidade concedida.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Nelson Ventrone, pela valiosa orientação, ensinamentos, incentivo e amizade demonstrados durante o curso.

Ao professor Fabiano Ribeiro do Vale, pela participação e valiosas sugestões apresentadas para condução e melhoria deste trabalho.

Ao professor Antonio Cláudio Davide, pelas sugestões apresentadas para melhoria deste trabalho e pela amizade e ensinamentos prestados durante o curso.

Aos demais professores, pela amizade e ensinamentos transmitidos.

Aos funcionários do Laboratório de Sementes Florestais, do Laboratório de Fertilidade do Solo e aos funcionários do Viveiro Florestal pelos auxílios prestados.

Aos amigos Prof. Eurípedes B. Menezes e à Helen pela amizade.

E a todos os colegas pela convivência e amizade, em especial à Denise Garcia de Santana.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	viii
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERÊNCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Caracterização geral das espécies estudadas.....	3
2.1.1 <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. <i>stilbocarpa</i> (Hayne.) Lee et Lang. (Jatobá).....	3
2.1.2 <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. (óleo copaíba).....	4
2.1.3 <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub. (canafistula).....	5
2.2 Requerimentos nutricionais das espécies arbóreas.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1 Material de solo.....	12
3.2 Preparo das mudas	14
3.3 Tratamentos.....	15
3.4 Condução do experimento.....	17
3.5 Características avaliadas.....	18
3.6 Análise estatística.....	19

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1 Jatobá.....	20
4.1.1 Crescimento das plantas.....	20
4.1.2 Nutrição mineral do jatobá.....	26
4.2 Óleo copaíba	32
4.2.1 Crescimento das plantas.....	32
4.2.2 Nutrição mineral do óleo copaíba.....	37
4.3 Canafistula.....	42
4.3. Crescimento das plantas.....	42
4.3.2 Nutrição mineral da canafistula.....	46
5 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
APÊNDICE.....	60

QUADROS

Quadro		Página
1	Análise textural do material de solo utilizado no experimento. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	13
2	Análise química do material de solo utilizado no experimento. ESAL, Lavras (MG), 1994.	13
3	Quantidade e fontes de nutrientes aplicadas a cada tratamento. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	16
4	Análise química do substrato após a aplicação dos tratamentos (média de 3 repetições). ESAL, Lavras (MG), 1994.....	17
5	Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	21
6	Teor de nutrientes na matéria seca de plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	27
7	Conteúdo de nutrientes na matéria seca de plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	28

8	Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	33
9	Teor de nutrientes na matéria seca das plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	37
10	Conteúdo de nutrientes na matéria seca das plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	39
11	Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	42
12	Teor de nutrientes na matéria seca das plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	47
13	Conteúdo de nutrientes na matéria seca das plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	48

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	22
2	Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema de radicular de plantas de jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	24
3	Relação raiz/parte aérea (R/PA) com base no peso de matéria seca de plantas de jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	26
4	Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de óleo copaíba submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	34
5	Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema de radicular de plantas de óleo copaíba submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	35
6	Relação raiz/parte aérea (R/PA) com base no peso de matéria seca de plantas de óleo copaíba submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	36

7	Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de canafistula submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.	43
8	Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema de radicular de plantas de canafistula submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	44
9	Relação raiz/parte aérea (R/PA) com base no peso de matéria seca de plantas de canafistula submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.....	46

RESUMO

DUBOC, Eny. **Requerimentos nutricionais de espécies nativas: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula)**, Lavras: ESAL, 1994. 68p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).

A implantação de espécies nativas em projetos de recuperação de áreas degradadas, pode amenizar o impacto ambiental negativo decorrente dos desmatamentos, e auxiliar no equilíbrio desses ecossistemas. Entretanto, depende de um melhor conhecimento das exigências nutricionais dessas espécies.

Com o objetivo de avaliar as exigências nutricionais e os efeitos da omissão de nutrientes no crescimento em altura, diâmetro e peso de matéria seca de plantas de *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá), *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula). Conduziu-se um experimento em vasos em casa de vegetação do Departamento de Ciências Florestais da ESAL-Lavras (MG). Foram empregados 10 tratamentos, sob a técnica do nutriente faltante, em delineamento experimental de blocos ao acaso, com 5 repetições: Completo (adubado com: N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn); Testemunha (solo natural); -N; -P; -K; -Ca; -Mg; -S; -B e -Zn (adubação completa com a omissão de um nutriente de cada vez). Utilizou-se um Latossolo

Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade como substrato. As plantas foram colhidas e separadas em parte aérea e sistema radicular. As amostras foram secas a 75°C, pesadas e, determinados os teores de nutrientes na matéria seca da parte aérea. De acordo com os resultados concluiu-se que; o jatobá apresentou um pequeno requerimento nutricional para N, P, Ca, Mg, S e K. A disponibilidade apresentada pelo solo adubado com B e Zn foi superior aos requerimentos das plantas nesta fase. O N, P, Ca e S mostraram-se limitantes ao crescimento das plantas de óleo copaíba, que apresentaram um baixo requerimento para Mg, K, B e Zn. Das três espécies a canafistula mostrou o maior requerimento nutricional. Mostrando-se altamente limitantes o P, N, S e Ca, seguidos por Mg, K e B. As omissões de K, Ca e Mg afetaram a absorção de S pelas plantas de óleo copaíba e canafistula, evidenciando a necessidade do suprimento adequado destes nutrientes.

SUMMARY

THE NUTRITIONAL REQUERIMENTS OF NATIVE FOREST SPECIES: *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (JATOBÁ), *Copaifera langsdorffii* Desf. (ÓLEO COPAÍBA) E *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (CANAFÍSTULA).

An implantation of native species in the projects of recuperating of degradaded area can reduce environmental impact and aid to maintenance these ecosystems. Although it's depend on the best knowledge of nutritional requeriments of these species.

A pot experiment was conducted in a green house in the Department of Forest Science of ESAL-Lavras, Brazil, in order to evaluate the mineral nutrient requeriments and the effects of nutrient omission in *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá), *Copaifera lansdorffii* Desf. (óleo copaíba), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula), seedlings height and diameter growth, and dry matter production. The following treatments were employed. Complete (adubated with N, P, K, Ca, Mg, S, B and Zn); Standart (nature soil); without N, without P, without K, without Ca, without Mg, without S, without B, without Zn. A soil with low mutrient avaialability was used as a substrate. The plants were cut and separated into shoot and roots, and dried at 75°C, and determine levels of the elements in the dry matter of shoots. According to the results it was

concluded that: The seedlings of jatobá present a low requirement of N, P, Ca, Mg, S and K. The availability present in the fertilized soil with B and Zn was higher of the requirements in this stage of the jatobá's plants. The small availability present in the nature soil of N, P, Ca and S limits the growth of the óleo copaíba's plants. The seedlings of óleo copaíba present a low requirement for the Mg, K, B and Zn. The canafistula present the highest nutritional requirement of these tree species. The seedling of canafistula was affected by omission of the all nutrients in following order: $P > N > S$, $Ca \gg Mg > K > B$. The omission of K, Ca and Mg was affected the sulfur absorption for the canafistula and óleo copaíba's plants.

1 INTRODUÇÃO

O avanço das fronteiras agropastoris, o crescimento urbano e a industrialização desordenada têm contribuído para o desmatamento em geral, e em particular das áreas ribeirinhas. Como consequência há degradação das bacias hidrográficas, aumento dos processos erosivos, com o assoreamento dos cursos d'água e a sua contaminação.

A revegetação dessas áreas além de amenizar o impacto ambiental negativo e auxiliar na restauração do equilíbrio desses ecossistemas, pode ser uma fonte de renda para as propriedades rurais. De modo que, a implantação de espécies nativas de valor econômico pode ser recomendável através de um plano de reflorestamento, pois a exploração sustentada pode minimizar os abusos cometidos com o desmatamento e encorajar o repovoamento. Carpanezzi et al. (1990) consideram que mesmo terrenos pouco perturbados podem ser difíceis de serem reflorestados, como as áreas ciliares ou as áreas íngremes em propriedades agrícolas onde o pequeno retorno financeiro desestimula esforços de implantação e manutenção.

Entretanto, a alteração destes locais traz consequências, principalmente para o solo, que aliadas ao desconhecimento dos requerimentos nutricionais das espécies

florestais nativas pode comprometer o sucesso dos projetos de recuperação. Conforme ressaltam Curi et al. (1993), o êxito na implantação de florestas com espécies nativas, principalmente em projetos de recuperação de áreas degradadas, depende de um melhor conhecimento dos requerimentos nutricionais destas espécies.

Considerando que as espécies arbóreas diferem quanto a eficiência com que absorvem e ou utilizam os nutrientes extraídos do solo, em condições de solo alterado ou de baixa fertilidade, seria desejável o uso de espécies menos exigentes e/ou mais eficientes na utilização de nutrientes (Kageyama e Castro, 1989). Propiciando uma maior produção de biomassa com uma menor utilização de nutrientes do sítio florestal.

Deste modo, este trabalho teve por objetivo caracterizar os requerimentos nutricionais de três espécies nativas, com potencial para recuperação de áreas degradadas; *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá); *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba) e *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Caracterização geral das espécies estudadas

2.1.1 *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá)

Segundo Lorenzi (1992), *H. Courbaril* L. var. *stilbocarpa* é uma espécie da família Caesalpinaceae, árvore de 15-20 metros de altura, com tronco de até 1 m de diâmetro. Ocorre do Piauí até o norte do Paraná na floresta semidecídua, tanto em solos de alta como de média fertilidade (cerradões). A espécie é semidecídua, heliófita, característica da mata latifoliada semidecídua, pouco exigente em fertilidade e umidade do solo. Sua madeira é empregada na construção civil, como vigas, caibros, ripas, para acabamentos internos, como marcos de portas, tacos e tábuas para assoalhos.

De acordo com Almeida, Silva e Ribeiro (1990), o jatobá fornece frutos com polpa farinácea, que após raspada das sementes, moída e peneirada fornece uma farinha com emprego na culinária regional, cujo valor protéico equivale-se ao fubá de milho e sendo superior ao da farinha de mandioca.

O jatobá é classificado como espécie clímax (Kageyama, Biella e Palermo, 1990), e por Salvador (1989), como pertencente ao grupo das espécies indicadoras acompanhantes, ou seja, espécies de ocorrência em matas ciliares ou de várzeas, em solos temporária ou permanentemente úmidos, sujeitos a inundações periódicas e, freqüentes nas matas de terra firme. De acordo com Lorenzi (1992), o jatobá não pode faltar na composição de reflorestamentos heterogêneos e, devido a polpa farinácea de suas sementes serem muito procuradas por várias espécies da fauna torna-se muito útil nos plantios de áreas degradadas destinadas à recomposição da vegetação arbórea.

2.1.2 *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba)

O óleo copaíba, 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. São consideradas padrão de terra de qualidade inferior, salvo quando vegetam na mata virgem (Pio Corrêa, 1931).

O óleo copaíba é classificado como espécie do grupo das indicadoras acompanhantes, (Salvador, 1989). E sob o aspecto da sucessão secundária é

classificado como espécie clímax (Kageyama, Biella e Palermo, 1990). Útil para plantio em áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

2.1.3 *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (Canafistula)

Também da família Caesalpinaceae, a espécie *Peltophorum dubium* segundo Pio Corrêa (1931) é árvore grande ou mediana, forma grande copa quando isolada. Com madeira de alburno róseo-acinzentada (pouco espessa) e cerne róseo ou avermelhado recebe bem o verniz. A madeira é de maior durabilidade em lugares secos, própria para dormentes, carroçaria, tanoaria, varais, tornos, selins, construção civil, marcenaria e tinturaria. Da madeira reduzida a pó, se extrai material tintorial. A casca contém cerca de 6-8% de tanino e serve para cortume. As raízes, frutos e as folhas possuem propriedades medicinais. Muito recomendável para a arborização urbana e para cercas divisórias de propriedades. Frutifica muito e vegeta de preferência nos terrenos vermelhos, argilosos e fundos das margens dos rios.

Segundo Salvador (1989), a canafistula pertence ao grupo ecológico das espécies acompanhantes ciliares, ou seja, espécies de ocorrência em matas ciliares ou de várzeas em solos de boas condições hídricas (úmidos), mas sem excesso de água e muito freqüentes nas matas de terra firme. Em relação a sucessão secundária é classificada por Kageyama, Biella e Palermo, (1990), como espécie secundária inicial. Como planta rústica e de rápido crescimento, é ótima para a composição de reflorestamentos mistos de áreas degradadas de preservação permanente (Lorenzi, 1992).

2.2 Requerimentos nutricionais de espécies arbóreas

As informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais, especialmente essências nativas são escassas, (Carpanezzi et al., 1976), embora deficiências minerais e distúrbios de crescimento das espécies tropicais e subtropicais usadas em reflorestamentos sejam observados (Drechsel e Zech, 1991).

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 nove espécies de diferentes grupos sucessionais. No estágio de viveiro, a excessão 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 às das clímaxes.

As espécies pioneiras têm maior eficiência nutricional para o fósforo do que as espécies clímax, mas com relação ao nitrogênio e ao cálcio tanto pioneiras como clímaxes têm eficiências nutricionais semelhantes (Brown, 1990 citado por Gonçalves et al., 1992).

Espécies de crescimento lento -características de solos de baixa fertilidade-comparadas a espécies de solos mais férteis, em geral, exibem uma baixa taxa de absorção por planta e um pequeno incremento na taxa de absorção em resposta ao aumento de concentrações externas. Absorvendo consideravelmente menos nutrientes sob condições de alta disponibilidade, mas quantidades similares, e em alguns casos até mais, em condições de disponibilidade de nutrientes extremamente baixas (Chapin III, 1980).

Uma série de fatores externos (do meio) e internos (a planta) têm sido enumerados como influentes no processo de absorção iônica radicular (Faquim,

1994). Dentre eles, a presença de cátions e ânions em diferentes concentrações na solução do solo e as várias interações entre estes íons durante a absorção (Marschner, 1986). Maiores detalhes sobre as interações entre íons, mecanismos de inibição (competitiva e não competitiva) e sinergismo podem ser encontrados em Malavolta (1980 e 1986), Marschner (1986) e Faquim (1994).

O peso da matéria seca da parte aérea é um indicativo do crescimento da haste, das ramificações e das acículas ou folhas (Schmidt-Vogt, citado por Malinowski, 1977). Contudo, os mesmos fatores que influenciam o comprimento da parte aérea das plantas, disponibilidade de nutrientes no solo, dentre outros, atuam também sobre o seu peso (Carneiro, 1985).

Considerando que a raiz e a parte aérea das plantas estão em constante competição por assimilados necessários ao seu crescimento, a relação raiz/parte aérea pode servir como base para identificação dos fatores ambientais e químicos que influenciam o crescimento das plantas (Aung, 1974 citado por Ferreira, 1977).

Segundo Clarkson (1985), a relação raiz/parte aérea, independentemente das unidades em que é expressa, varia com as condições do meio. Os sistemas radiculares das plantas são maiores que as partes aéreas quando cultivadas em solos de baixa fertilidade do que quando cultivadas em solos ricos. Entretanto, espécies diferem na extensão com que aumentam seus sistemas radiculares em resposta a um suprimento reduzido de nutrientes em soluções diluídas.

Contudo, grande variação entre espécies florestais nativas quanto aos requerimentos nutricionais tem sido observada.

Braga et al. (1994), em experimento com nutriente faltante, em solo de baixa fertilidade, concluíram que a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*) mostrou o mais alto requerimento nutricional, respondendo a adubação com todos os macro e micronutrientes. A *Acacia mangium* respondeu apenas a P, N e S, e a resposta da

pereira (*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 que o K não se mostrou limitante a nenhuma delas, evidenciando um baixo requerimento para este nutriente.

Carniel et al. (1993), observaram em resposta a adubação à campo que a embaúba (*Cecrópia sp.*), o ipê-mirim (*Stenolobium stans*), o fedegoso (*Senna macranthera*), a cássia (*Senna multijuga*) e o angico amarelo (*Peltophorum dubium*) tiveram o crescimento afetado pela omissão de P, com excessão do ipê-mirim. O fedegoso e o angico amarelo mostraram as maiores restrições no crescimento, quando da omissão de N. Todas as espécies mostraram um baixo requerimento de K e Mg. Entretanto, mostraram elevado requerimento nutricional para o S. A omissão de Ca não afetou os teores foliares podendo indicar um baixo requerimento.

Gurgel Filho, Morais e Gurgel Garrido (1982) trabalhando com *Hymenaea stilbocarpa*, dizem que, embora o Jatobá ecologicamente se apresente em populações naturais de área do cerrado reage significativamente à fertilidade do solo.

Para a algaroba, Haag, Medeiros e França (1986), trabalhando com desnutrição de macronutrientes, concluíram que todos afetaram a produção de matéria seca em especial o nitrogênio, potássio e o fósforo seguidos pelo magnésio e pelo cálcio.

Alterações na nutrição mineral são, de certa forma, refletidas nas concentrações de nutrientes nas folhas. Muitos fatores afetam direta e indiretamente a concentração de nutrientes, que é em última análise, resultante da interação desses parâmetros, como; solo, espécie, variedade, idade fisiológica, parte da planta a ser amostrada e interações entre os nutrientes, (Bataglia e Dechen, 1986).

