

**Universidade de São Paulo**  
**Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**  
**e**  
**Centro de Energia Nuclear na Agricultura**

**Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de  
espécies florestais nativas**

**Maria Claudia Mendes Sorreano**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor  
em Ecologia Aplicada. Área de concentração:  
Ecologia Aplicada

**Piracicaba**

**2006**

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

**Maria Claudia Mendes Sorreano**  
**Bacharel em Ciências Biológicas**

**Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies  
florestais nativas**

Orientador:

Prof. Dr. **RICARDO RIBEIRO RODRIGUES**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor  
em Ecologia Aplicada. Área de concentração:  
Ecologia Aplicada

**Piracicaba**

**2006**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Sorreano, Maria Claudia Mendes

Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas / Maria Claudia Mendes Sorreano. - - Piracicaba, 2006.  
296 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz e Centro de Energia Nuclear na Agricultura , 2006.  
Bibliografia.

1. Crescimento vegetal 2. Diagnose foliar 3. Exigência nutricional 4. Florestas  
5. Nutrição mineral 6. Plantas nativas I. Título

CDD 634.9

**“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”**

*Aos meus pais, Margarida e Venâncio, pelo incentivo e amor.*

*As minhas irmãs, Mara, Cristina e Daniele.*

*Aos meus sobrinhos, Diva, Elis, Isis, Pedro, Nadia, Marina e Gustavo.*

*Em especial ao Denis, pelos incansáveis auxílios, paciência, compreensão e carinho nos momentos difíceis.*

*Dedico esta tese*

*Quando iniciamos um caminho novo, temos como companhia inevitável os fantasmas dos medos e da insegurança. Isso ocorre pelo caminhar em direção de algo novo e desconhecido, e isso é o nosso combustível para sempre seguirmos em frente. Mas às vezes alguns de nós consegue a graça de termos a companhia de um cavalheiro protetor, que nós segue nessa trilha nos orientando, protegendo e aconselhando. Esse Anjo, afasta os fantasmas e dissipa as trevas de nosso caminho. Oh, como são felizes os que conseguem esse privilégio. Eu felizmente o consegui, Prof. Dr. Eurípedes Malavolta foi esse inigualável cavalheiro que me acompanhou nesse caminhar, afastando os fantasmas, me orientando e ajudando a tornar esse resultado possível, fazendo meu caminho ser menos tenebroso e assustador. Além de tornar o meu caminho mais confiante, aprendi muito com seu imenso intelecto, mas aprendi também com sua pessoa. Sua paixão pela ciência e pelo saber serão minha eterna fonte de inspiração, seu desprendimento de vaidades, sua dedicação, e sua confiança a mim concedida será uma lembrança viva dentro de minha alma para sempre. Diante disso acredito que oferecer esse trabalho a esse "homo verita" é pouco.*

*Por isso ao Prof. Dr. Eurípedes Malavolta ofereço não apenas a tese, mas todo meu conhecimento e engrandecimento como pessoa e cientista.*

## *Agradecimentos*

### *Aos Professores*

*Dr. Ricardo Ribeiro Rodrigues pela oportunidade na realização deste trabalho;*

*Dr. Eurípedes Malavolta pela co-orientação sem a qual seria impossível a realização deste trabalho;*

*Dr. Hilton Thadeu Zarate do Couto, pela co-orientação, amizade, paciência e pela ajuda indispensável nas análises estatísticas;*

*Dr. Sergius Gandolfi pela amizade e pelas valiosas contribuições a este trabalho;*

*Dr. Antonio Eneidi Boaretto e Cássio Hamilton Abreu Júnior pelas oportunidades de estudo;*

*Dra. Neusa de Lima Nogueira pela contribuição nas análises envolvendo a microscopia eletrônica;*

### *Aos amigos e funcionários:*

*Alfredo F. Mello, Antonio Carlos Guerreiro, Aparecida de Fátima Patreze, Cleusa P. Cabral, Francisco C. Antonioli, Fernanda de Souza Bernardes, Glauco A. Tavares Henriqueta M. G. Fernandes, Herica Zaia, João O. Salvador, José Lavres, Jucelino Cardoso, Juliana G. Giovannini, Marcelo Guarnieri, Marcelo Malavolta, Sheila Perdigão, Suzineide de F.M. de Almeida, em especial à Milton Ferreira de Moraes, Regina Telles de Freitas, Mônica L. Rossi, Renata B. Cruz e Renata N. Martello e outros que de alguma forma contribuíram no desenvolvimento deste trabalho.*

*A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo apoio financeiro para a realização deste trabalho;*

*A Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / USP e ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura / USP por toda infraestrutura necessária à realização desta pesquisa.*

*“Não são as nossas habilidades  
que revelam quem realmente  
somos, são as nossas escolhas”*

## SUMÁRIO

RESUMO.....	9
ABSTRACT .....	11
LISTA DE TABELAS .....	12
1 INTRODUÇÃO.....	28
2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA .....	30
2.1 IMPORTÂNCIA DA NUTRIÇÃO MINERAL DE PLANTAS.....	30
2.2 FUNÇÕES E SINTOMAS DE DEFICIÊNCIAS DOS NUTRIENTES MINERAIS ...	32
2.2.1 Nitrogênio (N) .....	34
2.2.2 Fósforo (P) .....	36
2.2.3 Potássio (K).....	37
2.2.4 Cálcio (Ca) .....	39
2.2.5 Magnésio (Mg) .....	41
2.2.6 Enxofre (S) .....	42
2.2.7 Boro (B).....	44
2.2.8 Cobre (Cu).....	46
2.2.9 Ferro (Fe) .....	47
2.2.10 Manganês (Mn) .....	49
2.2.11 Molibdênio (Mo).....	50
2.2.12 Zinco (Zn).....	51
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	54
3.1 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	54
3.2 DIAGNOSE VISUAL.....	56
3.3 AVALIAÇÕES DAS VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS.....	56
3.4 PRODUÇÃO DE BIOMASSA .....	56
3.5 ANÁLISE E DETERMINAÇÃO ANALÍTICA DOS NUTRIENTES.....	56
3.6 ESTUDO ULTRAESTRUTURAL DAS FOLHAS DE <i>Ceiba speciosa</i> ST. HIL. (PAINEIRA)-MALVACEAE .....	57
3.6.1 Roteiro de preparação das amostras .....	57
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	60
4.1 DIAGNOSE VISUAL.....	60
4.1.1 Nitrogênio (N) .....	60
4.1.2 Fósforo (P) .....	60
4.1.3 Potássio (K).....	61
4.1.4 Cálcio (Ca) .....	61
4.1.5 Magnésio (Mg) .....	61
4.1.6 Enxofre (S) .....	61
4.1.7 Boro (B).....	62
4.1.8 Cobre (Cu).....	62
4.1.9 Ferro (Fe) .....	62
4.1.10 Manganês (Mn) .....	63
4.1.11 Molibdênio (Mo).....	63



4.1.12 Zinco (Zn).....	63
4.2 AVALIAÇÕES DAS VARIÁVEIS BIOMÉTRICAS.....	78
4.2.1 <i>Astronium graveolens</i> Jacq. (guarita)-Anacardiaceae.....	78
4.2.2 <i>Ceiba speciosa</i> St Hil. (paineira) Malvaceae.....	80
4.2.3 <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. (jatobá)-Fabaceae.....	81
4.2.4 <i>Cecropia pachystachya</i> Trec (embaúba)-Cecropiaceae.....	82
4.2.5 <i>Croton urucurana</i> Baill. (sangra d'água)-Euphorbiaceae.....	83
4.2.6 <i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl. (embira-de-sapo)-Fabaceae.....	84
4.2.7 <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze. (jequitibá-rosa)-Lecythydaceae.....	85
4.2.8 <i>Acacia polyphylla</i> DC. (monjoleiro)-Fabaceae.....	86
4.2.9 <i>Enterolobium contortisiliquum</i> Vell. (orelha-de-nego)-Fabaceae.....	87
4.2.10 <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. (guarantã)-Rutaceae.....	88
4.2.11 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (mutambo)-Malvaceae.....	89
4.2.12 <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham. (tamanqueiro)-Lamiaceae.....	90
4.2.13 <i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham. (pau-viola)-Verbenaceae.....	91
4.2.14 <i>Inga uruguensis</i> Hook et Arn (ingá)- Fabaceae.....	92
4.2.15 <i>Myroxylon peruiferum</i> L.f. (cabreúva)-Fabaceae.....	93
4.2.16 <i>Genipa americana</i> L. (jenipapo)-Rubiaceae.....	94
4.2.17 Síntese geral para as variáveis biométricas.....	95
4.3 PRODUÇÃO DE BIOMASSA.....	97
4.3.1 <i>Astronium graveolens</i> Jacq. (guarita)-Anacardiaceae.....	97
4.3.2 <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. (tapirira)-Anacardiaceae.....	98
4.3.3 <i>Ceiba speciosa</i> St Hil. (paineira) Malvaceae.....	99
4.3.4 <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. (jatobá)-Fabaceae.....	100
4.3.5 <i>Cecropia pachystachya</i> Trec (embaúba)-Cecropiaceae.....	101
4.3.6 <i>Croton urucurana</i> Baill. (sangra d'água)-Euphorbiaceae.....	103
4.3.7 <i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl. (embira-de-sapo)-Fabaceae.....	103
4.3.8 <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze. (jequitibá-rosa)-Lecythydaceae.....	104
4.3.9 <i>Acacia polyphylla</i> DC. (monjoleiro)-Fabaceae.....	105
4.3.10 <i>Enterolobium contortisiliquum</i> Vell. (orelha-de-nego)-Fabaceae.....	106
4.3.11 <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. (guarantã)-Rutaceae.....	107
4.3.12 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (mutambo)-Malvaceae.....	108
4.3.13 <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham. (tamanqueiro)-Lamiaceae.....	109
4.3.14 <i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham. (pau-viola)-Verbenaceae.....	110
4.3.15 <i>Inga uruguensis</i> Hook et Arn (ingá)- Fabaceae.....	111
4.3.16 <i>Myroxylon peruiferum</i> L.f. (cabreúva)-Fabaceae.....	112
4.3.17 <i>Genipa americana</i> L. (jenipapo)-Rubiaceae.....	113
4.3.18 Síntese geral para produção de biomassa.....	114
4.4 TEORES DE MACRO E MICRONUTRIENTES NAS DIFERENTES ESPÉCIES ESTUDADAS.....	116
4.4.1 <i>Astronium graveolens</i> Jacq. (guarita)-Anacardiaceae.....	116
4.4.2 <i>Tapirira guianensis</i> Aubl. (tapirira)-Anacardiaceae.....	126
4.4.3 <i>Ceiba speciosa</i> St Hil. (paineira) Malvaceae.....	138
4.4.4 <i>Hymenaea courbaril</i> L. var. (jatobá)-Fabaceae.....	149
4.4.5 <i>Cecropia pachystachya</i> Trec (embaúba)-Cecropiaceae.....	159
4.4.6 <i>Croton urucurana</i> Baill. (sangra d'água)-Euphorbiaceae.....	171
4.4.7 <i>Lonchocarpus muehlbergianus</i> Hassl. (embira-de-sapo)-Fabaceae.....	182

4.4.8 <i>Cariniana legalis</i> (Mart.) Kuntze. (jequitibá-rosa)-Lecythidaceae .....	193
4.4.9 <i>Acacia polyphylla</i> DC. (monjoleiro)-Fabaceae.....	203
4.4.10 <i>Enterolobium contortisiliquum</i> Vell. (orelha-de-nego)-Fabaceae .....	214
4.4.11 <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl. (guarantã)-Rutaceae .....	225
4.4.12 <i>Guazuma ulmifolia</i> Lam. (mutambo)-Malvaceae .....	234
4.4.13 <i>Aegiphila sellowiana</i> Cham. (tamanqueiro)-Lamiaceae.....	244
4.4.14 <i>Cytharexylum myrianthum</i> Cham. (pau-viola)-Verbenaceae .....	255
4.4.15 Síntese geral dos teores de macro e micronutrientes nas diferentes espécies estudadas .....	265
4.5 OBSERVAÇÕES ULTRAESTRUTURAIS DAS FOLHAS DE <i>Ceiba speciosa</i> ST. HIL. (PAINÉIRA).....	268
4.5.1 NITROGÊNIO (N).....	268
4.5.2 FÓSFORO (P) .....	269
4.5.3 POTÁSSIO (K) .....	270
4.5.4 CÁLCIO (Ca) .....	272
4.5.5 MAGNÉSIO (Mg).....	273
4.5.6 ENXOFRE (S) .....	275
4.5.7 BORO (B).....	276
4.5.8 COBRE (Cu).....	278
4.5.9 FERRO (Fe) .....	279
4.5.10 MANGANÊS (Mn) .....	280
4.5.11 MOLIBDÊNIO (Mo).....	282
4.5.12 ZINCO (Zn).....	283
5 CONCLUSÕES.....	285
REFERÊNCIAS.....	286

## RESUMO

### Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas

O projeto tem como hipótese de trabalho que as espécies florestais tem exigências nutricionais e respostas ao stress nutricional diferenciados e que a complementação nutricional é um dos principais fatores determinantes do sucesso de projetos de recuperação florestal. Este trabalho teve como objetivo avaliar as exigências nutricionais e os efeitos da omissão de macro e micronutrientes em espécies florestais nativas de diferentes grupos sucessionais, mais usadas ou indicadas para recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo. As espécies estudadas, agrupadas de acordo com o seu grupo sucessionais, foram: pioneiras e secundárias iniciais – *Tapirira guianensis*, *Ceiba speciosa*, *Cecropia pachystachya*, *Croton urucurana*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Inga uruguensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Aegiphila sellowiana*, *Cytharexylum myrianthum*; secundárias tardias e clímax – *Astronium graveolens*, *Myroxylon peruiferum*, *Hymenaea courbaril*, *Cariniana legalis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Genipa americana*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em blocos ao acaso, com três repetições e treze tratamentos para cada espécie, empregando a técnica de diagnose por subtração (-N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B, -Cu, -Fe, -Mn, -Mo, -Zn), sendo que, num dos tratamentos, as espécies foram cultivadas em solução nutritiva completa, com todos os macros e micronutrientes. As plântulas foram transplantadas para vasos de 2 L contendo solução nutritiva. Foram avaliadas: altura, diâmetro, número de folhas e ramos, produção de matéria seca da parte aérea (folhas e ramos + caule) e raízes, teor de nutrientes da matéria seca da parte aérea e raízes. Para avaliar as alterações ultraestruturais causadas pela deficiência de nutrientes em *Ceiba speciosa* foi utilizada a técnica de microscopia eletrônica de transmissão. Concluiu-se que: 1) a omissão dos nutrientes resultou em alterações morfológicas traduzidas em anormalidades visíveis, sendo que, os micronutrientes B, Fe Cu e Zn quando omitidos causam os primeiros sintomas, seguidos pelos macronutrientes N, P e K, para os diferentes grupos ecológicos; 2) as mudas de espécies iniciais da sucessão mostraram-se mais sensíveis à omissão de macro e micronutrientes demonstrando os sintomas de deficiências visuais mais rapidamente que as mudas de espécies de crescimento lento; 3) quando se agrupa a espécie florestal independente do grupo ecológico a que elas pertencem, verificamos que essas apresentaram um denominador comum, ou seja, os tratamentos com omissão de N, Ca, B, Cu e Zn foram os que mais afetaram o incremento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas, para as 17 espécies estudadas. Já a produção de matéria seca foi prejudicada pela omissão de N, Cu, Fe e Zn; 4) a variação do teor foliar de macro e micronutrientes deve refletir as exigências distintas das diversas espécies; 5) a omissão de macro e micronutrientes provocou alterações na ultraestrutura de células do limbo foliar de *Ceiba speciosa*, relacionadas aos sintomas visíveis de deficiência nutricional; 6) este estudo deve ser considerado como preliminar para trabalhos de campos destinados a programas de correção de solos e adubação para as diferentes espécies.

Palavra-chaves: espécies nativas, grupos sucessionais, nutrição mineral, diagnose visual, observações ultraestruturais.

## ABSTRACT

### **Evaluation of the nutritional requirements of native forest species in their initial plant growth.**

The working hypothesis of this research is that native forest species have different nutritional demands and show diverse response to the nutritional stress, and that addition of nutrients could be an important factor for the success of projects designed for the recovery of forests. This work had the goal of assessing both the nutritional requirements and the effect of the deficiencies of macro and micronutrients on native species of various successional groups more extensively used in the recovery of degraded areas of the State of São Paulo. The following species were studied: pioneer and secondary - *Tapirira guianensis*, *Ceiba speciosa*, *Cecropia pachystachya*, *Croton urucurana*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Acacia polyphylla*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Inga uruguensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Aegiphila sellowiana*, *Cytharexylum myrianthum*; secondary late and climax - *Astronium graveolens*, *Myroxylon peruiferum*, *Hymenaea courbaril*, *Cariniana legalis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Genipa americana*. The experiment was conducted in the greenhouse with thirteen treatments with three replicates under a completely randomized design. The technique of diagnosis by subtraction was used with the following treatments for all species: complete, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S, -B, -Cu, -Fe, -Mn, -Mo, -Zn. Young plants were grown in nutrient solution in 2L pots. The following variables were evaluated: height, diameter, number of leaves and branches, dry matter both in tops and roots, nutrient content in the dry matter. Changes in ultrastructure caused by the deficiencies of nutrients in *Ceiba speciosa*, was observed by the technique of electron microscopy. Main conclusions were as follows: 1) The omission of nutrients caused symptoms of deficiency. The first to show up were due to lack of B, Fe, Cu and Zn, being followed by N, P and K; 2) The starter plants species were more sensitive to the deficiencies showing symptoms earlier than species of slow rate of growth; 3) When the species are grouped independently of the ecological group they belong to, it is seen that there is a common denominator among them, that is to say, treatments with omission of N, Ca, B, Cu, Zn affected most height, stem diameter, number of branches and of leaves. On the other hand dry matter yield was more affected by lack of N, Cu, Fe, Zn; 4) The variation in the leaf content of the various nutrients very likely reflects differences in requirements there of; 5) Omissions of both macro and micronutrients caused changes in the ultrastructure of *Ceiba speciosa* related to the visual symptoms of deficiency; 6) This study is to be considered of a preliminary nature for field work designed to set up programs of correction and fertilization for the various species.

**Keywords:** native species, successional groups, mineral nutrition, visual diagnosis, ultrastructural observations.

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Elementos essenciais às plantas superiores .....	31
Tabela 2 -	Espécies mais comumente utilizadas ou recomendadas em projetos de recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo, com ênfase nas formações ribeirinhas. ....	54
Tabela 3 -	Composição química das soluções nutritivas utilizadas no experimento. ....	55
Tabela 4 -	Chave geral para identificação dos sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em espécies florestais nativas.....	64
Tabela 5 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	78
Tabela 6 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	80
Tabela 7 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	81
Tabela 8 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá). ....	82
Tabela 9 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	83
Tabela 10 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	84
Tabela 11 -	Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo). ....	85

Tabela 12 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa).....	86
Tabela 13 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	87
Tabela 14 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego).....	88
Tabela 15 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã).....	89
Tabela 16 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo).....	90
Tabela 17 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Aegiphila sellowiana</i> (tamanqueiro).....	91
Tabela 18 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Cytharexylum myrianthum</i> (pau-viola).....	92
Tabela 19 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Inga uruguensis</i> (ingá).....	93
Tabela 20 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Myroxylon peruiferum</i> (cabreúva).....	94
Tabela 21 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie <i>Genipa americana</i> (jenipapo).....	95

- Tabela 22 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Astronium graveolens* (guaritá), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes..... 97
- Tabela 23 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Tapirira guianensis* (tapirira), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes..... 99
- Tabela 24 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Ceiba speciosa* (paineira), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes..... 100
- Tabela 25 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Hymenaea courbaril* (jatobá), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes..... 101
- Tabela 26 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Cecropia pachystachya* (embaúba), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. .... 102
- Tabela 27 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Croton urucurana* (sangra d'água), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. .... 103
- Tabela 28 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Lanchoarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. .... 104
- Tabela 29 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação



	MSSR/MSPA da espécie <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. ....	105
Tabela 30 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes.....	106
Tabela 31 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. ....	107
Tabela 32 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. ....	108
Tabela 33 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes.....	109
Tabela 34 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. ....	110
Tabela 35 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Cytharexylum myrianthum</i> (pau-viola), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. ....	111
Tabela 36 -	Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Inga uruguensis</i> (ingá), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes.....	112

Tabela 37 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Myroxylon peruiferum</i> (cabreúva), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes. ....	113
Tabela 38 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie <i>Genipa americana</i> (jenipapo), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes.....	114
Tabela 39 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	116
Tabela 40 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	117
Tabela 41 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	118
Tabela 42 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	119
Tabela 43 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	119
Tabela 44 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	120
Tabela 45 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	121
Tabela 46 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	122
Tabela 47 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	123
Tabela 48 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	124
Tabela 49 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	125

Tabela 50 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Astronium graveolens</i> (guaritá).....	126
Tabela 51 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	127
Tabela 52 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	127
Tabela 53 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	128
Tabela 54 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	129
Tabela 55 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	130
Tabela 56 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	131
Tabela 57 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	132
Tabela 58 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	133
Tabela 59 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	134
Tabela 60 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	135
Tabela 61 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	136
Tabela 62 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Tapirira guianensis</i> (tapirira).....	137
Tabela 63 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	138
Tabela 64 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	139

Tabela 65 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	140
Tabela 66 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	141
Tabela 67 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	141
Tabela 68 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	142
Tabela 69 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	144
Tabela 70 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	145
Tabela 71 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	145
Tabela 72 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	146
Tabela 73 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	147
Tabela 74 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Ceiba speciosa</i> (paineira).....	148
Tabela 75 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	149
Tabela 76 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	150
Tabela 77 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	150
Tabela 78 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	152
Tabela 79 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	152

Tabela 80 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	153
Tabela 81 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	155
Tabela 82 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	156
Tabela 83 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	157
Tabela 84 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	157
Tabela 85 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	158
Tabela 86 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea courbaril</i> (jatobá).....	159
Tabela 87 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	160
Tabela 88 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	161
Tabela 89 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	161
Tabela 90 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	162
Tabela 91 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	163
Tabela 92 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	164
Tabela 93 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	166

Tabela 94 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	166
Tabela 95 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	167
Tabela 96 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba). ....	168
Tabela 97 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba). ....	169
Tabela 98 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cecropia pachystachya</i> (embaúba).....	170
Tabela 99 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	171
Tabela 100 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	172
Tabela 101 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	173
Tabela 102 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	173
Tabela 103 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	174
Tabela 104 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	175
Tabela 105 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	176

Tabela 106 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	177
Tabela 107 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	178
Tabela 108 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	179
Tabela 109 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	180
Tabela 110 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Croton urucurana</i> (sangra d'água).....	181
Tabela 111 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	182
Tabela 112 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	183
Tabela 113 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	184
Tabela 114 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	185
Tabela 115 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	186
Tabela 116 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	187
Tabela 117 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	188
Tabela 118 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	189
Tabela 119 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	190

Tabela 120 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo).....	191
Tabela 121 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Hymenaea Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo). ....	191
Tabela 122 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i> (embira-de-sapo). ....	192
Tabela 123 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	193
Tabela 124 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	194
Tabela 125 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	195
Tabela 126 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	196
Tabela 127 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	197
Tabela 128 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	197
Tabela 129 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	199
Tabela 130 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	199
Tabela 131 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	200
Tabela 132 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	201
Tabela 133 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	202
Tabela 134 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cariniana legalis</i> (jequitibá-rosa). ....	203



Tabela 135 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	204
Tabela 136 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	204
Tabela 137 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	206
Tabela 138 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	206
Tabela 139 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	207
Tabela 140 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	208
Tabela 141 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	209
Tabela 142 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	210
Tabela 143 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	211
Tabela 144 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	212
Tabela 145 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	212
Tabela 146 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Acacia polyphylla</i> (monjoleiro).....	213
Tabela 147 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). ....	214
Tabela 148 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). ....	215
Tabela 149 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). ....	216

Tabela 150 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	217
Tabela 151 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	218
Tabela 152 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	219
Tabela 153 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	220
Tabela 154 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	221
Tabela 155 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	222
Tabela 156 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	222
Tabela 157 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	223
Tabela 158 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Enterolobium contortisiliquum</i> (orelha-de-nego). .....	224
Tabela 159 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). .....	225
Tabela 160 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). .....	226
Tabela 161 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). .....	226
Tabela 162 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). .....	227
Tabela 163 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). .....	228
Tabela 164 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). .....	229

Tabela 165 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã).....	230
Tabela 166 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã).....	231
Tabela 167 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã).....	232
Tabela 168 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). ....	232
Tabela 169 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã). ....	233
Tabela 170 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> (guarantã).....	234
Tabela 171 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	234
Tabela 172 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	235
Tabela 173 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	236
Tabela 174 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	237
Tabela 175 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	238
Tabela 176 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	239
Tabela 177 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	240
Tabela 178 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	241
Tabela 179 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	242

Tabela 180 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo).....	242
Tabela 181 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo).....	243
Tabela 182 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Guazuma ulmifolia</i> (mutambo). ....	244
Tabela 183 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	245
Tabela 184 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	246
Tabela 185 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	247
Tabela 186 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	248
Tabela 187 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	249
Tabela 188 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	249
Tabela 189 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	250
Tabela 190 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	251
Tabela 191 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	252
Tabela 192 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro). ....	253
Tabela 193 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro). ....	254
Tabela 194 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Aegiphilla sellowiana</i> (tamanqueiro).....	255

Tabela 195 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola).....	255
Tabela 196 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	256
Tabela 197 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	257
Tabela 198 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	258
Tabela 199 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola).....	258
Tabela 200 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	259
Tabela 201 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	260
Tabela 202 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola).....	261
Tabela 203 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	262
Tabela 204 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola).....	263
Tabela 205 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola).....	264
Tabela 206 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de <i>Cytherexylum myrianthum</i> (pau-viola). ....	265
Tabela 207 - Teores foliares de macronutrientes e micronutrientes das 14 espécies estudadas pertencentes aos diferentes estádios sucessionais. ....	266

## 1 INTRODUÇÃO

A restauração florestal, como tem sido denominada a área da ciência que abrange toda ação de recuperação ambiental, é ainda uma atividade muito recente (Palmer, 1997). A complexidade da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas tropicais, além da escassez de informações sobre as exigências nutricionais das espécies são alguns dos fatores que dificultam a restauração de áreas degradadas. Há ainda muitos problemas metodológicos, carência de dados e poucos exemplos que descrevem detalhadamente os processos de restauração (Kelly; Harwell, 1990; Jansen, 1997; Michener, 1997).

Tendo em vista que as plantas constituem a base dos projetos de restauração (Gilpin, 1987; Young, 2000), verifica-se que a escolha adequada das espécies que deverão ser usadas na recuperação de uma dada área representa, se não a principal, uma das garantias de sucesso da restauração (Rodrigues; Gandolfi, 2004).

No entanto, durante o surgimento e a evolução de uma floresta, as espécies demonstram exigências nutricionais e ambientais muito específicas (Whitmore, 1989; 1996), sendo que, o simples plantio de espécies da flora regional não garante a sobrevivência destas mudas, comprometendo a reconstrução da floresta.

Além disso, as implantações de florestas têm ocorrido principalmente em solos de baixa fertilidade natural, no entanto, o uso de fertilizantes tem sido restrito, que aliado à carência de estudos sobre as exigências nutricionais e resposta à fertilização de espécies arbóreas nativas (Furtini Neto et al., 2000), comprometendo ainda mais o sucesso dos projetos de restauração de áreas degradadas.

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

Dentre esses poucos estudos envolvendo a nutrição vegetal podemos citar: Barbosa (1994); Dias et al. (1994); Duboc (1994); Braga et al. (1995); Muniz e Silva (1995); Silva et al. (1996); Venturin et al. (1996, 2000 e 2005); Daniel (1997); Lima et al.

(1997); Renó et al. (1997); Silva et al. (1997); Veloso et al (1998a); Veloso et al (1998b); Salvador et al. (1999); Resende et al. (1999); Furtini Neto et al. (1999); Mendonça et al. (1999); Silveira et al. (2002); Viégas et al (2002); Sarcinelli et al. (2004); Marques et al. (2004); Barroso et al. (2005), nos quais, restringem a avaliação nutricional de uma ou poucas espécies florestais e, ainda várias delas não nativas ou ocorrentes nas Florestas Estacionais Semidecíduas.

Porém, os modelos mais recomendados de recuperação de áreas degradadas têm em comum o uso de um grande número de espécies regionais de diferentes grupos ecológicos, conseqüentemente, de exigências nutricionais também distintas, dificultando as recomendações de fertilização específica para cada espécie e/ou grupos ecológicos (Gonçalves et al., 2000).

Devido a grande variabilidade de comportamento das espécies florestais nativas em relação às diferentes condições químicas, físicas e biológicas dos solos, é imprescindível conhecer as demandas nutricionais dessas espécies destacando, além de suas exigências mínimas quanto a cada nutriente, a caracterização de seu comportamento em condições de baixa disponibilidade do elemento. Somente assim será possível a recomendação de corretivos e fertilizantes para a implantação e manutenção dos projetos de restauração, potencializando dessa forma, a sobrevivência e o crescimento das mudas no campo após o plantio (Carneiro, 1995), sendo de fundamental importância no aprimoramento e sucesso dos projetos de recuperação de áreas degradadas (Furtini Neto et al., 2000).