As relações entre o teor foliar de um nutriente, sua disponibilidade no solo e produção do vegetal, podem variar de acordo com a espécie e o nutriente. Raij (1981) e Faquim (1994) observam que com o aumento do suprimento do nutriente, o crescimento da planta aumenta, porém inicialmente ocorre um abaixamento da concentração nos tecidos, devido a um efeito de diluição proporcionado pela maior produção de material vegetal. Acima do nível crítico, o aumento de concentração não mais corresponde a aumentos de produção ou de crescimento, representando um consumo desnecessário ou de luxo do nutriente.

Carpanezzi et al., (1976) trabalhando com teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas, estimam que os valores encontrados, enquadram-se dentro de faixas adequadas para cada espécie, uma vez que não foram notados sintomas visuais de deficiências ou toxidez mineral nos indivíduos amostrados.

Frazão (1985) constatou sintomas de carência em plantas de freijó (*Cordia goeldiana*) de 438 dias de idade, quando os níveis dos elementos mostraram valores iguais ou abaixo de: Nas folhas superiores- 10,3 g/Kg de N; 0,8 g/Kg de P; 3,3 g/Kg de K; 9,5 g/Kg de Ca; 3,4 g/Kg de Mg e 0,9 g/Kg de S. Nas folhas inferiores- 8,8 g/Kg de N; 0,4 g/Kg de P; 0,7 g/Kg de K; 16,6 g/Kg de Ca; 2,6 g/Kg de Mg e 1,0 g/Kg de S. Nos ramos- 6,6 g/Kg de N; 1,3 g/Kg de P; 3,6 g/Kg de K; 4,2 g/Kg de Ca, 1,2 g/Kg de Mg e 0,6 g/Kg de S. No caule- 5,3 g/Kg de N; 0,7 g/Kg de P; 4,0 g/Kg de K; 3,2 g/Kg de Ca; 0,9 g/Kg de Mg e 0,4 g/Kg de S. O autor concluiu que a

produção de matéria seca total das plantas de freijó foi afetada em todos os tratamentos com omissão de nutrientes, obedecendo a seguinte ordem decrescente: N, P, Ca, K, S e Mg.

Com a finalidade de verificar os efeitos da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do paraná (*Araucaria angustifolia*), Simões e Couto (1973) desenvolveram experimento em solução nutritiva, encontrando em plantas com 15 meses teores diferenciados dos elementos. Na parte aérea, nos tratamentos sob omissão e no tratamento completo encontraram teores respectivamente de: 6,6 e 8,2 g/Kg de N; 1,0 e 2,3 g/kg de P; 2,3 e 7,2 g/Kg de K; 3,2 e 7,6 g/Kg de Ca; 0,6 a 2,1 g/Kg de Mg e 0,4 e 0,6 g/kg de S. Concluindo após a análise dos resultados que todos os tratamentos afetaram o crescimento das mudas com excessão da omissão de enxofre. As omissões de N e P causaram as maiores limitações ao crescimento das plantas e ao diâmetro do caule e semelhantemente ao Mg reduziram o crescimento das raízes. A omissão de K aumentou o teor de Ca na parte aérea das plantas. A omissão de Ca reduziu o teor de N, e similarmente ao K aumentou o teor de Mg na parte aérea. A omissão de N aumentou os teores de P, K e Ca na parte aérea das plantas.

Gonçalves et al., (1992) em estudo sobre a capacidade de absorção e eficiência do uso de nutrientes por espécies arbóreas tropicais de diferentes grupos sucessionais, encontraram na parte aérea de mudas com porte médio, bom vigor vegetativo e aparentemente sem deficiências nutricionais, para o jatobá (*Hymenaea sp.*) em mudas com 237 dias, concentrações de 10,8 g/Kg de N; 3,7 g/Kg de P; 8,3 g/Kg de K e 1,9 g/Kg de Ca. Para a canafistula (*Peltophorum dubium*) em mudas com 128 dias, concentrações de 9,0 g/Kg de N; 2,5 g/Kg de P; 7,8 g/Kg de K e 7,4 g/Kg de Ca.

Villegas et al., (1976) encontraram em espécimes adultos sem idade determinada, concentrações foliares de nutrientes variáveis entre as espécies nativas estudadas, sendo os valores os seguintes: Araribá rosa (*Centrolobium robustum*): N (31,8 g/Kg), P (1,8 g/Kg), K (10,5 g/Kg), Ca (12,7 g/Kg), Mg (2,0 g/Kg) e Zn (62,3 mg/Kg); Guarantã (*Esenbeckia leiocarpa*): N (24,9 g/Kg), P (2,3 g/Kg), K (17,3 g/Kg), Ca (11,0 g/Kg), Mg (2,5 g/Kg) e Zn (29,8 mg/Kg); ipê roxo (*Tabebuia heptaphylla*): N (16,5 g/Kg), P (1,7 g/Kg), K (5,6 g/Kg), Ca (15,1 g/Kg), Mg (3,5 g/Kg) e Zn (41,2 mg/Kg); genipapo (*Genipa americana*): N (16,5 g/Kg), P (2,0 g/Kg), K (22,1 g/Kg), Ca (6,0 g/Kg), Mg (3,2 g/Kg) e Zn (27,4 mg/Kg) e, para o joazeiro (*Zizyphus joazeiro*): N (23,8 g/Kg), P (2,1 g/Kg), K (16,1 g/Kg), Ca (18,2 g/Kg), Mg (2,8 g/Kg) e Zn (46,1 mg/Kg).

Dall'Orto et al., (1976) pesquisando concentrações de alguns macro e micronutrientes em folhas de árvores adultas, em diferentes tipos de solo; *Aspidosperma polyneuron* (peroba) localizada em solo hidromórfico tendo como material de origem o folhelho, *Cariniana estrellensis* (jequitibá branco), *Aleurites molluceana* (nogueira de iguápe) e *Tabebuia roseo-alba*, (ipê-branco) localizadas em solo do tipo Terra Roxa estruturada, *Piptadenia rigida* (angico branco) em solo com material de origem o folhelho, concluíram que, em todas as árvores estudadas com excessão da nogueira de iguápe os nutrientes encontrados em maiores concentrações foram o N e o Ca, enquanto que, na nogueira detectou-se maior concentração de N e K. O angico branco apresentou os maiores teores de Zn.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente experimento constou de ensaios individuais para cada uma das três espécies, *Hymenaea courbaril* L. var. *stilbocarpa* (Hayne) Lee et Lang. (jatobá), *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. (canafistula) e *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba). Conduzido em casa de vegetação do Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Escola Superior de Agricultura de Lavras-ESAL (MG).

As condições de temperatura e umidade do ar, no interior da casa de vegetação, durante o período experimental são mostrados na Figura 1A do Apêndice.

3.1 Material de solo

O substrato utilizado foi obtido de solo proveniente do município de Itutinga (MG), classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, escolhido em função de sua baixa disponibilidade de nutrientes, sendo coletado na camada de 20-40 cm de profundidade, seco ao ar, e peneirado em peneira de 5 mm de abertura de malha.

Foram tomadas amostras para determinações físicas e químicas do material de solo. A análise física constou de textura, pelo método do densímetro com modificações propostas por Fontes (1982), com resultado mostrado no Quadro 1.

QUADRO 1. Análise textural do material de solo utilizado no experimento. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Profundidade (cm)	Textura (%)*			Classe textural
	Areia	Silte	Argila	
20 - 40	66	10	24	franco argilo arenoso

(*) Análise realizada pelo Laboratório de Física do Solo da ESAL, Lavras-MG.

As análises químicas, cujos resultados encontram-se no Quadro 2, constaram de: pH em água por potenciometria; P disponível e K extraídos pelo método Mehlich 1, analisados por colorimetria e fotometria de chama respectivamente; Al trocável extraído por KCl 1N, analisado por potenciometria; e carbono orgânico, conforme Vettori (1969), com modificações da EMBRAPA (1979). Zn conforme Viets Junior e Lindsay (1973). S por turbidimetria conforme Tedesco, Volkeiss e Bohnem, (1985).

QUADRO 2. Análise química* do material de solo utilizado no experimento. ESAL, Lavras (MG), 1994.

pH	Ca	Mg	Al	Al+H	P	K	S	B	Zn	MO
em água	cmol/kg				mg/dm ³					g/kg
5.3	0.14	0.04	0,1	1.3	1.0	11.0	2.46	0.2	1.35	30

(*) Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da ESAL, Lavras-MG.

O B foi determinado conforme Jackson (1970). Ca e Mg extraídos por KCl 1N, determinados por espectrofotometria de absorção atômica.

3.2 Preparo das mudas

Foram utilizadas sementes coletadas no município de Lavras (MG), procedendo-se tratamento pré-germinativo de acordo com as recomendações do Laboratório de Sementes Florestais da ESAL*.

O jatobá e o óleo copaíba foram semeados no dia 22/05/93 em bandejas contendo areia autoclavada permanecendo em sala de germinação, à temperatura de 25°C constante até a germinação. Esta iniciou-se cerca de 20 dias após a semeadura para o óleo copaíba e estendeu-se por 15 dias. Para o jatobá iniciou-se cerca de 30 dias após a semeadura e estendendo-se por volta de 45 dias. Após a germinação as plântulas foram repicadas para sacos plásticos contendo uma mistura de solo de baixa fertilidade + areia (1:2), permanecendo no interior da casa de vegetação até o plantio nos vasos. A canafístula após a quebra de dormência, foi semeada no dia 15/10/93 em sacos plásticos contendo a mesma mistura descrita acima, permanecendo no interior da casa de vegetação até o plantio nos vasos. Durante este período as mudas das três espécies foram somente irrigadas com água deionizada.

Por ocasião do transplante para os vasos e início dos tratamentos, as plantas cuidadosamente retiradas dos sacos plásticos foram selecionadas, sendo suas raízes lavadas com água deionizada para eliminação de resíduos do substrato.

(*) DAVIDE, A.C. e FARIA, J.M.R. Index seminum do Laboratório de sementes florestais da ESAL, (Trabalho em fase de elaboração). Informação pessoal.

Utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso, agrupando em cada repetição plantas de altura semelhante. Verificou-se através de análise estatística, dos dados de altura e diâmetro a 5 cm do colo, que não havia diferença significativa entre as plantas. Nesta ocasião, as plantas de jatobá apresentavam diâmetro médio de 4,2 mm ($\pm 0,7$ mm), altura média de 31,4 cm ($\pm 1,9$ cm) e 224 dias de semeadas. As plantas de óleo copaíba apresentavam diâmetro médio de 2,3 mm ($\pm 0,2$ mm), altura média de 15,2 cm ($\pm 1,1$ cm) e 226 dias de semeadas, enquanto que as plantas de canafistula apresentavam diâmetro médio de 2,1 mm ($\pm 0,5$ mm), altura média de 14,1 cm ($\pm 1,4$ cm) e 100 dias de semeadas.

3.3 Tratamentos

Os tratamentos, através da técnica do nutriente faltante, foram em número de 10: Testemunha, solo natural (TEST); Completo, adubado com N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn (COM); Completo menos nitrogênio (-N); Completo menos fósforo (-P); Completo menos potássio (-K); Completo menos cálcio (-Ca); Completo menos magnésio (-Mg); Completo menos enxofre (-S); Completo menos boro (-B) e; Completo menos zinco (-Zn).

As doses dos nutrientes aplicadas no tratamento Completo consistiram de: 25 mg/kg de N; 120 mg/kg de P; 25 mg/kg de K; 80 mg/kg de Ca; 20 mg/kg de Mg; 30 mg/kg de S; 1 mg/kg de B e 5 mg/kg de Zn. Realizou-se duas adubações em cobertura com 25 mg/kg de K cada uma para as três espécies. Cinco adubações em cobertura com 25 mg/kg de N cada uma, para a canafistula e o jatobá e seis adubações de cobertura com N para o óleo copaíba.

Após a determinação da umidade do material de solo (estufa à 120 °C por 24 horas) e a devida correção para peso de material seco, os nutrientes foram aplicados

na forma de reagentes p.a., e misturados totalmente ao volume de solo correspondente a cada tratamento. As fontes e as quantidades utilizadas encontram-se no Quadro 3.

QUADRO 3. Quantidades e fontes de nutrientes aplicados em cada tratamento. ESAL, Lavras (MG), 1994.									
Fontes (PA)	Tratamentos								
	COM	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B	-Zn
	(mg fonte/kg solo)								
H ₃ BO ₃ /	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	-	5,7
ZnCl ₂ /	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	10,4	-
MgSO ₄ .7H ₂ O —	202,8	202,8	-	202,8	202,8	-	-	202,8	202,8
(NH ₄) ₂ .SO ₄ —	-	-	-	-	-	117,9	-	-	-
Na ₂ SO ₄ —	15,8	15,8	-	15,8	15,8	5,9	-	15,8	15,8
CaHPO ₄ .2H ₂ O —	343,3	343,3	-	343,3	-	343,3	343,3	343,3	343,3
KH ₂ PO ₄ /	87,2	87,2	-	-	87,2	87,2	87,2	87,2	87,2
H ₃ PO ₄ —	120,9	120,9	-	183,7	316,7	120,9	120,9	120,9	120,9
NH ₄ NO ₃	71,4	-	-	71,4	71,4	-	5,6	71,4	71,4
Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O —	-	-	211,0	-	-	-	211,0	-	-
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O —	-	-	16,5	-	-	-	-	-	-
K ₂ SO ₄ —	-	-	55,7	-	-	-	-	-	-
CaSO ₄ .2H ₂ O /	-	-	105,9	-	-	-	-	-	-
CaCl ₂	-	-	145,6	-	-	-	-	-	-
1° e 2° Adubação de cobertura (mg fonte/kg solo/adubação)									
KNO ₃	64,6	-	64,6	-	64,6	64,6	64,6	64,6	64,6
NH ₄ NO ₃	45,8	-	45,8	71,4	45,8	45,8	45,8	45,8	45,8
KCl	-	47,7	-	-	-	-	-	-	-
3°, 4°, 5° e 6° Adubação de cobertura (mg fonte/kg solo/adubação)									
NH ₄ NO ₃	71,4	-	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4	71,4

O material de solo permaneceu incubando por um período de 30 dias, quando então foram coletadas amostras de cada tratamento para análise da composição química do substrato, conforme metodologias já descritas anteriormente. A caracterização química do substrato após a aplicação dos tratamentos encontra-se no Quadro 4.

QUADRO 4. Análise química* do substrato após a aplicação dos tratamentos (média de 3 repetições). ESAL, Lavras (MG), 1994.

Parâmetros	Tratamentos								
	Com	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S	-B	-Zn
pH (em água)	5.4	5.4	4.4	5.1	4.4	5.1	4.8	4.9	5.3
P mg/dm ³	10	10	1	9	8	9	10	9	10
K mg/dm ³	39	38	40	12	41	40	40	41	39
Ca cmol/kg	0.49	0.48	0.41	0.51	0.12	0.43	0.47	0.43	0.40
Mg cmol/kg	0.24	0.21	0.22	0.23	0.21	0.06	0.21	0.17	0.20
Al cmol/kg	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
H + Al cmol/kg	1.2	1.4	1.3	1.4	1.6	1.3	1.3	1.3	1.3
Enxofre mg/dm ³	13.3	13.8	9.6	15.4	13.9	15.6	2.5	14.7	17.1
Boro mg/dm ³	0.50	0.47	0.62	0.62	0.53	0.63	0.55	0.20	0.67
Zinco mg/dm ³	7.24	6.56	7.35	7.84	7.97	7.29	6.47	7.96	1.42

* Análise realizada pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL (MG).

3.4 Condução do experimento

Os dez tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições, perfazendo 50 parcelas por ensaio. As parcelas constituíram-se de uma planta para o jatobá e de duas plantas para o óleo copaíba, por vaso plástico com capacidade para 3,5 quilos de substrato. Para a canafistula uma planta por vaso com capacidade para 3,0 quilos de substrato.

Os vasos foram irrigados diariamente com água deionizada e tinham sua umidade reajustada através de pesagens periódicas, utilizando-se quantidade de água equivalente a 17% do peso do substrato. As adubações de cobertura, feitas a cada 15 dias, iniciaram-se a partir do décimo segundo dia após o plantio para a canafistula e do vigésimo dia para o óleo copaíba e o jatobá.

3.5 Características avaliadas

As características avaliadas foram:

- a) Altura da planta;
- b) Diâmetro do caule a 5 cm do colo da planta;
- c) Peso da matéria seca da parte aérea (MSPA);
- d) Peso da matéria seca do sistema radicular (MSSR);
- e) Relação raiz/parte aérea (R/PA), com base no peso da matéria seca e;
- f) Teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn na matéria seca da parte aérea.

As medidas de altura e do diâmetro a 5 cm do colo das plantas foram tomadas no dia da implantação de cada um dos experimentos e a cada 20 dias até o corte das plantas. Os ensaios após o início dos tratamentos tiveram a duração de 100 dias para o jatobá, 117 dias para o óleo copaíba e 96 dias para a canafistula.