O trabalho teve a hipótese de que as espécies florestais tem exigências nutricionais e respostas ao stress nutricional diferenciados e que a complementação nutricional é um dos principais fatores determinantes do sucesso de projetos de recuperação florestal. Por isso, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as exigências nutricionais e os efeitos da omissão de macro e micronutrientes em espécies florestais nativas de diferentes grupos sucessionais, mais usadas ou indicadas para recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo, com ênfase nas formações ribeirinhas do interior do Estado de São Paulo.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 Importância da nutrição mineral de plantas**

A preocupação pelo meio ambiente no Brasil é recente. Já destruímos demais a natureza e continuamos a fazê-lo, em um grau maior do que os movimentos conservacionistas conseguem evitar e que conseguimos restaurar.

O extrativismo florestal e mineral, as queimadas sucessivas, as construções de estradas e barragens, associados à erosão do solo, aceleram o processo de degradação de vasta extensão de terras no Brasil e no mundo. Além de seu impacto ambiental, a destruição e degradação de recursos naturais exercem impactos negativos na qualidade de vida, na atividade sócio-econômica e na biodiversidade da flora e fauna silvestre (Furtini et al., 2000).

Na fase de ocupação de terras, a fertilidade natural do solo é o atrativo primordial, por representar garantia de elevadas produtividades sem uso de insumos. Entretanto, na parte mais habitada do território brasileiro, o processo de ocupação das terras praticamente esgotou-se e grande parte dos solos ou é de baixa fertilidade ou está desgastada pelo mau uso, sendo essencial a utilização de medidas e técnicas de recuperação. Os corretivos e fertilizantes estão entre os mais importantes insumos para essa finalidade, favorecendo a cobertura vegetal (Raij, 1991).

Os efeitos benéficos da adição de elementos minerais, para melhorar o crescimento da planta, são conhecidos na agricultura há muito tempo. Experimentos no solo e na água (soluções nutritivas) foram feitos com plantas superiores para estabelecer a essencialidade dos elementos minerais para o crescimento e desenvolvimento, e seu papel no metabolismo (Läuchli; Bielecki, 1983; Marschner, 1995).

Os elementos minerais essenciais, também denominados nutrientes minerais das plantas, foram descobertos ao longo do tempo, e são aqueles que atendem aos três critérios de essencialidade: (1) um elemento é essencial quando a planta não consegue completar seu ciclo de vida na sua ausência; (2) o elemento tem função específica e não pode ser substituído; (3) o elemento deve estar envolvido diretamente no metabolismo da planta, fazendo parte de um constituinte essencial (por exemplo, uma



enzima), ou exigido para um passo metabólico específico (por exemplo, numa reação enzimática). Não podem ser considerados essenciais os elementos minerais cuja presença no meio neutralizam efeitos químicos, físicos ou biológicos desfavoráveis, compensando o efeito tóxico de outros, ou substituindo parcialmente as funções menos específicas de um elemento essencial. Por exemplo, os elementos que substituem parcialmente a função de manutenção da pressão osmótica (função não-essencial) são denominados benéficos (Marschner, 1995). Os nutrientes minerais essenciais conhecidos até momento estão relacionados na Tabela 1.

Tabela 1 - Elementos essenciais às plantas superiores

<b>Níveis médios adequados de nutrientes no tecidos de plantas</b>		
Elemento	Concentração na Matéria Seca	Numero relativo de átomos em relação ao molibdênio
<b>elementos obtidos da água ou dióxido de carbono</b>		
	%	
Hidrogênio (H)	6	60.000.000
Carbono (C)	45	40.000.000
Oxigênio (O)	45	30.000.000
<b>elementos obtidos do solo</b>		
<b>macronutrientes</b>	%	
Nitrogênio (N)	1,5	1.000.000
Fósforo (P)	0,2	60.000
Potássio (K)	1	250.000
Cálcio (Ca)	0,5	125.000
Magnésio (Mg)	0,2	80.000
Enxofre (S)	0,1	30.000
<b>micronutrientes</b>	ppm	
Boro (B)	20	2.000
Cloro (Cl)	100	3.000
Cobre (Cu)	6	100
Ferro (Fe)	100	2.000
Manganês (Mn)	50	1.000
Molibdênio (Mo)	0,1	1
Níquel (Ni)	0,1	2
Zinco (Zn)	20	300

Fonte: modificado de Taiz e Zieger, 2004

O silício (Si) e o cobalto (Co) foram considerados, a princípio, como elementos essenciais para as plantas superiores; entretanto, mais recentemente, têm sido classificados como elementos benéficos, juntamente com o sódio (Na), por serem essenciais a um número restrito de espécies. O Na e o Si são abundantes na biosfera e são exigidos por algumas espécies de plantas em quantidades pequenas. O Co é exigido pelas leguminosas fixadoras de N atmosférico e o Si por algumas gramíneas. O Se e o Al são também considerados elementos benéficos para algumas espécies, em pequenas quantidades (Epstein; Bloom, 2005).

## **2.2 Funções e sintomas de deficiências dos nutrientes minerais**

Por definição, os nutrientes minerais têm funções específicas e essenciais no metabolismo da planta. Dependendo da quantidade requerida de um dado nutriente, o elemento pode ser classificado, como macronutriente ou micronutriente. Outra classificação, baseada nas propriedades físico-químicas, divide os nutrientes em metais (potássio, cálcio, magnésio, ferro, zinco, cobre, molibdênio e níquel) e não metais (nitrogênio, enxofre, cloro). As duas classificações são inadequadas uma vez que cada nutriente mineral pode realizar uma variedade de funções, algumas destas funções são pouco correlacionadas, com a quantidade requerida ou com as propriedades físico-químicas. Um nutriente mineral pode funcionar como constituinte de uma estrutura orgânica, como um ativador de reações enzimáticas, ou como transportador de cargas e osmorregulador. As principais funções dos nutrientes minerais tais como, nitrogênio, enxofre e fósforo servem como constituintes de proteínas e ácidos nucléicos. Outros nutrientes minerais, tais como magnésio e os micronutrientes, podem funcionar como constituintes de estruturas orgânicas, predominantemente envolvidos na função catalítica de enzimas. O potássio e presumivelmente o cloro, são os únicos elementos minerais que não são constituintes de estruturas orgânicas. Eles funcionam principalmente na osmorregulação (ex. vacúolos), na manutenção do equilíbrio eletroquímico nas células e seus compartimentos e, na regulação das atividades enzimáticas (Marschner, 1995).

O suprimento inadequado de um elemento essencial resulta em distúrbio nutricional que se manifesta por sintomas de deficiência característicos (Taiz; Zeiger, 2004), que podem aparecer em folhas, caules ou frutos.

O motivo pelo qual o sintoma é típico do elemento deve-se ao fato de um dado nutriente exercer sempre as mesmas funções qualquer que seja a espécie (Marschner, 1995). Entretanto, deve-se ter em mente que, antes da manifestação visível da deficiência, o crescimento e a produção já poderão estar limitados, é o que se chama de “fome escondida”. O sintoma visível é o fim de uma série de eventos, que têm início com alterações em nível molecular, agrava-se para modificações subcelulares, intensifica-se com alterações celulares e atinge o tecido, modificando-o, ocasionando a expressão de sintomas visíveis (Malavolta et al., 1997).

Contudo o amarelecimento ou clorose das folhas, que são sintomas comumente verificados, podem ser causados por outros fatores como toxicidade nutricional, estresse ambiental (temperatura, água, vento, etc.), fatores genéticos, substâncias químicas (Herbicidas, pesticidas, etc.), poluentes, animais herbívoros (insetos, etc.) e patógenos (fungos, bactérias, vírus). Esses sintomas podem ser confundidos com sintomas de carência mineral (Dell et al., 1995).

A quantidade remobilizada, entretanto, difere entre os nutrientes minerais e é refletida na distribuição dos sintomas visíveis de deficiência nas plantas. Sintomas de deficiência nas folhas mais velhas refletem alta taxa de remobilização, considerando que aqueles nas folhas mais novas e meristemas apicais refletem insuficiente remobilização (Marschner, 1995).

A remobilização dos nutrientes minerais das folhas maduras para áreas de novo crescimento é, desta forma, essencial para a conclusão do ciclo de vida das plantas sob estas condições ambientais.

A classificação mais conhecida e aceita na última década, quanto à mobilidade no floema, dividiu os nutrientes em: (a) móveis – N, P, K, Mg e Cl; (b) pouco móveis – S, Cu, Fe, Mn, Zn e Mo; e (c) imóveis – Ca e B (Marschner, 1983).

Depois de 1995, quando foi descoberto que o boro pode ter expressiva mobilidade no floema dependendo da espécie vegetal, embora na maioria das espécies tenha mobilidade restrita, e com base na composição da seiva do floema, determinada com auxílio de traçadores isotópicos, Marschner (1995) propôs uma classificação geral dos nutrientes em: (a) de alta mobilidade – N, P, K, Mg, S e Cl; (b) de mobilidade intermediária – Fe, Zn, Cu, B e Mo; e (c) de baixa mobilidade – Ca e Mn.

Welch (1999) classificou os nutrientes de acordo com a capacidade da espécie em remobilizá-los para a semente, garantindo a viabilidade desta e a sobrevivência da geração seguinte, em: (a) móveis – N, P, K, S, Mg e Cl; (b) de mobilidade variável – Fe, Zn, Cu, Mo, Ni e Co; e (c) de mobilidade condicional – Ca, B e Mn.

### 2.2.1 Nitrogênio (N)

O nitrogênio (N) é encontrado em muitos compostos orgânicos, incluindo todos os aminoácidos orgânicos e ácidos nucléicos. As plantas requerem nitrogênio em quantidade superior a qualquer outro nutriente mineral, e a disponibilidade deste nutriente geralmente limita a produtividade das plantas em muitos ecossistemas naturais e agrícolas (Epstein; Bloom, 2005).

O N pode ser absorvido do meio em diferentes formas;  $N_2$ , através das bactérias fixadoras de nitrogênio (ex. leguminosas); na forma mineral como  $N-NO_3^-$  (nitrato) e  $N-NH_4^+$  (amônio) e como uréia. A forma predominante que a planta absorve, em condições naturais é o do nitrato devido ao processo de nitrificação no solo. O N é móvel no xilema e no floema, podendo ser transportado na forma de nitrato ou de aminoácidos e amidas (Marschner, 1995).

As funções do N na planta são: (a) nitrato no equilíbrio de cargas: quando, na forma de  $NO_3^-$ , é armazenado no vacúolo e tem importante função de equilíbrio de cargas e na absorção de cátions e ânions; (b) elemento estrutural: Faz parte da estrutura de proteínas e outros compostos orgânicos constituintes da estrutura da célula; (c) elemento regulatório, na forma orgânica, de reações de síntese (Furlani, 2004)

Exceto a seca, nenhuma deficiência é tão dramática em seus efeitos quanto à de N. Clorose generalizada e hábito estiolado são os sintomas mais característicos. O crescimento é retardado e lento e as plantas têm uma aparência não viçosa. O fruto é excepcionalmente bem colorido. As partes mais maduras da planta são as primeiras a se tornar afetadas, pois o N transloca-se de regiões mais velhas para as mais jovens, que crescem ativamente (Epstein; Bloom, 2005)

Segundo Mengel e Kirkby (1987), os sintomas visuais são somente as conseqüências do distúrbio metabólico, e diferentes causas podem proporcionar

síndromes similares. A deficiência de N é caracterizada pela baixa taxa de crescimento, plantas pequenas, folhas de tamanho reduzido, morte prematura das folhas mais velhas, raízes sem ramificações, colapso e desenvolvimento dos cloroplastos, folhas cloróticas com necrose no estágio mais avançado da deficiência.

Muniz e Silva (1995) observaram mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), mantidas em solução nutritivas deficientes em N, P, K, Ca, Mg e S durante 155 dias em casa de vegetação. Os sintomas visuais de deficiência de N apresentaram-se como alteração gradual da coloração verde para o amarelecimento generalizado da planta, iniciando-se pelas folhas basais. O crescimento em relação ao tratamento completo se mostrou reduzido.

Mendonça et al. (1999) constataram em plantas de *Myracrodruon urundeuva* a deficiência de N durante o período de 120 dias, em casa de vegetação. A omissão de N causou clorose nas folhas mais velhas no terceiro mês após a omissão do nutriente, e no quarto mês as plantas apresentaram clorose generalizada.

Em híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, Silveira et al. (2002) observaram os sintomas de deficiências em solução nutritiva com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S, no período de 270 dias em casa de vegetação. Os sintomas visuais de deficiência de N apresentou-se aos 30 dias após a sua ausência nas folhas mais velhas apresentando coloração verde-claro, seguida de amarelecimento com pontuações avermelhadas distribuídas ao longo do limbo foliar, com avermelhamento total das folhas mais velhas. No estágio final da deficiência, as folhas secaram e se destacaram dos ramos e do caule, ocorrendo paralisação da emissão de brotos.

Sarcinelli et al. (2004) verificaram em plantas de *Acacia holosericea*, mantidas em solução nutritiva a deficiência de N no período de 180 dias, em casa de vegetação. Os sintomas de deficiência começaram a se manifestar aos 60 dias após a omissão de N. Inicialmente houve clorose generalizadas de filódios velhos, seguidos por senescência e queda dos mesmos.

Os sintomas de deficiências de N em mudas de *Tectona grandis*, caracterizaram-se, segundo Barroso et al. (2005), pelo aparecimento de uma clorose generalizada nas folhas inferiores, com reduções drásticas do crescimento.

### 2.2.2 Fósforo (P)

O fosfato participa de quase todo o metabolismo de energia nas plantas, desde as seqüências de reações na fotossíntese até a respiração. A forma iônica preferida pelas plantas é a monovalente ( $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ). A falta do ânion  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  no meio externo induz o aumento da atividade do sistema de alta afinidade para o fósforo na membrana plasmática. Na falta de P no meio externo, a velocidade de absorção aumenta 2 a 4 vezes, dependendo da espécie de planta. O fosfato inorgânico (Pi) absorvido pelas raízes é rapidamente incorporado aos açúcares, formando ésteres de açúcar-fosfato, que são transportados radialmente nas células da raiz e liberados no xilema na forma de Pi novamente. O Pi transita facilmente no xilema e no floema. A assimilação do Pi nos compostos orgânicos das raízes, ao contrário do nitrato e do sulfato, não passa pela redução do fosfato, que permanece na sua forma oxidada máxima (Furlani, 2004)

O Fósforo é parte de moléculas grandes como o DNA e RNA, bem como nos fosfolipídios na membrana. É um tradutor e transportador de energia química, como por, exemplo, na Adenosina Trifosfato (ATP). É capaz de modificar proteínas irreversivelmente e participa na sinalização celular como inositol trifosfato (Epstein; Bloom, 2005).

Os sintomas de deficiência de P são descritos por Mengel e Kirkby (1987) como tendo crescimento retardado, a taxa de matéria seca da parte aérea/raiz reduzida, afetando a formação de frutos e sementes cujas folhas mais velhas apresentam coloração verde escura.

Marschner (1995) escreve vários sintomas de deficiência causados pelo P, entre eles: crescimento retardado, freqüentemente com uma coloração avermelhada devido ao aumento da formação de antocianinas. As plantas podem apresentar coloração verde mais escura comparada com plantas normais, pois a célula e a expansão foliar são mais retardadas que a formação de clorofila. Dessa forma, o conteúdo de clorofila por unidade de área é elevada, mas a eficiência fotossintética por unidade de clorofila é muito baixa, com inibição da expansão das células foliares durante o dia causado pelo decréscimo da condutância hidráulica da raiz. Observa-se a redução generalizada de muitos processos metabólicos, incluindo divisão e expansão celular, respiração e fotossíntese; a função regulatória do Pi na fotossíntese e no metabolismo dos

carboidratos nas folhas pode ser considerada como um dos maiores fatores limitantes do crescimento, particularmente durante a fase reprodutiva.

Epstein e Bloom (2005) descrevem que os primeiros sintomas de deficiência de P em muitas espécies é a presença de folhagem verde-escura ou azul-esverdeada. Frequentemente desenvolvem-se pigmentos vermelhos, purpúreos e marrons nas folhas, especialmente ao longo das nervuras. O crescimento é reduzido e, sob condições de deficiência severa, as plantas tornam-se atrofiadas.

A deficiência de P foi avaliada por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron* conduzida por um período de 155 dias em casa de vegetação. Os autores não observaram sintomas visuais de deficiência deste nutriente nas folhas, sendo apenas verificada uma redução no crescimento das mudas.

Em plantas de *Myracrodruon urundeuva* Mendonça et al. (1999) induziram por um período de 120 dias a deficiência de P, em casa de vegetação. As plantas apresentaram crescimento reduzido e as folhas mais velhas apresentaram-se arroxeadas no terceiro mês após a omissão do nutriente.

Silveira et al. (2002) observaram sintomas de deficiência de P em híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, por um período de 270 dias em casa de vegetação. As folhas mais velhas ficaram com cor verde-escuro, seguida de arroxamento e de pontos necróticos ao longo da lâmina foliar.

Os sintomas de deficiências de P em mudas de *Tectona grandis*, caracterizaram-se, segundo Barroso et al. (2005), pelo aparecimento de uma clorose leve com enrugamento (encarquilhamento) nas extremidades das folhas mais velhas.

### **2.2.3 Potássio (K)**

O potássio é o mais abundante cátion no citoplasma e possui grande contribuição no potencial osmótico das células e tecidos de plantas. O potássio na planta não é metabolizado e forma complexos prontamente trocáveis. A absorção desse macronutriente é altamente seletiva e está intimamente acoplada a atividade metabólica. Este elemento no solo aparece na forma iônica ( $K^+$ ), sendo esta a forma absorvida pelas raízes das plantas. Como o potássio é um íon monovalente, ao competir com elevadas concentrações de cátions bivalentes como o  $Ca^{++}$  e o  $Mg^{++}$  sofre

inibição, ou seja, compete com desvantagem pelo mesmo sítio de absorção. Entretanto baixas concentrações de cálcio contribuem para sua absorção (efeito sinérgico). O potássio é transportado como  $K^+$ , ou seja, na mesma forma que é absorvido do solo. O K é caracterizado pela alta mobilidade nas plantas, em todos os níveis, dentro da célula, dentro dos tecidos, e é transportado a longa distância via xilema e floema. Isto acontece, porque o potássio não faz parte permanente de nenhum composto orgânico (Marschner, 1995)

O P está presente no citosol e vacúolo, neste último, como íon livre em altas concentrações. No citosol, as concentrações de potássio são controladas homeostaticamente a um nível de 120mM, estocando o excedente no vacúolo. Este macronutriente é o maior agente osmótico catiônico celular (Epstein; Bloom, 2005), sendo importante no controle estomático. Este nutriente atua na fotossíntese em vários níveis. Atua no fluxo de  $H^+$  através das membranas dos tilacóides mantendo o gradiente de pH transmembrana para a síntese de ATP.

Marschner (1995) descreve que na deficiência de K o crescimento é retardado, e o K é retranslocado para amadurecimento de folhas e caules, e sob condições de severa deficiência estes órgãos tornam-se cloróticas e necróticas.

Para Mengel e Kirkby (1987), a deficiência de K não provoca sintomas visuais imediatos. O primeiro sintoma é a redução da taxa de crescimento, e posteriormente ocorre clorose e necrose das folhas. Estes sintomas geralmente ocorrem nas folhas mais velhas, iniciando-se nas margens e nas extremidades, com o decréscimo no turgor sob estresse hídrico e flacidez. Observa-se a deformação de xilema e floema, além do colapso nos cloroplastos e mitocôndrias.

Epstein e Bloom (2005) descrevem que a deficiência de potássio em muitas espécies deixa as folhas verde-escuras ou azul-esverdeadas assim como a deficiência de P. Pequenas manchas de tecido morto (necróticas) freqüentemente se desenvolvem nas folhas. Pode haver também necrose marginal ou murcha. O crescimento é abaixo do normal e, sob condições severas, gemas laterais e terminais podem morrer.

A deficiência de K foi verificada por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron*, conduzido por um período de 155 dias, em casa de vegetação. Os sintomas visuais de deficiência de K apareceram quando as mudas



tinham idade mais avançada, iniciando-se por pontos e depois por faixas cloróticas, principalmente nas bordas das folhas mais velhas. Nesta região, posteriormente houve necrose, que progrediu e provocou a queda das folhas afetadas.

Mendonça et al. (1999) induziram em *Myracrodruon urundeuva* a deficiência de K por um período 120 dias, em casa de vegetação. A omissão de K causou enrugamento das folhas, que posteriormente apresentaram aspecto de queimado a partir do terceiro mês após a omissão do nutriente.

Em híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, Silveira et al. (2002) observaram por um período de 270 dias a deficiência de K, em casa de vegetação. As folhas mais velhas apresentaram um avermelhamento marginal que avançava para a parte central do limbo. Posteriormente, as pontas das folhas ficaram necrosadas.

Sarcinelli et al. (2004) verificaram em plantas de *Acacia holosericea*, durante o período de 180 dias, a deficiência de K em casa de vegetação. Necrose nas bordas dos filódios mais velhos, prolongando-se pelas extremidades.

Em mudas de *Tectona grandis*, Barroso et al. (2005) observaram durante 30 dias a deficiência de K, em casa de vegetação. As mudas apresentaram redução no crescimento, clorose internerval, encarquilhamento e pontos necrosados nas folhas mais velhas.

#### **2.2.4 Cálcio (Ca)**

O cálcio é absorvido pelas plantas na forma de cátion bivalente ( $\text{Ca}^{2+}$ ), no qual, cumpre múltiplas funções nas plantas. Quantitativamente é mais proeminente na parede celular, interligando cadeias pécticas, assim como o boro, contribuindo para sua estabilidade (Matoh ; Kobayashi, 1998).

A concentração de Ca no citosol é baixa, na ordem de  $0,15\mu\text{M}$ , sendo o excedente armazenado pelo vacúolo. No entanto, o cálcio é também expelido ativamente, do citoplasma para o apoplasto, pela membrana citoplasmática, mas pode ligar-se na calmodulina e organelas como núcleo, retículo endoplasmático, mitocôndrias e cloroplastos (Epstein; Bloom, 2005),

Os sintomas de deficiência de Ca são descritos por Mengel e Kirkby (1987) como apresentando uma redução no crescimento do tecido meristemático, observada primeiramente na região do crescimento apical e nas folhas mais novas, que se tornam deformadas e cloróticas. Nos estágios mais avançados constata-se uma necrose das margens das folhas e os tecidos tornam-se “moles”, devido à dissolução da parede celular.

Conforme Epstein e Bloom (2005), os sintomas de deficiência de Ca aparecem mais cedo e mais severamente nas regiões meristemáticas e folhas jovens. As demandas de Ca parecem ser altas nesses tecidos. No entanto, o Ca contido em tecidos mais velhos, tende a se tornar imobilizado. Dessa forma, os pontos de crescimento são danificados ou mortos, especialmente flores e frutos. Os sintomas são conhecidos como “podridão apical” no caso do tomateiro. O crescimento das raízes é severamente afetado.

Muniz e Silva (1995) observaram em mudas de *Aspidosperma polyneuron* durante o período de 155 dias a deficiência de Ca, em casa de vegetação. Os sintomas manifestaram-se inicialmente, nas folhas mais novas. Apareceram manchas cloróticas espalhadas, de modo desigual, pela superfície. Houve amarelecimento gradual das folhas afetadas e murchamento da planta toda. Em estágio mais avançado, houve morte da gema apical e queda das folhas. As raízes apresentaram crescimento reduzido com apodrecimento das mesmas.

Em plantas de *Myracrodruon urundeuva* Mendonça et al. (1999) observaram durante o período 120 dias a deficiência de Ca, em casa de vegetação. Os autores não constataram sintomas visuais de deficiência deste nutriente nas folhas, sendo apenas verificada uma redução no crescimento das mudas.

Silveira et al. (2002) observaram em híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla* por um período de 270 dias a deficiência de Ca, em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocou pequenas anormalidades nas plantas em termos de crescimento. As folhas novas apresentaram-se deformadas e retorcidas, e morte da gema apical.

Em plantas de *Acacia holosericea* Sarcinelli et al. (2004) verificaram durante o período de 180 dias a deficiência de Ca, em casa de vegetação. As mudas

apresentaram dobras e deformação dos filódios mais novos e gemas, com necrose das bordas.

Os sintomas de deficiências de Ca em mudas de *Tectona grandis*, caracterizaram-se, segundo Barroso et al. (2005), pela redução drástica do crescimento, clorose internerval, encarquilhamento e necrose das folhas, morte da gema apical, paralisação da emissão de raízes novas e apodrecimento das raízes secundárias.

### 2.2.5 Magnésio (Mg)

O magnésio é absorvido pelas plantas na forma de íon bivalente. Por ser o  $Mg^{2+}$  um pequeno íon, porém com grande raio de hidratação, sua absorção pode ser fortemente reduzida pelo  $K^+$ ,  $NH_4^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mn^{2+}$  e pelos  $H^+$  em baixo pH. A deficiência de  $Mg^{2+}$  induzida pelos outros cátions competitivos é um fenômeno comum. Quanto à sua mobilidade, o  $Mg^{2+}$  é bastante móvel no xilema e no floema, e o transporte e redistribuição se dá na forma iônica (Furlani, 2004).

Como um dos principais ativadores enzimáticos na respiração, fotossíntese e síntese de DNA e RNA, o magnésio também é parte da estrutura da molécula de clorofila (Taiz ; Zieger, 2004). Além disso, grande parte deste macronutriente está presente na planta realizando a regulação do pH celular e balanço cátion / ânion (Marschner, 1995).

Mengel e Kirkby (1987) descreveram que os sintomas de deficiência de magnésio ocorrem inicialmente nas folhas mais velhas com amarelecimento internerval ou clorose e, em casos extremos, tornam-se necróticas. As folhas tornam-se rígidas e quebradiças e as nervuras intercostais torcidas. Na região basal das folhas observam-se pequenas manchas verdes escuras, devido ao acúmulo de clorofila em contraste com folhas de cor amarelo pálido. Ocorre a necrose no ápice das folhas e nos cloroplastos constata-se deformação de estrutura lamelar afetando a estabilidade dos tilacóides.

Epstein e Bloom (2005) a deficiência de magnésio aparece primeira nas folhas maduras. Clorose marginal é comum, freqüentemente acompanhada pelo desenvolvimento de uma variedade de pigmentos. A clorose também pode começar em

fragmentos ou manchas irregulares que mais tarde fundem-se e se espalham até as margens e pontas das folhas. Os autores ressaltam que a variedade de sintomas em diferentes espécies é tão grande que uma descrição generalizada dos sintomas de Mg é ainda mais difícil do que para deficiências de outros nutrientes.

A deficiência de Mg foi verificada por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron* no período de 155 dias, em casa de vegetação. As folhas medianas foram as primeiras a apresentar sintomas visuais de deficiência, com aparecimento de clorose internerval. Com a progressão da deficiência, a clorose transformou-se em manchas brancas, espalhadas por toda folha.

Mendonça et al. (1999) constataram em plantas de *Myracrodruon urundeuva* a deficiência de Mg durante o período de 120 dias, em casa de vegetação. A ausência do nutriente causou clorose entre as nervuras e posteriormente aparecimento de manchas claras por toda folha.

Em híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, Silveira et al. (2002) observaram, por um período de 270 dias, a deficiência de Mg em casa de vegetação. Na carência do nutriente, as folhas mais velhas apresentaram leve clorose internerval, com pontuações necróticas espalhadas pelo limbo.

Sarcinelli et al. (2004) verificaram a deficiência de Mg em plantas de *Acacia holosericea* durante o período de 180 em casa de vegetação. As plantas apresentaram clorose internerval seguida de necrose.

Os sintomas de deficiências de Mg em mudas de *Tectona grandis*, caracterizaram-se, segundo Barroso et al. (2005), pela clorose internerval das folhas mais velhas.

### **2.2.6 Enxofre (S)**

Em condições aeróbicas do solo, a forma de enxofre predominante é a do sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), e é essa a forma absorvida predominantemente pelas raízes das plantas. As plantas podem absorver via foliar (via estômatos), principalmente o  $\text{SO}_2$  (sulfito) atmosférico. Embora este gás seja absorvido de forma pouco eficiente, algumas plantas podem suprir grande quantidade do enxofre necessário ao seu desenvolvimento. Além do sulfato, a planta pode absorver aminoácidos contendo enxofre como é o caso da

cisteína e da metionina. O  $\text{Cl}^-$  e o  $\text{SiO}_4^{2-}$  competem pelo mesmo sítio de absorção no sistema radicular. O transporte de enxofre no xilema é predominantemente na forma de  $\text{SO}_4^{2-}$ , embora dependa da proporção de enxofre reduzido e/ou assimilado no sistema radicular. Plantas como a ervilha podem reduzir quantidades razoáveis de sulfato no sistema radicular. Desta forma quantidades significativas de aminoácidos sulfurados e de glutatona podem ser encontrados no xilema. Embora o enxofre pertença à classe dos nutrientes de alta mobilidade na planta, ele é na verdade pouco redistribuído. A sua redistribuição está condicionada ao "status" da nutrição nitrogenada da planta (Marschner, 1995).

O enxofre está entre os elementos mais versáteis na biologia (Hell, 1997). Esta versatilidade deriva em parte da propriedade que ele tem assim como o nitrogênio de múltiplos estados estáveis de oxidação. As assimilações de nitrogênio e enxofre são bem coordenadas, com a deficiência de um reprimindo a via assimilativa de outro (Koprivova et. al. 2000). Certas reações de redução de  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  ocorrem nos plastídeos, envolvendo moléculas de ferredoxina, consumindo grande quantidade de energia (Bloom, 1994).

Como o S é um constituinte essencial das proteínas, a deficiência desse elemento resulta na inibição da síntese de proteínas. As deficiências de S e N são observadas com certas semelhanças, cujas características comuns são os teores reduzidos de clorofila e de proteína, além de um aumento de compostos solúveis de N presentes na folhas, decorrentes de uma redução na síntese de proteínas. Como o enxofre é pouco móvel na planta, os sintomas de deficiência ocorrem inicialmente nas folhas superiores, ao contrário do nitrogênio, cuja deficiência se caracteriza por uma clorose gradual das folhas mais velhas, cujo tamanho é reduzido (Marschner, 1995).

Epstein e Bloom (2005) descrevem que os sintomas de deficiência de S geralmente lembram os de deficiência de N. Plantas são cloróticas e espigadas, e crescem pouco. Essa similaridade não é surpreendente, já que S e N são ambos constituintes de proteínas. A clorose causada pela deficiência de S, entretanto, geralmente surge inicialmente nas folhas jovens, e não nas maduras, como ocorre na deficiência de N, pois diferente do N, o S não é redirecionado para as folhas jovens na

maioria das espécies. Entretanto, em muitas espécies, a clorose pode ocorrer simultaneamente em todas as folhas, ou mesmo inicialmente nas mais velhas.

Muniz e Silva (1995) observaram a deficiência de S em mudas de *Aspidosperma polyneuron* durante o período de 155 dias em casa de vegetação. Os sintomas manifestaram-se nas folhas mais novas, que apresentaram clorose generalizada.

Em plantas de *Myracrodruon urundeuva* Mendonça et al. (1999) observaram durante o período 120 dias a deficiência de Ca, em casa de vegetação. Os autores não constataram sintomas visuais de deficiência deste nutriente nas folhas e, nem no desenvolvimento das mudas dessa espécie.

Silveira et al. (2002) observaram a deficiência de S em híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla* por um período de 270 dias em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocou uma leve e uniforme clorose com pontos necróticos na margem da folha, seguida de avermelhamento generalizado do limbo.

Em plantas de *Acacia holosericea* Sarcinelli et al. (2004) verificaram a deficiência de S durante o período de 180 dias em casa de vegetação. As mudas apresentaram clorose dos filódios mais novos e gemas com diminuição do ângulo de inserção dos filódios ao caule.

Barroso et al. (2005) observaram em mudas de *Tectona grandis* a deficiência de S, em casa de vegetação. As plantas apresentaram leve redução no crescimento com clorose generalizada. As folhas mais novas apresentaram-se pequenas, grossas e leve encarquilhamento.

### **2.2.7 Boro (B)**

O B é absorvido pelas plantas preferencialmente na forma de ácido bórico, sem carga ( $H_3BO_3$ ). Possui propriedades intermediárias entre os metais e os não-metais eletronegativos e tem tendência a formar complexos catiônicos dentro da planta, com compostos orgânicos de configuração cis-diol, como os açúcares e seus derivados, ácido urônico e alguns difenóis abundantes na parede celular (Furlani, 2004). Seu transporte também ocorre na forma  $H_3BO_3$ , e a ascensão na seiva xilemática é governada principalmente pela transpiração (Marschner, 1995).

O B é um elemento essencial para plantas superiores, no entanto, segundo Loomis e Durst (1992), sua função primária ainda é desconhecida. Desta forma, foi necessária a determinação do local onde a maior parte do boro se encontra na célula para identificar sua função. De acordo com Hu e Brown (1994), em condições limitantes de boro, a quantidade do nutriente presente na parede celular representa no mínimo 95 a 96% do total de boro presente na célula.

Vários trabalhos como Kouchi e Kumazawa (1976); Ishii e Matsunaga (1996); Kobayashi et al. (1996); O'Neill et al. (1996) têm mostrado que a função fisiológica do boro é a formação de ligações pécticas na parede celular, através da ligação de dois complexos chamados de Rhamnogalacturona-II.

Segundo os trabalhos de Brown e Hu (1997); Matoh (1997), quando se trata de alterações ultra-estruturais relativas à deficiência de boro, ocorre um maior espessamento da parede celular e alterações na lamela média, que é de natureza péctica.

A ausência do B afeta o metabolismo do ácido nucléico e de carboidratos. A presença do B é essencial para manter a integridade estrutural das membranas das plantas, e muitos dos sintomas da deficiência são efeitos secundários causados pelas mudanças na permeabilidade da membrana. A deficiência de B nas plantas aparece primeiro como crescimento anormal dos pontos de crescimento apical, devido à baixa redistribuição nas maiorias das espécies, e/ou como interrupção do crescimento do tubo polínico (Pilbean; Kirkby, 1983).

Alguns dos sintomas de deficiência de B foram descritos por Marschner (1995) e foram caracterizados por um encurtamento do internódio, clorose internerval das folhas mais novas, deformação da lâmina foliar, aumento do diâmetro do pecíolo e do caule, diminuição da formação do botão floral, flores e desenvolvimento irregular do fruto.

Mengel e Kirkby (1987) descrevem que a deficiência de B aparece primeiramente como crescimento anormal ou retardamento da região apical da planta. As folhas jovens são deformadas, encarquilhadas e são freqüentemente engrossadas e de uma coloração verde azulada; as folhas e caules tornam-se quebradiços; ocorre uma redução e inibição na formação de flores e frutos; afeta a formação do tubo polínico, germinação do pólen e formação do fruto; ocorrência de partenogênese; inibição do

crescimento da raiz, necrose no ápice da raiz, folhas jovens encrespadas e atrofiadas tornando-se marrons ou pretos.

Epstein e Bloom (2005) escrevem que como deficiência de B as gemas são freqüentemente danificadas e podem morrer. As folhas podem se tornar distorcidas e o caule, áspero e fendido, freqüentemente com saliências e ou manchas. O florescimento é severamente afetado. Se o fruto se forma, mostra sintomas similares àqueles encontrados nos caules. As raízes sofrem pelas infecções por bactérias e fungos sendo uma conseqüência secundaria da deficiência de B, tanto na raiz quanto na parte aérea.

Veloso et al. (1998a) observaram em mudas de *Piper nigrum* a deficiência de B, em casa de vegetação. Os autores constataram uma deformação nas folhas, apresentando-se retorcidas e com tamanho reduzido.

Em plantas de *Psidium guajava* Salvador et al. (1999) observaram durante o período 75 dias a deficiência de B, em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocou uma deformação nas folhas mais novas que se apresentaram retorcidas, estreitas, tamanho reduzido e com clorose internerval.

### **2.2.8 Cobre (Cu)**

O cobre é absorvido pelas raízes na forma  $\text{Cu}^{2+}$ , sendo de mobilidade variável no floema, dependendo da espécie. É um elemento de transição similar ao ferro, com habilidade para formação de quelatos estáveis e facilidade para o transporte de elétrons ( $\text{Cu}^{2+}/\text{Cu}^{+}$ ), sendo, portanto, bastante relevante nos processos fisiológicos de oxidorredução (Furlani, 2004).

É um elemento capaz de transferir elétrons e assim o faz, captando energia através de proteínas e enzimas oxidativas. A maior parte do cobre em células foliares está associada a plastocianina, o doador imediato de elétrons para o fotosistema I e a dismutase de superóxido que trabalha em conjunto com a catalase para desintoxicar oxidantes (Epstein; Bloom, 2005).

Na deficiência de Cu, os sintomas mais comuns são crescimento retardado, distorção e murchamento das folhas mais novas, necrose do meristema apical, branqueamento das folhas mais novas e a lignificação prejudicada da parede celular (Marschner, 1995)



Mengel e Kirkby (1987) descrevem que a deficiência de Cu afeta a viabilidade dos grãos de pólen, a diminuição dos internódios, folhas finas e torcidas, ápices esbranquiçados, forma “pêndula” das árvores e redução da síntese de lignina.

Epstein e Bloom (2005) relatam que a deficiência de Cu varia grandemente, dependendo da espécie. Folhas podem ficar cloróticas ou com um tom azul-esverdeado escuro, com margens enroladas para cima. As cascas das árvores freqüentemente ficam ásperas e cobertas de bolhas e uma goma pode exsudar a partir de fissuras da casca.

Em mudas de *Piper nigrum* Veloso et al. (1998a) observaram a deficiência de Cu, em casa de vegetação. Os autores constataram um amarelecimento das folhas novas com coloração verde-pálida entre as nervuras. Com a intensificação do sintoma, as folhas apresentaram-se pequenas, estreitas e voltadas para baixo, com manchas necróticas nos bordos.

Salvador et al. (1999) observaram em plantas de *Psidium guajava*, a deficiência de Cu em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocaram cloroses esparsas, com deformação nas folhas mais novas apresentando-se enrugadas e com saliências das nervuras secundárias. Houve morte precoce das gemas terminais, emissão de gemas vegetativas axilares múltiplas, originando brotações com folhas diminutas e mais arredondadas, retorcidas, estreitas, tamanho reduzido e com clorose internerval.

### 2.2.9 Ferro (Fe)

A planta absorve o Fe na forma reduzida ( $\text{Fe}^{2+}$ ), e a eficiência nesse processo de aquisição varia entre espécies e genótipos. Algumas plantas possuem maior capacidade de extrusão de prótons na rizosfera, baixando o pH e favorecendo a absorção de  $\text{Fe}^{2+}$  pelas raízes, e também maior capacidade de complexação do Fe absorvido com ácidos orgânicos, principalmente o ácido cítrico formando citrato-Fe, comumente encontrado no xilema. O Fe é descrito como um elemento de transição caracterizado pela mudança fácil no seu estado de oxidação ( $\text{Fe}^{3+}/\text{Fe}^{2+}$ ) e pela sua habilidade em formar complexos octaédricos, com vários ligantes. Dependendo do ligante, o potencial de oxirredução do Fe varia significativamente, o que confere a esse

nutriente uma especial importância nos sistemas biológicos de oxirredução. Embora o Fe somente seja absorvido através da membrana plasmática na forma reduzida ( $\text{Fe}^{2+}$ ), dentro da planta, o seu principal estado de oxidação nos complexos é a forma oxidada [ $\text{Fe}^{3+}$ ]. Existem dois grupos principais de proteínas que contêm ferro na planta: as hemoproteínas e as proteínas com grupos Fe-S. As hemoproteínas incluem os citocromos que são caracterizados por um complexo hemo-Fe-porfirina como grupo prostético. Outras hemoproteínas são a citocromo-oxidase, catalase, peroxidase e a leg-hemoglobina (que ocorre nos nódulos das leguminosas). Portanto, o Fe está envolvido na biossíntese dos citocromos, das referidas coenzimas e da clorofila, que é derivada de uma protoporfirina. A cadeia de transporte de elétrons na fotossíntese que ocorre nas membranas tilacóides dos cloroplastos consiste em vários hemogrupos contendo Fe e de aglomerados de Fe-S (Furlani, 2004).

O Fe possui pouca mobilidade na planta. Desta forma é comum no caso de deficiência do elemento, o aparecimento de sintomas inicialmente nas folhas novas, progredindo para a toda planta dependendo da severidade da deficiência. Nas folhas verdes, 80% do Fe está localizado nos cloroplastos na forma de fitoferretina, servindo como reserva no estroma dos cloroplastos (Marschner, 1995).

Mengel e Kirkby (1987) descreveram que a deficiência de Fe é similar à deficiência de Mg, mas sempre iniciando nas folhas mais novas, com clorose internerval e um fino padrão reticulado freqüentemente observado nas folhas novas, as nervuras verdes escuras contrastando com superfície de cor verde brilhante ou amarelada das folhas.

Epstein e Bloom (2005) relataram que o sintoma mais evidente de deficiência de Fe é a clorose geral das folhas jovens. Primeiramente as nervuras podem permanecer verdes, mas na maioria das espécies em que a deficiência foi observada, elas também se tornam cloróticas no final.

Veloso et al. (1998a) observaram em mudas de *Piper nigrum* a deficiência de Fe, em casa de vegetação. Os autores constataram tamanho reduzido das mudas, com clorose generalizada nas folhas novas, seguida por uma coloração amarelo-pálida e esbranquiçada.

Em plantas de *Psidium guajava* Salvador et al. (1999) observaram durante o período 75 dias, a deficiência de Fe em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocou alteração na coloração das folhas novas, que apresentaram nervuras bem pronunciadas, na totalidade verde, formando um nítido contraste com o resto amarelado do limbo.

### 2.2.10 Manganês (Mn)

As plantas absorvem o manganês na forma de cátion bivalente ( $Mn^{2+}$ ). Dentro da célula,  $Mn^{2+}$  forma ligações fracas com ligantes orgânicos e pode ser rapidamente oxidado para  $Mn^{3+}$ ,  $Mn^{4+}$  e  $Mn^{6+}$  (Furlani, 2004).

Por causa dessa relativa facilidade de mudança no estado de oxidação, o Mn apresenta importante função nos processos de oxirredução na planta, como o transporte de elétrons na fotossíntese e desintoxicação dos radicais livres de  $O_2$  ( $O_2^-$ ). Uma das mais importantes funções do manganês está relacionada aos processos de oxidação e redução, especialmente no processo fotossintético (Fotossistema II), conforme descrito por Marschner (1995) e Furlani (2004).

Marschner (1995) descreve que a deficiência de Mn afeta a produção da matéria seca, fotossíntese líquida, e o conteúdo de clorofila. E as plantas são mais susceptíveis aos danos por temperaturas mais baixas. Em dicotiledôneas, os sintomas de deficiência de Mn são clorose intercostal das folhas mais novas e manchas verdes cinzentadas na base das folhas.

Mengel e Kirkby (1987) escrevem que os cloroplastos são as organelas mais sensíveis à deficiência de Mn. Foram observadas desorganizações do sistema lamelar dos cloroplastos, com volume celular pequeno e dominado pela parede celular. O tecidos inter epidermais se mostraram enrugados, com clorose internerval nas folhas mais novas.

Epstein e Bloom (2005) relatam que os sintomas de deficiência de Mn variam grandemente de uma espécie para outra. As folhas freqüentemente mostram uma clorose entre as nervuras, com as mesmas produzindo um desenho verde em um fundo amarelo ou verde claro assemelhando-se muito com a deficiência de Fe. Pode ocorrer ainda manchas ou riscas necróticas nas folhas.

Em mudas de *Piper nigrum* Veloso et al. (1998a) observaram a deficiência de Mn, em casa de vegetação. Os autores constataram um amarelecimento das folhas novas com faixas de tecido verde circundando a nervura mediana e as principais.

Salvador et al. (1999) observaram em plantas de *Psidium guajava* durante o período 75 dias a deficiência de Mn, em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocou clorose internerval, contrastando com o verde das nervuras. No ramo principal, as folhas apresentaram certa torção, com curvatura para baixo.

### 2.2.11 Molibdênio (Mo)

O molibdênio é um elemento de transição que é absorvido nas plantas na forma do ânion molibdato, em geral no estado de oxidação mais elevado ( $\text{Mo}^{6+}$ ), mas pode ocorrer também como  $\text{Mo}^{5+}$  e  $\text{Mo}^{4+}$ . (Furlani, 2004).

A exigência de molibdênio pelas plantas é muito pequena, quando comparada com outros nutrientes. O molibdênio está envolvido na redução do nitrato e fixação de nitrogênio. Desta forma, a deficiência de molibdênio pode acarretar indiretamente a deficiência de nitrogênio, dependendo muito da forma de absorção de nitrogênio pelas plantas (absorção de  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ , e/ou fixação de  $\text{N}_2$ ) (Furlani, 2004).

As leguminosas, que dependem da fixação de  $\text{N}_2$  pelos nódulos são as mais exigentes em Mo. Nas plantas, as enzimas associadas ao molibdênio são: a redutase de nitrato, a nitrogenase e a xantina desidrogenase. A redutase de nitrato é imprescindível para o metabolismo de nitrogênio nas plantas, reduzindo o nitrato  $\text{NO}_3^-$  para nitrito  $\text{NO}_2^-$ . A nitrogenase converte o gás  $\text{N}_2$  em  $\text{NH}_3$ , em nódulos de plantas que realizam fixação simbiótica de N. (Taiz e Zieger, 2004).

Segundo Fido et al. (1977), plantas deficientes em molibdênio, quando nutridas com nitrogênio na forma nítrica: apresentaram as seguintes alterações no cloroplasto: aumento e dilatação, acompanhada por redução no número de granas e tilacóides menores. O acúmulo de nitrato é, não obstante, um fator que pode ter causado este desarranjo do cloroplasto.

Em algumas espécies de plantas, os sintomas mais típicos da deficiência de Mo seria uma drástica redução e irregularidades na formação da lâmina foliar conhecido como “whiptail”, causada pela necrose nos tecidos e insuficiente diferenciação dos

feixes vasculares no estágio inicial do desenvolvimento da folha. Clorose e necrose ao longo da nervura principal das folhas mais velhas e “whiptail” em folhas mais novas podem refletir os mesmos tipos de distúrbios, ocorrendo entretanto, nos diferentes estágios de desenvolvimento das folhas (Marschner, 1995)

Mengel e Kirkby (1987) descrevem que a deficiência de Mo assemelha-se à deficiência de N, com clorose das folhas mais velhas. E ao contrário da deficiência de N, a necrose é mais rápida nas margens das folhas devido ao acúmulo de nitrato. As folhas tornam-se pálidas e eventualmente esbranquiçadas; afetam a formação de flores; folha de idade intermediária e nas mais velhas com coloração amareladas a verde amareladas e as margens enroladas; folhas pequenas com manchas necróticas; clorose internerval ocorrem em folhas de aparência sadia e de coloração verde; a lamela média da parede celular apresenta-se mal formada; e no caso extremo, a lâmina foliar não chega a ser formada, ficando apenas as nervuras das folhas.

Epstein e Bloom (2005) relatam que a deficiência de Mo, identificada primeiramente em tomate, causou nesta espécie e em outras, uma clorose entre as nervuras. As nervuras permanecem verde-claras, o que dá as folhas uma aparência mosqueada, similar à deficiência de Mn. As margens das folhas tendem a torcer e enrolar. Em casos mais severos, segue-se à necrose e a planta inteira tem seu desenvolvimento comprometido.

### **2.2.12 Zinco (Zn)**

O Zn é absorvido pelas plantas na forma catiônica ( $Zn^{2+}$ ); ao contrário dos outros micronutrientes metálicos, não está sujeito à mudanças de valência, ocorrendo dentro das plantas somente na forma de  $Zn^{2+}$  (Marschner, 1995)

Este nutriente desempenha diversas funções metabólicas, dentre elas a atividade de uma série de enzimas (Kabata-Pendias, 2001) e também como integrante estrutural de uma grande variedade de proteínas (Epstein ; Bloom, 2005).

As alterações que ocorrem na planta, decorrentes da deficiência de Zn são citadas por Furlani (2004): (a) alteração no metabolismo de carboidratos em vários níveis, devido à queda na atividade da anidrase carbônica, enzima localizada no citoplasma e nos cloroplastos; (b) inibição da fotossíntese, provavelmente devido à

desestruturação dos cloroplastos com subsequente desarranjo no transporte eletrônico; (d) redução no teor de proteínas e aumento nos teores de aminoácidos e amidas, devido à baixa atividade da polimerase de RNA (enzima que contém Zn), desta forma, há redução na integridade dos ribossomos ou indução na degradação de RNA; (e) níveis elevados de radicais livres de  $O_2$  que destroem as ligações duplas dos ácidos graxos polinsaturados e fosfolipídios, nas membranas, devido à baixa atividade da dismutase de superóxido que contém Zn (Cobre-Zinco-SOD), o que aumenta os vazamentos de solutos nas membranas ( $K^+$ , açúcares e aminoácidos), podendo até destruir cloroplastos nas folhas, causando necrose e atrofia, particularmente sob intensa luminosidade; (f) perda da integridade das membranas também pela desestabilização e desorientação estrutural de proteínas devido à quebra das ligações do Zn com os grupos sulfidrilas (-SH).

Os sintomas mais comuns da deficiência de Zn em dicotiledôneas seriam o crescimento retardado, com o encurtamento dos internódios e uma redução da área foliar. Combinados com estes sintomas, às folhas mais novas apresentam clorose e necrose. Ocorre da redução de grãos e sementes, devido ao papel específico do Zn na fertilização, afetando a germinação dos grãos de pólen (Marschner, 1995).

Mengel e Kirkby (1987) descrevem que na deficiência de Zn ocorre clorose internerval das folhas, com colorações verdes claro, amarelcidas ou esbranquiçadas, distribuição irregular de cachos e/ou rosetas de folhas pequenas dormentes que foram formadas no final das gemas jovens, bem como a diminuição do número de brotos e internódios mais curtos.

Para Epstein e Bloom (2005) os sintomas clássicos de deficiência de Zn são folhas pequenas e formação de rosetas. Ambos os sintomas resultam da dificuldade dos tecidos em crescer normalmente. A dificuldade das folhas em expandir-se as tornam pequenas e a dificuldade dos internódios em alongar-se, levam as folhas de nós sucessivos a se aproximarem, dando origem ao sintoma de “roseta”. Em algumas espécies, as folhas se tornam cloróticas, mas em outras elas podem tornar-se verde-escuras ou azul-esverdeadas, torcidas e necróticas. O florescimento e frutificação são muito reduzidos sob condições de severa deficiência de Zn e a planta toda pode ficar raquítica e disforme.

Em mudas de *Piper nigrum*, Veloso et al. (1998a) observaram a deficiência de Zn, em casa de vegetação. A omissão deste nutriente resultou em clorose generalizada das folhas mais novas, nas quais, mostraram-se mais estreitas e alongadas; com internódios mais curtos.

Salvador et al. (1999) observaram a deficiência de Zn em plantas de *Psidium guajava* em casa de vegetação. A carência desse nutriente provocou clorose internerval das folhas mais novas, as quais, mostraram-se pequenas, estreitas e pontiagudas, com nervuras salientes.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi conduzido em casa de vegetação do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA, Universidade de São Paulo, Piracicaba-SP, definida geograficamente pelas coordenadas 22° 42' 30'' de latitude sul, 47° 38' 00'' de longitude oeste e a 546m de altitude sendo o clima da região classificado segundo Koeppen como CWA, subtropical, com inverno seco, temperatura do mês mais quente > 22°C (Ometto, 1991).

#### 3.1 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com três repetições, sendo cada repetição representada por um vaso com uma planta, perfazendo assim um total de 39 plantas, por espécie. Foram estudadas 17 espécies nativas: sendo 11 espécies pioneiras e/ou secundárias iniciais e 6 espécies secundárias tardias e/ou clímax (tabela 2), o que totalizou em 663 vasos no experimento como um todo.

Tabela 2 - Espécies mais comumente utilizadas ou recomendadas em projetos de recuperação de áreas degradadas no Estado de São Paulo, com ênfase nas formações ribeirinhas

Família	Nome Científico	Autor	Nome Popular
Espécies iniciais da sucessão pioneiras e/ou secundárias iniciais			
Anacardiaceae	<i>Tapirira guianensis</i>	Aubl.	tapirira
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i>	St. Hil.	paineira
Cecropiaceae	<i>Cecropia pachystachya</i>	Trec.	embaúba
Euphorbiaceae	<i>Croton urucurana</i>	Baill.	sangra-d'água
Fabaceae	<i>Lonchocarpus muehlbergianus</i>	Hassl.	embira-de-sapo
Fabaceae	<i>Acacia polyphylla</i>	DC.	monjoleiro
Fabaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	(Vell.)	orelha-de-nego
Fabaceae	<i>Inga uruguensis</i>	Hook et Arn	ingá
Malvaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Lam.	mutambo
Lamiaceae	<i>Aegiphila sellowiana</i>	Cham.	tamanqueiro
Verbenaceae	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Cham.	pau-viola
Espécies finais da sucessão secundárias tardias e/ou clímax			
Anacardiaceae	<i>Astronium graveolens</i>	Jacq.	guaritá
Fabaceae	<i>Hymenaea courbaril</i>	L.	jatobá
Lecythidaceae	<i>Cariniana legalis</i>	(Mart.) Kuntze	jequitibá-rosa
Fabaceae	<i>Myroxylon peruiferum</i>	L.f.	cabreúva
Rubiaceae	<i>Genipa americana</i>	L.	jenipapo
Rutaceae	<i>Esenbeckia leiocarpa</i>	Engl.	guarantã



As mudas das diferentes espécies foram transplantadas em vasos com capacidade para 2 litros, onde permaneceram por três semanas em solução de JOHNSON et al. (1957), modificada, com a metade da concentração da solução original com todos os macros e micronutrientes

Após esse procedimento deu-se início à omissão dos elementos: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn (diagnose por subtração) (Tabela 3), sendo que em um deles a espécie continuou sendo cultivada em solução nutritiva completa, com todos os macros e micronutrientes (tratamento completo).

Tabela 3 - Composição química das soluções nutritivas utilizadas no experimento

Solução estoque	Tratamentos (ml/L)												
	Completo	Omissão											
		N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
KNO <sub>3</sub> (M*)	3	0,3	3	0,3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Ca (NO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> - 4H <sub>2</sub> O *	2	0,2	2	2	0,2	2	2	2	2	2	2	2	2
NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> *	1	0,1	0,1	1	1	1	1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
MgSO <sub>4</sub> 7H <sub>2</sub> O *	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,05	0,05	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
KCl (M*)	-	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
CaSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O (0,01*)	-	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> *	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	-	-
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> *	-	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub> *	-	-	0,45	1,35	1,8	-	-	-	-	-	-	-	-
MgCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O *	-	-	-	-	-	-	0,45	-	-	-	-	-	-
Micro completo**	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	-	0,5	-	-	-
omissão B	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-	-
omissão Cu	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-	-	-
omissão Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-	-
omissão Mo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-
omissão Zn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5
Fe-EDTA***	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	-	0,5	0,5	0,5

\* Solução 1 molar

\*\* A solução estoque de micronutrientes tem a seguinte composição (g/L): 3,728 de KCl; 1,546 de H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>; 0,338 de MnSO<sub>4</sub>.H<sub>2</sub>O; 0,575 de ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O; 0,125 de CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O; 0,081 de H<sub>2</sub>MoO<sub>4</sub>; 6,922 Fe-EDTA

\*\*\* Fe-EDTA: 33,3g EDTA, 24,7g de FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O e 89,9ml de NaOH 1N.

A cada três semanas foram realizados a troca das soluções nutritivas e os levantamentos dos parâmetros biométricos (altura total, diâmetro do caule, número de folhas e ramos).

### **3.2 Diagnose visual**

Em todos os tratamentos foram observados os sintomas de deficiência através das características visuais observadas nas 17 espécies. Foram fotografadas e descritas as principais características de deficiência de todos os tratamentos.

### **3.3 Avaliações das variáveis biométricas**

Para a avaliar o desenvolvimento das mudas florestais cultivadas em solução nutritiva com omissão de macro e micronutrientes foram realizadas, avaliações dos parâmetros biométricos, que foram: altura (cm) medida a partir do colo da planta até o ápice da folha superior, diâmetro do colo (mm), número de ramos e folhas. Essas avaliações foram realizadas logo após a troca de soluções nutritivas, ou seja, a cada três semanas.

### **3.4 Produção de biomassa**

As mudas permaneceram na casa de vegetação até apresentarem sintomas visuais de deficiência bem acentuada, quando foram coletadas, juntamente com o tratamento completo, onde foram separadas em parte aéreas (folhas + ramos + caule) e raízes.

As diferentes partes da planta foram, então, lavadas em água deionizada e postas a secar em estufa de circulação forçada a uma temperatura variando de 65°C a 70°C, até atingir massa constante. Após a secagem do material vegetal foram determinadas a massa da matéria seca da parte aérea (folhas + ramos + caule) e raiz, que em seguida foram moídas em moinho tipo Wiley, para serem analisadas quimicamente (item 3.5).

### **3.5 Análise e determinação analítica dos nutrientes**

O preparo do extrato e a determinação analítica do material vegetal foram realizados segundo MALAVOLTA et al.(1997), variando de acordo com o elemento a ser analisado:

Nitrogênio – Extração através da digestão sulfúrica (ácido sulfúrico com sais e catalisadores). Determinação analítica por titulação (semi-micro–Kjeldahl)

Boro e Molibdênio – Extração através da digestão por via seca (incineração em mufla). Determinação analítica por Colorimetria da Azometina–H.

Fósforo, Potássio, Cálcio, Magnésio, Enxofre, Cobre, Ferro, Manganês e Zinco – Extração através da digestão nítrico perclórica. Determinação analítica por espectrometria de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente ICP-AES (optima 3000 DV).

Os resultados foram submetidos a uma análise de variância e subsequente teste de comparação de médias (Tukey 5%).

### **3.6 Estudo ultraestrutural das folhas de *Ceiba speciosa* St. Hil. (paineira)- Malvaceae.**

Para avaliação ultraestrutural comparativa de células do mesófilo foliar foram coletadas amostras do limbo de folhas com sintomatologia de deficiência de macro e micronutrientes, bem como amostras do tratamento completo. Foi levada em consideração a folha que melhor refletiu o estado nutricional, ou seja, folhas inferiores para os tratamentos completos e deficientes (apresentando sintomas) em N, P, K, Mg e Mo; e folhas superiores para os tratamentos completos e deficientes (apresentando sintomas) em Ca, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

#### **3.6.1 Roteiro de preparação das amostras**

##### **3.6.1.1 Fixação**

Pequenas porções de tecidos foliares (1x2mm), de *Ceiba speciosa* (paineira) foram fixadas em solução de Karnovsky (1965), modificada: glutaraldeído 2% , paraformaldeído 2%, cloreto de cálcio 0,001M em tampão cacodilato de sódio (0,1M PH 7,2) por 2 horas a 4 °C.

### **3.6.1.2 Pós-fixação**

Após a lavagem durante 3x15' em tampão cacodilato 0,1M, as amostras foram pós-fixadas em tetróxido de ósmio 1% em tampão cacodilato de sódio 0,1M, por um período de 1 hora em temperatura ambiente (Burkl e Schiechl, 1968)

### **3.6.1.3 Pré-coloração**

Após rápidas lavagens com solução salina 0,9% as amostras foram coradas “em bloco” com acetato de uranila 2,5% em água a 4 °C por 12 horas (Watson, 1958).