Para a determinação do peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular procedeu-se da seguinte forma: a parte aérea foi cortada rente ao colo da planta, acondicionada em sacos de papel furados e etiquetados e levados à estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C por 72 horas. Após este período, o material foi pesado em balança de precisão. As raízes foram cuidadosamente separadas do solo por meio de lavagem, sobre peneira, com jatos de água, de modo a retirar todas as partículas de solo aderidas. A seguir, as raízes foram acondicionadas em sacos de papel furados e etiquetados, levados à estufa e pesados da mesma maneira descrita para a parte aérea.

Para a determinação dos teores de N, P, K, Ca, Mg, S, B e Zn, conforme metodologia descrita por Sarruge e Haag, (1974), a parte aérea das plantas foi triturada em moinho tipo Willey e a análise química foi realizada pelo Laboratório de Análise foliar do Departamento de Química da ESAL.

3.8 Análise estatística

Procedeu-se análise de variância dos dados coletados separadamente para cada espécie. Comparou-se as médias das variáveis de crescimento, teores e conteúdo de nutrientes da MSPA pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se o programa SANEST para microcomputador (Instituto Agronomico de Campinas).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Jatobá

4.1.1 Crescimento das plantas

Os resultados das características morfológicas de altura, diâmetro e produção de matéria seca encontram-se no Quadro 5.

As plantas de jatobá sob o tratamento testemunha apresentaram altura inferior as do tratamento Completo. Sob a omissão de boro e de zinco diferiram do tratamento Completo apresentando altura superior, o que pode indicar um baixo requerimento para estes nutrientes.

A variação apresentada pelas características de crescimento provavelmente demonstra ser o jatobá uma planta de ambiente de baixa fertilidade. Plantas de crescimento lento, típicas de solos de baixa fertilidade são menos sensíveis às mudanças no ambiente nutricional, refletindo em uma taxa menos flexível de crescimento (Clarkson, 1985).

Comportamento semelhante ao do jatobá foi relatado em peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron*) por Braga et al., (1994), em experimento com nutriente faltante. para a qual as omissões de N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes não afetaram o crescimento em altura. Somente as plantas do tratamento testemunha, em solo de baixa fertilidade, diferiram do tratamento Completo sendo inferiores ao mesmo.

QUADRO 5. Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	R/PA
Completo	37.38c	4.46ab	5.84bc	3.33abc	0.60a
Testemunha	30.30d	4.18b	3.42d	2.21c	0.67a
-N	37.82c	5.30ab	4.68cd	3.09bc	0.66a
-P	38.30bc	4.72ab	5.66bc	3.06bc	0.54a
-K	41.58abc	5.20ab	6.69ab	3.46abc	0.52a
-Ca	37.96c	5.60a	6.07bc	3.06bc	0.51a
-Mg	37.82c	4.56ab	6.93ab	3.80ab	0.57a
-S	40.46bc	5.00ab	6.67ab	3.71ab	0.65a
-B	47.84a	5.30ab	7.38ab	4.71a	0.64a
-Zn	45.32ab	5.24ab	8.02a	4.29ab	0.54a

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

Na Figura 1 visualiza-se os valores do crescimento relativo em diâmetro e altura, considerando o tratamento Completo com crescimento relativo igual a 100.

As plantas sob omissão de K apresentaram uma tendência de maior crescimento em altura e diâmetro (Figura 1). Concordando com os resultados de

Valeri et al. (1993a), nos quais, a aplicação de 50 mg/Kg de K em *Eucalyptus grandis* não influenciou significativamente nos parâmetros de crescimento. Os autores concluíram que o teor apresentado pelo solo original de 15,64 mg/dm³ de K estava possivelmente próximo ou acima do nível crítico para a fase de desenvolvimento em que se encontravam as mudas de eucalipto.

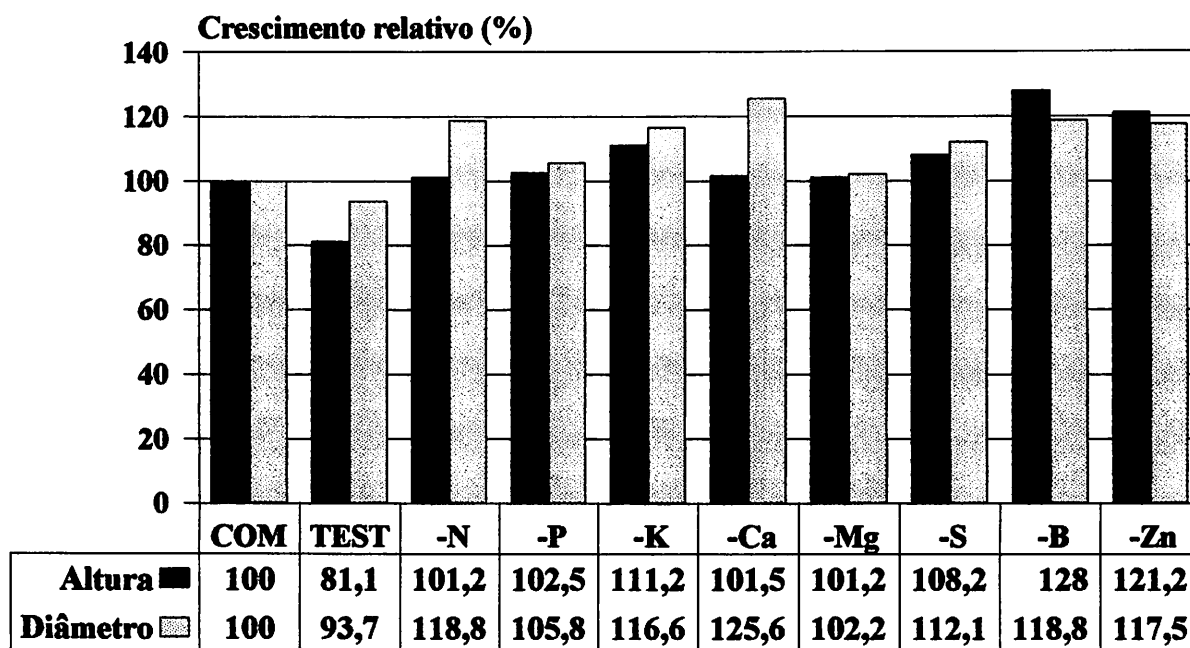


FIGURA 1. Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Neste experimento o teor de potássio no solo era de 12 mg/dm³ subindo para 39 mg/dm³ após a adubação no tratamento Completo. Possivelmente o teor original de potássio deste solo esteja próximo às exigências do jatobá, uma vez que a sua omissão apresentou tendência de aumentar a altura das plantas em relação ao tratamento Completo. Comportamento semelhante foi relatado por Dias, Alvarez e

Valeri et al. (1993a), nos quais a aplicação de 50 mg/kg de K em *Amorpha* *canadensis* não influenciou significativamente nos parâmetros de crescimento. Os autores concluíam que o teor apresentado pelo solo original de 12,64 mg/dm³ de K estava possivelmente próximo ou acima do nível crítico para a fase de desenvolvimento em que se encontravam as mudas de eucalipto.

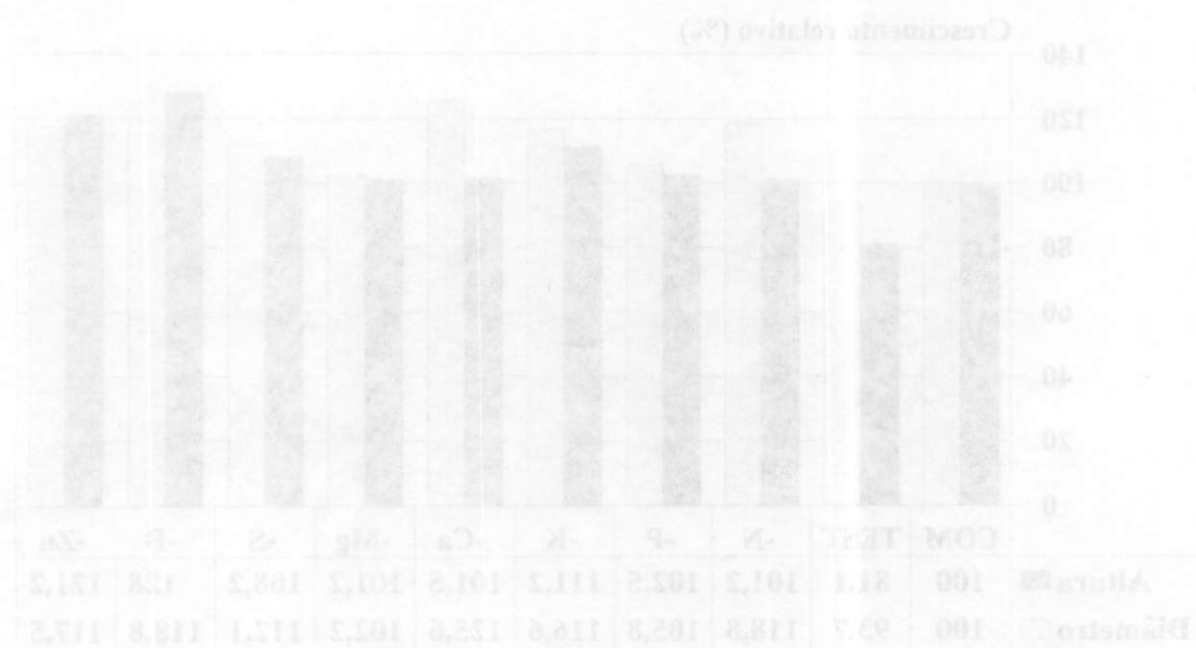


FIGURA 1. Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Neste experimento o teor de potássio no solo era de 12 mg/dm³, sabendo-se que 39 mg/dm³ após a adubação no tratamento Completo. Possivelmente o teor original de potássio deste solo está próximo às exigências do jatobá, uma vez que a sua omissão apresentou tendência de aumentar a altura das plantas em relação ao tratamento Completo. O comportamento semelhante foi relatado por Dias, Alvarez e

Brienza Junior (1991), em mudas de *Acacia mangium*, para as quais à excessão da altura das plantas a adubação potássica inibiu a produção de matéria seca da parte aérea e o crescimento em diâmetro do coleto. Os autores supõem que o nível crítico para esta espécie esteja em torno da concentração original do substrato que era de 5 mg/dm³ de K.

Outras espécies como; *Caesalpinia ferrea* (pau-ferro), *Senna multijuga* (canafistula), *Cedrella fissillis* (cedro) e *Piptadenia gonoacantha* (jacaré), relatadas por Renó et al. (1993), também apresentaram produção relativa de MSPA superior ao tratamento Completo quando o potássio foi omitido da adubação, em solo de fertilidade baixa (15 mg/dm³ de K).

As plantas de jatobá apresentaram-se indiferentes à omissão de Mg quanto a altura, diâmetro e produção de matéria seca. Comportamento semelhante em experimentação a campo foi encontrado por Carniel et al. (1993), para *Cecropia sp.* (embaúba), *Peltophorum dubium* (angico amarelo) e *Senna macranthera* (fedegoso), cujos crescimentos iniciais mostraram-se indiferentes à omissão de magnésio. Evidenciando pequena resposta a este nutriente em solo com baixa disponibilidade (1,0 mmol/Kg de Mg). A disponibilidade de Mg para as plantas de jatobá no tratamento sob omissão era de 0,6 mmol/Kg subindo para 2,4 mmol/Kg no tratamento Completo (Quadro 4), o que evidencia o baixo requerimento das plantas para este nutriente.

Já as omissões de B e de Zn proporcionaram, respectivamente plantas 26,7 e 21,2% mais altas, diferindo do tratamento Completo, indicando uma possível toxidez destes elementos.

A deficiência de boro frequentemente esta relacionada a períodos secos, quando a umidade não é suficiente para sua movimentação no solo, prejudicando a absorção pelas plantas (Sevory, 1962, Coaling e Jorres, 1970, Mengel e Kirkby,

1982, e Barros et al., 1990, citados por Fonseca, Maluf e Oliveira, 1990). A falta de resposta à aplicação de micronutrientes em casa de vegetação pode ocorrer devido as condições de umidade elevada próxima à capacidade de campo durante todo o período de crescimento das plantas, (Novais et al., 1990 citados por Fonseca et al., 1990).

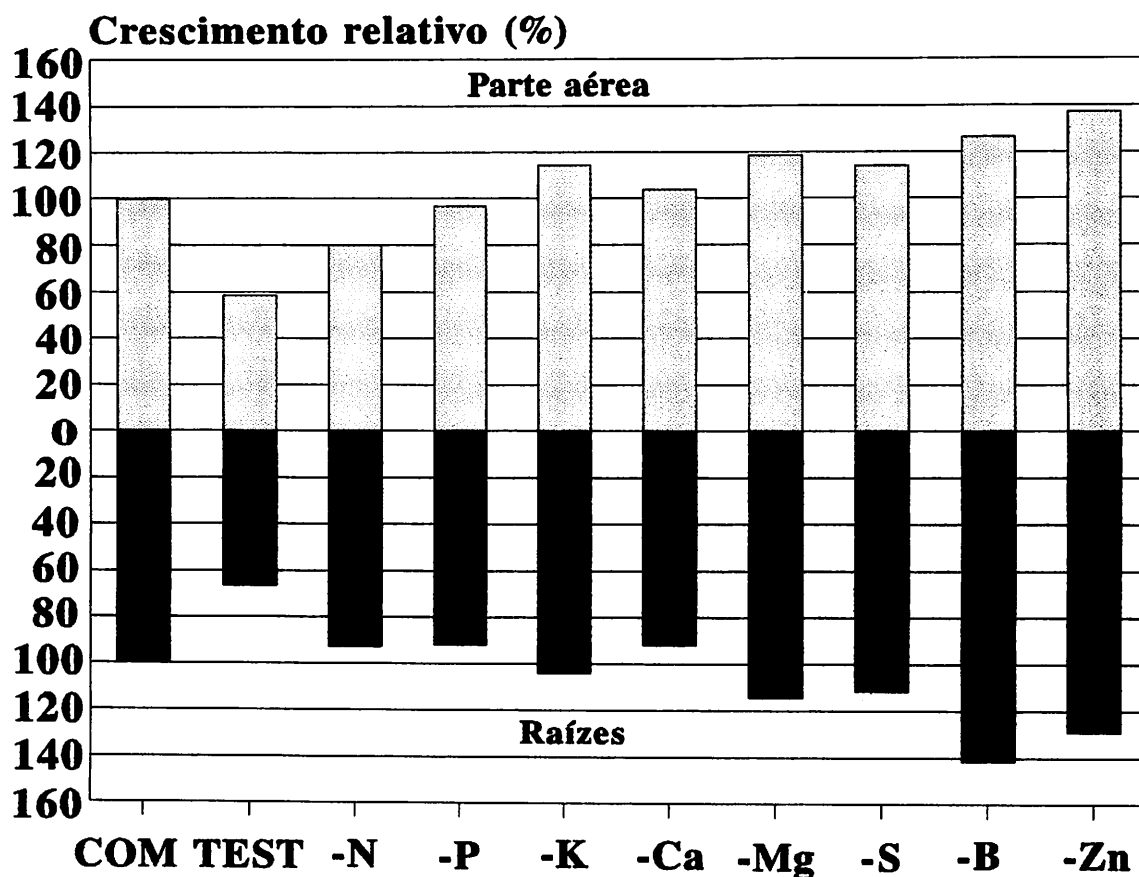


FIGURA 2. Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de plantas de Jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

O teor de boro no solo natural subiu de $0,2 \text{ mg/dm}^3$ para $0,5 \text{ mg/dm}^3$ no tratamento Completo, teor este possivelmente superior aos requerimentos das plantas de jatobá nesta fase. Resultado semelhante ao encontrado por Ferreira et al.

(1993), que estimaram a faixa crítica de B disponível para 90 a 95% da produção máxima de matéria seca de *Eucalyptus citriodora*, independente da umidade do solo, em 0,15-0,26 mg/dm³ para o Latossolo Vermelho-Escuro, textura argilosa (0,14 mg/dm³ de B e 27 g/Kg de M.O.), e em 0,08-0,22 mg/dm³ para um Latossolo Vermelho-Amarelo, textura média (0,10 mg/dm³ de B e 13 g/Kg de M.O.).

Comportamento semelhante ao verificado nas plantas de jatobá, cujo crescimento foi reduzido com aplicação de zinco, foi também relatado por Defelipo et al. (1979) para *Eucalyptus saligna* a campo. E por Fonseca, Maluf e Oliveira, (1990) em *Eucalyptus camaldulensis*, em que a aplicação de zinco além de diminuir o crescimento, aumentou a porcentagem de plantas com sintomas de seca.

Neste experimento o teor de zinco no solo elevou-se de 1,42 mg/dm³ para 7,24 mg/dm³ após a adubação com Zn no tratamento Completo, concordando com os resultados de Couto et al. (1985), que concluíram por uma elevada capacidade de absorção e/ou baixa exigência metabólica do *Eucalyptus grandis*, para o zinco, em comparação à outras plantas. Uma vez que não observou resposta a sua aplicação, em 12 amostras de solo de cerrado, mesmo naqueles em que o teor original era próximo de zero.