### **3.6.1.4 Desidratação**

A desidratação foi feita com acetona nas seguintes concentrações em água (Kushida, 1965): acetona 25%; 50%, 75% - 5'(1x5'); 90% - 20' (2x10'); 100% - 60' (3x20').

### **3.6.1.5 Inclusão**

Posteriormente, os espécimes foram incluídos em resina Epon 812 a 70 °C durante 48 horas.

### **3.6.1.6 Microtomia**

Os blocos foram preparados para obtenção de cortes ultrafinos, os quais foram realizados no ultramicrótomo Porter Blum.

Os cortes ultrafinos foram colocados em grades de cobre previamente cobertas com colódio e corados com acetato de uranila 2,5% em água, e citrato de chumbo (Reynolds 1963) .

### **3.6.1.7 Exame das amostras**

As interpretações dos resultados foram realizadas através de fotografias digitalizadas ampliadas das amostras examinadas em microscópio eletrônico (Zeiss EM-900 operando a 50KV).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Diagnose visual

Apesar dos sintomas de deficiência visual terem se apresentados em períodos distintos para os diferentes grupos ecológicos (iniciais e finais da sucessão), esses sintomas mostraram-se típicos para os elementos em questão: N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, e com um denominador comum para as diferentes espécies (Tabela 2), descritos a seguir:

#### 4.1.1 Nitrogênio (N)

As espécies apresentaram clorose generalizada das folhas mais velhas como resultados da proteólise. Redução do perfilhamento devido à inibição de gemas axilares, resultando em caules menos ramificados. Senescência precoce da folhas.

O crescimento retardado e lento das espécies florestais pode ser explicado devido ao papel desempenhado por esse elemento no metabolismo da planta, já que o nitrogênio é um constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucléicos (Taiz; Zeiger, 2004).

As espécies *Croton urucurana* e *Cytherexylum myrianthum* apresentaram além dos sintomas descritos, o desenvolvimento de manchas avermelhadas ao longo do limbo foliar, devido ao acúmulo de antocianinas.

#### 4.1.2 Fósforo (P)

As plantas deficientes apresentaram inicialmente nas folhas mais velhas, coloração verde-azulada com pouco brilho e ângulo foliar mais estreito. Foi observado o desenvolvimento de manchas arroxeadas em todo o limbo, devido ao acúmulo de antocianina o que é típico de falta de P. As espécies florestais apresentaram redução do crescimento e do perfilhamento devido à inibição de gemas axilares, resultando em caules menos ramificados.

As espécies *Croton urucurana*, *Cytherexylum myrianthum*, *Acacia polyphylla*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Ceiba speciosa* e *Astronium graveolens* apresentaram além dos sintomas descritos o desenvolvimento de clorose ao longo do limbo foliar.

#### **4.1.3 Potássio (K)**

A deficiência de K ocasionou clorose e necrose das margens e pontas das folhas, inicialmente das mais velhas, diminuição da dominância apical e deficiência de ferro induzida.

Sendo o K ativador de numerosas enzimas, sua deficiência acarreta distúrbios em eventos metabólicos, como por exemplo, acumulação de compostos nitrogenados livres ou solúveis. Estes compostos podem ser aminoácidos, amidas e amônia, além de aminas, produtos da descarboxilação de aminoácidos, como putrescina, N-carbamilputrescina e agmatina. Esta última provavelmente, foi a responsável pelas manchas necróticas que apareceram nas folhas deficientes (Epstein, 1975; Malavolta, Crocomo, 1982).

#### **4.1.4 Cálcio (Ca)**

As plantas deficientes de Ca apresentaram clorose internerval seguida de necrose das folhas mais novas com crescimento não uniforme e murchamento das mesmas e colapso do pecíolo. Foi constatada ainda morte das gemas terminais e gemas laterais dormentes.

#### **4.1.5 Magnésio (Mg)**

A deficiência de Mg ocasionou uma clorose internerval seguida de necrose das folhas mais velhas. Essa clorose é característica determinante dos efeitos da deficiência de Mg, pois esse elemento é parte da estrutura da clorofila, sua deficiência acarreta diminuição no pigmento, provocando clorose (Taiz; Zeiger, 2004)

As espécies *Croton urucurana* e *Cytherexylum myrianthum*, apresentaram além dos sintomas descritos, o desenvolvimento de manchas avermelhadas ao longo do limbo foliar.

#### **4.1.6 Enxofre (S)**

As plantas deficientes de S apresentaram clorose uniforme das folhas mais novas, as quais, mostraram-se pequenas, com enrolamento das margens (folhas mal formadas), seguidas de necrose e desfloramento.

#### 4.1.7 Boro (B)

A deficiência de B apresentou clorose irregular das folhas mais novas, as quais, eram pequenas, mais grossas e quebradiças, com nervuras suberificadas e salientes. Os caules apresentaram-se rígidos, quebradiços e mais grossos. Internódios mais curtos. Morte do meristema apical do caule devido à inibição da divisão celular tornando as plantas altamente ramificadas.

As espécies *Croton urucurana*, *Cariniana legalis*, *Esenbeckia leiocarpa*, *Guazuma ulmifolia*, *Inga uruguensis*, *Myroxylon peruiferum* e *Genipa americana* apresentaram crescimento reduzido na ausência de B.

#### 4.1.8 Cobre (Cu)

As plantas deficientes apresentaram coloração verde-azulada das folhas mais novas, tornando-se cloróticas (pontas e margens), com posterior necrose. As manchas necróticas apareceram primeiramente nos ápices das folhas jovens, que se estenderam em direção à base da folha, ao longo das margens. As nervuras tornaram-se muito salientes provocando o encurvamento e a deformação das folhas. Gemas múltiplas, caules e ramos tortuosos, perda de lignificação com ramos ficando com o aspecto de “caído”.

A espécie *Croton urucurana* apresentou além dos sintomas descritos o desenvolvimento de manchas avermelhadas ao longo do limbo.

#### 4.1.9 Ferro (Fe)

A deficiência de Fe ocasionou clorose internerval com aparência de um retículo fino, ou seja, as nervuras ficam verde-escuras, enquanto o limbo verde-claro das folhas mais novas.

As folhas tornaram-se cloróticas porque o ferro é necessário para a síntese de alguns dos complexos clorofila-proteína no cloroplasto. A baixa mobilidade do ferro deve-se, provavelmente, à sua precipitação nas folhas mais velhas na forma de óxidos ou fosfatos insolúveis ou à formação de complexos com fitoferritina, uma proteína de ligação de ferro encontrada na folha e em outras partes da planta (Taiz; Zeiger, 2004).



#### **4.1.10 Manganês (Mn)**

Na deficiência de Mn as espécies apresentaram clorose internerval com aparência de um retículo grosso, ou seja, as nervuras e áreas adjacentes ficaram verde-escuras, enquanto o limbo verde-claro das folhas mais novas. Com a intensificação dos sintomas ocorreu o aparecimento de pontuações necróticas por todo limbo.

Os sintomas de clorose podem ser causados por um distúrbio na estrutura do cloroplasto, como consequência de uma inibição da síntese de lipídeos. Já o aparecimento de pontuações necróticas pode ser devido ao aumento na formação de radicais de oxigênio, como consequência da inibição da reação de Hill sob alta intensidade de luz (Römheld, 2001).

#### **4.1.11 Molibdênio (Mo)**

As plantas deficientes de Mo apresentaram clorose internerval (manchas amarelo-esverdeadas) em folhas mais velhas; murcha das margens e encurtamento do limbo para baixo, seguida de necrose (pontas e margens).

A necrose das folhas mais velhas é devido à inibição da atividade do nitrato redutase e subsequente acúmulo de nitrato (Mengel; Kirkby, 1987; Bergmann, 1992).













#### **4.1.12 Zinco (Zn)**

Na deficiência de Zn, as espécies apresentaram crescimento retardado com encurtamento dos internódios formando rosetas de folhas no ápice dos ramos. As folhas mais novas mostraram-se pequenas, estreitas e lanceoladas, com clorose internerval.

A clorose que ocorreu nas folhas mais novas foi devido a distúrbios na formação de cloroplastos e degradação de clorofila em alta intensidade de luz, como consequência da grande formação e da inibição de radicais tóxicos de oxigênio (Cakmak, Marschner, 1988). Já a causa da redução do crescimento em expansão das folhas pode ser o envolvimento do zinco na síntese de proteínas e ácido indol acético (Taiz; Zeiger, 2004).

A Tabela 4 mostra uma chave geral para identificação dos sintomas de deficiência de macro e micronutrientes em espécies florestais em que se levou em conta, principalmente o aspecto das folhas, já que estas, de modo geral, são os órgãos que refletem melhor o estado nutricional.

Tabela 4 - Chave geral para identificação dos sintomas de deficiências de macro e micronutrientes em espécies florestais nativas

Sintomas	Figuras
<b>-----Macronutrientes-----</b>	
<b>Nitrogênio</b> Clorose em geral uniforme das folhas mais velhas; crescimento retardado e lento; senescência precoce das folhas.	1 
<b>Fósforo</b> Cor verde azulada com ou sem amarelecimento das margens das folhas mais velhas; ângulo foliar mais estreito	2 
<b>Potássio</b> Clorose e necrose das pontas e margens das folhas mais velhas	3 
<b>Cálcio</b> Clorose internerval seguida de necrose das folhas mais novas com crescimento não uniforme, murchamento das mesmas e colapso do pecíolo	4 
<b>Magnésio</b> Clorose e necrose internerval das folhas mais velhas	5 
<b>Enxofre</b> Clorose uniforme das folhas mais novas	6 
<b>-----Micronutrientes-----</b>	
<b>Boro</b> As folhas novas apresentaram-se menores e deformadas, com clorose irregular; nervuras suberificadas; morte do meristema apical do caule; encurtamento de internódios; superbrotamento de ramos; fendas na casca	7 
<b>Cobre</b> Coloração verde-azulada das folhas mais novas, tornando-se cloróticas (pontas e margens), com posterior necrose; nervuras muito salientes provocando o encurvamento e a deformação das folhas; gemas múltiplas.	8 
<b>Ferro</b> Clorose das folhas mais novas, nervuras em retículo verde e fino	9 
<b>Manganês</b> Clorose das folhas mais novas, nervuras em retículo verde e grosso	10 
<b>Molibdênio</b> As folhas mais velhas apresentaram clorose internerval, manchas amarelo-esverdeadas, com encurtamento do limbo foliar para baixo.	11 
<b>Zinco</b> As folhas novas tornaram-se lanceoladas, estreitas e pequenas, clorose internerval; internódios mais curtos formando rosetas de folhas no ápice dos ramos.	12 

**Figura 1** Verbenaceae *Cytherexylum myrianthum* Cham Deficiência de Nitrogênio



**Sintomas de deficiência** – Folhas amareladas, inicialmente as mais velhas; ângulo agudo entre caule e folhas; Dormência das gemas laterais; senescência precoce; folhas menores.

**Características da espécie** - árvore pioneira de médio porte, heliófita, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, ocorrendo na floresta pluvial atlântica e na floresta estacional semidecidual, geralmente em terrenos sempre úmidos. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas pela avifauna. **Ocorrência** – Bahia ao Rio Grande do Sul, na floresta pluvial atlântica e matas de galeria (Lorenzi, 1992).

**Anacardiaceae** **Deficiência de Fósforo**  
**Figura 2** ***Astronium graveolens* Jacq**

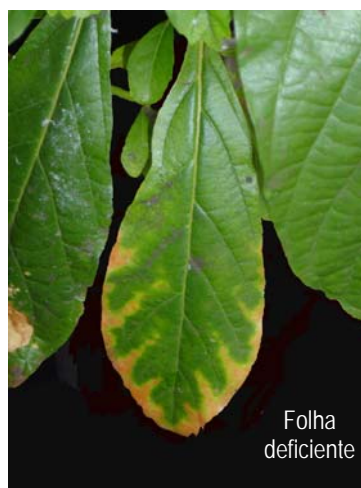


**Sintomas de deficiência** – Folhas verde azuladas, inicialmente as mais velhas; ângulo foliar mais estreitos; menor perfilhamento; gemas laterais dormentes.

**Características da espécie** – árvore de médio porte, perenifólia, heliófita, pioneira, de crescimento rápido, resistente a geadas fracas. Produz anualmente grande quantidade de sementes amplamente disseminada pelo vento. **Ocorrência** – Sul da Bahia, Espírito Santo e Minas Gerais na floresta pluvial da encosta atlântica e, Mato Grosso do Sul e Minas Gerais até o Rio Grande do Sul na floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná (Lorenzi, 1992).



**Figura 3** Verbenaceae *Cytherexylum myrianthum* Cham Deficiência de Potássio



**Sintomas de deficiência** – Clorose e necrose das margens e pontas das folhas, inicialmente das mais velhas; diminuição da dominância apical; deficiência de ferro induzida.

**Características da espécie** - árvore pioneira de médio porte, heliófita, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, ocorrendo na floresta pluvial atlântica e na floresta estacional semidecidual, geralmente em terrenos sempre úmidos. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas pela avifauna. **Ocorrência** – Bahia ao Rio Grande do Sul, na floresta pluvial atlântica e matas de galeria (Lorenzi, 1992).

**Figura 4** Euphorbiaceae  
*Croton urucurana* Baill

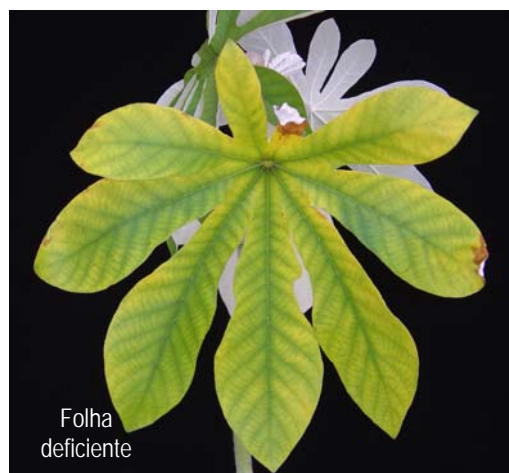
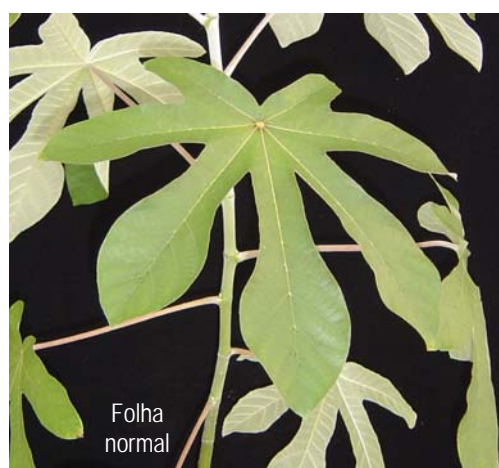
**Deficiência de Cálcio**



**Sintomas de deficiência** – clorose internerval seguida de necrose das folhas mais novas com crescimento não uniforme e murchamento das mesmas e colapso do pecíolo

**Características da espécie** - árvore pioneira de pequeno a médio porte, heliófita, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, característica de terreno muito úmidos e brejosos, principalmente da floresta latifoliada semidecídua. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas pela avifauna. **Ocorrência** – Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul em matas ciliares de várias formações florestais (Lorenzi, 1992).

**Cecropiaceae** **Deficiência de Magnésio**  
**Figura 5** ***Cecropia pachystachya* Trec**

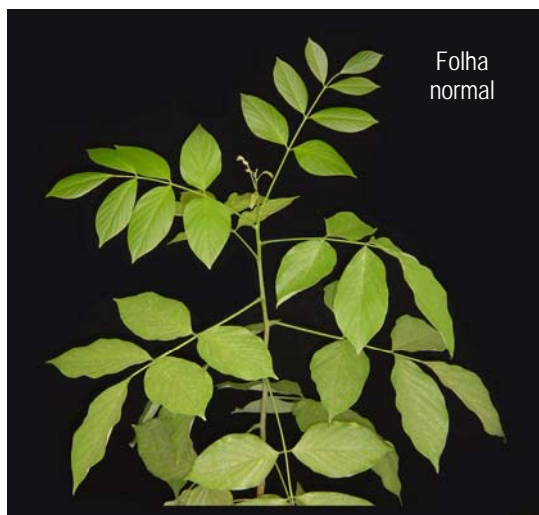


**Sintomas de deficiência** – Clorose internerval, usualmente começando e sendo mais severas nas folhas mais velhas.

**Características da espécie** – árvore pioneira, de pequeno porte, heliófita, de crescimento muito rápido e ciclo de vida curto. **Ocorrência** – Ceará, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul até Santa Catarina, em varias formações florestais (Lorenzi, 1992).



**Fabaceae** **Deficiência de Enxofre**  
**Figura 6** ***Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl**

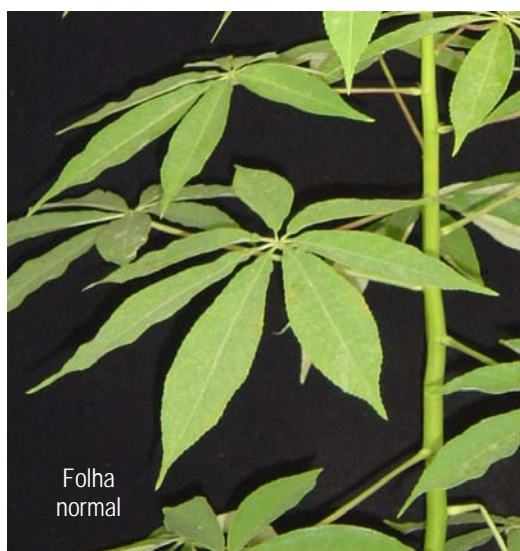


**Sintomas de deficiência** – Clorose uniforme das folhas mais novas, folhas pequenas com enrolamento das margens seguido de necrose e desfolhamento.

**Características da espécie** – árvore de médio a grande porte, secundária inicial, comumente encontrada colonizando áreas abertas, preferindo solos profundos, férteis e úmidos. **Ocorrência** – Minas Gerais, Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul, principalmente na floresta latifoliada semidecídua da Bacia do Paraná (Lorenzi, 1992).



**Malvaceae** **Deficiência de Boro**  
**Figura 7** ***Ceiba speciosa* St. Hil**



**Sintomas de deficiência** – Folhas mais novas apresentam-se pequenas, deformadas, mais grossas e quebradiças, com clorose irregular; nervuras suberificadas e salientes; morte de meristema apical do caule, tornando a planta altamente ramificada.

**Características da espécie** – árvore de grande porte, heliófita, de crescimento rápido. Comportase como secundária inicial ocupando clareiras e às vezes colonizando áreas abertas. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, disseminadas pelo vento. **Ocorrência** – Rio de Janeiro, Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Norte do Paraná (Lorenzi, 1992).

**Figura 8** Euphorbiaceae  
*Croton urucurana* Baill

**Deficiência de Cobre**



**Sintomas de deficiência** – As folhas novas apresentam-se verde escuras, tornando-se cloróticas (pontas, margens); nervuras salientes provocando o encurvamento e deformação das folhas; gemas múltiplas; caules e ramos tortuosos.

**Características da espécie** - árvore pioneira de pequeno a médio porte, heliófita, de crescimento rápido e ciclo de vida curto, característica de terreno muito úmidos e brejosos, principalmente da floresta latifoliada semidecídua. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis, amplamente disseminadas pela avifauna. **Ocorrência** – Bahia, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Mato Grosso do Sul até o Rio Grande do Sul em matas ciliares de várias formações florestais (Lorenzi, 1992).

**Figura 9** Fabaceae  
*Acacia polyphylla* DC

**Deficiência de Ferro**

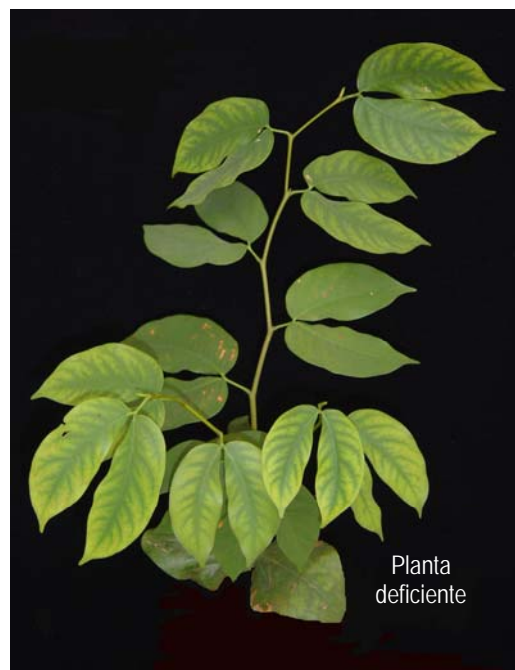


**Sintomas de deficiência** – clorose internerval com aparência de um retículo fino, ou seja, as nervuras ficam verde-escuras, enquanto o limbo verde-claro das folhas mais novas.

**Características da espécie** – árvore de médio porte, crescimento rápido, pioneira, heliófita. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis. **Ocorrência** – Região amazônica até o Paraná, na floresta latifoliada semidecídua. E particularmente freqüente nos Estados de Mato Grosso do Sul, São Paulo e Paraná (Lorenzi, 1992).



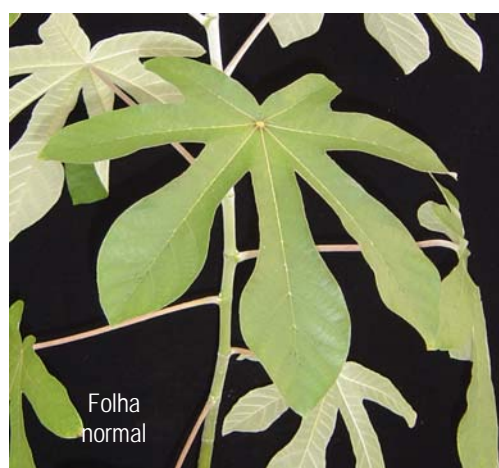
**Figura 10** Fabaceae *Hymenaea courbaril* L. var Deficiência de Manganês



**Sintomas de deficiência** – clorose internerval com aparência de um retículo grosso, ou seja, as nervuras e áreas adjacentes ficaram verde-escuras, enquanto o limbo verde-claro das folhas mais novas.

**Características da espécie** – árvore de grande porte de crescimento relativamente lento, característica da floresta estacional semidecidual, onde ocupa o estrato dominante. Produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis. **Ocorrência** – Piauí até o Norte do Paraná, na floresta semidecídua e cerradões (Lorenzi, 1992).

**Cecropiaceae** **Deficiência de Molibdênio**  
**Figura 11** ***Cecropia pachystachya* Trec**



**Sintomas de deficiência** – Clorose internerval, manchas amarelo-esverdeadas em folhas mais velhas; murcha das margens e encurtamento do limbo para baixo.

**Características da espécie** – árvore pioneira, de pequeno porte, heliófita, de crescimento muito rápido e ciclo de vida curto. **Ocorrência** – Ceará, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso do Sul até Santa Catarina, em várias formações florestais (Lorenzi, 1992).

**Lecythidaceae** **Deficiência de Zinco**  
**Figura 12** ***Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze**



**Sintomas de deficiência** – Folhas mais novas apresentam-se pequenas, estreitas e alongadas com clorose internerval; internódios mais curtos formando rosetas de folhas no ápice dos ramos, acarretando uma redução no crescimento em altura.

**Características da espécie** – árvore de grande porte heliófita, emergente no dossel, crescimento relativamente lento, prefere terrenos úmidos, sendo mais abundante as margens dos rios, tolerando inundações periódicas. **Ocorrência** – Espírito Santo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, São Paulo e Mato Grosso do Sul, tanto na floresta pluvial atlântica como na latifoliada semidecídua da bacia do Paraná (Lorenzi, 1992).

Das 17 espécies estudadas foi possível verificar que a omissão dos nutrientes resultou em alterações morfológicas traduzidas em anormalidades visíveis, sendo que, a omissão dos micronutrientes B, Fe Cu e Zn causaram em primeiro lugar tais sintomas, seguindo-se os macronutrientes N, P e K, independentemente do grupo ecológico (iniciais ou finais da sucessão) a que a espécie em questão pertencia.

Quando agrupadas as espécies florestais com base nas características ecológicas em iniciais da sucessão (pioneiras e /ou secundárias iniciais) e finais da sucessão (secundárias tardias e/ou clímax) detectamos comportamentos distintos desses grupos, em respostas à omissão dos macros e micronutrientes, ou seja, as mudas de espécies iniciais da sucessão (pioneiras e /ou secundárias iniciais) mostraram-se mais sensíveis à omissão dos nutrientes, mostrando os sintomas de deficiências visuais mais rapidamente do que as mudas de espécies finais da sucessão (secundárias tardias e/ou clímax), que tem crescimento mais lento.

De um modo geral os sintomas de deficiência encontradas nas espécies florestais correspondem aos padrões descritos para as plantas cultivadas.

## 4.2 Avaliações das variáveis biométricas

A seguir encontram-se os resultados das avaliações dos parâmetros biométricos (altura total, diâmetro do colo, número de ramos e folhas) de cada uma das 17 espécies estudadas (Tabela 2). Os dados foram submetidos ao teste de comparação de médias através do teste Tukey a 5% probabilidade, para cada espécie, nos diferentes tratamentos.

### 4.2.1 *Astronium graveolens* Jacq. (guarita)-Anacardiaceae

A espécie *Astronium graveolens* (guarita) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 5), sendo que, N foi o que mais influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura. Já o diâmetro do colo, nº de ramos e de folha foram afetados principalmente pela omissão do Mg.

Tabela 5 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Astronium graveolens* (guarita)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos <sup>(3)</sup>	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
Completo	48,86bcd <sup>(1)</sup>	10,66ab	1,40ab	13,66ab
Omissão de N	39,07d	7,97bcd	1,07ab	7,69b
Omissão de P	66,60abc	7,35cd	1,06ab	12,66ab
Omissão de K	79,60a	9,37abc	1,00b	15,20ab
Omissão de Ca	50,28bcd	8,84bcd	1,07ab	8,85ab
Omissão de Mg	43,00cd	6,29d	0,66c	7,41c
Omissão de S	61,86abcd	9,80abc	1,00b	13,13ab
Omissão de B	56,23abcd	8,65bcd	1,46ab	11,61ab
Omissão de Cu	73,53ab	10,56ab	2,00a	16,66a
Omissão de Fe	65,00abc	8,50bcd	1,00b	11,86ab
Omissão de Mn	64,13abc	10,60ab	1,13ab	15,13a
Omissão de Mo	67,06abc	11,89a	1,00b	14,53ab
Omissão de Zn	56,73abcd	9,97abc	1,00b	11,13ab
CV (%)	33,00	24,85	52,33	22,34
Média	59,94	9,34	1,49	12,42
Valor de F <sup>(2)</sup>	4,19***	5,02***	6,07***	6,14***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .



Entretanto, as mudas de guaritá sob omissão de K, Mo e Cu apresentaram respectivamente, maior desenvolvimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas.

A razão pelo qual os tratamentos com ausência de Cu proporcionaram os maiores números de ramos e folhas estão, provavelmente, relacionadas com o sintoma de deficiência do nutriente, pois segundo Malavolta et al. (1997) e Epstein e Bloom (2005), um dos sintomas característicos de plantas deficientes em Cu é a presença de gemas múltiplas nos indivíduos, resultando numa aparência de arbustos.

Embora a espécie tenha apresentado os maiores números de ramos e folhas nos tratamentos com omissão de Cu, estes não causaram diferenças significativas na produção de matéria seca da parte aérea, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 22)

#### **4.2.2 *Tapirira guianensis* Aubl. (tapirira)-Anacardiaceae**

A espécie *Tapirira guianensis* (tapirira) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 6), sendo que Ca foi o que mais influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura. Já o diâmetro do colo e número de ramos e folhas foi prejudicado principalmente pela omissão do K.

Comportamento semelhante foi observado por Muniz e Silva (1995) para mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) e por Mendonça et al. (1999) para mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão), onde a omissão de Ca e K limitou significativamente o crescimento das espécies.

As mudas de tapirira sob omissão de Mo apresentaram maior desenvolvimento em diâmetro do colo e número de folhas. Em alguns casos, especialmente para os micronutrientes como Mo, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta possa crescer sem dependência externa (Jacob-Neto; Rossetto, 1998).

Tabela 6 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos <sup>(3)</sup>	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
Completo	67,77a <sup>(1)</sup>	12,45abcd	3,16a	21,72a
Omissão de N	47,05bc	11,81bcde	1,50bc	13,33bc
Omissão de P	63,83ab	13,25abc	1,50bc	17,66ab
Omissão de K	45,25bc	10,02e	1,68bc	11,81c
Omissão de Ca	43,94c	11,18de	1,72bc	12,33bc
Omissão de Mg	46,72bc	11,69bcde	2,50ab	16,77abc
Omissão de S	53,94abc	11,46cde	2,55ab	15,66abc
Omissão de B	62,83abc	13,57ab	1,00c	15,77ab
Omissão de Cu	62,11abc	13,29abc	1,55bc	14,44bc
Omissão de Fe	55,22abc	13,24abc	1,33bc	13,55bc
Omissão de Mn	54,83abc	11,58bcde	2,11ab	16,55ab
Omissão de Mo	55,83abc	13,90a	2,00ab	20,22a
Omissão de Zn	56,61abc	12,95abcd	1,38bc	17,11ab
CV (%)	31,21	14,29	50,70	10,94
Média	55,15	12,36	1,84	15,95
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,34***	6,21***	6,06***	5,54***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.2.2 *Ceiba speciosa* St Hil. (paineira) Malvaceae

A espécie *Ceiba speciosa* (paineira) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 7), sendo que, o macronutriente que mais afetou o desenvolvimento da espécie em altura e diâmetro do colo foi o Ca. Já o número de folhas foi influenciado negativamente pela omissão do N.