Através da Figura 3 observa-se que a relação raiz/parte aérea (R/PA), baseada no peso de matéria seca, mostrou-se inflexível entre os tratamentos para esta espécie. Indicando ser o jatobá uma planta típica de sítios menos férteis. A plasticidade fenotípica na relação R/PA é maior em plantas de rápido crescimento de ambientes férteis do que em espécies de ambientes de baixa fertilidade, Chapin III (1980).

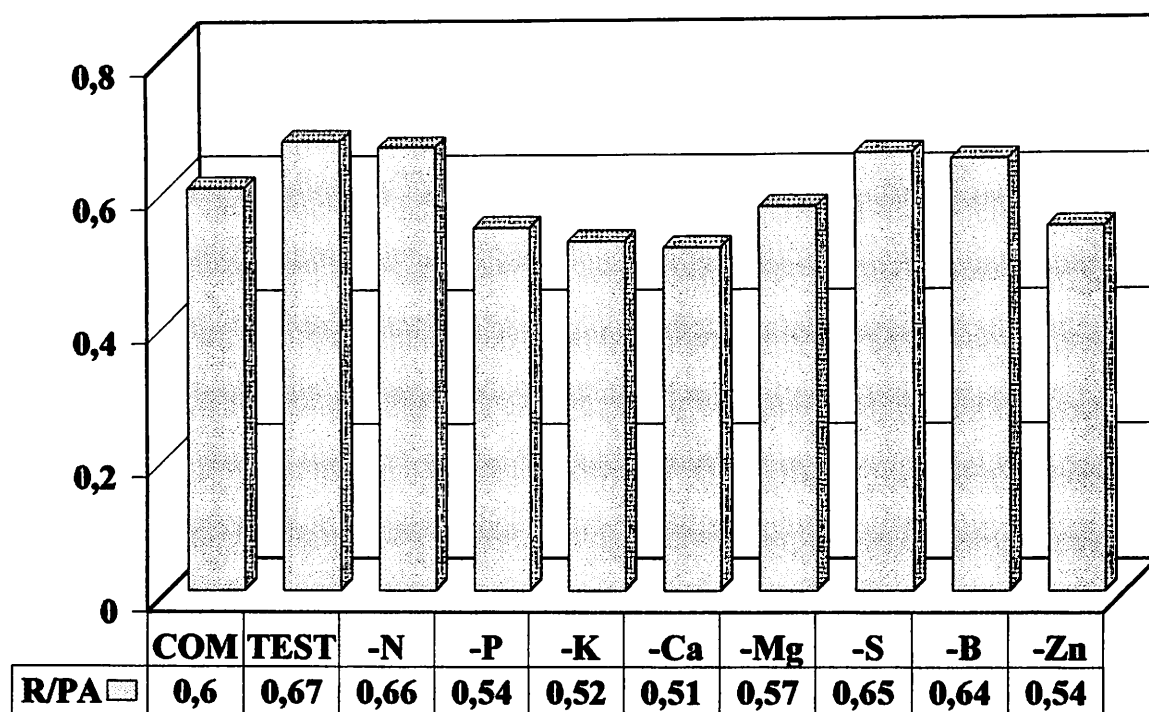


FIGURA 3. Relação raiz/parte aérea (R/PA), com base no peso de matéria seca, de plantas de jatobá submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

4.1.2 Nutrição mineral do Jatobá

No Quadro 6 acham-se apresentados os resultados médios dos teores de nutrientes da MSPA das plantas de jatobá e no Quadro 7 o conteúdo de nutrientes.

Pode-se notar pelo Quadro 6 que os teores mais baixos de macro e de micronutrientes estão associados ao tratamento Testemunha ou aos tratamentos sob a omissão de cada respectivo nutriente.

Os tratamentos que apresentaram os maiores teores de P foram aqueles de menor produção de MSPA, o que evidencia um efeito de diluição dos teores de P.

QUADRO 6. Teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea (MSPA) de plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Teor de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(g nut/kg MSPA)						(mg nut/kg MSPA)	
Completo	15.2ab	0.44bc	7.7a	4.7bc	1.3bcd	0.65a	77.16a	30.84bc
Testemunha	7.6c	0.60a	3.8d	2.4e	1.1de	0.50abc	49.60b	13.85f
-N	7.1c	0.60a	5.2cd	3.2de	1.5ab	0.30cd	95.20a	20.25def
-P	16.2a	0.44bc	6.2abc	3.2de	1.2cde	0.30bcd	79.96a	25.05cd
-K	13.8ab	0.36c	5.4bcd	4.6bcd	1.5ab	0.20d	82.74a	30.94bc
-Ca	16.1a	0.50abc	6.8abc	4.3cd	1.6a	0.28d	79.62a	43.36a
-Mg	16.1a	0.40bc	7.4ab	6.4a	1.0e	0.36bcd	86.82a	37.05ab
-S	12.5b	0.52ab	7.7a	5.8ab	1.5ab	0.25d	76.60a	21.34de
-B	14.2ab	0.46abc	7.5a	5.5abc	1.4abc	0.52ab	38.07b	23.52d
-Zn	15.2ab	0.38bc	6.0abc	4.7bc	1.2cde	0.54ab	91.76a	15.17ef

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

Este efeito é confirmado pelo conteúdo de P que não apresentou diferença significativa entre os tratamentos (Quadro 7). O tratamento sob omissão de fósforo apresentou o mesmo teor foliar (0,4 g/kg) que o tratamento Completo, indicando que o requerimento desta espécie para fósforo pode ser muito pequeno. O efeito de diluição dos teores de P na MSPA é confirmado pelo conteúdo de P (Quadro 7). Verifica-se que a adubação com fósforo não alterou a nutrição das plantas entre os tratamentos, o que pode indicar uma elevada capacidade de extração pelas plantas de jatobá, mesmo em condições de pequena disponibilidade no substrato (1 mg/dm³ de P), como no tratamento Testemunha ou sob a omissão de P. Resultado semelhante foi encontrado por Braga et al. (1994) para a peroba rosa (*Aspidosperma polyneuron*), para a qual a adubação fosfatada não elevou os níveis do nutriente na

matéria seca da parte aérea, com teores sob o tratamento Completo e sob omissão de P iguais a 0,8 g/kg.

QUADRO 7. Conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Conteúdo de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(mg)						(µg)	
Completo	89.0ab	2.6a	44.9ab	27.3bc	7.4bc	3.7ab	449.24bc	184.31bcd
Testemunha	29.7c	2.3a	15.0c	9.4d	4.3d	1.9c	202.82d	53.99f
-N	32.8c	2.8a	24.3bc	14.9cd	6.7cd	1.4c	446.79bc	94.70ef
-P	91.6ab	2.6a	34.7abc	18.3cd	6.8c	1.7c	439.08bc	141.03cde
-K	92.4ab	2.4a	36.6ab	31.0abc	9.9a	1.3c	558.34ab	203.67abc
-Ca	96.8ab	3.0a	41.7ab	25.7bcd	9.5ab	1.7c	479.77bc	265.14a
-Mg	109.9ab	2.8a	51.4a	46.2a	7.1c	2.3bc	598.67ab	254.27ab
-S	83.6b	3.5a	50.5a	38.6ab	9.8a	1.8c	505.51b	142.29cde
-B	104.6ab	3.4a	55.3a	40.3ab	10.0a	3.9ab	281.16cd	174.17cd
-Zn	123.7a	3.0a	47.7a	37.8ab	9.5ab	4.5a	738.47a	121.02def

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

Entretanto para cinco espécies de eucalipto com sete anos de idade em duas localidades, Haag et al. (1976), concluíram que os teores foliares encontrados de 1,0 g/Kg de P, em Mogi Guassú e 0,8 g/Kg de P em Areia Branca, são extremamente baixos e indicam carência deste elemento. Posteriormente, em pesquisa sobre distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora* Haag et al., (1977) concluíram por desnutrição generalizada em especial de S, Ca e P, com teores de P em folhas com sintomas leves e acentuados de 0,6 e 0,3 g/Kg, respectivamente contra 0,9 a 1,2 g/Kg em folhas sadias novas e folhas sadias maduras.

O teor de K de 5,4 g/kg na MSPA das plantas de jatobá, no tratamento sob omissão deste elemento foi inferior ao teor do tratamento Completo (7,7 g/kg), (Quadro 6). Contudo, as plantas apresentaram tendência de maior produção de MSPA do que o tratamento Completo. Isto sugere também um baixo requerimento das plantas de jatobá para o K. Assemelhando-se ao encontrado para a *Acacia mangium*, cujo valor crítico foliar de K relatado por Dias, Alvarez e Brienza Junior, (1991), foi de 4,1 g/Kg, com resposta negativa das plantas à adição de K ao substrato. Já para formação de mudas de taxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*) o valor crítico foliar é de 7,0 g/Kg de K (Dias et al., 1992).

O teor de cálcio na MSPA das plantas de jatobá no tratamento sob omissão de cálcio (4,3 g/Kg) não diferiu do teor encontrado no tratamento Completo (4,7 g/Kg). Nos demais tratamentos o conteúdo de cálcio aumentou de acordo com a produção de MSPA (Quadro 7). No tratamento sob a omissão de Mg, possivelmente pela ausência do mecanismo de antagonismo entre a absorção de Ca e de Mg, o teor de cálcio foi mais elevado, assim como nos tratamentos com omissão de S e de B a absorção de Ca foi favorecida, (Quadro 6). Resultados semelhantes foram encontrados em *Araucaria angustifolia* (pinheiro do paraná) por Simões e Couto (1973), para a qual os tratamentos sob a omissão de K e de Mg, apresentaram teores de Ca mais elevados; 13,5 e 9,4 g/Kg, respectivamente, contra 7,6 g/Kg no tratamento Completo. Os teores de Ca das plantas de jatobá nos tratamentos Completo e sob omissão de Ca são maiores do que os encontrados por Martinez, Haag e Bruckner (1986), para 3 variedades de *Pinus caribaea*. Para var. *hondurensis* de 2,9 e 1,1 g/kg respectivamente. Para var. *bahamensis* 1,9 e 1,0 g/Kg e para var. *caribaea* 2,0 e 1,1 g/Kg. Sugerindo que as plantas de jatobá possuem uma elevada capacidade de extração de cálcio do substrato, mesmo sob pequena disponibilidade, ou um baixo requerimento fisiológico para este nutriente.

A concentração de Mg na MSPA das plantas de jatobá (Quadro 6) foi aumentada no tratamento sob a omissão de S, bem como na omissão de Ca e K, possivelmente pela ausência do mecanismo de antagonismo e de inibição competitiva, respectivamente entre estes e o Mg. O mesmo ocorreu na omissão de N possivelmente, pela ausência do mecanismo de competição entre o Mg e o N, (KURVITS e KIRKBY, 1980 citados por Marschner, 1986). Para *Araucaria angustifolia*, Simões e Couto (1973), também relatam teores de Mg mais altos nos tratamentos com omissão de N (2,7 g/Kg), de K (3,5 g/kg) e de Ca (4,1 g/Kg), respectivamente em relação ao tratamento Completo (2,1 g/Kg) e na omissão de Mg (0,6 g/Kg).

As plantas de jatobá no tratamento sob omissão de enxofre produziram 14,2% a mais de MSPA, contudo não diferiram do tratamento Completo. Embora o teor de S sob omissão (0,25 g/Kg) tenha sido 2,6 vezes menor do que no tratamento Completo (0,65 g/Kg) e 2 vezes menor do que no tratamento Testemunha. Estes valores indicam possivelmente, o baixo requerimento de S pelas plantas de jatobá. Haag et al., (1977) relatam distúrbios nutricionais a nível de campo com *Eucalyptus citriodora* associados a teores de 0,7 g/Kg de S em folhas com sintomas acentuados, e teores de 2,3 e 2,1 g/Kg de S em folhas sadias novas e folhas sadias maduras, respectivamente. Para o táxi-branco (*Sclerolobium paniculatum*), Dias et al., (1992) encontraram falta de resposta a adição de enxofre ao substrato, sugerindo nível crítico inferior a 5,1 mg de S/dm³ de solo e teores foliares variando de 1,6 a 1,8 g/Kg nas doses 0 a 120 mg de S/dm³ de solo.

De acordo com Malavolta (1980), a velocidade de absorção do sulfato -forma de enxofre predominantemente absorvida da solução do solo pelas raízes- depende do cátion acompanhante, e obedece a seguinte série crescente: Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, NH₄⁺ e K⁺. Possivelmente os menores teores de S encontrados na MSPA das plantas

de jatobá (Quadro 6), nos tratamentos sob omissão de Ca, Mg, N e de K deviam-se a falta do cátion acompanhante prejudicando a absorção de S.

Os teores de B na MSPA das plantas de jatobá no tratamento sob omissão e na Testemunha foram os mais baixos; 38,07 e 49,60 mg/Kg respectivamente, diferindo do tratamento Completo com 77,16 mg/Kg. Esta diferença entre os teores nos tratamentos confirma os possíveis efeitos tóxicos do nutriente para as plantas de jatobá na dose utilizada, uma vez que a adubação do substrato com 1 mg/dm³ de B deprimiu o crescimento em altura (Figura 1) e tendeu a diminuir a produção de matéria seca tanto da parte aérea como radicular em relação ao tratamento Completo (Figura 2). Na omissão de Zn, possivelmente devido a ausência do mecanismo de inibição não competitiva, e na omissão de N os teores de B atingiram os maiores valores na MSPA das plantas de jatobá (Quadro 6). Em *Eucalyptus grandis* o Boro não inibiu o crescimento das plantas na dose de 0,5 mg/Kg em solução nutritiva, associada a teores de 69 mg/Kg em folhas novas, 73 mg/Kg em folhas velhas e 36 mg/Kg de B em caule e ramos. Entretanto para as doses de 1,0; 2,0 e 4,0 mg/dm³ de B, efeitos depressivos foram relatados por Rocha Filho et al., (1979a). Sendo que para 1,0 mg/dm³ de B em solução, as concentrações encontradas na parte aérea de 104 mg/Kg em folhas novas e 124 mg/Kg em folhas maduras, indicavam uma toxidez.

Os menores teores de Zn na MSPA de plantas de jatobá (Quadro 6) foram encontrados nos tratamentos Testemunha e na omissão do elemento, seguidos pelo tratamento com omissão de B. Aparentemente o boro estimula a absorção de zinco pelas raízes (Malavolta, 1980). Possivelmente a pequena disponibilidade de B no substrato não adubado com este nutriente, influenciou na absorção de Zn, contribuindo para os menores teores encontrados na MSPA das plantas de jatobá no tratamento com omissão de B. As omissões de Ca e de Mg favoreceram a absorção de Zn

(Quadro 6), possivelmente devido a ausência do mecanismo de inibição competitiva entre os nutrientes Ca e Mg com o Zn. A concentração crítica interna de Zn proposta por Couto et al. (1985), para *Eucalyptus grandis* é inferior a 11 mg/Kg. Entretanto, os autores relatam um consumo de luxo, com ampla faixa de variação entre a suficiência e a toxidez e associam limitações de crescimento a concentrações superiores a 200 mg/Kg de Zn. Para as plantas de jatobá a adição de 5 mg/dm³ de Zn ao substrato influenciou negativamente nas características de crescimento das plantas.

4.2 Óleo copaíba

4.2.1 Crescimento das plantas

Os resultados das características morfológicas de altura, diâmetro e produção de matéria seca acham-se no Quadro 8. Nas Figuras 4 e 5 observa-se o crescimento relativo em diâmetro e altura e da produção de matéria seca, respectivamente. Atribuiu-se ao tratamento Completo crescimento relativo igual a 100.

As plantas de óleo copaíba sob o tratamento Completo apresentaram altura e diâmetro iguais ou superiores aos demais tratamentos. Caracterizando uma maior exigência nutricional das plantas de óleo copaíba em relação as plantas de jatobá.

O tratamento Testemunha e as omissões de N e de P mostraram-se limitantes, afetando o crescimento em altura das plantas. As demais omissões de nutrientes mostraram-se indiferentes em relação ao tratamento Completo. Resultados semelhantes foram encontrados por Simões e Couto (1973), para o pinheiro do paraná (*Araucaria angustifolia*). Os autores demonstraram que a omissão de N e de P trouxe um forte desequilíbrio nutricional, inibindo o crescimento em altura,

diâmetro e peso da parte aérea. Braga et al. (1994) também relatam que os nutrientes mais limitantes para *Acacia mangium* foram o P seguidos pelo N e pelo S.

De maneira geral, a omissão de nutrientes mostrou-se mais importante para o crescimento em altura do que em diâmetro das plantas de óleo copaíba. Pelo Quadro 8 observa-se que o diâmetro diferentemente da altura não foi afetado pela omissão de N e de P.