O mesmo não ocorreu para as comparações de médias realizadas através do teste Tukey para o número de ramos, nos quais, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Comportamento semelhante foi observado por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa* (quaresmeira) e *Paltycyamus regnellii* (pereira), por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão), onde a omissão de Ca e N limitou significativamente o crescimento das espécies.

Tabela 7 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Ceiba speciosa* (paineira)

Treatamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
Completo	62,61cde <sup>(1)</sup>	21,34abc	1,00a	20,55abc
Omissão de N	59,27de	17,25d	1,00a	14,72c
Omissão de P	67,38bcd	21,00abc	1,00a	22,61abc
Omissão de K	65,77bcde	19,52bcd	1,05a	20,50bc
Omissão de Ca	57,00e	17,75d	1,16a	16,72bc
Omissão de Mg	74,44ab	21,18abc	1,55a	22,27ab
Omissão de S	74,61ab	21,40abc	1,33a	23,77ab
Omissão de B	68,44abcd	21,66ab	1,27a	21,38ab
Omissão de Cu	71,16abc	20,46abc	1,16a	19,83abc
Omissão de Fe	78,00a	22,08a	1,16a	27,05a
Omissão de Mn	72,00abc	19,06cd	1,33a	23,83ab
Omissão de Mo	69,94abc	19,52bcd	1,27a	23,55ab
Omissão de Zn	65,55bcde	19,53abcd	1,05a	18,05bc
CV (%)	12,94	11,30	51,23	10,41
Média	68,17	20,13	1,18	3,00
Valor de F <sup>(2)</sup>	8,71***	7,92***	1,37 <sup>NS</sup>	4,71***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Entretanto, as mudas de paineira apresentaram maior desenvolvimento em altura, diâmetro do colo e número de folhas nos tratamentos com omissão de Fe, porém estes não apresentaram diferenças significativas na produção de matéria seca da parte aérea, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 24).

#### 4.2.3 *Hymenaea courbaril* L. var. (jatobá)-Fabaceae

A espécie *Hymenaea courbaril* (jatobá) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 8), sendo que, a omissão de Ca e K influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura e número de folhas. Já os tratamentos com omissão de Fe e N afetaram respectivamente o diâmetro do colo e número de ramos.

Comportamento semelhante foi observado por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa) e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão), em que a omissão de N, Ca e K limitou significativamente o crescimento dessas espécies.

Tabela 8 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas
<b>Completo</b>	33,52bc(1)	7,01a	1,91a	10,79a
<b>Omissão de N</b>	33,14bc	6,12abcde	1,12b	8,16abc
<b>Omissão de P</b>	34,04bc	6,75abc	1,36ab	9,24ab
<b>Omissão de K</b>	30,82c	6,18abcde	1,26ab	6,04bc
<b>Omissão de Ca</b>	29,89c	5,38ef	1,29ab	5,41c
<b>Omissão de Mg</b>	33,37bc	5,73def	1,37ab	6,95bc
<b>Omissão de S</b>	32,50bc	5,86cde	1,50ab	7,54abc
<b>Omissão de B</b>	40,35a	6,87ab	1,58ab	9,41ab
<b>Omissão de Cu</b>	34,54bc	6,07bcde	1,16ab	6,50bc
<b>Omissão de Fe</b>	31,33bc	4,84f	1,37ab	6,87bc
<b>Omissão de Mn</b>	33,45bc	5,87cde	1,54ab	9,08ab
<b>Omissão de Mo</b>	36,29ab	6,45abcd	1,20ab	7,37abc
<b>Omissão de Zn</b>	30,95bc	6,32abcd	1,50ab	8,04abc
<b>CV (%)</b>	16,76	15,32	55,72	46,49
<b>Média</b>	33,41	6,11	1,40	7,81
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,63***	10,08***	1,78**	4,27***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Entretanto, a omissão de B causou maior crescimento em altura diferindo estatisticamente do tratamento completo. Resultados similares foram observados por Duboc et al. (1994), para a mesma espécie e por Venturin et al. (1996) para mudas de *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), onde a omissão de B não reduziu o crescimento em altura e diâmetro do colo.

#### 4.2.4 *Cecropia pachystachya* Trec (embaúba)-Cecropiaceae

A espécie *Cecropia pachystachya* (embaúba) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 9), sendo que, a omissão de N na solução nutritiva influenciou negativamente a altura, diâmetro do colo, número de folhas e ramos dessa espécie.

O crescimento em altura das mudas de embaúba mostrou-se indiferentes à omissão de P, K, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Mo em relação ao tratamento completo. Já o diâmetro do colo foi maior nos tratamentos com ausência de P, B e Fe, porém, de modo não significativo, quando comparados ao tratamento completo.

Tabela 9 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	84,27bcd <sup>(1)</sup>	17,40ab	1,00b	17,22abc
<b>Omissão de N</b>	62,88e	18,11ab	1,00b	9,61c
<b>Omissão de P</b>	104,38a	19,20a	1,00b	11,77abc
<b>Omissão de K</b>	96,72abc	17,45ab	1,61a	16,77ab
<b>Omissão de Ca</b>	81,44cde	17,49ab	1,00b	11,11bc
<b>Omissão de Mg</b>	113,55a	18,46ab	1,00b	11,38bc
<b>Omissão de S</b>	109,16a	18,55ab	1,00b	11,27bc
<b>Omissão de B</b>	99,33abc	19,22a	1,00b	14,50ab
<b>Omissão de Cu</b>	106,88a	18,73ab	1,00b	12,94abc
<b>Omissão de Fe</b>	105,61a	19,44a	1,44a	17,33a
<b>Omissão de Mn</b>	102,88ab	17,30ab	1,00b	11,16bc
<b>Omissão de Mo</b>	99,27abc	18,09ab	1,00b	11,16bc
<b>Omissão de Zn</b>	73,83de	17,95ab	1,00b	13,66abc
<b>CV (%)</b>	17,39	13,30	29,15	12,51
<b>Média</b>	95,40	18,16	1,08	13,07
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	15,06***	2,64***	7,33***	4,17***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

O maior diâmetro do colo encontrado nos tratamentos com ausência de B, provavelmente, está relacionado com o sintoma de deficiência do nutriente, pois segundo Furlani (2004), a deficiência de B provoca o engrossamento das hastes, pecíolos e caules.

#### 4.2.5 *Croton urucurana* Baill. (sangra d'água)-Euphorbiacea

A espécie *Croton urucurana* (sangra d' água) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 10), sendo que, o tratamento com omissão de Zn influenciou negativamente a altura e o diâmetro do colo. Já o a ausência de N afetou negativamente a número de folhas e ramos nessa espécie.

O crescimento em altura das mudas de sangra d'água mostrou-se indiferentes à omissão de P e S em relação ao tratamento completo. Comportamento semelhante foi observado por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*

(candeia), onde o crescimento em altura da espécie se mostrou indiferente à omissão de P e S.

Tabela 10 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Altura	Diâmetro do colo	Nº Ramos	Nº Folhas
	-----cm-----	-----mm-----		
<b>Completo</b>	68,17a <sup>(1)</sup>	10,51a	1,00b	16,70ab
<b>Omissão de N</b>	42,96de	7,23bc	1,00b	11,84b
<b>Omissão de P</b>	66,92a	9,35ab	1,28ab	16,64ab
<b>Omissão de K</b>	61,67ab	9,10abc	1,57ab	19,28ab
<b>Omissão de Ca</b>	47,06bcde	7,85bc	1,2ab	15,73ab
<b>Omissão de Mg</b>	51,03bcde	7,91bc	1,38ab	17,46ab
<b>Omissão de S</b>	67,29a	9,26ab	1,47ab	16,70ab
<b>Omissão de B</b>	49,22bcde	8,93abc	2,83a	23,77ab
<b>Omissão de Cu</b>	55,42abcd	8,03bc	2,64a	28,85a
<b>Omissão de Fe</b>	59,50abc	8,93abc	1,75ab	24,93ab
<b>Omissão de Mn</b>	45,41cde	7,09bc	1,25ab	13,25ab
<b>Omissão de Mo</b>	57,50abcd	8,33abc	1,2ab	15,35ab
<b>Omissão de Zn</b>	37,12e	6,83c	1,75ab	17,00ab
<b>CV (%)</b>	21,67	21,91	79,25	67,29
<b>Média</b>	55,24	8,51	1,59	18,50
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,52***	1,70*	2,22**	1,97**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

O tratamento com omissão de Cu apresentou números elevados de folhas e ramos. Este resultado, provavelmente está relacionado com o sintoma de deficiência do nutriente, pois segundo Malavolta et al. (1997); Epstein, e Bloom (2005) um dos sintomas característicos de plantas deficientes em Cu é a presença de gemas múltiplas nos indivíduos, dando uma aparência de arbustos.

Embora a espécie tenha apresentado número elevado de folhas e ramos nos tratamentos com ausência de Cu, este não mostrou diferença significativa na produção de matéria seca da parte aérea, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 27).

#### 4.2.6 *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (embira-de-sapo)-Fabaceae

A espécie *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 11), sendo que, o tratamento com omissão de N foi o que mais

influenciou negativamente o incremento em altura, diâmetro do colo, número de folhas e ramos dessa espécie.

Tabela 11 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Altura	Diâmetro do colo	Nº Ramos	Nº Folhas
	----cm----	----mm----		
<b>Completo</b>	33,08bcde <sup>(1)</sup>	7,49ab	1,00ab	8,33abcd
<b>Omissão de N</b>	19,66e	4,87c	0,83b	4,58d
<b>Omissão de P</b>	45,75abc	8,87ab	1,00ab	11,75ab
<b>Omissão de K</b>	42,25abcd	8,17ab	1,00ab	10,75ab
<b>Omissão de Ca</b>	46,41abc	8,55ab	1,00ab	9,66abc
<b>Omissão de Mg</b>	48,50ab	9,53a	1,50a	11,41ab
<b>Omissão de S</b>	54,91a	9,39ab	1,41a	12,58a
<b>Omissão de B</b>	34,58bcde	7,77ab	1,00ab	10,83ab
<b>Omissão de Cu</b>	31,25cde	7,04abc	1,25ab	6,00cd
<b>Omissão de Fe</b>	37,83bcd	7,53ab	1,00ab	8,25abcd
<b>Omissão de Mn</b>	37,75bcd	7,89ab	1,00ab	9,83abc
<b>Omissão de Mo</b>	32,50bcde	6,91bc	1,00ab	9,33abc
<b>Omissão de Zn</b>	28,50de	7,10abc	1,00ab	7,08bcd
<b>CV (%)</b>	32,02	23,57	35,84	36,34
<b>Média</b>	37,92	7,78	1,07	9,26
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,34***	5,33***	1,00***	5,84***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Entretanto, os tratamentos com omissão de S e Mg mostraram-se indiferentes à omissão desses nutrientes, já que apresentou os melhores resultados em altura, diâmetro do colo, número de folhas e ramos.

Comportamento semelhante foi observado por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus* (candeia).

#### 4.2.7 *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze. (jequitibá-rosa)-Lecythidaceae

A espécie *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 12) onde, a omissão de Cu foi o que mais influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do colo e número folhas. Já o número de ramos foi prejudicado principalmente pelo tratamento com ausência de K.

No entanto, os maiores incrementos em altura e diâmetro do colo foram registrados nos tratamentos com omissão de Fe, Mo, respectivamente.

Tabela 12 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Altura	Diâmetro do colo	Nº Ramos	Nº Folhas
	-----cm-----	-----mm-----		
<b>Completo</b>	34,29bc <sup>(1)</sup>	4,76bc	3,62abcd	53ab
<b>Omissão de N</b>	31,08cd	4,73bc	3,08bcd	43,04bc
<b>Omissão de P</b>	35,04bc	5,18ab	4,75ab	45,62b
<b>Omissão de K</b>	36,33abc	4,83bc	1,87d	38,37bc
<b>Omissão de Ca</b>	38,52ab	5,19ab	2,12cd	42,66bc
<b>Omissão de Mg</b>	38,95ab	5,65a	3,00bcd	49,62ab
<b>Omissão de S</b>	35,02bc	4,66bc	2,87cd	51,75ab
<b>Omissão de B</b>	25,54de	4,65bc	3,62abcd	39,91bc
<b>Omissão de Cu</b>	23,25e	4,21c	2,75cd	28,62c
<b>Omissão de Fe</b>	42,45a	5,16ab	3,41abcd	53,00ab
<b>Omissão de Mn</b>	34,75bc	4,59bc	2,08cd	43,08bc
<b>Omissão de Mo</b>	35,20bc	5,81a	3,75abc	48,33ab
<b>Omissão de Zn</b>	22,87e	4,69bc	5,16a	62,9a
<b>CV (%)</b>	20,30	13,89	58,66	38,00
<b>Média</b>	33,33	4,93	3,24	46,15
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	19,21***	10,14***	6,35***	5,61***

(1) Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. (2) \*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

O número elevado de folhas e ramos encontrados nos tratamentos com ausência de Zn está, provavelmente, relacionado com o efeito da carência do nutriente, pois segundo Malavolta et al. (1997); Epstein e Bloom (2005) plantas deficientes em Zn apresentam internódios mais curtos com formando “rosetas” de folhas no ápice dos ramos.

Embora a espécie tenha apresentado número elevado de folhas e ramos nos tratamentos com omissão de Zn este não houve diferença significativa na produção de matéria seca da parte aérea, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 29)

#### 4.2.8 *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro)-Fabaceae

A espécie *Acacia polyphylla* (monjoleiro) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 13), sendo que, o tratamento com omissão de N foi o que mais influenciou



negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas.

Tabela 13 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Altura	Diâmetro do colo	Nº Ramos	Nº Folhas
	----cm----	----mm----		
<b>Completo</b>	47,83defg <sup>(1)</sup>	5,80bcde	3,71a	8,66b
<b>Omissão de N</b>	36,34g	4,68f	1,00c	8,78b
<b>Omissão de P</b>	56,90cde	6,05abcd	2,63b	11,31ab
<b>Omissão de K</b>	73,55abc	6,04abcd	1,00c	10,86ab
<b>Omissão de Ca</b>	62,63abcd	6,22abc	1,08c	10,47ab
<b>Omissão de Mg</b>	60,28bcd	5,73bcdef	1,19c	9,14ab
<b>Omissão de S</b>	65,17abcd	6,62ab	2,82b	12,00ab
<b>Omissão de B</b>	55,50def	5,81bcd	1,00c	8,85b
<b>Omissão de Cu</b>	42,27efg	5,04def	1,11c	11,66ab
<b>Omissão de Fe</b>	38,30fg	4,72ef	2,84b	11,00ab
<b>Omissão de Mn</b>	79,13a	7,10a	1,40c	12,86ab
<b>Omissão de Mo</b>	75,84ab	6,42abc	1,13c	16,59a
<b>Omissão de Zn</b>	47,75defg	5,37cdef	1,54c	9,40ab
<b>CV (%)</b>	28,74	17,59	37,00	65,95
<b>Média</b>	57,87	5,87	1,69	10,89
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	11,81***	6,54***	45,05***	2,02**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores dados de altura, diâmetro do colo, número de folhas e ramos foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mn e Mo, respectivamente. Em alguns casos, especialmente para os micronutrientes, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta possa crescer sem dependência externa (Jacob-Neto; Rossetto, 1998)

#### 4.2.9 *Enterolobium contortisiliquum* Vell. (orelha-de-nego)-Fabaceae

A espécie *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 14). A omissão de N influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do caule, número de ramos e folhas.

No entanto, os tratamentos com omissão de Ca e Mo apresentaram os maiores valores nos parâmetros biométricos, porém, diferindo significativamente do tratamento completo apenas nas variáveis em altura e diâmetro do colo.

Tabela 14 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas
Completo	41,93cde <sup>(1)</sup>	7,44bcde	0,73abc	8,73bcd
Omissão de N	31,80e	4,62e	0,53c	6,86d
Omissão de P	58,80bcde	7,78bcde	0,80abc	9,66abcd
Omissão de K	48,07cde	6,03bcde	0,60bc	7,40cd
Omissão de Ca	103,73a	14,79a	1,00a	13,53a
Omissão de Mg	45,40cde	5,76cde	0,60bc	8,33bcd
Omissão de S	86,67ab	11,38abc	0,93ab	11,80abc
Omissão de B	75,13abc	10,72abcd	0,80abc	10,66abcd
Omissão de Cu	49,00cde	7,44bcde	0,73abc	7,53cd
Omissão de Fe	41,67cde	6,79bcde	0,60bc	7,53cd
Omissão de Mn	70,40abcd	9,56abcde	0,80abc	9,86abcd
Omissão de Mo	87,40ab	11,80ab	1,00a	12,93ab
Omissão de Zn	37,40de	4,80de	0,60bc	6,73d
CV (%)	49,09	58,15	39,91	41,09
Média	59,80	8,38	0,74	9,35
Valor de F <sup>(2)</sup>	8,93***	5,92***	4,25***	5,35***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.2.10 *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã)-Rutaceae

A espécie *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 15), sendo que, os tratamentos com omissão de Cu influenciaram negativamente o desenvolvimento da espécie em altura e número folhas. Já o diâmetro do colo foi afetado principalmente no tratamento com ausência de N.

O mesmo não ocorreu nas comparações de médias realizadas através do teste Tukey para o número de ramos, nos quais, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Os maiores valores do diâmetro do colo foram registrados no tratamento com omissão de B. Este resultado, provavelmente, está relacionado com o efeito da deficiência do nutriente, pois segundo Furlani (2004), a ausência de B provoca o

engrossamento das hastes, pecíolos e caules. Além disso, a dominância apical da planta pode ser perdida, tornando a mesma altamente ramificada (Taiz; Zeiger, 2004).

Tabela 15 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Altura ----cm----	Diâmetro do colo ----mm----	Nº Ramos	Nº Folhas
<b>Completo</b>	16,05a <sup>(1)</sup>	4,01a	1,26a	11,78abc
<b>Omissão de N</b>	11,87cde	3,01d	1,00a	8,79de
<b>Omissão de P</b>	13,35bcde	3,65abc	1,37a	10,50abcd
<b>Omissão de K</b>	12,66bcde	3,49bc	1,20a	11,12abcd
<b>Omissão de Ca</b>	12,20bcde	3,38cd	1,20a	9,29bcde
<b>Omissão de Mg</b>	13,63bcd	3,80abc	1,47a	12,00ab
<b>Omissão de S</b>	14,02abc	3,62abc	1,12a	8,50de
<b>Omissão de B</b>	12,56bcde	4,00a	1,34a	12,56a
<b>Omissão de Cu</b>	11,39e	3,46bc	1,00a	7,60e
<b>Omissão de Fe</b>	14,20ab	3,86ab	1,12a	10,41abcd
<b>Omissão de Mn</b>	11,70de	3,40cd	1,25a	10,58abcd
<b>Omissão de Mo</b>	12,22bcde	3,67abc	1,33a	10,54abcd
<b>Omissão de Zn</b>	12,08bcde	3,63abc	1,00a	9,08cde
<b>CV (%)</b>	16,96	12,30	47,38	27,91
<b>Média</b>	12,87	3,60	1,20	10,18
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	9,56***	11,35***	1,74*	6,44***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Apesar da espécie ter apresentado os maior diâmetro do colo e número de folhas no tratamento com omissão de B, este não influenciou a produção de MSPA, o qual, mostrou-se inferior, quando comparado com o tratamento completo (Tabela 32).

#### 4.2.11 *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo)-Malvaceae

A espécie *Guazuma ulmifolia* (mutambo) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 16), sendo que, o tratamento com omissão de N foi o que mais influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do caule, número de ramos e folhas.

Tabela 16 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas
Completo	56,79a <sup>(1)</sup>	7,88a	6,23a	34,88a
Omissão de N	27,07e	3,99d	1,50b	8,84e
Omissão de P	46,21abc	6,47abc	3,85ab	28,78ab
Omissão de K	49,63ab	6,07bc	2,46b	18,13bcde
Omissão de Ca	36,89cde	5,97bc	2,85b	16,07bcde
Omissão de Mg	39,69bcd	6,00bc	3,84ab	20,30bcde
Omissão de S	43,96bc	6,73ab	3,66ab	27,46abc
Omissão de B	40,87bcd	4,93cd	2,25b	12,83de
Omissão de Cu	34,96cde	4,95cd	1,38b	13,57cde
Omissão de Fe	49,60ab	7,35ab	6,35a	36,42a
Omissão de Mn	42,35bc	5,88bc	4,00ab	27,07abc
Omissão de Mo	45,69abc	6,41abc	3,38b	23,61abcd
Omissão de Zn	29,79de	5,04cd	1,41b	11,66de
CV (%)	22,67	20,83	62,36	49,66
Média	42,33	6,04	3,41	22,02
Valor de F <sup>(2)</sup>	6,39***	5,60***	6,84***	7,37***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.2.12 *Aegiphila sellowiana* Cham. (tamanqueiro)-Lamiaceae

A espécie *Aegiphila sellowiana* (tamanqueiro) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 17), sendo que, os tratamentos com omissão de N, P, K, Cu, Mn e Zn influenciaram negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do colo, número de folhas.

A omissão de Ca apresentou maiores valores em relação à altura, porém, de modo não significativo, quando comparados ao tratamento completo. Comportamento semelhante foi verificado por Venturin et al., (1996).

O aumento no diâmetro do colo, número de ramos e folhas foi verificado no tratamento com omissão de B. Estes resultados, provavelmente estão relacionados com o efeito da carência do nutriente, pois segundo Furlani (2004), a deficiência de B provoca o engrossamento das hastes, pecíolos e caules. Além disso, a dominância apical da planta pode ser perdida, tornando a mesma altamente ramificada (Taiz; Zeiger, 2004).

Tabela 17 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Aegiphila sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas
Completo	26,33ab <sup>(1)</sup>	5,37bc	1,08a	11,83b
Omissão de N	20,75b	4,75c	0,75a	8,50b
Omissão de P	22,83b	4,76c	1,16a	11,75b
Omissão de K	30,83ab	5,14c	1,00a	11,16b
Omissão de Ca	45,25a	8,23ab	1,00a	14,33ab
Omissão de Mg	28,25ab	5,80abc	1,75a	14,66ab
Omissão de S	27,41ab	6,35abc	1,83a	15,66ab
Omissão de B	36,50ab	8,57a	1,66a	20,00a
Omissão de Cu	17,91b	4,01c	1,25a	8,66b
Omissão de Fe	37,91ab	6,60abc	0,83a	12,50ab
Omissão de Mn	19,91b	4,22c	0,91a	10,33b
Omissão de Mo	26,58ab	6,05abc	1,50a	12,33ab
Omissão de Zn	21,41b	5,15c	1,25a	11,66b
CV (%)	52,23	37,25	66,28	45,35
Média	27,83	5,77	1,23	12,57
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,64***	5,08***	2,28***	3,48***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.2.13 *Cytharexylum myrianthum* Cham. (pau-viola)-Verbenaceae

A espécie *Cytharexylum myrianthum* (pau-viola) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 18), sendo que, os tratamentos com falta de Zn e N foram os que mais influenciaram negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do colo, número de folhas e ramos.

Contudo, a omissão de Mo causou maior incremento em altura e diâmetro do colo diferindo estatisticamente do tratamento completo. Em alguns casos, especialmente para os micronutrientes como Mo, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta possa crescer sem dependência externa desse elemento (Jacob-Neto; Rossetto, 1998)

Além do Mo, o tratamento com ausência de B causaram aumento no diâmetro do caule, o que provavelmente está relacionado ao efeito de deficiência do nutriente, pois segundo Furlani (2004), a deficiência de B provoca o engrossamento das hastes, pecíolos e caules.

Tabela 18 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos	Nº Folhas
<b>Completo</b>	53,83bc <sup>(1)</sup>	10,81bcd	7,52a	63,90a
<b>Omissão de N</b>	32,27de	7,70hi	1,00d	15,50de
<b>Omissão de P</b>	52,31bc	10,41cde	1,66cd	23,57bcde
<b>Omissão de K</b>	53,70bc	9,62def	5,35ab	39,90b
<b>Omissão de Ca</b>	36,47de	8,58fgh	2,29bcd	19,64cde
<b>Omissão de Mg</b>	35,58de	7,94hi	4,22bc	33,44bc
<b>Omissão de S</b>	52,43bc	11,07abc	3,69bcd	38,34b
<b>Omissão de B</b>	50,08c	12,20a	3,41bcd	32,54bcd
<b>Omissão de Cu</b>	32,18de	9,51efg	4,21bc	29,84bcde
<b>Omissão de Fe</b>	39,14d	8,23ghi	4,58abc	33,35bc
<b>Omissão de Mn</b>	61,34ab	11,88ab	2,39bcd	33,69bc
<b>Omissão de Mo</b>	63,37a	12,25a	2,60bcd	30,08bcde
<b>Omissão de Zn</b>	29,00e	7,22i	1,00d	12,50e
<b>CV (%)</b>	18,24	11,98	84,32	51,79
<b>Média</b>	46,77	10,02	3,41	31,97
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	21,29***	11,74***	7,96***	10,17***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.2.14 *Inga uruguensis* Hook et Arn (ingá)-Fabaceae

A espécie *Inga uruguensis* (ingá) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 19), sendo que, os tratamentos com omissão de N e Mn foram os que mais influenciaram negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, diâmetro do colo e número folhas, seguidos pelos nutrientes: Zn, B, Fe, S e Cu.

O mesmo não ocorreu nas comparações de médias realizadas através do teste Tukey para o número de ramos, nos quais, não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos.

Tabela 19 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Inga uruguensis* (ingá)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos <sup>(3)</sup>	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
Completo	119,55a <sup>(1)</sup>	12,12a	1,44a	19,11a
Omissão de N	72,00b	9,22b	1,33a	12,44b
Omissão de P	104,22ab	10,63ab	1,77a	15,22ab
Omissão de K	103,88ab	9,28b	2,44a	17,55ab
Omissão de Ca	100,88ab	9,68b	2,44a	15,33ab
Omissão de Mg	102,22ab	9,87ab	2,55a	15,66ab
Omissão de S	88,00b	9,47b	3,00a	16,11ab
Omissão de B	86,44b	9,10b	2,77a	16,00ab
Omissão de Cu	88,66b	8,74b	2,00a	14,22ab
Omissão de Fe	87,11b	8,32b	1,55a	12,55ab
Omissão de Mn	78,33b	8,33b	1,88a	11,88b
Omissão de Mo	97,44ab	9,87ab	2,88a	14,88ab
Omissão de Zn	79,77b	8,83b	2,88a	17,66ab
CV (%)	18,44	15,25	43,02	9,31
Média	94,65	9,50	2,23	15,28
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,70***	4,47***	2,71***	2,83***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.2.15 *Myroxylon peruiferum* L.f. (cabreúva)-Fabaceae

A espécie *Myroxylon peruiferum* (cabreúva) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas com omissão de macro e micronutrientes (Tabela 20), sendo que, a omissão B influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura. Este resultado, provavelmente está relacionado com o efeito da carência do nutriente, que provoca encurtamento dos internódios com engrossamento das hastes, pecíolos e caules. Além disso, a dominância apical da planta pode ser perdida, tornando a mesma altamente ramificada (Taiz; Zeiger, 2004), comprometendo assim o crescimento da mesma.

A carência de Ca prejudicou o desenvolvimento das plantas no diâmetro do colo, número de ramos e folhas.

Comportamento semelhante verificado por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão) em que, a omissão de Ca e B afetou o crescimento em altura e diâmetro das mudas.

Tabela 20 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Myroxylon peruiferum* (cabreúva)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos <sup>(3)</sup>	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	54,22abc <sup>(1)</sup>	7,57a	2,33ab	16,44ab
<b>Omissão de N</b>	60,44ab	7,43abc	2,00ab	16,22ab
<b>Omissão de P</b>	58,11abc	6,40abc	3,88ab	24,77a
<b>Omissão de K</b>	52,44abc	7,07abc	3,33ab	22,33a
<b>Omissão de Ca</b>	46,33bc	6,00c	1,22b	8,55b
<b>Omissão de Mg</b>	47,66bc	6,11c	2,33ab	15,22ab
<b>Omissão de S</b>	53,55abc	6,60abc	2,22ab	23,33a
<b>Omissão de B</b>	43,66c	6,34abc	1,77ab	14,00ab
<b>Omissão de Cu</b>	51,22abc	6,24bc	2,77ab	18,22ab
<b>Omissão de Fe</b>	68,44a	7,56a	5,11a	28,00a
<b>Omissão de Mn</b>	58,77abc	6,87abc	2,66ab	15,11ab
<b>Omissão de Mo</b>	60,44ab	6,46abc	2,11ab	13,77ab
<b>Omissão de Zn</b>	58,22abc	7,33abc	3,66ab	24,33a
<b>CV (%)</b>	18,71	13,23	48,23	16,46
<b>Média</b>	55,14	6,78	2,72	18,48
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,20***	3,95***	2,56***	3,40***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.2.16 *Genipa americana* L. (jenipapo)-Rubiaceae

A espécie *Genipa americana* (jenipapo) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) nas variáveis biométricas afetadas negativamente pela omissão de macro e micronutrientes (Tabela 21). Os nutrientes cuja omissão mais limitou o crescimento em altura da espécie foram: N, P, B, Cu, Mn e Mo.