QUADRO 8. Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	R/PA
Completo	27.14a	3.32ab	2.94ab	1.93bcd	0.65de
Testemunha	15.02b	2.43c	0.95e	1.14e	1.20ab
-N	15.82b	2.76abc	1.22e	1.62de	1.33a
-P	15.90b	2.63bc	1.39de	1.79cd	1.28a
-K	27.06a	3.16abc	3.37a	2.10abcd	0.62e
-Ca	23.33a	2.98abc	2.03cd	1.65de	0.83cde
-Mg	24.90a	3.25ab	2.47bc	2.27abc	0.95bc
-S	21.18ab	2.93abc	1.95cd	1.80cd	0.93c
-B	27.16a	3.37ab	2.90ab	2.62a	0.91cd
-Zn	27.24a	3.45a	2.84ab	2.45ab	0.86cde

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

Contudo, a produção de matéria seca da parte aérea mostrou ser característica mais importante para a avaliação das plantas de óleo copaíba, do que a altura ou o diâmetro, em função da existência de brotações laterais. Verifica-se pelo Quadro 8 que a omissão de K mostrou uma tendência de maior produção de MSPA do que o

tratamento Completo e as plantas sob a omissão de cálcio e de enxofre apresentaram menor produção de MSPA diferindo do tratamento Completo, em contraste ao comportamento em altura e diâmetro apresentado pelas plantas.

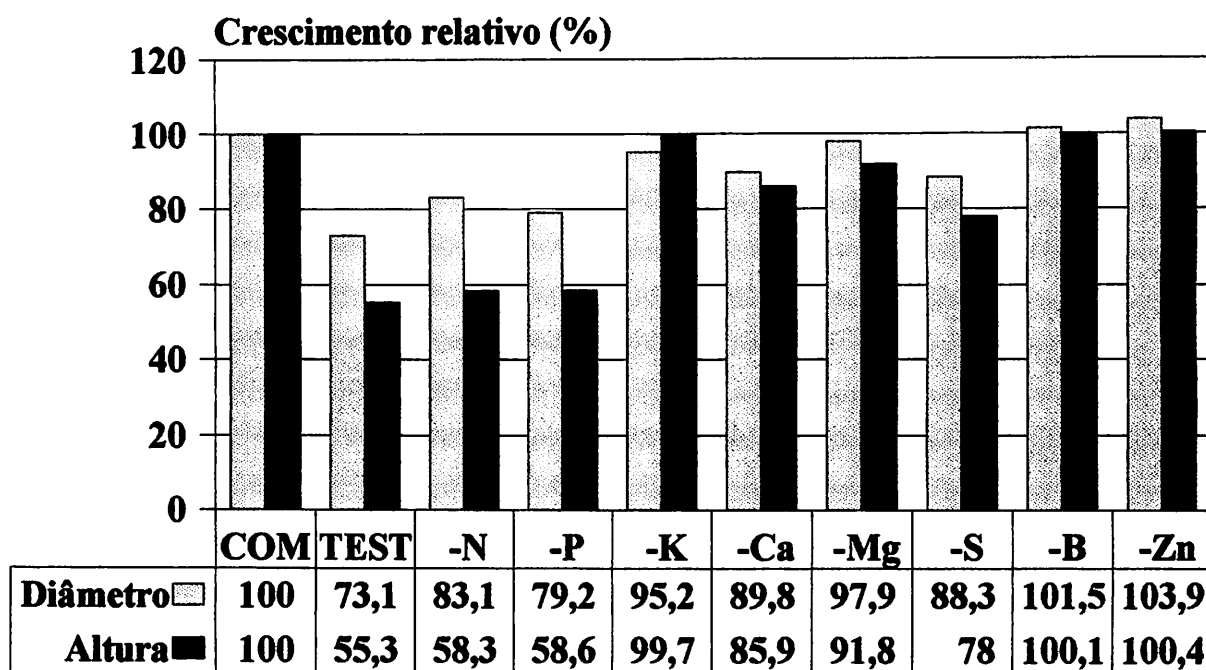


FIGURA 4. Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de óleo copaíba submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

A produção de matéria seca da parte aérea foi mais afetada pela omissão de nutrientes do que a produção do sistema radicular (Figura 5).

Em relação ao sistema radicular as omissões de B e de Zn proporcionaram maior produção de matéria seca comparados ao tratamento Completo, evidenciando um possível efeito tóxico do B e do Zn. Também os tratamentos com a omissão de K e de Mg mostraram tendência de maior produção de MSSR (Figura 5).

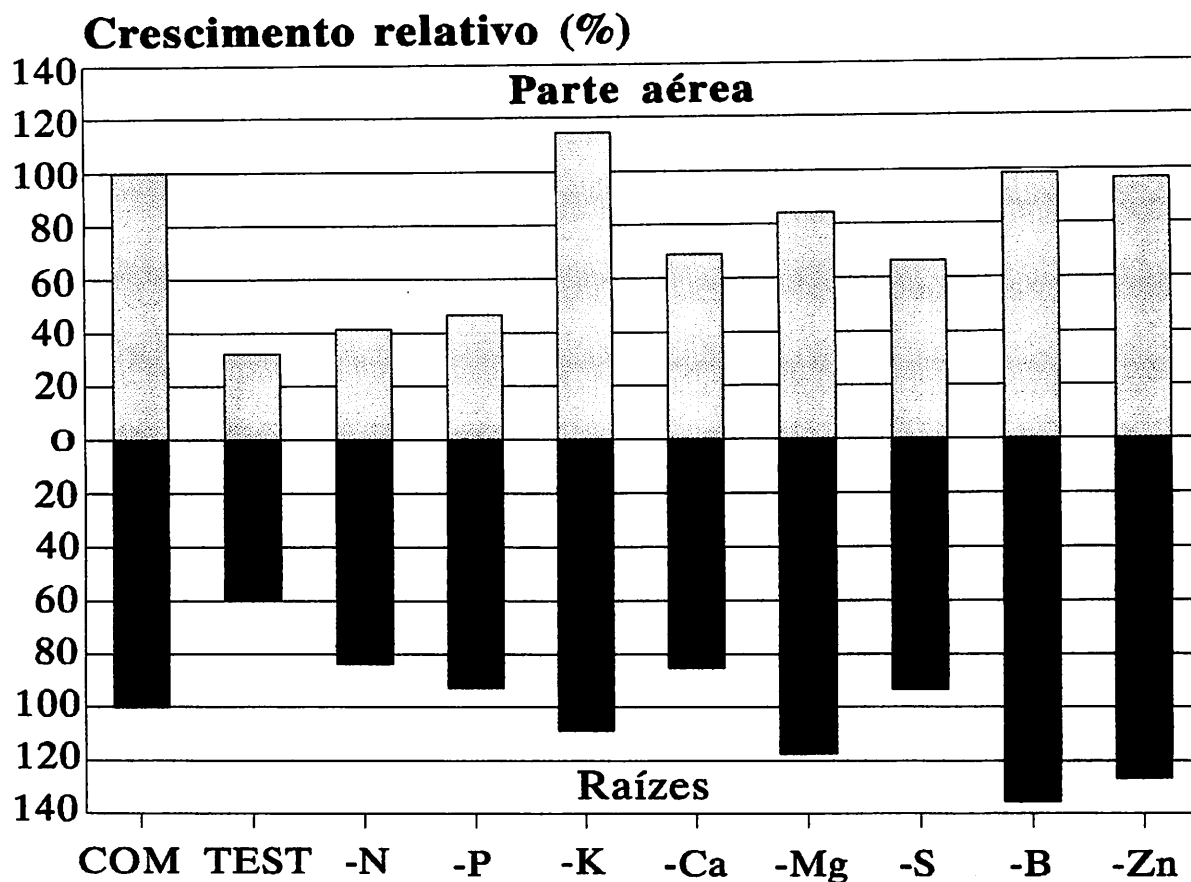


FIGURA 5. Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de plantas de óleo copaíba submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

A sequência de exigência nutricional apresentada pelas plantas de óleo copaíba, em relação ao tratamento Completo, considerando a produção de MSPA é a seguinte: N, P, S e Ca seguidos pelo Mg.

Verifica-se pela Figura 6, que a omissão total a de N e a de P afetaram o particionamento da matéria seca entre a parte aérea e o sistema radicular, com maior mobilização de reservas para as raízes do que para a parte aérea. O mesmo acontecendo nos tratamentos com a omissão de S e de Ca, porém em menor grau.

Os tratamentos sob omissão de Mg, B e Zn também aumentaram a relação R/PA, contudo observa-se pela figura 6 e pelo quadro 8, que estes tratamentos produziram mais MSSR do que o tratamento Completo, devido provavelmente a um efeito tóxico ou a um desequilíbrio nutricional.

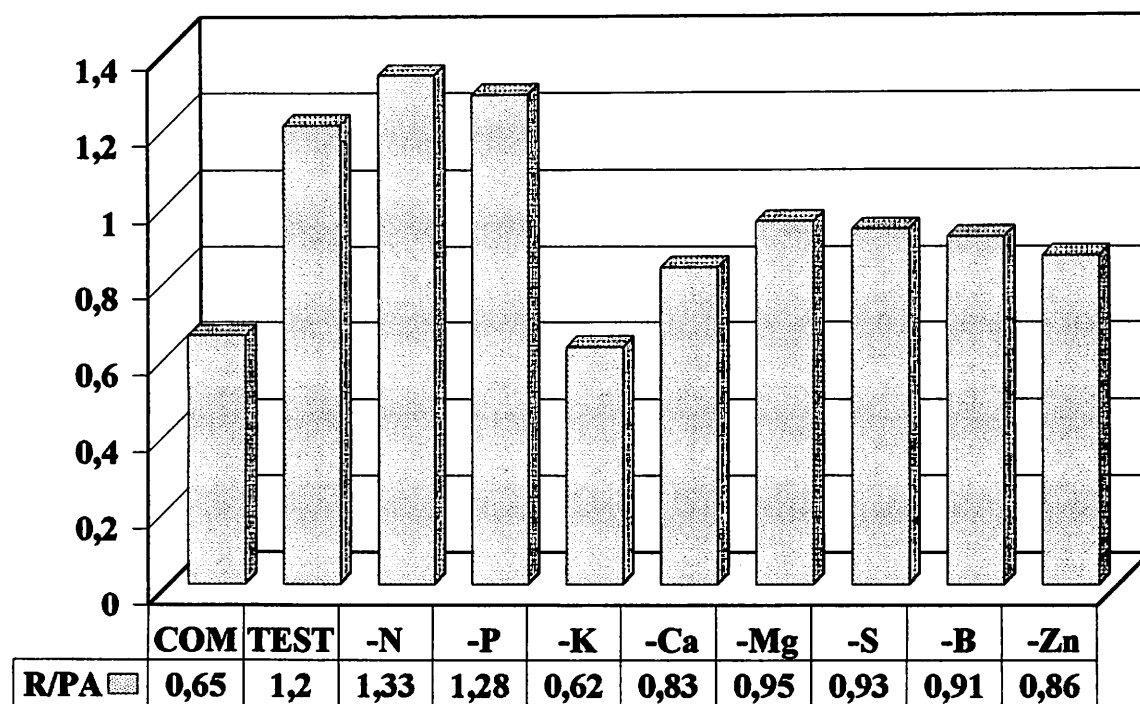


FIGURA 6. Relação raiz/parte aérea (R/PA), com base no peso de matéria seca de plantas de óleo copaíba submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Pela observação das figuras 3 e 6 verifica-se que o óleo copaíba apresentou uma maior flexibilidade no ajuste da relação R/PA do que o jatobá, em função das mudanças no ambiente nutricional proporcionada pelos tratamentos.

4.2.2 Nutrição mineral do óleo copaíba

Os resultados médios do teor e do conteúdo de nutrientes na MSPA das plantas de óleo copaíba estão mostrados no Quadro 9 e 10, respectivamente.

Pode-se notar pelo Quadro 9 que os teores mais baixos de macro e micronutrientes estão associados ao tratamento Testemunha ou aos tratamentos sob a omissão de cada nutriente.

QUADRO 9. Teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Teor de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(g nut/Kg MSPA)						(mg nut/Kg MSPA)	
Completo	20,6a	1,6ab	10,5c	7,7de	1,9c	0,5ab	86,40ef	50,82de
Testemunha	6,7c	0,6cd	5,9de	9,4bcd	1,7cd	0,3c	64,12f	29,48fg
-N	8,2c	1,1bc	7,8d	9,2bcd	1,9c	0,3c	217,60a	39,74efg
-P	15,7b	0,3c	12,3abc	10,8ab	2,2abc	0,7a	142,34bcd	53,36cde
-K	21,4a	1,4a	4,8e	8,2d	2,7a	0,4bc	134,08cd	68,06abc
-Ca	20,6a	1,2b	13,0ab	6,5e	2,1bc	0,4bc	175,66b	71,07ab
-Mg	22,7a	1,2b	12,5abc	9,8bc	1,3d	0,6a	160,58bc	79,12a
-S	21,8a	1,6ab	14,4a	12,8a	2,6ab	0,3bc	111,74de	44,08ef
-B	19,7ab	1,5ab	12,0bc	9,0bcd	2,0c	0,6a	24,56g	61,86bcd
-Zn	22,2a	1,9a	12,8ab	9,6bcd	2,2abc	0,4bc	78,58ef	28,48g

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

As plantas do tratamento sob omissão de nitrogênio alcançaram teor de N 60,2% mais baixo do que as do tratamento Completo. Verificou-se uma diminuição

na absorção de N pelas plantas de óleo copaíba no tratamento sob omissão de P. Os teores de N do tratamento Completo foram semelhantes aos encontrados por Dias et al. (1992) para a formação de mudas de táxi-branco (*Esclerolobium paniculatum*), cujo valor crítico foliar para atingir 90% da produção máxima de MSPA era de 22,0 g/Kg associado a dose de 79 g/dm³ de N no solo.

O tratamento Completo e os tratamentos com omissão de Zn, S, B e de K apresentaram os maiores teores de fósforo na MSPA. Os demais tratamentos diferiram do tratamento Completo, apresentando sob a omissão de Mg, Ca e de N valores intermediários. Na omissão de zinco, possivelmente devido a não ocorrência do mecanismo de inibição não competitiva, foi favorecida a absorção de fósforo. Concordando com os teores encontrados em mudas de *Eucalyptus grandis* por Valeri, Aguiar e Souza, (1985) que relatam teor médio de 1,4 g/Kg. Em *Acacia mangium* teores de P de 1,4 g/Kg, em *Tibouchina granulosa* teores de 1,7 g/Kg foram relatados por Braga et al., (1994).

O maior teor de K na MSPA das plantas de óleo copaíba foi encontrado no tratamento com a omissão de S. Os tratamentos sob omissão de P, Ca e de Mg apresentaram teores de K comparáveis aos tratamentos de maior produção (Quadro 9), e superiores ao do tratamento Completo. Provavelmente, devido a um efeito de concentração, uma vez que estes apresentaram menores produções de MSPA. Este efeito pode ser confirmado pelo conteúdo de nutrientes na MSPA das plantas (Quadro 10). O teor de K mais elevado nos tratamentos com omissão de Ca e de Mg devem-se provavelmente a ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes e o K, favorecendo sua absorção. Resultados semelhantes foram encontrados por Martinez, Haag e Bruckner, (1986), em *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, em que as omissões de magnésio e de enxofre resultaram em maiores concentrações de K na matéria seca da parte aérea.

A absorção de cálcio também foi favorecida pela omissão de S, tendo este tratamento apresentado o maior teor de Ca na MSPA. No tratamento Completo, o teor de Ca não diferiu do tratamento sob omissão. Entretanto, observa-se um efeito de concentração, pois os tratamentos com as menores produções de MSPA, apresentaram os maiores teores de Ca (Quadro 10). Deste modo, o tratamento sob omissão extraiu 42% a menos de cálcio do que o tratamento Completo, o que afetou a produção de matéria seca da parte aérea.

QUADRO 10. Conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Conteúdo de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(mg)					(µg)		
Completo	60.4a	4.7a	31.4a	22.7ab	5.7b	1.5ab	257.36cd	151.9bc
Testemunha	6.4c	0.6e	5.6d	8.9c	1.6d	0.2e	61.23f	28.13e
-N	10.0c	1.3de	9.5cd	11.2c	2.3d	0.4de	264.7bcd	48.62e
-P	21.9c	0.5e	16.9bc	14.7bc	3.1cd	0.9bcd	198.58de	72.72e
-K	72.4a	4.8a	16.3bcd	28.0a	9.0a	1.3abc	453.47a	229.57a
-Ca	41.8b	2.4cd	26.2ab	13.2c	4.3bc	0.7cde	356.13abc	145.45bcd
-Mg	55.8ab	3.0c	30.9a	24.7a	3.1cd	1.6a	389.84ab	199.59ab
-S	42.7b	3.2bc	28.1a	24.8a	5.0bc	0.7cde	218.84d	86.11cde
-B	56.5ab	4.2ab	34.8a	26.1a	5.8b	1.7a	71.88ef	177.78ab
-Zn	63.0a	5.4a	36.4a	27.4a	6.2b	1.1abc	222.88d	80.99de

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

As plantas sob omissão de K e de S tiveram favorecida a absorção de Mg, no caso do K possivelmente, devido a não ocorrência do mecanismo de antagonismo entre a sua absorção e a de Mg. Verifica-se pela Figura 5, que a omissão de Mg

deprimiu o acúmulo de matéria seca da parte aérea, mas favoreceu para o sistema radicular. Provavelmente, devido a um desequilíbrio entre as proporções de Ca:Mg. No tratamento Completo esta proporção foi de 4, apresentando tendência a ser mais alta nos tratamentos com menor produção de MSPA. No tratamento sob omissão de Mg a proporção Ca:Mg foi de 7,5. O comportamento de espécies nativas em relação a nutrição com magnésio tem sido muito diferenciada. Comportamento semelhante ao do óleo copaíba foi relatado por Carniel et al. (1993), em experimentação a campo com cinco espécies arbóreas do sudeste mineiro. Tais espécies mostraram-se indiferentes a omissão, o que evidencia o baixo requerimento para o Mg.