Tabela 21 - Crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas nos diferentes tratamentos com omissão de macro e micronutrientes para a espécie *Genipa americana* (jenipapo)

Tratamento	Altura -----cm-----	Diâmetro do colo -----mm-----	Nº Ramos <sup>(3)</sup>	Nº Folhas <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	66,88a <sup>(1)</sup>	15,28a	1,14a	19,44a
<b>Omissão de N</b>	44,22c	13,04b	1,00b	14,11abc
<b>Omissão de P</b>	48,11bc	12,90b	1,00b	11,22c
<b>Omissão de K</b>	60,11ab	14,76b	1,00b	17,33ab
<b>Omissão de Ca</b>	59,88ab	12,86b	1,00b	16,00abc
<b>Omissão de Mg</b>	59,83ab	13,95b	1,00b	13,11abc
<b>Omissão de S</b>	55,00abc	14,96b	1,00b	14,66abc
<b>Omissão de B</b>	45,88bc	12,36b	1,00b	14,77abc
<b>Omissão de Cu</b>	50,78bc	12,91b	1,00b	14,85abc
<b>Omissão de Fe</b>	52,77abc	13,92b	1,00b	12,77bc
<b>Omissão de Mn</b>	46,44bc	13,10b	1,00b	13,00bc
<b>Omissão de Mo</b>	46,94bc	12,51b	1,00b	12,33bc
<b>Omissão de Zn</b>	57,22abc	14,71b	1,00b	15,00abc
<b>CV (%)</b>	16,44	13,21	10,11	9,29
<b>Média</b>	53,43	13,65	1,00	14,50
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,73***	2,78***	1,67*	3,10***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.2.17 Síntese geral para as variáveis biométricas

Embora as espécies florestais em estudo pertencerem a diferentes grupos ecológicos (iniciais e finais da sucessão), estes apresentaram um denominador comum, ou seja, os tratamentos com omissão de N, Ca, B, Cu e Zn foram os que mais influenciaram negativamente o incremento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas, para as 17 espécies estudadas independentes do grupo ecológico. Com base nesses resultados verifica-se que pode ser possível usar uma complementação nutricional para os diferentes grupos ecológicos, nas situações de plantio de mudas em projetos de restauração, com a finalidade de melhorar o seu crescimento

Nos tratamentos com omissão de Mo e Fe houve maior desenvolvimento nos parâmetros biométricos das espécies estudadas. Estes resultados provavelmente estão relacionados à eficiência que a espécie tem em utilizar suas reservas de nutrientes e fotoassimilados de suas sementes (Welch, 1999; Gonçalves; Benedetti, 2000). Em alguns casos, especialmente para os micronutrientes como Mo, a reserva da semente é suficiente para que a planta possa crescer sem dependência externa (Jacob-Neto; Rossetto, 1998), durante algum tempo, pelo menos.

Além disso, as mudas se desenvolveram em substrato contendo todos os macros e micronutrientes, o que, possivelmente permitiu o acúmulo desses elementos nos tecidos com aproveitamento pela planta quando houve a omissão do nutriente.

### 4.3 Produção de Biomassa

A seguir encontram-se as produções de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e a relação raiz/parte aérea (R/PA) das 17 espécies estudadas (Tabela 2). Os dados foram submetidos ao teste de comparação de médias através do teste Tukey a 5% probabilidade, para cada espécie, nos diferentes tratamentos.

#### 4.3.1 *Astronium graveolens* Jacq. (guarita)-Anacardiaceae

A produção de biomassa das plantas de guaritá mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos (Tabela 2), não apresentando diferenças significativas na produção de MST, MSSR e a relação MSSR/MSPA, com exceção para produção MSPA, que foi comprometida principalmente pela omissão de N.

Tabela 22 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Astronium graveolens* (guaritá), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	62,18a <sup>(1)</sup>	47,81ab	14,36a	3,33a
<b>Omissão de N</b>	24,83a	24,83b	6,95a	2,63a
<b>Omissão de P</b>	81,76a	67,23a	14,53a	4,65a
<b>Omissão de K</b>	76,60a	64,79ab	11,81a	5,70a
<b>Omissão de Ca</b>	42,77a	32,74ab	10,03a	3,52a
<b>Omissão de Mg</b>	61,68a	43,22ab	18,45a	4,33a
<b>Omissão de S</b>	72,17a	57,24ab	14,93a	4,80a
<b>Omissão de B</b>	30,70a	25,56ab	5,14a	4,98a
<b>Omissão de Cu</b>	63,07a	49,31ab	13,76a	3,87a
<b>Omissão de Fe</b>	73,61a	56,87ab	16,73a	4,71a
<b>Omissão de Mn</b>	56,73a	43,02ab	13,70a	3,28a
<b>Omissão de Mo</b>	95,80a	72,30a	23,50a	3,16a
<b>Omissão de Zn</b>	42,02a	31,88ab	10,14a	3,79a
<b>CV (%)</b>	10,79	11,46	20,44	21,34
<b>Média</b>	60,26	47,00	13,25	4,05
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,71**	2,97**	1,64 <sup>NS</sup>	1,08 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Dias et al., (1994) para acacia magnum; por Braga et al., (1995) para as espécies *Acacia magnum* e *Platygyamus regnelli* e por Sarcinelli et al., (2004) para *Acacia holosericea* e por Venturin, et al.,

(2005) para *Eremanthus erythropappus*, em que, a omissão de N prejudicou a produção de matéria seca.

Verifica-se uma maior produção de MSPA nos tratamentos com omissão de P e Mo, porém, sem diferir estatisticamente do tratamento completo.

#### **4.3.2 Tapirira guianensis Aubl. (tapirira)-Anacardiaceae**

A produção de biomassa das plantas de tapirira (Tabela 22) apresentou diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a ausência de K foi o que mais afetou a produção de MST, MSPA e MSSR. A relação MSSR/MSPA foi menor na omissão de N. Comportamento semelhante foi observado por Braga et al. (1995) para mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), *Platycyamus regnellii* (pereira) e *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), em que, a omissão de K e N reduziu significativamente a produção de matéria seca.

Nos tratamentos com omissão de P, B e Mo houve maior produção de MST, MSPA e MSSR, porém sem diferir estatisticamente do tratamento completo. Resultado semelhante foi obtido por Sarcinelli et al. (2004) em experimento sob técnica do elemento faltante para mudas de *Acacia holosericea* (candeia) onde o tratamento com omissão de P mostrou maior produção de matéria seca.

Já ao que se refere aos tratamentos com omissão de B, comportamento semelhante foi observado por Duboc et al. (1994), em *Hymenae courbaril* (jatobá) e por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), em que, a omissão de B não reduziu a produção de matéria seca da parte aérea dessas espécies.

Embora os tratamentos com omissão de B e Mo tenham dado um aumento expressivo na produção de matéria seca da parte aérea, o mesmo não ocorreu com relação ao crescimento em altura. O menor crescimento em altura nos tratamentos com ausência de B e Mo foi acompanhado pelo incremento no diâmetro do colo (Tabela 6).

Tabela 23 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Tapirira guianensis* (tapirira), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	154,25a <sup>(1)</sup>	109,97ab	44,28a	2,43ab
<b>Omissão de N</b>	66,25ab	38,48ab	27,77ab	1,37b
<b>Omissão de P</b>	170,54a	122,44a	48,09a	2,51ab
<b>Omissão de K</b>	38,12b	28,21b	9,91b	2,62ab
<b>Omissão de Ca</b>	55,73ab	36,32ab	19,41ab	1,81ab
<b>Omissão de Mg</b>	87,36ab	60,76ab	26,60ab	2,20ab
<b>Omissão de S</b>	102,51ab	74,26ab	28,25ab	2,51ab
<b>Omissão de B</b>	160,68a	123,37a	37,30a	3,30a
<b>Omissão de Cu</b>	115,26ab	79,04ab	36,22a	2,18ab
<b>Omissão de Fe</b>	108,24ab	76,91ab	31,33a	2,37ab
<b>Omissão de Mn</b>	103,46ab	79,59ab	23,87ab	2,94ab
<b>Omissão de Mo</b>	185,33a	137,66a	47,67a	2,89ab
<b>Omissão de Zn</b>	146,34a	97,48ab	48,85a	2,09ab
<b>CV (%)</b>	10,23	12,24	11,35	20,46
<b>Média</b>	4,57	4,20	3,38	1,03
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,58***	3,35***	4,39***	2,34**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.3 *Ceiba speciosa* St Hil. (paineira) Malvaceae

A produção de biomassa das plantas de paineira (Tabela 24) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de N foi o que mais afetou a produção de MST e MSPA. Já a MSSR foi prejudicada principalmente pela omissão de Ca diferindo do tratamento completo. Comportamento semelhante foi observado por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), *Platycyamus regnellii* (pereira); e por Barroso et al. (2005) em mudas de *Tectona grandis* (teca), em que, a omissão de N e Ca foram os nutrientes que mais afetaram a produção de matéria seca.

A produção de MSPA das plantas de paineira mostrou-se pouco efeito dos tratamentos com omissão de P, Mg, S, B, Fe e Mo, não apresentando diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ) quando comparada ao tratamento completo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et al. (2004) em experimento com a técnica do elemento faltante com mudas de *Acacia holosericea*, no qual, o tratamento com omissão de P mostrou maior produção de matéria seca.

Mendonça et al. (1999) mostrou em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão) que a omissão de S e Fe não prejudicou a produção de matéria seca da parte aérea e raiz.

No que se refere ao tratamento com omissão de B, comportamento semelhante foi observado por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá) e por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* (óleo de copaíba), em que a omissão de B não reduzindo a produção de matéria seca da parte aérea.

Tabela 24 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Ceiba speciosa* (paineira), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	85,68ab <sup>(1)</sup>	50,69ab	34,98a	1,44a
<b>Omissão de N</b>	38,85c	22,42c	16,42ab	1,43a
<b>Omissão de P</b>	82,74ab	44,61ab	38,12a	1,28a
<b>Omissão de K</b>	68,41abc	43,77abc	24,63ab	1,81a
<b>Omissão de Ca</b>	44,71bc	31,21bc	13,49b	2,41a
<b>Omissão de Mg</b>	94,84a	61,87ab	32,96ab	1,87a
<b>Omissão de S</b>	100,12a	65,83a	34,28a	1,87a
<b>Omissão de B</b>	78,33ab	53,28ab	25,05ab	2,19a
<b>Omissão de Cu</b>	62,30abc	43,54abc	18,75ab	2,32a
<b>Omissão de Fe</b>	81,05ab	55,27ab	25,77ab	2,16a
<b>Omissão de Mn</b>	74,96abc	52,27ab	22,69ab	2,52a
<b>Omissão de Mo</b>	88,99ab	51,98ab	37,00a	1,47a
<b>Omissão de Zn</b>	56,70abc	36,62abc	20,07ab	2,07a
<b>CV (%)</b>	5,23	5,97	9,04	23,61
<b>Média</b>	73,66	47,18	26,48	1,91
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,72***	4,73***	3,70***	2,23**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.4 *Hymenaea courbaril* L. var. (jatobá)-Fabaceae

A produção de biomassa das plantas de jatobá (Tabela 25) mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos não apresentando diferenças significativas na produção de MST, MSPA e na relação MSSR/MSPA, com exceção da produção da MSSR, que foi diminuída pela omissão de Fe. Duboc et al. (1994) observaram comportamento semelhante para essa mesma espécie, que também não apresentou diferença significativa na produção de matéria seca.

A baixa exigência nutricional em plantas de *Hymenaea courbaril* (jatobá) na fase de mudas pode estar associado a menor taxa de crescimento inicial e às reservas de nutrientes e fotoassimilados de suas sementes (Gonçalves; Benedetti, 2000).

Tabela 25 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Hymenaea courbaril* (jatobá), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	21,17a(1)	16,37a	4,80ab	0,29a
<b>Omissão de N</b>	17,38a	11,67a	5,71ab	0,51a
<b>Omissão de P</b>	23,92a	17,54a	6,33a	0,36a
<b>Omissão de K</b>	10,76a	8,26a	2,49ab	0,32a
<b>Omissão de Ca</b>	11,69a	9,07a	2,62ab	0,27a
<b>Omissão de Mg</b>	15,81a	12,12a	3,69ab	0,30a
<b>Omissão de S</b>	13,79a	10,03a	3,76ab	0,37a
<b>Omissão de B</b>	25,50a	19,73a	5,77ab	0,29a
<b>Omissão de Cu</b>	13,03a	9,22a	3,81ab	0,44a
<b>Omissão de Fe</b>	9,20a	7,09a	2,10b	0,31a
<b>Omissão de Mn</b>	15,13a	11,57a	3,56ab	0,30a
<b>Omissão de Mo</b>	17,97a	13,51a	4,46ab	0,32a
<b>Omissão de Zn</b>	13,43a	10,26a	3,16ab	0,31a
<b>CV (%)</b>	34,50	36,45	32,40	23,58
<b>Média</b>	16,06	12,03	4,02	0,34
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,43**	2,25**	3,15***	2,04*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.5 *Cecropia pachystachya* Trec (embaúba)-Cecropiaceae

A produção de biomassa das plantas de embaúba (Tabela 26) apresentou diferença significativa ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de N foi o que mais afetou a produção de MST e MSPA. Já a produção de MSSR foi prejudicada pela omissão de K e a relação MSSR/MSPA foi menor nos tratamentos com omissão de Zn.

Braga et al. (1995) observaram comportamento semelhante em mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), *Platycyamus regnellii* (pereira) e *Tibouchina granulosa* (quaresmeira), em que a omissão de K e N reduziu significativamente a produção de matéria seca dessas espécies.

Tabela 26 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Cecropia pachystachya* (embaúba), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	175,60abc <sup>(1)</sup>	118,20ab	57,41ab	2,06abc
<b>Omissão de N</b>	95,33c	55,72c	39,61ab	1,55bc
<b>Omissão de P</b>	189,93ab	133,09ab	56,84ab	2,33abc
<b>Omissão de K</b>	124,03abc	90,23abc	33,80b	2,66ab
<b>Omissão de Ca</b>	116,00bc	79,07abc	36,92ab	2,13abc
<b>Omissão de Mg</b>	166,39abc	127,56ab	38,83ab	3,51a
<b>Omissão de S</b>	190,42ab	137,51a	52,91ab	2,60ab
<b>Omissão de B</b>	230,74a	149,06a	81,68a	2,08abc
<b>Omissão de Cu</b>	167,15abc	114,74ab	52,41ab	2,21abc
<b>Omissão de Fe</b>	193,69ab	128,49ab	65,20ab	2,04abc
<b>Omissão de Mn</b>	170,63abc	112,74ab	57,88ab	1,96abc
<b>Omissão de Mo</b>	187,65ab	126,77ab	60,88ab	2,11abc
<b>Omissão de Zn</b>	123,83abc	70,17bc	53,67ab	1,37c
<b>CV (%)</b>	4,07	4,66	6,33	16,84
<b>Média</b>	163,95	111,02	52,92	2,20
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,36***	5,44***	2,94***	4,25***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

A omissão de B mostrou maior produção de MST, MSPA e MSSR, já a maior relação MSSR/MSPA foi verificado no tratamento com omissão de Mg, diferindo estatisticamente do tratamento completo.

Comportamento semelhante foi observado por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá) e por e por Venturin et al. (1996) em experimento com a técnica do elemento faltante em mudas de *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), no qual a omissão de B não reduziu a produção de matéria seca da parte aérea dessas espécies.

Embora os tratamentos com omissão de B tenham dado um aumento expressivo na produção de matéria seca da parte aérea, tal comportamento não ocorreu com relação ao crescimento em altura. Entretanto este menor crescimento em altura no tratamento com ausência de B foi acompanhado pelo incremento no diâmetro do colo (Tabela 8). Como já visto no caso de tapirira (Item 4.3.2).



#### 4.3.6 *Croton urucurana* Baill. (sangra d'água)-Euphorbiaceae

A produção de biomassa das mudas de sangra d'água (Tabela 27), mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos, não apresentando diferenças significativas na produção de MST, MSPA, MSSR e na relação MSSR/MSPA.

Comportamento semelhante foi observado por Duboc et al. (1994), em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá), em que a produção de matéria seca não apresentou diferença significativa, ou seja, a espécie apresentou baixa exigência de macronutrientes, visto que não houve efeito prejudicial da omissão.

Tabela 27 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Croton urucurana* (sangra d'água), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	53,27a <sup>(1)</sup>	40,24a	13,03a	0,31a
<b>Omissão de N</b>	17,63a	13,12a	4,51a	0,34a
<b>Omissão de P</b>	52,59a	40,80a	11,71a	0,30a
<b>Omissão de K</b>	40,78a	32,39a	8,39a	0,28a
<b>Omissão de Ca</b>	31,65a	24,95a	6,70a	0,41a
<b>Omissão de Mg</b>	33,87a	26,05a	7,82a	0,30a
<b>Omissão de S</b>	41,04a	33,18a	7,86a	0,33a
<b>Omissão de B</b>	48,80a	37,96a	10,84a	0,29a
<b>Omissão de Cu</b>	23,47a	18,06a	5,40a	0,31a
<b>Omissão de Fe</b>	43,88a	34,17a	9,71a	0,29a
<b>Omissão de Mn</b>	22,64a	18,19a	4,45a	0,27a
<b>Omissão de Mo</b>	43,89a	35,47a	8,42a	0,34a
<b>Omissão de Zn</b>	12,95a	8,38a	4,56a	0,63a
<b>CV (%)</b>	54,57	56,80	54,31	44,00
<b>Média</b>	35,88	27,92	7,95	0,34
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,39 <sup>NS</sup>	1,36 <sup>NS</sup>	1,28 <sup>NS</sup>	1,16 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.7 *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (embira-de-sapo)-Fabaceae

A produção de biomassa das plantas de embira-de-sapo (Tabela 28) apresentaram diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de N foi o que mais afetou a produção de MST, MSPA, MSSR e a relação MSSR/MSPA.

Entretanto, a produção de MSPA não foi prejudicada nos tratamentos com omissão de P, Mg e S, que não diferiram estatisticamente do tratamento completo.

Comportamento semelhante foi observado por Duboc et al. (1994), em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá).

Tabela 28 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	54,09a <sup>(1)</sup>	24,38ab	29,70a	1,29a
<b>Omissão de N</b>	11,18b	5,69b	5,48b	0,80a
<b>Omissão de P</b>	55,37a	31,06a	24,30a	0,77a
<b>Omissão de K</b>	49,27ab	28,09ab	21,17ab	0,76a
<b>Omissão de Ca</b>	51,33a	28,72ab	22,60ab	0,81a
<b>Omissão de Mg</b>	55,00a	33,67a	21,33ab	0,59a
<b>Omissão de S</b>	65,89a	42,00a	23,88a	0,59a
<b>Omissão de B</b>	43,60ab	25,09ab	18,50ab	0,80a
<b>Omissão de Cu</b>	34,25ab	20,68ab	13,57ab	0,60a
<b>Omissão de Fe</b>	35,56ab	21,90ab	13,65ab	0,62a
<b>Omissão de Mn</b>	54,68a	27,43ab	27,24a	1,01a
<b>Omissão de Mo</b>	49,00ab	29,06ab	19,99ab	0,68a
<b>Omissão de Zn</b>	36,77ab	21,04ab	15,73ab	0,74a
<b>CV (%)</b>	28,14	32,01	30,74	33,12
<b>Média</b>	45,85	26,06	19,78	0,78
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,46**	3,05***	3,40***	1,71 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Embora o tratamento com omissão de Mg tenha causado um aumento expressivo na produção de matéria seca da parte aérea dessa espécie, tal comportamento não ocorreu com relação ao crescimento em altura. Entretanto este menor crescimento em altura no tratamento com ausência de Mg foi acompanhado provavelmente pelo incremento no diâmetro do colo (Tabela 11).

#### 4.3.8 *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze. (jequitibá-rosa)-Lecythidaceae

A produção de biomassa das mudas de jequitibá-rosa (Tabela 29), mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos não apresentando diferenças significativas

na produção de MST, MSPA, MSSR e na relação MSSR/MSPA. Duboc (1994) observou comportamento semelhante em mudas de *Hymenaea courbaril* (jatobá).

Tabela 29 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	21,17a <sup>(1)</sup>	16,37a	4,80ab	0,29a
<b>Omissão de N</b>	17,38a	11,67a	5,71ab	0,51a
<b>Omissão de P</b>	23,92a	17,54a	6,33a	0,36a
<b>Omissão de K</b>	10,76a	8,26a	2,49ab	0,32a
<b>Omissão de Ca</b>	11,69a	9,07a	2,62ab	0,27a
<b>Omissão de Mg</b>	15,81a	12,12a	3,69ab	0,30a
<b>Omissão de S</b>	13,79a	10,03a	3,76ab	0,37a
<b>Omissão de B</b>	25,50a	19,73a	5,77ab	0,29a
<b>Omissão de Cu</b>	13,03a	9,22a	3,81ab	0,44a
<b>Omissão de Fe</b>	9,20a	7,09a	2,49ab	0,31a
<b>Omissão de Mn</b>	15,13a	11,57a	3,56ab	0,30a
<b>Omissão de Mo</b>	17,97a	13,51a	4,46ab	0,32a
<b>Omissão de Zn</b>	13,43a	10,26a	3,16ab	0,31a
<b>CV (%)</b>	34,50	36,45	32,40	23,58
<b>Média</b>	16,06	12,03	4,02	0,34
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,43**	2,25**	3,15***	2,04*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.9 *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro)-Fabaceae

A produção de biomassa das plantas de monjoleiro (Tabela 30) apresentaram diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de Fe foi o tratamento que mais influenciou negativamente a produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA) e matéria seca do sistema radicular (MSSR) e a relação MSSR/MSPA.

A omissão de Mn e Ca foram os tratamentos que menos prejudicaram a produção de MSPA.

Tabela 30 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Acacia polyphylla* (monjoleiro), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	23,11abcd <sup>(1)</sup>	16,52abcd	6,59abc	0,42a
<b>Omissão de N</b>	16,23cd	8,11d	8,12abc	1,09a
<b>Omissão de P</b>	36,80abcd	23,44abcd	13,36abc	0,58a
<b>Omissão de K</b>	42,62ab	30,81ab	11,81abc	0,40a
<b>Omissão de Ca</b>	40,12abc	24,06abcd	16,05a	0,65a
<b>Omissão de Mg</b>	24,91abcd	19,38abcd	5,53abc	0,29a
<b>Omissão de S</b>	37,66abcd	23,09abcd	14,57abc	0,63a
<b>Omissão de B</b>	24,12abcd	17,32abcd	6,80abc	0,38a
<b>Omissão de Cu</b>	16,27cd	10,83cd	5,44abc	0,50a
<b>Omissão de Fe</b>	13,30d	9,37d	3,92c	0,41a
<b>Omissão de Mn</b>	47,48a	34,55a	12,92abc	0,39a
<b>Omissão de Mo</b>	44,89a	29,95abc	14,94ab	0,50a
<b>Omissão de Zn</b>	18,80bcd	13,65bcd	5,14bc	0,61a
<b>CV (%)</b>	28,53	32,15	37,30	50,60
<b>Média</b>	29,71	20,08	9,63	50,60
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,20***	5,18***	4,45***	1,71 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.10 *Enterolobium contortisiliquum* Vell. (orelha-de-nego)-Fabaceae

A produção de biomassa das plantas de orelha-de-nego (Tabela 31) apresentou diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, os tratamentos com omissão de N e Zn foram os que mais prejudicaram a produção de MST e MSPA nessa espécie.

Entretanto, o tratamento com omissão do enxofre (S) houve a maior produção de MST e MSPA, porém, de modo não significativo quando comparado ao tratamento completo.

Mendonça et al. (1999) observaram em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão), que a omissão de S não prejudicou a produção de matéria seca da parte aérea e raiz.

Tabela 31 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	55,55abc <sup>(1)</sup>	33,56ab	21,98a	0,68a
<b>Omissão de N</b>	26,18c	14,02b	12,15a	0,91a
<b>Omissão de P</b>	74,92abc	51,08ab	23,84a	0,46a
<b>Omissão de K</b>	47,49abc	29,01ab	18,48a	0,67a
<b>Omissão de Ca</b>	96,07ab	51,91ab	44,16a	0,86a
<b>Omissão de Mg</b>	66,78abc	43,09ab	23,69a	0,55a
<b>Omissão de S</b>	102,07a	61,07a	41,00a	0,74a
<b>Omissão de B</b>	77,88abc	51,99ab	25,88a	0,59a
<b>Omissão de Cu</b>	44,09abc	24,91ab	19,16a	0,64a
<b>Omissão de Fe</b>	46,93abc	25,11ab	21,82a	0,70a
<b>Omissão de Mn</b>	72,79abc	47,44ab	25,35a	0,56a
<b>Omissão de Mo</b>	93,91abc	50,19ab	43,72a	0,87a
<b>Omissão de Zn</b>	28,08bc	18,02b	10,06a	0,50a
<b>CV (%)</b>	35,59	36,58	44,78	36,38
<b>Média</b>	64,05	38,56	25,48	0,67
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,62***	3,47***	2,80**	1,02 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.11 *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã)-Rutaceae

A produção de biomassa das mudas de guarantã (Tabela 32) apresentou-se muito responsiva a omissão de macro e micronutrientes, diferindo estatisticamente do tratamento completo. A redução na produção de MST, MSPA, MSSR e a relação MSSR/MSPA ocorreu nos tratamentos com omissão de Cu, Zn, N, Ca, K, B, Mn, S, Mo, Fe, P e Mg.

Comportamento semelhante foi observado por Dias et al (1994) em mudas de *Acacia magnum*, por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa), em que a omissão dos macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S) limitou significativamente a produção de matéria seca dessas espécies. Salvador et al. (1999) observou em mudas de *Psidium guajava* (goiabeira), que a omissão dos micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn e Zn) prejudicou significativamente a produção de matéria seca.

Tabela 32 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	22,16a <sup>(1)</sup>	18,68a	3,48a	0,18a
<b>Omissão de N</b>	4,21b	2,88b	1,33ab	0,37a
<b>Omissão de P</b>	10,40b	8,28b	2,12ab	0,24a
<b>Omissão de K</b>	5,70b	4,55b	1,14ab	0,28a
<b>Omissão de Ca</b>	5,29b	4,46b	0,83b	0,17a
<b>Omissão de Mg</b>	13,97ab	11,70ab	2,26ab	0,16a
<b>Omissão de S</b>	7,93b	6,37b	1,56ab	0,23a
<b>Omissão de B</b>	6,20b	5,46b	0,74b	0,12a
<b>Omissão de Cu</b>	2,81b	2,24b	0,57b	0,21a
<b>Omissão de Fe</b>	9,25b	7,80b	1,44ab	0,18a
<b>Omissão de Mn</b>	7,24b	5,91b	1,33ab	0,25a
<b>Omissão de Mo</b>	8,76b	7,38b	1,37ab	0,18a
<b>Omissão de Zn</b>	4,06b	2,91b	1,14ab	0,38a
<b>CV (%)</b>	46,39	46,80	52,62	38,56
<b>Média</b>	8,31	6,82	1,48	0,23
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,32***	5,72***	2,90**	2,21*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.12 *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo)-Malvaceae

A produção de biomassa das plantas de mutambo (Tabela 33) apresentou diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de N, Cu e Zn foram os que mais afetaram a produção de MST e MSPA. O mesmo não ocorreu para as comparações de médias realizadas através do teste Tukey para a relação MSSR/MSPA, no qual, não apresentou diferença estatística entre os tratamentos.

Mendonça et al. (1999) verificaram em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (aroeira do sertão), que a omissão de N limitou a produção de matéria seca da parte aérea.

Salvador et al. (1999) observaram em mudas de *Psidium guajava* (goiabeira) que a omissão de Cu, e Zn levou ao decréscimo da produção de matéria seca.

Tabela 33 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Guazuma ulmifolia* (mutambo), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	35,97a <sup>(1)</sup>	25,15a	10,82a	0,43a
<b>Omissão de N</b>	10,70b	6,47b	4,23abc	0,66a
<b>Omissão de P</b>	22,27ab	16,28ab	5,98abc	0,35a
<b>Omissão de K</b>	15,50ab	13,32ab	2,18c	0,25a
<b>Omissão de Ca</b>	11,44b	9,00ab	2,44bc	0,25a
<b>Omissão de Mg</b>	15,83ab	11,16ab	4,67abc	0,54a
<b>Omissão de S</b>	21,08ab	15,47ab	5,61abc	0,35a
<b>Omissão de B</b>	7,32b	5,63b	1,68c	0,42a
<b>Omissão de Cu</b>	4,87b	3,72b	1,15c	0,72a
<b>Omissão de Fe</b>	26,66ab	17,57ab	9,09ab	0,50a
<b>Omissão de Mn</b>	20,46ab	15,94ab	4,52abc	0,28a
<b>Omissão de Mo</b>	12,61b	9,99ab	2,62bc	0,38a
<b>Omissão de Zn</b>	10,88b	6,97b	3,91bc	0,57a
<b>CV (%)</b>	44,19	45,92	49,20	58,86
<b>Média</b>	16,58	12,05	4,53	0,44
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,09***	3,51***	4,88***	1,00 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.13 *Aegiphila sellowiana* Cham. (tamanqueiro)-Lamiaceae

A produção de biomassa das mudas de tamanqueiro (Tabela 34) apresentou diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de N, P, Cu, Mn e Zn afetaram a produção de MST e a produção da MSPA.

Dias et al. (1994) Braga et al., (1995); Muniz e Silva (1995), verificaram que a produção de matéria seca foi limitada pela omissão de N e P. Já Veloso et al., (1998a) e Salvador et al. (1999), observaram um decréscimo da produção MSPA nos tratamentos com omissão de Cu, Mn e Zn.