As plantas de óleo copaíba tiveram a absorção de S afetada nos tratamentos sob omissão de N, Ca e de K, semelhante ao comportamento apresentado pelas plantas de jatobá. A omissão de Zn também afetou a absorção de S. De maneira geral, o requerimento das plantas para S acompanha o requerimento de P (Malavolta, 1980). Entretanto, nota-se pelo Quadro 9, que a absorção de S foi, aproximadamente 3 vezes menor do que a de de P. Indicando que embora, o óleo copaíba sinta a omissão de S, seu requerimento é inferior ao de P. A redução em 40% no teor de S no tratamento sob omissão, em relação ao teor do tratamento Completo, refletiu na produção de matéria seca tanto da parte aérea como do sistema radicular. Contudo, o teor de S do tratamento Completo está abaixo do encontrado por Haag et al., (1977) em *Eucalyptus citriodora* com distúrbios nutricionais. Os autores relatam teores em folhas com sintomas leves e acentuados, respectivamente de 0,6 e 0,8 g/Kg de S, em confronto com teores de 2,3 e 2,1 g/Kg em folhas sadias novas e sadias maduras.

O teor mais alto de boro (217,60 mg/kg) foi alcançado pelo tratamento com omissão de N, possivelmente, devido a ausência de inibição competitiva entre a absorção de nitrogênio e a de boro. Contudo, percebe-se um efeito de diluição

(quadros 9 e 10), uma vez que os tratamentos com maior produção de MSPA, atingiram os menores teores. O teor do tratamento Completo (86,40 mg/Kg) esta compreendido dentro da faixa encontrada por Rocha Filho et al. (1979) em *Eucalyptus grandis*, submetido a doses crescentes de boro (0 a 2,0 g/dm³) aplicadas à solução nutritiva. Os autores encontraram sintomas de carência e de excesso associados a teores foliares de 46 e 100 mg/kg respectivamente, apontando como concentração crítica 61 mg/Kg de B, em folhas jovens. Entretanto, está abaixo dos valores encontrados por Braga et al. (1994), na MSPA dos tratamentos Completo da *Acacia mangium* (98 mg/Kg de B), e da *Tibouchina candolleana* (quaresmeira, 112 mg/Kg de B).

Nas plantas de óleo copaíba a absorção de zinco foi favorecida pelas omissões de Mg, de Ca, de K, de B e de P, cujos teores superaram ao do tratamento Completo. Provavelmente, pela não ocorrência de inibição competitiva entre a absorção do Mg e do Ca com a absorção de Zn e, pela ausência da inibição não competitiva entre a absorção do B e do P com a absorção de Zn. O teor de zinco na MSPA do tratamento sob omissão, igualou-se ao teor encontrado na Testemunha (28,48 e 29,48 mg/Kg, respectivamente). Contudo, a omissão de Zn não exerceu influência sobre a produção de MSPA, isto parece indicar que a exigência nutricional das plantas de óleo copaíba para zinco é possivelmente menor do que o teor atingido pelo tratamento Completo (50,82 mg/Kg de Zn). Braga et al. (1994) encontraram em experimento com omissão de nutrientes, teores de 59 mg/Kg para a *Acacia mangium* e de 57 mg/Kg para *Platycyamus regnellii* (pau-pereira). Os autores verificaram que a omissão de zinco também não afetou a produção de MSPA, para ambas as espécies.

4.3 Canafistula

4.3.1 Características morfológicas

Os resultados das características morfológicas de altura, diâmetro e produção de matéria seca, acham-se apresentados no Quadro 11. Nas Figuras 7 e 8 podem ser visualizados os crescimentos relativos em altura e diâmetro e, em produção de matéria seca, respectivamente. Considerou-se o tratamento Completo com crescimento relativo igual a 100.

QUADRO 11. Crescimento em altura, diâmetro, produção de matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de canafistula submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamentos	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSSR (g)	R/PA
Completo	56.02a	9.38a	16.08a	8.52a	0.53c
Testemunha	13.98c	2.56e	0.66c	0.78b	1.23a
-N	15.36c	3.64cde	1.32c	1.45b	1.12ab
-P	18.02c	2.64de	0.84c	0.65b	0.83bc
-K	48.24a	7.00b	10.20b	6.01a	0.58c
-Ca	30.66b	4.34cd	3.54c	2.18b	0.71c
-Mg	48.88a	7.66ab	9.02b	5.64a	0.57c
-S	24.64bc	4.68c	2.27c	1.84b	0.86abc
-B	47.96a	7.72ab	11.44b	7.03a	0.60c
-Zn	54.34a	8.04ab	14.03ab	6.82a	0.48c

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

As plantas de canafistula possuíam altura uniforme por ocasião do início dos tratamentos. Ao final do experimento, decorridos 96 dias do plantio, todos os tratamentos apresentaram altura e diâmetro iguais ou inferiores aos do tratamento Completo (Figura 7).

Das três espécies estudadas neste experimento, a canafistula foi a que apresentou as maiores limitações ao crescimento devido a omissão de nutrientes, mostrando o maior requerimento nutricional. As omissões de N, P, S e a de Ca, afetaram o crescimento em altura e em diâmetro das plantas de canafistula. Somam-se a estes o K que também diferiu do tratamento Completo em diâmetro.

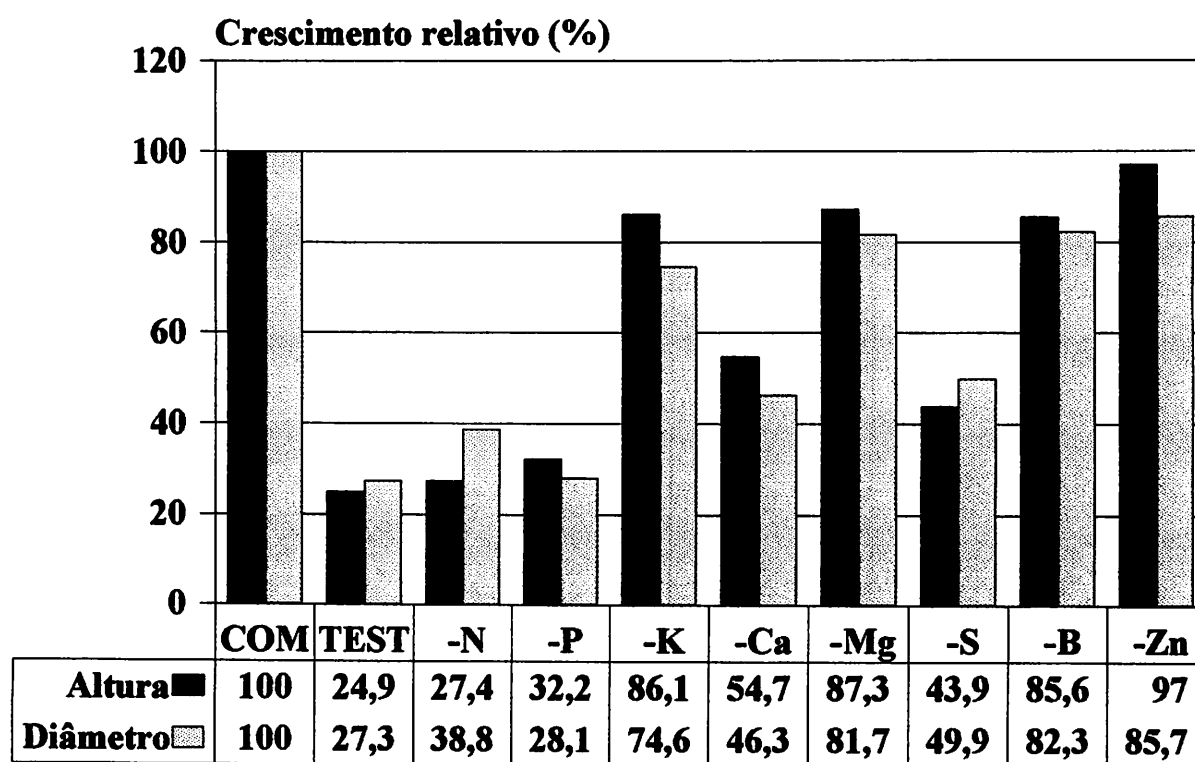


FIGURA 7. Crescimento relativo em altura e diâmetro de plantas de canafistula submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

A matéria seca da parte aérea mostrou ser um indicador mais importante para avaliação dos efeitos da omissão de nutrientes sobre as plantas de canafistula, por apresentar maior sensibilidade para acusar a acentuada queda de folhas ou o crescimento desproporcional das plantas, de acordo com o nutriente omitido. Conforme pode ser observado pelo quadro 11, as plantas dos tratamentos com omissão de K, Mg e de B não diferiram em altura e produção de MSSR das plantas do tratamento Completo. Entretanto, diferiram do tratamento Completo com uma menor produção de matéria seca da parte aérea.

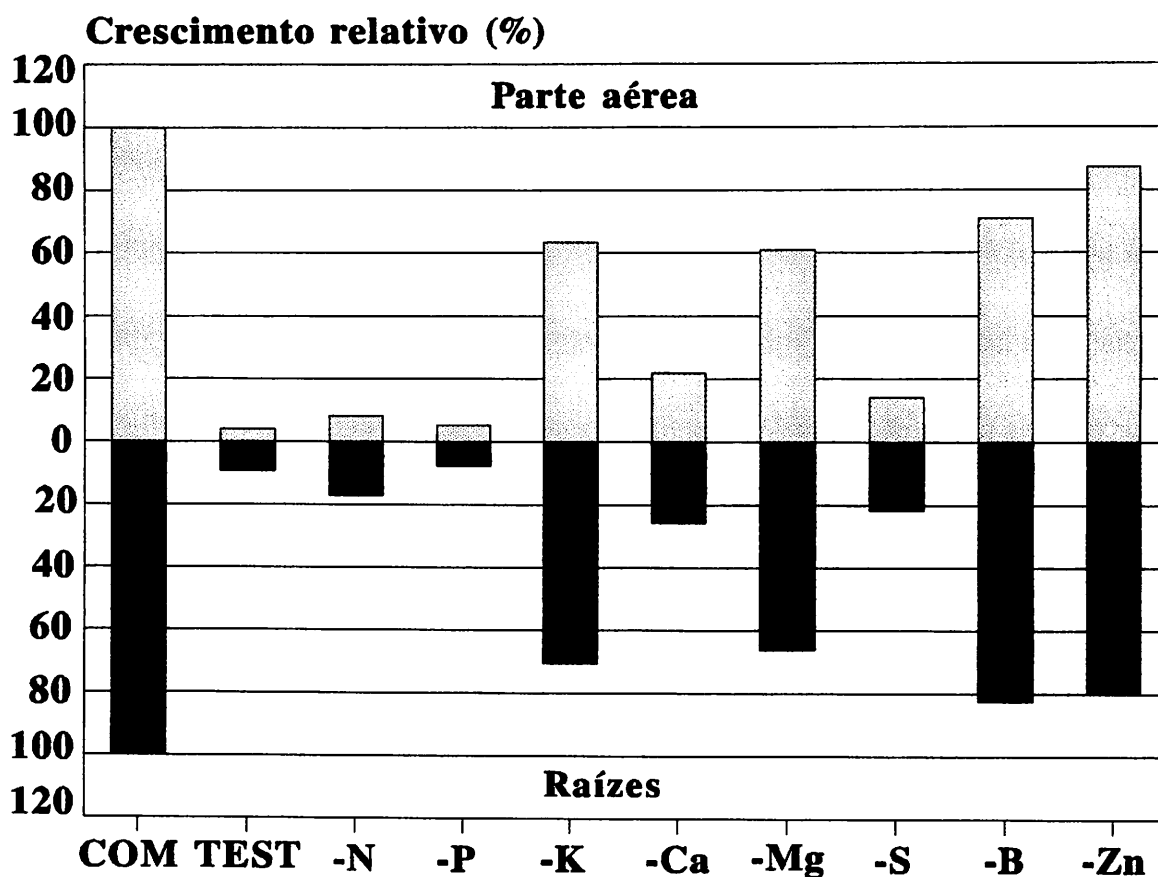


FIGURA 8. Crescimento relativo em matéria seca da parte aérea e do sistema radicular de plantas de canafistula, submetidas a diversos tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Verifica-se que apenas a omissão de zinco, embora inferior, assemelhou-se ao tratamento Completo (Figura 8), todas as demais omissões afetaram a produção de MSPA das plantas de canafístula, sendo mais acentuadas as omissões de P, N, S e a de Ca, seguidas pelas de Mg, K e a de B. Resultados semelhantes foram encontrados por Braga et al. (1994), para a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), para a qual a omissão de todos os nutrientes afetou a produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular, com destaque para Ca, N, P e S, seguidos pelo Mg e pelo K.

Diferentemente do óleo copaíba e do jatobá, as plantas de canafístula foram afetadas pela omissão de boro. Martinez, Haag e Moraes (1989), relatam que as três variedades de *Pinus* estudadas mostraram comportamento diferenciado, sendo que *Pinus caribaea* var. *caribaea* foi a mais sensível à carência de boro, sofrendo redução de 50,33% na produção de matéria seca total.

O sistema radicular da canafístula também foi significativamente afetado pela omissão de nutrientes, na seguinte ordem decrescente de limitação; P, N, S e Ca. Clarkson (1985) menciona que os nutrientes que mais afetam a raiz quando fornecidos em quantidades insuficientes são o nitrogênio e o fósforo. E de forma menos pronunciada o enxofre (Bouma, 1967 e Clarkson et al., 1983, citados por Clarkson, 1985).

Pela figura 9, observa-se que os nutrientes que afetaram a produção de matéria seca das plantas, alteraram o particionamento de assimilados com reflexos na relação R/PA. Esta relação foi mais afetada no tratamento Testemunha e nos tratamentos com omissão de P, N e S. Embora não tenha diferido do tratamento Completo, observa-se uma tendência de alteração causada pelo cálcio.

Uma maneira da planta se desenvolver em situação de baixa fertilidade é maximizar a superfície externa de absorção da raiz, promovendo uma extensão contínua do sistema radicular, alterando a relação raiz/parte aérea (Clarkson, 1985).

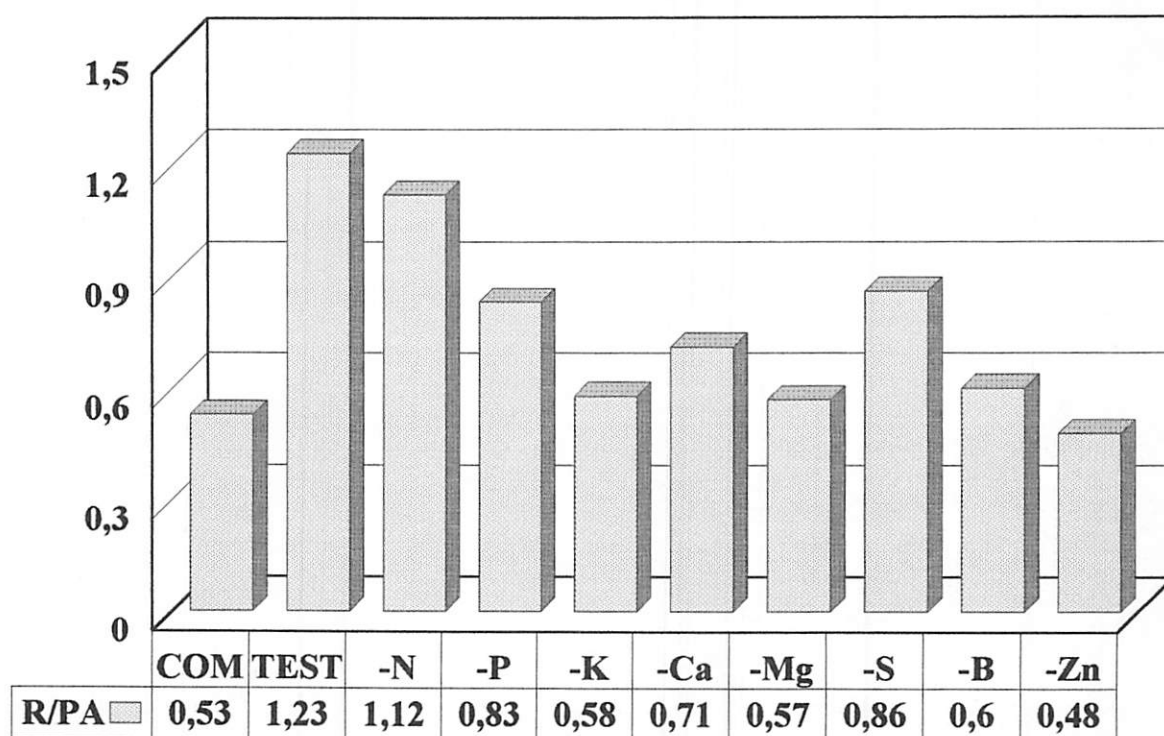


FIGURA 9. Relação raiz/parte aérea (R/PA), com base no peso de matéria seca de plantas de canafistula, submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

4.3.2 Nutrição mineral da canafistula

Os resultados médios dos teores e do conteúdo de nutrientes na MSPA das plantas de canafistula estão apresentados no Quadro 12 e 13, respectivamente.