Entretanto, a omissão de Ca levou a maior produção de MST, MSPA e MSSR, porém, de modo não significativo, quando comparados ao tratamento completo. Comportamento semelhante foi obtido por Dias et al., (1994) em mudas de *Acacia magnum* e por Sarcinelli et al., (2004) em mudas de *Psidium guajava* (goiabeira)

Tabela 34 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	20,61ab <sup>(1)</sup>	16,43ab	4,18a	0,24a
<b>Omissão de N</b>	12,80b	8,73b	4,07a	0,45a
<b>Omissão de P</b>	13,65b	10,30b	3,35a	0,31a
<b>Omissão de K</b>	26,76ab	21,98ab	4,78a	0,22a
<b>Omissão de Ca</b>	44,08a	31,23a	12,85a	0,36a
<b>Omissão de Mg</b>	21,02ab	16,74ab	4,28a	0,24a
<b>Omissão de S</b>	20,88ab	16,16ab	4,71a	0,29a
<b>Omissão de B</b>	27,63ab	20,96ab	6,67a	0,33a
<b>Omissão de Cu</b>	11,59b	8,69b	2,90a	0,30a
<b>Omissão de Fe</b>	24,48ab	18,69ab	5,79a	0,31a
<b>Omissão de Mn</b>	13,72b	10,38b	3,33a	0,29a
<b>Omissão de Mo</b>	25,63ab	18,22ab	7,41a	0,40a
<b>Omissão de Zn</b>	18,34b	14,48b	3,86a	0,26a
<b>CV (%)</b>	38,36	32,16	66,87	29,05
<b>Média</b>	21,63	16,38	5,24	0,31
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,30***	4,28***	1,69 <sup>NS</sup>	1,55 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.14 *Cytharexylum myrianthum* Cham. (pau-viola)-Verbenaceae

A produção de biomassa das plantas de pau-viola (Tabela 35) apresentou diferenças significativas ( $P \geq 0,05$ ), sendo que, a omissão de N, Ca e Zn foram os que mais afetaram a produção de MST, MSPA e MSSR.

Comportamento semelhante foi observado por Muniz e Silva (1995) em mudas de *Aspidosperma polyneuron* (peroba-rosa); por Barroso et al. (2005) em mudas de *Tectona grandis* (teca) em que a omissão de N e Ca afetaram a produção de matéria seca das espécies.

Entretanto, Veloso et al., (1998a) e Salvador et al. (1999) observaram um decréscimo da produção MSPA nos tratamentos com omissão de Cu, Mn e Zn, para as espécies *Piper nigrum* (pimenteira-do-reino) e *Psidium guajava* (goiabeira)



Tabela 35 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca da do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	123,38ab <sup>(1)</sup>	54,62ab	68,75ab	1,23ab
<b>Omissão de N</b>	34,34d	15,25f	19,09c	1,26ab
<b>Omissão de P</b>	80,64bcd	39,54bcde	41,10abc	1,06ab
<b>Omissão de K</b>	60,77cd	35,28bcdef	25,49bc	0,72ab
<b>Omissão de Ca</b>	32,72d	20,18ef	12,54c	0,65b
<b>Omissão de Mg</b>	41,01d	25,79cdef	15,22c	0,59b
<b>Omissão de S</b>	109,35abc	42,70bcd	66,64ab	1,53ab
<b>Omissão de B</b>	96,27abc	42,36bcd	53,90abc	1,31ab
<b>Omissão de Cu</b>	35,40d	21,69def	13,70c	0,70ab
<b>Omissão de Fe</b>	39,18d	18,93ef	20,25c	0,99ab
<b>Omissão de Mn</b>	117,92ab	44,86abc	73,05a	1,63a
<b>Omissão de Mo</b>	146,91a	64,25a	82,65a	1,30ab
<b>Omissão de Zn</b>	28,02d	13,97f	14,05c	1,06ab
<b>CV (%)</b>	25,22	21,10	37,35	29,86
<b>Média</b>	72,76	33,80	38,95	1,08
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	15,44***	14,87***	9,92***	3,28***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.15 *Inga uruguensis* Hook et Arn (ingá)-Fabaceae

A produção de biomassa das mudas de ingá (Tabela 36) mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos não apresentando diferenças significativas na produção de MST, MSPA e MSSR.

Tabela 36 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Inga uruguensis* (ingá), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	86,73a <sup>(1)</sup>	58,97a	27,75a	2,10ab
<b>Omissão de N</b>	41,67a	26,84a	14,82a	1,85b
<b>Omissão de P</b>	66,19a	44,31a	21,88a	2,08ab
<b>Omissão de K</b>	61,86a	45,42a	16,43a	2,77ab
<b>Omissão de Ca</b>	61,93a	47,64a	14,28a	3,45a
<b>Omissão de Mg</b>	55,62a	39,80a	15,82a	2,62ab
<b>Omissão de S</b>	54,02a	38,76a	15,25a	2,63ab
<b>Omissão de B</b>	60,43a	44,47a	15,96a	2,75ab
<b>Omissão de Cu</b>	55,74a	39,11a	16,63a	2,50ab
<b>Omissão de Fe</b>	44,85a	32,28a	12,57a	2,71ab
<b>Omissão de Mn</b>	46,93a	32,80a	14,13a	2,72ab
<b>Omissão de Mo</b>	70,18a	50,27a	19,90a	2,53ab
<b>Omissão de Zn</b>	49,29a	36,21a	13,08a	3,00ab
<b>CV (%)</b>	8,87	9,13	14,94	14,46
<b>Média</b>	58,11	41,30	16,80	2,59
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,38 <sup>NS</sup>	1,55 <sup>NS</sup>	1,25 <sup>NS</sup>	2,07*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.16 *Myroxylon peruiferum* L.f. (cabreúva)-Fabaceae

A produção de biomassa das mudas de cabreúva (Tabela 37) mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos não apresentando diferenças significativas na produção de MST, MSPA, MSSR e na relação MSSR/MSPA.

Tabela 37 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Myroxylon peruiferum* (cabreúva), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	27,88a <sup>(1)</sup>	17,16a	10,71a	1,61a
<b>Omissão de N</b>	32,36a	20,67a	11,68a	1,76a
<b>Omissão de P</b>	32,17a	22,92a	9,25a	2,79a
<b>Omissão de K</b>	29,96a	21,77a	8,19a	4,21a
<b>Omissão de Ca</b>	17,96a	9,85a	8,11a	1,50a
<b>Omissão de Mg</b>	28,06a	19,22a	8,83a	2,35a
<b>Omissão de S</b>	30,23a	22,44a	7,79a	3,60a
<b>Omissão de B</b>	23,75a	16,81a	6,93a	2,73a
<b>Omissão de Cu</b>	24,39a	18,25a	6,14a	3,18a
<b>Omissão de Fe</b>	28,67a	18,50a	10,17a	2,15a
<b>Omissão de Mn</b>	26,27a	18,76a	7,50a	2,72a
<b>Omissão de Mo</b>	27,92a	21,29a	6,63a	4,76a
<b>Omissão de Zn</b>	33,95a	23,79a	10,16a	2,85a
<b>CV (%)</b>	11,80	11,16	29,69	37,18
<b>Média</b>	27,97	19,34	8,62	2,78
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	0,61 <sup>NS</sup>	1,31 <sup>NS</sup>	0,43 <sup>NS</sup>	1,21 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.17 *Genipa americana* L. (jenipapo)-Rubiaceae

A produção de biomassa das mudas de jenipapo (Tabela 37) mostrou-se pouco responsiva aos diferentes tratamentos não apresentando diferenças significativas na produção de MST, MSPA, MSSR e na relação MSSR/MSPA.

Tabela 38 - Produção de matéria seca total (MST), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca do sistema radicular (MSSR) e relação MSSR/MSPA da espécie *Genipa americana* (jenipapo), submetida a tratamentos com omissão de macro e micronutrientes

Tratamento	MS Total	MSPA	MSSR	MSSR/MSPA
	-----g/planta-----			
<b>Completo</b>	80,54a <sup>(1)</sup>	52,71a	27,82a	1,90a
<b>Omissão de N</b>	46,43a	25,63a	20,80a	1,43a
<b>Omissão de P</b>	52,21a	30,86a	21,35a	1,71a
<b>Omissão de K</b>	97,56a	59,85a	37,71a	1,61a
<b>Omissão de Ca</b>	56,88a	36,57a	20,31a	1,77a
<b>Omissão de Mg</b>	66,04a	41,95a	24,09a	1,95a
<b>Omissão de S</b>	83,89a	48,68a	35,20a	1,48a
<b>Omissão de B</b>	51,49a	31,18a	20,30a	1,67a
<b>Omissão de Cu</b>	66,69a	40,71a	25,98a	1,61a
<b>Omissão de Fe</b>	60,64a	37,24a	23,40a	1,64a
<b>Omissão de Mn</b>	52,45a	33,61a	18,83a	1,75a
<b>Omissão de Mo</b>	57,54a	37,91a	19,63a	1,91a
<b>Omissão de Zn</b>	69,92a	48,54a	21,38a	2,45a
<b>CV (%)</b>	7,73	8,34	3,12	30,18
<b>Média</b>	64,74	40,41	24,32	1,76
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,48 <sup>NS</sup>	1,88 <sup>NS</sup>	0,92 <sup>NS</sup>	0,64 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.3.18 Síntese geral para produção de biomassa

Quando agrupadas as espécies florestais, indiferentemente do grupo ecológico a que elas pertencem, é possível constatar que algumas espécies como sangra d'água e ingá (espécies iniciais da sucessão), e jequitibá-rosa, jatobá, cabreúva e jenipapo (espécies finais da sucessão), apresentaram comportamentos semelhantes, ou seja, as espécies mostraram-se pouco responsivas à omissão de macro e micronutrientes, não apresentando diferenças significativas na produção de matéria seca, quando comparados com o tratamento completo.

Entretanto, espécies como mutambo, pau-viola, tamanqueiro (iniciais da sucessão) e guarantã (final da sucessão), mostraram-se muito sensíveis à omissão de macro e micronutrientes, apresentando menor produção de matéria seca quando comparado com o tratamento completo.

Verifica-se ainda que os tratamentos com omissão de N, Cu, Fe e Zn foram os que mais influenciaram negativamente a produção de MST, MSPA, MSSR e a relação MSSR/MSPA para as espécies estudadas.

Entretanto nos tratamentos com omissão de P, B e Mo houve maior produção de matéria seca da parte aérea para a maioria das espécies estudadas. Como citado anteriormente (Item 4.2), estes resultados provavelmente estão relacionados à eficiência que a espécie tem em utilizar as reservas de nutrientes e fotoassimilados de suas sementes (Welch, 1999; Gonçalves e Benedetti, 2000). Em alguns casos, especialmente para os micronutrientes como Mo, a reserva interna da semente é suficiente para que a planta originada desta possa crescer sem dependência externa desses elementos (Jacob-Neto; Rossetto, 1998), durante algum tempo, pelo menos.

Além disso, as mudas se desenvolveram em substrato contendo todos os macros e micronutrientes, o que, possivelmente permitiu o acúmulo destes nutrientes no tecido, no qual passou a ser utilizado quando houve a omissão dos nutrientes.

#### 4.4 Teores de Macro e micronutrientes nas diferentes espécies estudadas.

A seguir encontram-se os resultados dos teores de macro e micronutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn) obtidos nas espécies estudadas (Tabela 2) com exceção das espécies *Inga uruguensis*, *Myroxylon peruiferum* e *Genipa americana*. Os dados foram submetidos à comparação de médias através do teste Tukey a 5% probabilidade, para cada espécie, nos diferentes tratamentos.

##### 4.4.1 *Astronium graveolens* Jacq. (guarita)-Anacardiaceae

###### 4.4.1.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 39).

Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos neste trabalho (espécie clímax), tanto nos tratamentos completos (12,17g/kg) como sob omissão (9,79 g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Duboc et al. (1994) em *Hymenaea courbaril* (espécie final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg.

Tabela 39 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guarita)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	16,82a <sup>(1)</sup>	8,11a	19,57a	17,73a
Omissão de N	11,23a	6,11a	11,66a	9,68b
CV (%)	16,74	12,31	29,78	7,81
Média	14,02	7,11	15,62	13,70
Valor de F <sup>(2)</sup>	8,51*	7,84*	4,33*	84,59***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.1.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas folhas superiores e inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 40).

Entretanto, os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P nas diferentes partes da planta, possivelmente pela ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, onde os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

Tabela 40 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	2,64ab <sup>(1)</sup>	2,75cd	4,47a	2,65a
Omissão de P	0,94b	0,14d	0,60b	0,71b
Omissão de K	3,60a	3,35bcd	5,74a	2,49ab
Omissão de Ca	4,95a	7,83ab	8,90a	2,67a
Omissão de Mg	2,58ab	5,60abc	3,37ab	1,91ab
Omissão de S	4,80a	6,12abc	3,50ab	2,32ab
Omissão de Cu	4,59a	4,81abc	7,99a	2,51ab
Omissão de Fe	3,74a	4,22abcd	4,92a	2,33ab
Omissão de Mn	5,18a	4,88abc	6,79a	2,52ab
Omissão de Zn	4,82a	8,02a	4,88a	2,65a
CV (%)	16,92	31,59	24,26	13,68
Média	3,82	4,74	5,14	10,12
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,46***	7,41***	4,52***	10,80***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.1.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas na raiz e caule, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 41).

Entretanto, os maiores teores de K no caule e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Ca. Este resultado, possivelmente, pode ser explicado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Tabela 41 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	16,82a <sup>(1)</sup>	12,22ab	15,91abcd	13,47abc
Omissão de P	15,85ab	7,11bc	15,29bcd	15,18abc
Omissão de K	4,61b	3,09c	3,53d	3,92c
Omissão de Ca	15,89ab	15,26a	28,11a	22,73a
Omissão de Mg	8,71ab	12,53ab	18,04abc	13,33abc
Omissão de S	13,77ab	9,39abc	10,77cd	10,08bc
Omissão de Cu	12,41ab	10,40abc	23,12abc	12,98abc
Omissão de Fe	13,81ab	10,61abc	18,44abc	13,55abc
Omissão de Mn	16,19ab	14,44ab	23,73ab	16,90ab
Omissão de Zn	15,77ab	16,18a	27,11ab	18,19ab
CV (%)	26,99	22,92	22,72	26,86
Média	13,86	11,07	18,42	14,06
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,45**	7,26***	9,82***	5,19***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.1.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas folhas superiores e inferiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 42).

Contudo, os maiores teores de Ca foram encontrados nos tratamentos em que o K foi omitido. Conforme comentado anteriormente, existe uma relação competitiva entre Ca e o K, o que explica os altos teores Ca na omissão de K. Foram encontrados também, teores elevados de Ca na raiz e caule, nos tratamentos com omissão de Zn.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Silveira et al. (2002) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, onde os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K.

Venturin et al. (2005) observaram em mudas de *Eremanthus erythropappus*, concentrações elevadas Ca no tratamento com omissão de Zn.



Tabela 42 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	5,26ab <sup>(1)</sup>	8,17ab	12,56a	32,25a
<b>Omissão de P</b>	4,85ab	7,10ab	13,25a	30,49a
<b>Omissão de K</b>	11,01a	12,08a	16,35a	37,02a
<b>Omissão de Ca</b>	1,89b	2,14b	3,61b	13,13b
<b>Omissão de Mg</b>	7,01ab	8,81ab	11,92a	41,74a
<b>Omissão de S</b>	9,00a	11,79a	19,93a	42,41a
<b>Omissão de Cu</b>	3,48ab	11,67ab	13,50a	33,55a
<b>Omissão de Fe</b>	4,38ab	7,09ab	12,90a	28,74ab
<b>Omissão de Mn</b>	5,40ab	11,83a	16,60a	39,16a
<b>Omissão de Zn</b>	9,28a	12,97a	23,24a	38,73a
<b>CV (%)</b>	20,40	33,92	12,03	16,77
<b>Média</b>	6,10	9,38	14,47	33,44
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,40***	3,35***	5,83***	6,82***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.1.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, a concentração desse nutriente não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 43).

Tabela 43 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,24a <sup>(1)</sup>	1,41a	2,53ab	4,60ab
<b>Omissão de P</b>	0,90a	0,92a	2,13ab	2,89b
<b>Omissão de K</b>	1,38a	1,40a	2,50ab	4,53ab
<b>Omissão de Ca</b>	2,02a	1,61a	4,49a	6,53a
<b>Omissão de Mg</b>	0,39a	0,54a	1,05b	2,81b
<b>Omissão de S</b>	1,38a	1,13a	2,13ab	3,98ab
<b>Omissão de Cu</b>	1,67a	1,65a	3,80ab	4,71ab
<b>Omissão de Fe</b>	0,74a	1,00a	3,03ab	4,73ab
<b>Omissão de Mn</b>	1,04a	1,35a	4,38ab	5,78ab
<b>Omissão de Zn</b>	1,63a	1,56a	4,25ab	5,03ab
<b>CV (%)</b>	29,43	25,11	35,72	23,56
<b>Média</b>	1,27	1,28	3,10	4,62
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,16*	1,81 <sup>NS</sup>	2,92**	3,03**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores de Mg foram verificados nos tratamentos com ausência Ca, possivelmente pela redução da competição entre esses dois cátions (Mengel; Kirkby, 1987).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* (óleo de copaíba), por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de Ca causaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.1.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, a concentração desse nutriente não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 44).

Tabela 44 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,23a <sup>(1)</sup>	1,27a	3,12a	2,82a
<b>Omissão de P</b>	2,32a	0,81a	1,98ab	2,24ab
<b>Omissão de K</b>	3,06a	1,20a	1,67ab	1,83ab
<b>Omissão de Ca</b>	3,61a	2,00a	3,12a	2,17ab
<b>Omissão de Mg</b>	1,98a	1,29a	2,50ab	2,72ab
<b>Omissão de S</b>	1,70a	0,67a	0,99b	1,57b
<b>Omissão de Cu</b>	2,76a	1,47a	2,86a	2,58ab
<b>Omissão de Fe</b>	2,62a	0,85a	2,84a	2,14ab
<b>Omissão de Mn</b>	2,81a	1,27a	3,32a	2,73ab
<b>Omissão de Zn</b>	2,59a	1,60a	2,90a	2,91a
<b>CV (%)</b>	28,75	26,54	18,44	16,47
<b>Média</b>	2,6	1,24	2,52	2,36
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,46 <sup>NS</sup>	2,00*	3,64***	3,95***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Entretanto, os maiores teores de S foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca, Cu, Fe, Mn e Zn. Mendonça et al. (1999) observaram comportamento semelhante em mudas de *Myracrodruon urundeuva*.

#### 4.4.1.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas a concentração desse nutriente não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 45).

Observa-se ainda nos tratamentos com omissão de B, que os maiores teores foram encontrados nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Tabela 45 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	29,94a <sup>(1)</sup>	16,20cd	41,05a	74,52ab
Omissão de P	17,85a	16,71cd	41,38a	66,78ab
Omissão de K	17,85a	23,54abcd	57,18a	77,78ab
Omissão de Ca	32,08a	33,75ab	57,63a	80,68ab
Omissão de Mg	25,67a	17,60bcd	58,73a	95,33a
Omissão de S	28,90a	21,48abcd	48,08a	80,00ab
Omissão de B	17,83a	10,45d	30,02a	41,47b
Omissão de Cu	26,78a	28,06abc	57,52a	70,90ab
Omissão de Fe	23,50a	22,70abcd	49,38a	76,80ab
Omissão de Mn	25,85a	18,05abcd	61,42a	97,93a
Omissão de Zn	33,80a	34,46a	71,03a	105,78a
CV (%)	31,55	24,73	35,62	17,96
Média	25,45	22,23	51,92	78,39
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,51 <sup>NS</sup>	5,52 <sup>***</sup>	1,15 <sup>NS</sup>	4,39 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Os maiores teores de B, nas diferentes partes das plantas foram verificados nos tratamentos com omissão de Zn, possivelmente pela ausência do mecanismo de inibição não competitiva (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*

(paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn, apresentaram teores de B elevados.

#### 4.4.1.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas a concentração desse nutriente não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 46).

Tabela 46 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,55ab <sup>(1)</sup>	0,70a	1,51ab	1,17a
<b>Omissão de P</b>	5,63ab	0,96a	1,98ab	1,60a
<b>Omissão de K</b>	8,86a	1,28a	2,25ab	1,81a
<b>Omissão de Ca</b>	10,68a	2,45a	1,80ab	2,81a
<b>Omissão de Mg</b>	3,07ab	2,55a	2,27ab	2,45a
<b>Omissão de S</b>	10,80a	1,65a	2,50ab	1,58a
<b>Omissão de Cu</b>	1,93b	0,65a	1,12b	0,93a
<b>Omissão de Fe</b>	5,45ab	1,16a	2,30ab	2,13a
<b>Omissão de Mn</b>	9,01a	2,33a	3,16a	4,10a
<b>Omissão de Zn</b>	9,55a	2,38a	3,18a	2,40a
<b>CV (%)</b>	18,15	30,81	30,42	35,27
<b>Média</b>	6,95	1,58	2,20	2,08
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,42***	2,94**	2,84**	1,48 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Nos tratamentos com omissão de Cu, os maiores teores desse nutriente estão nas raízes, indicando a imobilidade do nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988) em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

Contudo, os maiores teores de Cu nas folhas superiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mn e Zn, possivelmente pela ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre esses nutrientes (Malavolta et al., 1997).

A omissão de Ca e S promoveu o aumento da concentração de Cu nas raízes. Isso possivelmente ocorreu pela redução do efeito antagônico do primeiro (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram observados por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Aspidosperma polyneuron* e *Platygyamus regnellii*, em que os tratamentos com omissão de Ca e S apresentaram os maiores teores Cu.

#### 4.4.1.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas a concentração não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 47).

Tabela 47 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	413,80abc <sup>(1)</sup>	33,80ab	226,55a	257,83a
<b>Omissão de P</b>	296,70bc	40,72ab	207,53a	325,90a
<b>Omissão de K</b>	667,20ab	56,47ab	293,48a	245,85a
<b>Omissão de Ca</b>	589,80abc	103,17a	189,73a	206,47a
<b>Omissão de Mg</b>	428,90abc	49,68ab	135,60a	190,68a
<b>Omissão de S</b>	644,50ab	66,92ab	162,32a	291,08a
<b>Omissão de Cu</b>	453,30abc	102,40a	315,65a	352,67a
<b>Omissão de Fe</b>	136,60c	17,38b	138,82a	158,97a
<b>Omissão de Mn</b>	772,20a	39,82ab	185,02a	300,48a
<b>Omissão de Zn</b>	641,00ab	70,97ab	148,09a	229,50a
<b>CV (%)</b>	29,86	13,07	32,12	25,34
<b>Média</b>	507,00	58,42	202,50	258,19
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,90***	2,41**	2,66**	2,56**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os tratamentos com omissões de Mn, Ca e Cu aumentaram os teores de Fe nas raízes e caules. Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$  no meio, de modo que a ausência desses elementos podem auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de Fe

#### 4.4.1.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, a concentração desse nutriente não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 48).

Tabela 48 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guarita)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	12,08ab <sup>(1)</sup>	3,30ab	9,56ab	26,51ab
<b>Omissão de P</b>	11,45ab	3,00ab	14,11ab	28,00ab
<b>Omissão de K</b>	13,93ab	4,10ab	18,60ab	35,60ab
<b>Omissão de Ca</b>	16,91a	6,00ab	19,90a	40,66ab
<b>Omissão de Mg</b>	12,42ab	5,75ab	10,80ab	41,12ab
<b>Omissão de S</b>	13,83ab	4,55ab	14,33ab	32,45ab
<b>Omissão de Cu</b>	22,03a	6,60a	21,65a	28,90ab
<b>Omissão de Fe</b>	14,45ab	3,61ab	14,98ab	27,10ab
<b>Omissão de Mn</b>	5,06b	1,63b	4,85b	16,99b
<b>Omissão de Zn</b>	19,30a	7,30a	21,73a	45,15a
<b>CV (%)</b>	12,38	34,22	32,40	26,52
<b>Média</b>	14,20	4,54	14,88	31,94
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,24***	3,91***	3,86***	2,89**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

No entanto, os maiores teores de Mn foram observados nos tratamentos com omissão de Zn, Cu e Ca. Estes resultados, provavelmente estão relacionados com a redução do efeito competitivo existentes entre esses nutrientes (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*; por Salvador et al (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca, Cu e Zn apresentaram os maiores teores de Mn.

#### 4.4.1.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém, de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 49).

A omissão S e Cu aumentou o teor do Mo nas diferentes partes planta, possivelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição não competitiva, entre Cu e Mo. Já os altos teores de Mo nos tratamentos com ausência de S deve-se, provavelmente, pela ausência do mecanismo de inibição competitiva (Malavolta et al., 1997).

Tabela 49 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	9,05ab <sup>(1)</sup>	0,68bcd	1,26ab	1,63bc
Omissão de P	10,16ab	0,53cd	1,11ab	1,55bc
Omissão de K	16,28a	0,60cd	0,73ab	1,35bc
Omissão de Ca	18,41a	1,11bc	1,15ab	2,35ab
Omissão de Mg	11,00ab	1,70b	1,80ab	4,35ab
Omissão de S	21,23a	4,50a	3,46a	5,13a
Omissão de Cu	18,83a	1,56bc	2,00ab	2,86ab
Omissão de Fe	17,28a	0,93bc	1,63ab	2,31ab
Omissão de Mn	12,00ab	1,20bc	1,70ab	3,08ab
Omissão de Mo	0,31b	0,11d	0,17b	0,40c
Omissão de Zn	16,48a	1,33bc	2,90a	3,83ab
CV (%)	30,63	24,22	39,54	22,50
Média	13,81	1,28	1,61	2,57
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,92***	14,89***	2,78**	7,11***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.1.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, mas de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 50).

Contudo, os maiores teores de Zn nas raízes foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca e Cu. A deficiência de Ca também aumentou a concentração de Zn no

caule, possivelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição competitiva, ou seja, baixa concentração de Ca e Cu aumentam a absorção de Zn (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, onde os tratamentos com omissão de Ca, apresentaram os maiores teores de Zn.

Tabela 50 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Astronium graveolens* (guaritá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	27,65ab <sup>(1)</sup>	8,03ab	20,98a	20,53a
<b>Omissão de P</b>	26,55ab	3,88b	17,98a	15,63a
<b>Omissão de K</b>	35,17ab	4,60b	11,91a	16,16a
<b>Omissão de Ca</b>	50,28a	34,88a	19,23a	18,01a
<b>Omissão de Mg</b>	27,13ab	8,52ab	14,95a	17,52a
<b>Omissão de S</b>	35,38ab	12,76ab	11,88a	18,38a
<b>Omissão de Cu</b>	50,47a	12,11ab	17,23a	18,15a
<b>Omissão de Fe</b>	49,50a	7,08ab	15,25a	15,60a
<b>Omissão de Mn</b>	47,67a	14,66ab	18,56a	20,75a
<b>Omissão de Zn</b>	14,22b	5,10ab	9,18a	15,03a
<b>CV (%)</b>	9,59	26,95	18,80	28,33
<b>Média</b>	36,72	11,25	15,74	17,58
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,83***	2,96**	0,85 <sup>NS</sup>	0,49 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.2 *Tapirira guianensis* Aubl. (tapirira)-Anacardiaceae

##### 4.4.2.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo nos caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 51).

Verifica-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (12,23g/kg) como de omissão de N (6,83g/kg) foram semelhantes aos encontrados por



Duboc et al. (1994) em *Hymenaea courbaril* (final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg.

Tabela 51 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	13,58a <sup>(1)</sup>	8,61a	17,87a	14,93a
<b>Omissão de N</b>	6,95b	4,57a	7,81b	7,35b
<b>CV (%)</b>	4,47	22,06	17,33	7,80
<b>Média</b>	10,26	6,59	12,61	11,37
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	311,41***	11,58*	34,76**	96,50***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.2.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo significativo apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 52).

Tabela 52 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	2,78ab <sup>(1)</sup>	3,13ab	2,76ab	3,94a
<b>Omissão de P</b>	0,83b	0,39b	0,66b	0,64b
<b>Omissão de K</b>	3,65a	6,52a	4,63a	6,16a
<b>Omissão de Ca</b>	3,98a	5,38a	4,88a	7,46a
<b>Omissão de Mg</b>	2,98ab	3,71a	2,85a	4,76a
<b>Omissão de S</b>	1,91ab	4,15a	3,66a	4,91a
<b>Omissão de Cu</b>	3,34ab	3,05ab	3,50a	5,17a
<b>Omissão de Fe</b>	3,41ab	3,32a	3,97a	5,99a
<b>Omissão de Mn</b>	3,29ab	4,26a	3,56a	5,81a
<b>Omissão de Zn</b>	2,49ab	2,19ab	2,57ab	2,61ab
<b>CV (%)</b>	31,18	26,55	20,40	18,88
<b>Média</b>	2,83	3,61	3,30	4,74
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,14**	4,33***	4,65***	6,87***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Entretanto, os maiores teores de P nas diferentes partes da planta apareceram nos tratamentos com omissão de K e Ca, possivelmente devido ao efeito de diluição, já que as produções MSPA e MSSR destes tratamentos foram menores (Tabela 23).

As interações entre P x K e P x Ca foram observadas por Viégas et al. (2002) em plantas de *Annona muricata*.

#### 4.4.2.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 53).

No entanto, os maiores teores de K na raiz foram encontrados nos tratamentos com ausência de Cu, porém não significativo. Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, onde os tratamentos com omissão de Cu apresentaram concentrações elevadas de K, quando comparados ao tratamento completo.

Tabela 53 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	8,99ab <sup>(1)</sup>	12,95a	13,74a	15,93ab
Omissão de P	8,70ab	8,88a	10,28a	9,70ab
Omissão de K	2,19c	5,52a	7,06a	6,73b
Omissão de Ca	6,03bc	15,79a	13,53a	20,67a
Omissão de Mg	9,11ab	11,61a	13,20a	14,13ab
Omissão de S	8,66ab	14,27a	10,59a	13,37ab
Omissão de Cu	12,16a	12,97a	13,25a	12,02ab
Omissão de Fe	9,56ab	12,16a	13,42a	12,80ab
Omissão de Mn	8,52ab	12,26a	12,48a	15,83ab
Omissão de Zn	8,31ab	9,46a	7,90a	9,37ab
CV (%)	16,12	32,34	32,72	36,56
Média	8,30	11,59	13,05	11,54
Valor de F <sup>(2)</sup>	10,93***	1,85*	2,58**	1,02 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Verificaram-se ainda teores elevados de K nos tratamentos com omissão de Ca. Isso, possivelmente pode ser explicado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K x Ca (Malavolta et al., 1997). Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus*, onde os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K.