De maneira geral os menores teores de nutrientes na MSPA das plantas de canafistula foram observados nos tratamentos Testemunha e sob a omissão de cada nutriente.

Observa-se que a omissão de enxofre causou as maiores alterações na nutrição das plantas (Quadro 12). Concordando com os resultados obtidos por Braga et al. (1994), para a pereira (*Platycyamus regnellii*), peroba rosa (*Aspidosperma*

QUADRO 12. Teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamento	Teor de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(g nut/Kg MSPA)						(mg nut/Kg MSPA)	
Completo	16,2f	0,76cde	5,5d	4,6d	1,0d	0,36d	49.82cd	95.07e
Testemunha	9,4g	0,40e	5,5d	6,8c	0,6e	1,50b	36.20de	23.60g
-N	7,3g	0,90bcd	7,3c	7,3bc	1,1d	1,70b	120.60a	36.40f
-P	24,6bc	0,50de	9,2ab	8,2b	1,4c	2,00a	104.40a	122.50d
-K	22,5cd	1,02bc	2,4e	8,4b	2,3a	0,56cd	77.12b	135.86c
-Ca	26,6b	1,00bc	10,4a	3,0e	1,8b	0,42d	57.39bcd	189.00a
-Mg	23,8c	0,98bc	7,8bc	7,7bc	0,7e	0,40d	68.23bc	166.74b
-S	48,3a	2,78a	9,8a	12,5a	1,9b	0,46d	129.52a	128.64cd
-B	20,0de	0,86bcd	7,8bc	5,5d	1,2cd	0,78c	21.36e	138.60c
-Zn	17,5ef	1,20b	7,7bc	4,9d	1,2cd	0,48d	64.40bc	36.72f

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

polyneuron), *Acacia mangium*, e para a quaresmeira (*Tibouchina granulosa*), que dentre os nutrientes aniônicos, o enxofre foi o que mais alterou a nutrição quando omitido da adubação.

A absorção de N foi favorecida pela omissão de enxofre. Contudo, ocorreu efeito de concentração, pois os tratamentos que apresentaram os maiores teores de N na MSPA, foram os de menor produção de matéria seca (quadro 13). O teor de N alcançado pelo tratamento Completo (16,2 g/kg) é semelhante ao encontrado em *Acacia mangium* por Dias, Alvarez e Brienza Junior (1991), que relataram teor crítico foliar de 15,2 g/Kg, associado a 100 g/dm³ de N adicionado ao substrato.

A omissão de enxofre favoreceu também a absorção de P (2,78 mg/kg) pelas plantas. Verifica-se, através dos quadros 12 e 13, um efeito de diluição em relação ao teor de P.

QUADRO 13. Conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea de plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Tratamento	Conteúdo de nutrientes							
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn
	(mg)						(µg)	
Completo	260.3a	12.2ab	87.8a	74.9a	16.4b	5.8ab	807.3a	1527.47a
Testemunha	6.2c	0.3d	3.7b	4.5b	0.4c	1.0c	24.04b	15.67c
-N	9.7c	12.0d	9.7b	9.7b	1.5c	2.2c	159.43b	48.12bc
-P	20.7bc	0.4d	7.7b	6.9b	1.2c	1.7c	87.7b	102.9bc
-K	228.7a	10.6ab	24.3b	86.6a	24.1a	5.8ab	786.25a	1381.37a
-Ca	90.6bc	4.1cd	37.4b	10.6b	6.4c	1.7c	230.53b	681.4c
-Mg	234.0a	9.9bc	79.0a	75.7a	6.4c	3.8bc	675.12a	1637.68a
-S	109.6b	6.2bcd	22.3b	28.1b	4.3c	1.0c	297.9b	294.0bc
-B	228.7a	9.9bc	88.8a	62.5a	13.9b	8.6a	242.9b	1582.0a
-Zn	245.6a	16.7a	108.4a	69.3a	17.1b	6.7ab	901.26a	508.38bc

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

Todavia, o teor de P na matéria seca da parte aérea das plantas de canafistula no tratamento Completo, foi inferior ao encontrado por Gonçalves et al. (1992), que

relataram teores de 2,5 mg/Kg de P em mudas sadias e com bom desenvolvimento vegetativo.

O tratamento Completo igualou-se no teor de K (5,5 g/Kg) à Testemunha com solo natural, sugerindo um efeito de diluição. Os tratamentos sob omissão de Ca, S e de P, alcançaram os maiores teores de K na MSPA. Valeri et al. (1985) trabalhando com doses de P e de Ca na adubação de plantas de *Eucalyptus grandis*, relatam um efeito de antagonismo entre a absorção de Ca e de K. Com redução no teor foliar de K na matéria seca foliar com aplicação de Ca na adubação. Gonçalves et al. (1992) encontraram teores de 7,8 g/kg de K em mudas de canafistula, valor superior ao alcançado pelas plantas do tratamento Completo neste experimento, possivelmente devido ao seu crescimento muito vigoroso, diluindo o teor do nutriente.

A menor concentração de cálcio ocorreu no tratamento sob omissão. Assinalando que a omissão de S favoreceu a absorção do elemento. Também para este nutriente, através da observação dos quadros 12 e 13, depreende-se um efeito de diluição. O teor de cálcio do tratamento Completo (4,6 g/Kg) é menor do que o encontrado por Simões & Couto (1973), para mudas de *Araucaria angustifolia* (7,6 g/Kg), no tratamento Completo em experimento com nutriente faltante. Braga et al. (1994) encontraram teores de Ca, para plantas de *Acacia mangium* de 5,3 g/Kg, para quaresmeira 8,4 g/Kg, em cada respectivo tratamento Completo.

A absorção de Mg foi favorecida pelas omissões de K, Ca e S. Também verifica-se neste tratamento um efeito de diluição. Observando-se no tratamento Completo um teor pouco acima da Testemunha. Contudo, equivale-se aos teores encontrados por Braga et al. (1994) na MSPA de plantas de *Acacia mangium* (5,3 g/Kg), mas é inferior aos teores dos tratamentos Completo da quaresmeira (3,2 g/Kg) e da peroba rosa (4,0 g/Kg).

O teor de S no tratamento Completo foi inferior ao encontrado no tratamento sob omissão, devido a um efeito de diluição do nutriente, em função de sua maior produção de matéria seca (quadros 12 e 13). As omissões de K, Ca e Mg também afetaram a absorção de enxofre, conforme já discutido anteriormente para as plantas de jatobá e as de óleo copaíba. Mostra-se, deste modo necessário o suprimento adequado destes nutrientes, para as plantas de óleo copaíba e de canafistula, para que haja absorção adequada de enxofre. Considerando que a adubação com enxofre favorece a produção de MSPA e MSSR destas espécies.

O menor teor de boro foi encontrado no tratamento sob omissão. Os tratamentos com omissão de S, de N e de P apresentaram plantas com os maiores teores de boro na matéria seca da parte aérea (129,52; 120,6 e 104,4mg/Kg, respectivamente) contudo, em função do efeito de concentração devido a suas menores produções. O boro é um micronutriente essencial ao desenvolvimento dos vegetais, a sua falta ou excesso no solo tem acarretado problemas em florestas implantadas (Rocha Filho et al. 1979). Tendo encontrado em *Eucalyptus grandis*, sintomas de carência com teores foliares de 46 mg/Kg, teor semelhante ao alcançado pelas plantas de canafistula no tratamento Completo (49,82 mg/Kg de B). O mesmo autor citando Baloni (s/data), reforça que a deficiência de B está associada, em eucalipto, com maior frequência, a déficits hídricos. Contudo, para *E. urophylla* cultivado sob omissão de nutrientes, em solução nutritiva a concentração de B reduziu-se de 30,5 para 8,2 mg/Kg, sendo observada uma drástica redução do sistema radicular das plantas carentes (Rocha Filho, Haag e Oliveira, 1978). Embora a canafistula tenha sido afetada pela omissão de boro, seu teor foliar é mais elevado, mesmo sob omissão (36,2 mg/Kg), mostrando possivelmente um requerimento nutricional superior.

A absorção de zinco foi favorecida pelas omissões de Mg, B, K, Ca e de P.

Possivelmente, no caso dos nutrientes B e P, devido a não ocorrência de inibição não competitiva e para o Ca e Mg, pela não ocorrência de inibição competitiva. As plantas do tratamento Completo apresentaram teores de 95,07 mg/Kg de Zn, sendo que o maior teor foi alcançado pelo tratamento com omissão de Ca (189,0 mg/Kg). Entretanto, a adubação com zinco não afetou as características de crescimento das plantas de canafístula. Couto et al. (1985) constataram em eucaliptos uma ampla faixa entre o suprimento e a toxidez, com teores tão altos quanto 200 mg/Kg de Zn, sem que as plantas apresentassem sintomas de toxidez.

5 CONCLUSÕES

Dentro das condições do presente estudo conclui-se que:

Sem a aplicação de nutrientes o crescimento inicial das plantas de jatobá foi reduzido.

O jatobá apresentou um pequeno requerimento para o N, P, Ca, Mg, S e K.

A disponibilidade apresentada pelo solo adubado com B e Zn foi superior aos requerimentos das plantas de jatobá nesta fase.

O N, P, Ca e S mostraram-se limitantes ao crescimento do óleo copaíba em solo com pequena disponibilidade.

O óleo copaíba mostrou um pequeno requerimento para o Mg, K, B e Zn, estando a disponibilidade original do solo estudado próximo as exigências das plantas nesta fase.

Das três espécies estudadas a canafistula apresentou o maior requerimento nutricional.

O P, N, S e o Ca mostraram-se altamente limitantes ao crescimento da canafistula, seguidos pelo Mg, K e pelo B.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S.P.de; SILVA, J.A.da; RIBEIRO, J. **Aproveitamento alimentar de espécies nativas do cerrado: araticum, barú, cagaita e jatobá.** 2 ed. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1990. 83p. (Documentos 26).
- BATAGLIA, O.C.; DECHEN, A.R. Critérios alternativos para diagnose foliar. In: DECHEN, A.R.; CARMELLO, Q.A.de C. (coord.) **SIMPÓSIO AVANÇADO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO**, Piracicaba, 1986. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1986. p.115-136.
- BRAGA, F.deA.; VALE, F.R.do; VENTORIM, N.; AUBERT, E.; LOPES G.deA. Requerimentos nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, 1994 (no prelo).
- CARNEIRO, J.G.A. **Efeito da densidade sobre o desenvolvimento de alguns parâmetros morfofisiológicos de mudas de *Pinus taeda* L. em viveiro e após o plantio.** Curitiba: UFPr, 1985. 125p. (Tese de professor titular do Departamento de Silvicultura e Manejo).
- CARNIEL, T.; LIMA, H.N., VALE, F.R.do; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; GOMES, R.J. Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 24**, Goiânia, 1993. **Resumos**, Goiânia: SBCS, p.209-210.
- CARPANEZZI, A.A.; BRITO, J.O.; FERNANDES, P.; JARK FILHO, W. Teor de macro e micronutrientes em folhas de diferentes idades de algumas essências florestais nativas. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"** Piracicaba, v.23, 1976. p.225-232.

- CARPANEZZI, A.A.; COSTA, L.G.daS., KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.deA. Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Campos do Jordão, 1990, **Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.216-221.
- CHAPIN III, F.S. The mineral nutrition of wild plants. **Annual Review of Ecology Systematics**, Palo Alto, v.11, 1980. p.233-260.
- CLARKSON, D.T. Adaptações morfológicas e fisiológicas das plantas a ambientes de baixa fertilidade. In: SIMPÓSIO SOBRE RECICLAGEM DE NUTRIENTES E AGRICULTURA DE BAIXOS INSUMOS NOS TRÓPICOS, Ilhéus, 1984. **Anais...** Ilhéus: CEPLAC/SBCS, 1985. p.45-75.
- COUTO, C.; NOVAIS, R.F.de; BARROS, N.F.de; NEVES, J.C.L. Resposta do eucalipto à aplicação de zinco em amostras de solos de cerrado, **Revista Árvore**, Viçosa, v.9, n.2, p.134-148, 1985.
- CURI, N.; FERREIRA, M.M.; SIQUEIRA, J.O.; VALE, F.R.do. **Aspectos de solos aplicados a regeneração de matas ciliares e recuperação de áreas degradadas.** ESAL/FAEPE: Lavras, 1993. 61p.
- DALL'ORTO, F.A.C.; GARLIPP, R.C.D.; BRAUNER, J.L.; MIRANDA, M.T.de. Concentrações de alguns macro e micronutrientes em essências florestais do parque da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"** Piracicaba, v.23, 1976. p.233-242.
- DEFELIPO, B.V.; ALVAREZ, V.H; COUTO, L.; FERNANDES, J.C. Estudos de micronutrientes em plantações de eucalipto em solos de cerrado de Minas Gerais. SIF, Viçosa: p.15-26, 1979. (Boletim técnico 2)
- DIAS, L.E.; ALVAREZ, V.H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de *Acacia mangium* Willd: 2. Resposta a nitrogênio e potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, v.15, n.1, p.11-22, jan/abr 1991.
- 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.

- DRESCHER, P.; ZECH, W. Foliar nutrient levels of broad leaved tropical trees: a tabular review. **Plant and Soil**, Kluwer Academic Publishers, Netherlands, v.131, p.29-46, 1991.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de solos. Manual de métodos de análises do solo. Rio de Janeiro, SNCLS, 1979. n.p.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. ESAL/FAEPE: Lavras, 1994. 227p. il.
- FERREIRA, M.dasG.M. **Efeito do sombreamento na produção de mudas de quatro espécies florestais nativas**. Viçosa: UFV, 1977. 42p. (Tese de Mestrado em Ciências Florestais)
- FERREIRA, R.M.A.; FAQUIN, V.; FERREIRA, M.M.; DAVIDE, A.C. Resposta de *Eucalyptus citriodora* a níveis de boro e umidade em dois latossolos: I. crescimento e níveis críticos no solo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO 24, Goiânia, 1993. **Resumos**, Goiânia: SBCS, p.143-142.
- FONSECA, S.da; MALUF, J.L.P.; OLIVEIRA, A.C. Adubação de *Eucalyptus camaldulensis* com boro e zinco em solos do cerrado na região de Brasilândia-Minas Gerais. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Campos do Jordão, 1990. **Anais...** Campos do Jordão: SBS/Sbef, p.403-406.
- FONTES, L.E.F. Nova proveta para sedimentação da suspensão do solo na determinação da fração argila por densimetria. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, Campinas, v.2, n.6, p.152-154, 1982.
- FRAZÃO, D.A.C. **Sintomatologia das carências macronutrientes em casa de vegetação e recrutamento de nutrientes pelo freijó (*Cordia goeldiana* HUBER) aos 2,3,4 e 8 anos de idade implantado em latossolo amarelo distrófico, Belterra, Pará**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1985. 194p. (Tese de Doutorado em Agronomia, concentração em Solos e nutrição de plantas).
- GONÇALVES, J.L.deM.; 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.

- GURGEL FILHO, O.daA.; MORAIS, J.L.; GURGEL GARRIDO, L.M.A. Silvicultura de essências indígenas sob povoamentos homóclitos coetâneos experimentais IV - Jatobá (*Hymenaea stilbocarpa* Hayne). **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v.2, n.16A. p.957-861, 1982.
- HAAG, H.P.; SARRUGE, J.R.; OLIVEIRA, G.D.de; POGGIANI, F.; FERREIRA, C.A. Análise foliar em cinco espécies de eucaliptos. **IPEF**, Piracicaba, n.13, p.99-116, 1976.
- HAAG, H.P.; SIMÕES, J.W.; OLIVEIRA, G.D.de; SARRUGE, J.R.; POGGIANI, F. Distúrbios nutricionais em *Eucalyptus citriodora*. **IPEF**, Piracicaba, n.14, p.59-68, jul. 1977.
- HAAG, H.P.; MEDEIROS, A.A.de; FRANÇA, A.F.deS. Desnutrição de macronutrientes em plantas de algaroba. **IPEF**, Piracicaba, n.32, p.53-55, 1986.
- JACKSON, M.L. **Análises químicas de suelos** 2 ed. Barcelona: Omega, 1970. 662p.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F.deA. Sucessão secundária, estrutura genética e plantações de espécies arbóreas nativas. **IPEF**, Piracicaba, n.41/42, p.83-93, 1989.
- KAGEYAMA, P.Y.; CASTRO, C.F. de A.; CARPANEZZI, A.A. Implantações de matas ciliares: estratégias para auxiliar a sucessão secundária. In: Barbosa L.M. (coord.), **SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, Anais...** Fundação Cargil, 1989, p.130-143.
- KAGEYAMA, P.Y.; BIELLA, L.C.; PALERMO Jr., A. Plantações mistas com espécies nativas com fins de proteção a reservatórios. In: **CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 6, Anais...** Campos do Jordão: SBS/SBEF, 1990. p.109-113.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral**. Piracicaba: Ceres, 1980. 254p.

- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.V.; OLIVEIRA, S.A.de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: POTAFOS, 1989. 201p.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press Inc, 1986. 672p.
- MALINOVSKI, J.R. **Métodos de poda radicular em *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. e seus efeitos sobre a qualidade de mudas de raiz nua**. Curitiba: UFPr, 1977. 113p. (Tese de Mestrado em Engenharia Florestal)
- MARTINEZ, H.E.P.; HAAG, H.P.; BRUCKNER, C.H. Macronutrientes em *Pinus caribaea* Morelet II. níveis internos sob suficiência e sob omissão. Piracicaba, **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, v.43, 1986. p.97-146.
- MARTINEZ, H.E.P.; HAAG, H.P.; MORAES, M.L.T.de. Micronutrientes em *Pinus caribaea* Morelet I. efeitos da omissão sobre o crescimento e sintomas de carência. Piracicaba, **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, v.46, 1989. p.225-255.
- PIO CORRÊA, M. **Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1931. V.2. 771p.
- RAIJ, B. Van. **Avaliação da fertilidade do solo**. Piracicaba, São Paulo: Instituto da Potassa e Fosfato: Instituto Internacional da Potassa, 1991. 142p. il.
- RAIJ, B. Van.; SILVA, N.M.da; BATAGLIA, O.C.; QUAGIO, J.A.; HIROCE, R.; TRANI, P.E. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas, Instituto Agrônômico, 1985. p.7-8. (Boletim técnico 100)
- 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.
- ROCHA FILHO, J.V.de C.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.de. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba, v. 35, p.19-35, 1978.

- ROCHA FILHO, J.V.deC.; HAAG, H.P.; OLIVEIRA, G.D.de; SARRUGE, J.R. Influência do boro no crescimento e na composição química de *Eucalyptus grandis*. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.36, p.139-151, 1979.
- ROCHA FILHO, J.V.deC.; SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. Efeitos de aplicação de P, B, Zn, e calagem no teor de boro e zinco de folhas de mudas de *Eucalyptus grandis* (Hill, Ex-Maidem) cultivadas em solo de cerrado. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba, v.36, p.119-137, 1979.
- SALVADOR, J.doL.G. **Considerações sobre as matas ciliares e a implantação de reflorestamento mistos nas margens de rios e reservatórios**. 2ed. rev. at. CESP, São Paulo: 1989. 15p. (Série divulgação e informação, 105)
- SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- 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, IPEF, v.4, n.7, p.3-40, 1973.
- TEDESCO, M.J.; VOLKEISS, S.J.; BOHNEM, H. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Faculdade de Agronomia, EFRGS, 1985. (Boletim Técnico, 5)
- VALERI, S.V.; AGUIAR, I.B.de; CORRADINE, L.; SOUZA, E.C.A.de.; BANZATO, D.A. Efeito de fósforo e cálcio no desenvolvimento e na composição química foliar de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden em casa de vegetação. IPEF, Piracicaba, n.29, p.47-53, abr. 1985.
- VALERI, S.V.; PIRES, A.L.B.; BANZATTO, D.A.; CORRADINI, L.; VALLE, C.F.do. Efeitos da adubação NPK no desenvolvimento inicial de progênies de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden em condições de casa de vegetação. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO 7, SBS/SBEF, 1993. p.246-248.
- VETTORI, L. **Métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, 1969, 24p. (Documentos)

VIETS JUNIOR, F.G.; LINDSAY, W.L. Testing soils for zinc, cooper, maganese and iron. In: WALSH, L.M.; BEATON, J.D. eds. **Soil testing and plants analysis**. Madison, Soil Science Society of America, 1993. p.329-488.

VILLEGAS, V.L.A.; CUNHA, R.J.P.; POLITANO, W.; GARRIDO, M.A.; STIPP, N.A. Análise foliar em cinco espécies florestais nativas. **Anais da E.S.A. "Luiz de Queiroz"**. Piracicaba, v.33, p.211-224, 1976.

APÊNDICE

SINTOMATOLOGIA

A seguir é feita uma descrição sumária dos sintomas observados nos tratamentos que apresentaram efeitos significativos sob o crescimento das plantas de canafistula e do óleo copaíba.

1 CANAFÍSTULA

Tratamento com omissão do N

Folhas amareladas, com início pelas mais velhas, de menor tamanho (folíolos), com inserção mais fechada, queda de folhas.

Tratamento com omissão do P

Intensa queda de folhas, folíolos pequenos, ligeiro amarelecimento, principalmente nas folhas mais velhas, inibição das gemas laterais.

Tratamento com omissão do K

Folhas amareladas, com início pelas mais velhas, com nervuras permanecendo verdes, clorose nas margens das folhas.

Tratamento com omissão do Ca

Amarelecimento das folhas mais velhas, folíolos pequenos, crescimento não uniforme das folhas, com intensa queda, murchamento e necrose de folíolos.

Tratamento com omissão do Mg

Clorose internerval com ligeiro amarelecimento, com início de baixo para cima.

Tratamento com omissão do S

Clorose intensa das folhas mais novas, folhas pequenas e com enrolamento, necrose e desfolhamento, internódios curtos.

Tratamento com omissão do B

Ligeira clorose das folhas mais velhas.

2 ÓLEO COPAÍBA**Tratamento com omissão do N**

Amarelecimento generalizado, porte reduzido, folhas pequenas, sem queda de folhas.

Tratamento com omissão do P

Porte reduzido, folhas pequenas, da ponta para a base do folíolo cor marron e posterior amarelecimento, seca de folhas com início nas de baixo, queda acentuada.

Tratamento com omissão do Ca

Diminuição do tamanho da folha, enrolamento e pontos de necrose marron escuro, da ponta para a base das folhas mais velhas. Porte reduzido.

Tratamento com omissão do S

Porte reduzido, amarelecimento generalizado das folhas mais novas, pontuações enegrecidas, queda de folhas.

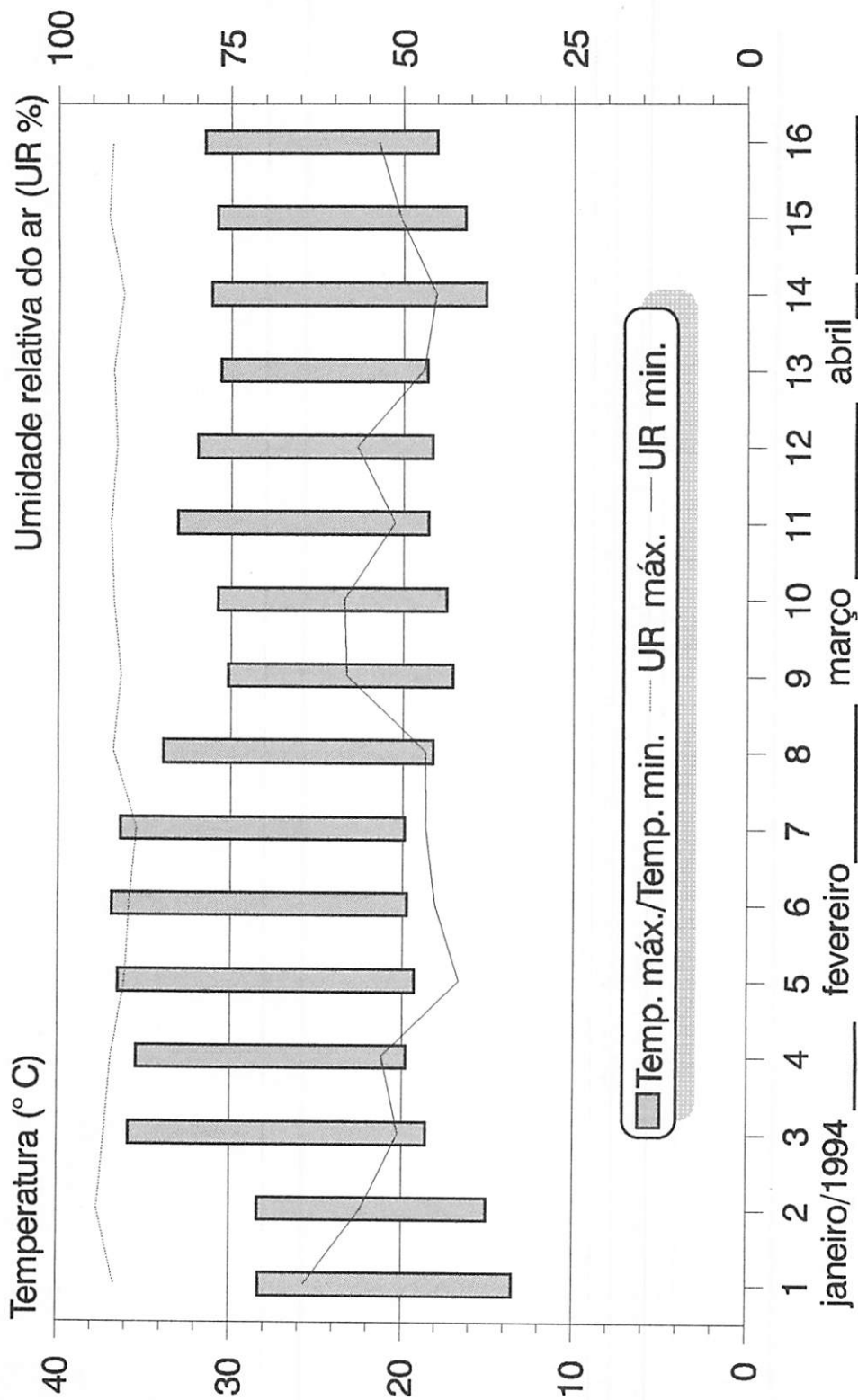


FIGURA 1A. Médias semanais de máximas (máx.) e de mínimas (mín.) da Temperatura (Temp.) e da Umidade relativa do ar (UR), no interior da casa de vegetação, durante o período experimental de 16 semanas. ESAL, Lavras (MG), 1994.

QUADRO 1A Resumo da análise de variância para altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB.> F	MÉDIA GERAL	CV	DMS 1%	DMS 5%
Altura	1036.30975	115.145529	10.619	0.00001	39.4780	8.34	8.341	7.027
Diâmetro	9.27120	1.0301333	2.887	0.01129	4.9560	12.05	1.513	1.275
MSPA	80.78823	8.9764707	11.217	0.00001	6.1376	14.57	2.265	1.909
MSSR	22.35626	2.4840288	5.8125	0.00014	3.4722	18.83	1.656	1.395
R/PA	0.17077	0.0189751	1.7433	0.11449	0.5900	17.68	0.264	0.223

QUADRO 2A Resumo da análise de variância para teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB. >F	MÉDIA GERAL	CV	DMS 1%	DMS 5%
N	5.2481	0.58313	34.3068	0.00001	13.39	9.73	3.30	2.78
P	0.0032	0.00036	6.8480	0.00005	0.47	15.35	0.18	0.15
K	0.7436	0.08263	9.2501	0.00001	6.38	14.82	2.39	2.01
Ca	0.7039	0.07821	17.1919	0.00001	4.48	15.07	1.71	1.44
Mg	0.0151	0.00168	14.1923	0.00001	1.32	8.28	0.27	0.23
S	0.0103	0.00114	11.9412	0.00001	0.39	25.03	0.25	0.21
B	14723.7693	1635.97437	11.5885	0.00001	75.754	15.68	30.09	25.36
Zn	3988.8415	443.20461	38.9895	0.00001	26.137	12.90	8.540	7.195

QUADRO 3A Resumo da análise de variância para conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de jatobá submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB.>F	MÉDIA GERAL	CV
N	0.042722	0.0047469	16.701	0.00001	85.412	19.74
P	0.000007	0.0000007	2.012	0.06664	2.843	21.44
K	0.007359	0.0008177	8.092	0.00001	40.210	25.00
Ca	0.006526	0.0007252	10.855	0.00001	28.969	28.21
Mg	0.000168	0.0000187	14.685	0.00001	8.095	13.95
S	0.000060	0.0000067	12.046	0.00001	2.417	30.80
B	103.384100	11.4871200	12.869	0.00001	469.984	20.10
Zn	20.1088100	2.2343120	19.736	0.00001	163.459	20.58

QUADRO 4A Resumo da análise de variância para altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB. >F	MÉDIA GERAL	CV	DMS 1%	DMS 5%
Altura	1194.08711	132.676345	14.1892	0.00001	22.4746	13.61	7.746	6.526
Diâmetro	5.25779	0.584199	4.1231	0.00129	3.0276	12.43	0.953	0.803
MSPA	30.75682	3.417424	29.9094	0.00001	2.2070	15.32	0.856	0.721
MSSR	8.60929	0.956588	14.5475	0.00001	1.9360	13.25	0.649	0.547
R/PA	2.64279	0.293644	18.4142	0.00001	0.9558	13.21	0.319	0.269

QUADRO 5A Resumo da análise de variância para teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB. >F	MÉDIA GERAL	CV	DMS 1%	DMS 5%
N	15.5878	1.73198	37.6792	0.00001	17.962	11.94	5.43	4.57
P	0.1049	0.01166	17.4087	0.00001	1.246	20.77	0.65	0.55
K	4.8487	0.53875	50.3147	0.00001	10.592	9.77	2.62	2.21
Ca	1.3167	0.14629	16.2258	0.00001	9.292	10.22	2.40	2.02
Mg	0.0758	0.00842	12.9409	0.00001	2.048	12.46	0.65	0.54
S	0.0094	0.00105	12.2736	0.00001	0.439	21.06	0.23	0.19
B	150550.7217	16727.8579	50.2704	0.00001	119.566	15.26	46.21	38.93
Zn	13637.9737	1515.3304	31.0001	0.00001	52.608	13.29	17.71	14.92

QUADRO 6A Resumo da análise de variância para conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de óleo copaíba submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB.>F	MÉDIA GERAL	CV
N	0.0239254	0.00265837	41.100	0.00001	43.085	18.67
P	0.0001442	0.00001602	45.794	0.00001	3.005	19.68
K	0.0052670	0.00058522	21.491	0.00001	23.613	22.09
Ca	0.0024093	0.00026769	15.088	0.00001	20.187	20.86
Mg	0.0002193	0.00002436	28.513	0.00001	4.608	20.06
S	0.0000114	0.00000126	14.193	0.00001	0.999	29.86
B	72.0983900	8.01093200	22.234	0.00001	249.490	24.06
Zn	20.8710000	2.31900000	24.262	0.00001	122.085	25.32

[REDACTED]

QUADRO 7A Resumo da análise de variância para altura, diâmetro, matéria seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR) e relação raiz/parte aérea (R/PA) de plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB. >F	MÉDIA GERAL	CV	DMS 1%	DMS 5%
Altura	12936.4215	1437.3801	42.0253	0.00001	35.810	16.33	14.81	12.48
Diâmetro	274.7160	30.5240	45.6665	0.00001	5.766	14.18	2.07	1.74
MSPA	1572.0969	174.6774	43.6420	0.00001	7.021	28.49	5.07	4.26
MSSR	401.1183	44.5686	21.7335	0.00001	4.093	34.98	3.63	3.06
R/PA	2.9346	0.3260	9.5856	0.00001	0.750	24.57	0.47	0.39

QUADRO 8A Resumo da análise de variância para teor de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB. >F	MÉDIA GERAL	CV	DMS 1%	DMS 5%
N	57.6566	6.40629	433.730	0.00001	21.62	5.62	3.07	2.59
P	0.1945	0.02161	57.296	0.00001	1.04	18.67	0.49	0.41
K	2.5425	0.28249	41.541	0.00001	7.33	11.25	2.09	1.76
Ca	3.1220	0.34689	113.493	0.00001	6.90	8.01	1.40	1.18
Mg	0.1363	0.01514	134.003	0.00001	1.33	8.02	0.27	0.23
S	0.1735	0.01928	164.164	0.00001	0.87	12.51	0.27	0.23
B	56809.1969	6312.13299	40.232	0.00001	72.903	17.18	31.73	26.73
Zn	149266.8054	16585.2006	538.590	0.00001	107.313	5.17	14.06	11.84

QUADRO 9A Resumo da análise de variância para conteúdo de nutrientes na matéria seca da parte aérea das plantas de canafistula submetidas a tratamentos com omissão de nutrientes. ESAL, Lavras (MG), 1994.

Variável	SQ	QM	VALOR F	PROB.>F	MÉDIA GERAL	CV
N	0.51278	0.056976	28.197	0.00001	143.396	31.35
P	0.00141	0.000156	18.488	0.00001	7.142	40.69
K	0.07121	0.007913	23.215	0.00001	46.905	39.36
Ca	0.05112	0.005679	31.262	0.00001	42.875	31.44
Mg	0.00299	0.000333	34.640	0.00001	9.158	33.85
S	0.00033	0.000037	15.257	0.00001	3.835	40.31
B	499.04890	55.449870	24.965	0.00001	421.242	35.38
Zn	2098.79200	233.174500	24.998	0.00001	777.898	39.26