#### 4.4.2.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 54).

Entretanto, os maiores teores de Ca foram encontrados nos tratamentos de onde o Mg e o K foram omitidos. Isso, possivelmente pode ser explicado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Foram encontrados também, teores elevados de Ca nas folhas inferiores nos tratamentos com omissão de Cu e Fe, possivelmente pela redução do efeito antagônico dos mesmos sobre o Ca (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 54 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	8,34a <sup>(1)</sup>	9,29a	9,74ab	17,24ab
Omissão de P	7,27ab	5,69a	8,57ab	14,01ab
Omissão de K	3,36ab	8,69a	13,35a	20,11a
Omissão de Ca	1,82b	4,31a	3,33b	8,65b
Omissão de Mg	10,26a	10,42a	12,27a	22,10a
Omissão de S	8,56a	9,46a	12,10a	18,80ab
Omissão de Cu	7,83a	6,91a	13,21a	18,98a
Omissão de Fe	6,29ab	7,00a	9,91ab	18,90a
Omissão de Mn	8,55a	6,90a	8,30ab	18,18ab
Omissão de Zn	4,90ab	4,84a	12,69a	11,85ab
CV (%)	18,32	12,72	24,98	8,67
Média	6,89	7,35	10,35	16,88
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,09**	2,61**	4,32***	3,41***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, onde os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K.

Já as maiores concentrações de Ca nos tratamentos com omissão de Mg foram obtidas por Duboc et al. (1994) em mudas de *Hymenaea courbaril* e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urudeuva*.

#### 4.4.2.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 55).

Os maiores teores de Mg no caule e folhas foram encontrados nos tratamentos com ausência de K. Este resultado, provavelmente está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al, 1997).

Tabela 55 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,10a <sup>(1)</sup>	1,40bc	2,19abc	2,31ab
<b>Omissão de P</b>	2,85a	0,70c	1,91bc	2,15b
<b>Omissão de K</b>	1,94a	2,75a	3,30a	4,52a
<b>Omissão de Ca</b>	1,86a	2,20ab	2,54abc	3,11ab
<b>Omissão de Mg</b>	2,06a	0,54c	1,38c	1,75b
<b>Omissão de S</b>	1,97a	1,04bc	2,28abc	2,64ab
<b>Omissão de Cu</b>	2,62a	1,39bc	2,70ab	3,11ab
<b>Omissão de Fe</b>	2,28a	1,17bc	2,65ab	3,73ab
<b>Omissão de Mn</b>	3,60a	1,32bc	2,16abc	3,32ab
<b>Omissão de Zn</b>	2,06a	0,90c	2,52abc	2,34ab
<b>CV (%)</b>	33,81	32,07	18,30	26,98
<b>Média</b>	2,45	1,34	2,36	2,90
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,44 <sup>NS</sup>	7,28 <sup>***</sup>	4,24 <sup>***</sup>	3,37 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi*, por Silveira et al. (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de K apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.2.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 56).

Os teores de S no caule e folhas superiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de K, Ca, Mg e Fe. As maiores concentrações de S nos tratamentos com omissão de K, Ca e Mg, deve-se possivelmente ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 23). Contudo, os maiores teores de S obtidos nos tratamentos com omissão de Fe, provavelmente está relacionado com a redução do efeito antagônico existentes entre S x Fe (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos Venturin et al. (1996, 2005) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba) e *Eremanthus erythropappus* (candeia) e por Viégas et al. (2002) em plantas de *Annona muricata*, em que os tratamentos com omissão de K, Ca e Mg apresentaram teores elevados de S.

Tabela 56 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	0,88a <sup>(1)</sup>	1,41abc	1,49ab	1,61a
Omissão de P	1,53a	0,77bc	1,35ab	1,12a
Omissão de K	1,60a	3,29a	1,69a	1,68a
Omissão de Ca	1,12a	2,48ab	1,81a	1,55a
Omissão de Mg	1,61a	1,74abc	1,59a	1,71a
Omissão de S	0,85a	0,46c	0,97b	1,17a
Omissão de Cu	1,01a	1,32abc	1,46ab	1,59a
Omissão de Fe	1,55a	1,35abc	1,71a	1,61a
Omissão de Mn	0,75a	2,04abc	1,26ab	1,52a
Omissão de Zn	1,02a	0,80bc	1,47ab	1,04a
CV (%)	29,74	31,45	13,71	23,42
Média	1,20	1,57	1,48	1,46
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,34 <sup>NS</sup>	4,07 <sup>***</sup>	4,39 <sup>***</sup>	1,59 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.2.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, mas de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 57).

Observam-se ainda nos tratamentos com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade e o seu transporte é dependente da transpiração e

das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, onde os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Entretanto, maiores teores de B foram obtidos nos tratamentos com omissão de K, Ca e Mg, possivelmente devido ao efeito de diluição, já que a produção de MSPA destes tratamentos foi menor (Tabela 23). Além disso, a redução do efeito antagônico entre B x Ca e B x K provavelmente favoreceu a absorção de B nos tratamentos com omissão desses nutrientes (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 57 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	36,93a <sup>(1)</sup>	18,69a	47,48ab	86,20ab
<b>Omissão de P</b>	20,70a	25,83a	53,17ab	66,93ab
<b>Omissão de K</b>	29,71a	30,50a	76,62a	125,77a
<b>Omissão de Ca</b>	25,00a	27,93a	66,33ab	101,95a
<b>Omissão de Mg</b>	33,25a	26,55a	62,48ab	113,25a
<b>Omissão de S</b>	21,15a	21,76a	42,97ab	95,28ab
<b>Omissão de B</b>	29,53b	26,30a	25,49b	29,94a
<b>Omissão de Cu</b>	20,25a	16,18a	61,82ab	74,65ab
<b>Omissão de Fe</b>	25,28a	23,66a	65,70ab	93,05ab
<b>Omissão de Mn</b>	27,00a	18,70a	48,82ab	86,60ab
<b>Omissão de Zn</b>	17,35a	15,83a	42,63ab	45,77ab
<b>CV (%)</b>	26,26	9,88	8,99	8,83
<b>Média</b>	26,12	22,90	53,95	83,54
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,31**	1,38 <sup>NS</sup>	1,92*	3,37***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*; por Marques, et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*.

#### 4.4.2.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor do mesmo, em todas as partes da planta, mas de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 58).

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores estão nas raízes, indicando a imobilidade desse nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Cu apresentaram as maiores concentrações desse nutriente nas raízes.

Tabela 58 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	20,68abc <sup>(1)</sup>	2,05a	1,56bc	1,95ab
<b>Omissão de P</b>	14,18abc	3,01a	1,54bc	2,56ab
<b>Omissão de K</b>	13,78abc	4,95a	1,58bc	2,23a
<b>Omissão de Ca</b>	31,85a	1,66a	4,08a	2,15ab
<b>Omissão de Mg</b>	14,56abc	2,15a	1,91abc	3,83a
<b>Omissão de S</b>	20,59abc	1,96a	2,59ab	3,35a
<b>Omissão de Cu</b>	7,66c	1,40a	0,65c	1,03b
<b>Omissão de Fe</b>	15,91abc	1,55a	1,93abc	2,16ab
<b>Omissão de Mn</b>	25,83ab	1,43a	1,40bc	1,80ab
<b>Omissão de Zn</b>	9,10bc	1,45a	1,50bc	1,81ab
<b>CV (%)</b>	12,23	33,45	19,39	19,25
<b>Média</b>	16,38	2,16	1,87	2,29
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,49***	1,39 <sup>NS</sup>	6,29***	3,03**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Cu, nas raízes e folhas superiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca, possivelmente pela redução do efeito antagônico do mesmo sobre o Cu (Malavolta et al., 1997).

Entretanto, nas folhas inferiores as maiores concentrações de Cu foram encontradas nos tratamentos com ausência de K, Mg e S, provavelmente devido ao efeito de diluição, já que a produção MSPA destes tratamentos foi menor (Tabela 23).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques, et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* em que os tratamentos com omissão de K e S, apresentaram teores elevados de Cu.

#### 4.4.2.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 59).

Tabela 59 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	5972,00ab <sup>(1)</sup>	67,58a	276,43a	322,20a
Omissão de P	3242,00ab	59,97a	305,43a	253,12a
Omissão de K	3910,00ab	157,27a	190,03a	264,75a
Omissão de Ca	12585,00a	177,18a	175,45a	213,33a
Omissão de Mg	7801,00ab	87,32a	198,57a	475,53a
Omissão de S	5322,00ab	104,58a	213,58a	285,33a
Omissão de Cu	1847,00ab	74,02a	234,53a	293,82a
Omissão de Fe	849,00b	46,63a	161,80a	208,82a
Omissão de Mn	5141,00ab	90,70a	188,43a	261,37a
Omissão de Zn	1267,00ab	60,88a	153,87a	253,89a
CV (%)	10,09	12,77	5,12	4,57
Média	4236,96	92,61	209,81	283,21
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,10*	1,40 <sup>NS</sup>	1,82*	1,91*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Entretanto, os maiores teores de Fe foram encontrados nos tratamentos com omissão Ca, possivelmente, devido ao efeito de diluição, já que a produção MSSR deste tratamento foi menor (Tabela 23).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Paltycyamus regnellii* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de Fe.



#### 4.4.2.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 60).

Tabela 60 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	97,55a <sup>(1)</sup>	10,33ab	23,78a	59,47a
<b>Omissão de P</b>	51,98a	4,96b	23,31a	45,52a
<b>Omissão de K</b>	76,18a	32,33a	31,98a	73,47a
<b>Omissão de Ca</b>	155,75a	24,05ab	31,46a	45,75a
<b>Omissão de Mg</b>	107,35a	17,58ab	26,71a	54,37a
<b>Omissão de S</b>	95,60a	16,88ab	25,51a	46,18a
<b>Omissão de Cu</b>	40,47a	7,91ab	18,23a	38,97a
<b>Omissão de Fe</b>	46,98a	7,35ab	24,26a	39,27a
<b>Omissão de Mn</b>	27,28a	4,45b	15,21a	28,75a
<b>Omissão de Zn</b>	77,30a a	5,11b	19,66a	40,97a
<b>CV (%)</b>	14,58	22,19	18,22	8,24
<b>Média</b>	72,66	13,09	24,01	47,26
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,41 <sup>NS</sup>	3,90 <sup>***</sup>	0,36 <sup>NS</sup>	1,65 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Apesar dos teores de Mn obtidos nas raízes não terem se apresentado estatisticamente distintos, é possível constatar altas concentrações desse nutriente nos tratamentos com omissão de Ca e Mg. Já os tratamentos com omissão de K apresentaram os maiores teores de Mn nos caules e folhas. Estes resultados, provavelmente estão relacionados ao efeito de diluição, já que a produção MSPA e MSSR destes tratamentos foi menor (Tabela 23). Além disso, a redução do efeito antagônico entre Mn x Ca, Mn x Mg e Mn x K provavelmente favoreceu a absorção de Mn nos tratamentos com ausência desses nutrientes (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Platycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Ca apresentaram os maiores teores de Mn.

#### 4.4.2.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, mas de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 61).

Tabela 61 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	1,85ab <sup>(1)</sup>	0,63bc	0,61bc	0,81bc
Omissão de P	3,18ab	0,46bc	0,56bc	0,53bc
Omissão de K	3,92ab	1,41ab	0,90ab	0,36bc
Omissão de Ca	4,65ab	0,55bc	0,86ab	0,95bc
Omissão de Mg	4,76ab	0,60bc	1,00ab	1,35ab
Omissão de S	3,15ab	2,75a	1,73a	2,63a
Omissão de Cu	5,46a	0,60bc	0,95ab	1,23ab
Omissão de Fe	5,18ab	0,66bc	0,55bc	0,85bc
Omissão de Mn	2,00ab	0,60bc	0,75ab	1,10abc
Omissão de Mo	0,33b	0,06c	0,07c	0,10c
Omissão de Zn	2,40ab	0,33bc	0,50bc	0,31bc
CV (%)	35,01	41,33	29,74	35,39
Média	3,27	0,78	0,77	0,93
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,74**	6,59***	6,16***	7,12***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Entretanto, a omissão Cu e S aumentaram o teor do Mo nas raízes, caules e folhas, provavelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição não competitiva, entre Cu e Mo. Já os altos teores de Mo nos tratamentos com ausência de S, deve-se provavelmente à não operação do mecanismo de inibição competitiva (Malavolta et al., 1997).

#### 4.4.2.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, não houve, porém diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 62).

Tabela 62 - Teor de zinco (Zn) (gm.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Tapirira guianensis* (tapirira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	39,67a <sup>(1)</sup>	12,31a	19,81a	23,25a
<b>Omissão de P</b>	26,17a	7,51a	22,55a	22,51a
<b>Omissão de K</b>	51,30a	18,76a	19,95a	21,61a
<b>Omissão de Ca</b>	56,83a	32,80a	14,71a	13,46a
<b>Omissão de Mg</b>	45,18a	13,38a	16,11a	20,95a
<b>Omissão de S</b>	28,75a	12,68a	15,11a	16,58a
<b>Omissão de Cu</b>	33,35a	7,40a	18,48a	23,36a
<b>Omissão de Fe</b>	54,72a	13,23a	12,24a	20,80a
<b>Omissão de Mn</b>	43,08a	18,21a	15,55a	21,71a
<b>Omissão de Zn</b>	14,40a	3,90a	8,80a	13,56a
<b>CV (%)</b>	12,87	25,93	33,66	21,15
<b>Média</b>	38,49	14,02	16,33	19,78
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,97*	1,96*	1,62 <sup>NS</sup>	2,49**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

No entanto, os maiores teores de Zn nas raízes e caules foram encontrados nos tratamentos com omissão Ca. Já os tratamentos com ausência de P e Cu proporcionaram as maiores concentrações de Zn nas folhas superiores e inferiores.

Estes resultados, provavelmente, estão relacionados à ausência do mecanismo de inibição competitiva, ou seja, baixa concentração de Ca e Cu aumentam a absorção de Zn. Já os altos teores de Zn nos tratamentos com ausência de P, deve-se possivelmente a ausência do mecanismo de inibição não competitiva (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, apresentaram os maiores teores de Zn.

#### 4.4.3 *Ceiba speciosa* St Hil. (paineira) Malvaceae

##### 4.4.3.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 63). Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Tabela 63 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	17,38a <sup>(1)</sup>	10,19a	21,65a	17,87a
<b>Omissão de N</b>	8,77b	5,13b	11,85b	11,31b
<b>CV (%)</b>	9,29	5,25	9,28	4,55
<b>Média</b>	13,07	7,66	16,75	14,59
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	75,27***	236,63***	59,51***	145,95***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) de *Ceiba speciosa* (espécie inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (14,01g/kg) como sob omissão (8,52 g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Duboc et al. (1994) para *Hymenaea courbaril* (espécie final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg respectivamente.

##### 4.4.3.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo não significativo exceto nas folhas superiores, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 64).

Entretanto, os maiores teores de P ocorreram nos tratamentos com omissão de Zn, possivelmente, devido ao efeito de diluição em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR deste tratamento (Tabela 24). Além disso, ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre os nutrientes favoreceu a absorção de P nos tratamentos com ausência de Zn (Malavolta et al., 1997).

Tabela 64 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	5,02ab <sup>(1)</sup>	4,37bc	3,12bcd	3,87bc
Omissão de P	0,99c	0,55d	1,00d	0,81d
Omissão de K	5,35ab	4,48bc	5,42ab	5,22ab
Omissão de Ca	5,08ab	5,73ab	4,53bc	5,36ab
Omissão de Mg	4,18b	3,28bcd	2,83bcd	2,35cd
Omissão de S	4,84ab	2,78cd	2,12cd	1,83cd
Omissão de Cu	4,81ab	3,91bc	3,30bcd	3,74bc
Omissão de Fe	4,79ab	3,33bcd	2,97bcd	3,61bc
Omissão de Mn	4,76b	3,46bc	2,96bcd	2,91bcd
Omissão de Zn	7,14a	7,38a	7,32a	7,53a
CV (%)	17,24	24,01	25,90	24,69
Média	4,70	3,95	3,56	3,72
Valor de F <sup>(2)</sup>	10,52***	10,82***	11,22***	13,37***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, onde os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

#### 4.4.3.3 Potássio

A omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 65).

Entretanto, os maiores teores de K na raiz foram encontrados nos tratamentos com ausência de Cu e Mn. Estes resultados provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico entre K x Cu e K x Mn que favoreceram a absorção de K nos tratamentos com ausência desses nutrientes (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, em que os tratamentos com omissão de Cu e Mn apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Verificou-se ainda um aumento do teor de K nos tratamentos com omissão de Ca, tanto para as folhas da parte superior como inferior. Isso, possivelmente pode ser explicado pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K x Ca (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Tabela 65 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	17,10abc <sup>(1)</sup>	11,78a	19,23bc	15,11bc
<b>Omissão de P</b>	16,41abc	12,65a	15,73cd	14,83bc
<b>Omissão de K</b>	7,08c	3,07b	5,06d	3,12d
<b>Omissão de Ca</b>	16,92abc	18,86a	33,07a	32,22a
<b>Omissão de Mg</b>	15,14abc	12,17a	23,60abc	17,12bc
<b>Omissão de S</b>	16,83abc	11,01ab	18,18bc	10,81cd
<b>Omissão de Cu</b>	21,03a	19,02a	27,13abc	18,60bc
<b>Omissão de Fe</b>	17,70ab	14,24a	24,54abc	16,16bc
<b>Omissão de Mn</b>	20,00a	14,63a	27,48ab	18,12bc
<b>Omissão de Zn</b>	8,25bc	12,16a	22,20abc	22,36b
<b>CV (%)</b>	21,95	20,76	18,15	17,83
<b>Média</b>	15,64	12,92	21,62	16,84
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,26***	8,32***	11,56***	18,60***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.3.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 66).

Os maiores teores de Ca foram encontrados nos tratamentos de onde o K foi omitido. Conforme já foi comentado anteriormente, existe uma relação competitiva entre Ca e o K, o que explica os altos teores Ca nos tratamentos com omissão de K.

Verificou-se ainda um aumento do teor de Ca na raiz, nos tratamentos com omissão de Cu, possivelmente pela redução do efeito antagônico entre os nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Veloso et al. (1998b) em mudas de *Piper nigrum*, por Silveira (2002) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de K causaram teores elevados de Ca.

Tabela 66 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	7,76a <sup>(1)</sup>	8,16abc	17,88bc	30,28b
<b>Omissão de P</b>	5,35ab	10,19ab	27,22ab	37,25ab
<b>Omissão de K</b>	7,13a	11,63a	31,92a	43,69a
<b>Omissão de Ca</b>	2,33bc	3,73bc	3,76d	8,48c
<b>Omissão de Mg</b>	5,85ab	10,04ab	25,96abc	37,09ab
<b>Omissão de S</b>	5,08ab	8,23abc	25,09abc	35,68ab
<b>Omissão de Cu</b>	6,15a	10,30ab	19,56bc	38,42ab
<b>Omissão de Fe</b>	4,56abc	7,21abc	17,12c	32,28ab
<b>Omissão de Mn</b>	4,84abc	8,12abc	17,31c	34,15ab
<b>Omissão de Zn</b>	5,80ab	10,00ab	17,10c	30,05b
<b>CV (%)</b>	24,56	27,66	17,31	14,14
<b>Média</b>	5,48	8,78	20,29	32,73
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,52***	5,04***	22,36***	18,08***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.3.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 67).

No entanto, os maiores teores de Mg foram obtidos nos tratamentos com ausência de Ca, possivelmente pela redução da competição antagonística entre Mg x Ca (Mengel; Kirkby, 1987).

Tabela 67 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,34a <sup>(1)</sup>	1,71bc	5,27a	8,02ab
<b>Omissão de P</b>	1,30a	1,822bc	4,90a	8,46ab
<b>Omissão de K</b>	1,55a	1,522bcd	4,94a	7,47bc
<b>Omissão de Ca</b>	1,67a	3,19a	6,36a	11,78a
<b>Omissão de Mg</b>	0,69b	0,40d	1,43b	3,66cd
<b>Omissão de S</b>	1,40a	1,19bcd	3,68ab	5,73bc
<b>Omissão de Cu</b>	1,46a	2,31ab	5,29a	8,61ab
<b>Omissão de Fe</b>	1,22ab	1,47bcd	4,83a	6,89bc
<b>Omissão de Mn</b>	1,61a	1,55bcd	4,27ab	5,36bcd
<b>Omissão de Zn</b>	1,63a	1,05cd	4,28ab	5,30bcd
<b>CV (%)</b>	13,94	25,62	24,09	21,32
<b>Média</b>	1,38	1,62	4,52	7,12
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,87***	9,61***	7,37***	11,90***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*, nas quais os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.3.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém com diferenças apenas em relação ao tratamento completo (Tabela 68).

Tabela 68 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	5,33a <sup>(1)</sup>	5,59a	2,90a	4,12a
<b>Omissão de P</b>	1,28b	0,94b	1,90ab	1,40b
<b>Omissão de K</b>	1,56b	1,01b	2,12ab	1,59b
<b>Omissão de Ca</b>	1,58b	1,04b	1,88ab	1,75b
<b>Omissão de Mg</b>	1,44b	0,75b	1,87ab	1,36b
<b>Omissão de S</b>	1,18b	0,38b	1,29b	1,04b
<b>Omissão de Cu</b>	1,45b	1,09b	1,78ab	1,55b
<b>Omissão de Fe</b>	1,56b	0,67b	1,74ab	1,35b
<b>Omissão de Mn</b>	1,23b	0,78b	1,79ab	1,50b
<b>Omissão de Zn</b>	1,19b	0,88b	2,12ab	1,70b
<b>CV (%)</b>	15,25	21,10	22,49	32,72
<b>Média</b>	1,78	1,33	1,93	1,73
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	64,00***	85,81***	2,63**	6,88***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

De acordo com Malavolta (1980) a velocidade de absorção do sulfato ( $\text{SO}_4^{-2}$ ), forma de enxofre predominantemente absorvida da solução do solo pelas raízes, depende do cátion acompanhante, obedecendo a seguinte série crescente:  $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+}$ ,  $\text{NH}_4^{+}$  e  $\text{K}^{+}$ . Possivelmente os menores teores de S encontrados nos tratamentos com omissão de Ca, Mg e K deve-se a falta do cátion acompanhante prejudicando a absorção de S.



Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá) e por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba) e por Veloso et al. (1998b) em mudas de *Piper nigrum*.

#### 4.4.3.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém as concentrações de B na raiz e caule não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 69).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente ocorrem nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, onde os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Entretanto, os maiores teores de B na raiz e caule foram obtidos nos tratamentos com omissão de Zn, possivelmente pela ausência do mecanismo de inibição não competitiva, ou seja, baixa concentração de Zn aumenta a absorção de B (Malavolta et al., 1997).

Já os maiores teores de B nas folhas ocorreram nos tratamentos com omissão de Ca; provavelmente este resultado está relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 24). Além disso, a redução do efeito antagônico entre o Ca x B, possivelmente, contribuiu com o aumento das concentrações de B nos tratamentos onde o Ca foi omitido (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996, 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca e Zn, apresentaram os maiores teores de B.

Tabela 69 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	25,52a <sup>(1)</sup>	23,92ab	77,48a	82,88ab
<b>Omissão de P</b>	21,46a	22,21ab	64,13ab	94,03ab
<b>Omissão de K</b>	17,43a	19,11ab	61,18ab	77,53abc
<b>Omissão de Ca</b>	20,65a	19,03ab	81,35a	118,80a
<b>Omissão de Mg</b>	17,13a	16,70b	61,28ab	88,28ab
<b>Omissão de S</b>	30,73a	20,81ab	56,68ab	58,27bc
<b>Omissão de B</b>	20,03a	20,81ab	28,30b	37,81c
<b>Omissão de Cu</b>	21,50a	19,96ab	70,87ab	89,25ab
<b>Omissão de Fe</b>	19,25a	14,65b	65,20ab	74,45bc
<b>Omissão de Mn</b>	19,40a	15,91b	54,87ab	68,52bc
<b>Omissão de Zn</b>	31,51a	27,45a	66,65ab	81,40ab
<b>CV (%)</b>	28,28	15,85	24,24	18,37
<b>Média</b>	22,24	20,21	62,54	79,20
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,85 <sup>NS</sup>	3,99 <sup>***</sup>	2,53 <sup>**</sup>	6,06 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.3.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 70).

Verificam-se ainda nos tratamentos com omissão de Cu, que os maiores teores desse nutriente ocorrem nas raízes, indicando a imobilidade do nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

Entretanto, os maiores teores de Cu, nas folhas superiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca e Mn, possivelmente pela ausência do efeito antagônico entre Cu x Ca e Cu x Mn (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001). Já as maiores concentrações de Cu nas folhas inferiores foram encontradas nos tratamentos completos.

Tabela 70 - Teor de cobre (Cu) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	9,73a <sup>(1)</sup>	1,18a	3,16ab	8,51a
<b>Omissão de P</b>	2,91a	2,13a	3,60ab	2,40ab
<b>Omissão de K</b>	4,93a	1,50a	4,05ab	7,05ab
<b>Omissão de Ca</b>	9,08a	1,73a	5,11a	6,40ab
<b>Omissão de Mg</b>	4,15a	0,71a	1,61ab	2,01ab
<b>Omissão de S</b>	4,43a	1,11a	2,18ab	3,53ab
<b>Omissão de Cu</b>	2,03a	0,46a	1,30c	1,83b
<b>Omissão de Fe</b>	7,98a	6,35a	2,93ab	4,29ab
<b>Omissão de Mn</b>	18,15a	2,85a	5,45a	3,50ab
<b>Omissão de Zn</b>	6,68a	2,13a	3,23ab	6,40ab
<b>CV (%)</b>	28,73	52,38	19,87	25,77
<b>Média</b>	7,01	1,86	3,26	4,59
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,81 <sup>NS</sup>	1,44 <sup>NS</sup>	3,85 <sup>***</sup>	2,99 <sup>**</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.3.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas as concentrações de Fe nas raízes e folhas inferiores não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 71).

Tabela 71 - Teor de Ferro (Fe) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	233,43a <sup>(1)</sup>	94,00a	522,10a	687,00a
<b>Omissão de P</b>	197,70a	76,48ab	432,00ab	657,00a
<b>Omissão de K</b>	315,77a	88,85ab	323,40ab	466,40a
<b>Omissão de Ca</b>	390,23a	94,60a	287,40ab	726,90a
<b>Omissão de Mg</b>	254,38a	42,37ab	274,70ab	344,80a
<b>Omissão de S</b>	446,10a	36,82ab	356,70ab	352,50a
<b>Omissão de Cu</b>	444,10a	68,97ab	330,40ab	562,90a
<b>Omissão de Fe</b>	186,67a	30,13b	158,40b	293,70a
<b>Omissão de Mn</b>	244,10a	51,95ab	330,00ab	436,70a
<b>Omissão de Zn</b>	244,35a	92,00ab	505,50a	506,00a
<b>CV (%)</b>	7,11	9,41	5,96	7,66
<b>Média</b>	295,68	68,76	352,03	503,39
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,17*	0,03**	2,59**	1,41 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Fe nos caules e folhas superiores foram encontrados nos tratamentos com omissão Ca e Zn respectivamente. Este resultado, provavelmente está

relacionado ao efeito de diluição, já que a produção MSPA destes tratamentos foi menor (Tabela 24). Além disso, a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes como o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ , no meio (Malavolta,1980), onde a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores Fe.

#### 4.4.3.10 Manganês

A omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, de modo não significativo, entretanto, nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 72).

No entanto, os maiores teores de Mn foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca nas diferentes partes da plantas e por Cu e Zn nas folhas superiores. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, já que a produção MSPA destes tratamentos foi menor (Tabela 24). Além disso, a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Ca, Cu e Zn (Malavolta,1980; Marschner, 1995).

Tabela 72 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	6,83bc <sup>(1)</sup>	6,10bc	27,00a	47,50a
<b>Omissão de P</b>	6,05bc	7,86b	21,65ab	47,03a
<b>Omissão de K</b>	7,93bc	4,91bc	25,23ab	42,90ab
<b>Omissão de Ca</b>	14,88a	16,03a	27,06a	52,78a
<b>Omissão de Mg</b>	7,73bc	4,93bc	22,55ab	38,43ab
<b>Omissão de S</b>	9,55ab	4,03bc	19,45ab	34,33ab
<b>Omissão de Cu</b>	11,43ab	8,38b	25,28a	41,00ab
<b>Omissão de Fe</b>	10,48ab	5,82bc	22,36ab	42,01ab
<b>Omissão de Mn</b>	2,48c	1,21c	9,03b	24,65b
<b>Omissão de Zn</b>	6,90bc	8,08b	28,88a	50,56a
<b>CV (%)</b>	24,46	24,68	24,70	15,15
<b>Média</b>	8,42	6,77	22,85	42,12
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,44***	16,41***	2,91**	5,07***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%,10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), onde os tratamentos com omissão de Ca apresentaram os maiores teores de Mn.

#### 4.4.3.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas inferiores, quando comparadas as do tratamento completo (Tabela 73).

A omissão Cu e S aumentou o teor de Mo nas raízes, caules e folhas inferiores respectivamente, provavelmente, devido à ausência de inibição não competitiva, entre Mo x Cu. Já os altos teores de Mo nos tratamentos com ausência de S, deve-se à não operação da inibição competitiva do S sobre o Mo (Malavolta et al., 1997).

Tabela 73 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	6,083cd <sup>(1)</sup>	0,73bc	0,75a	1,46a
<b>Omissão de P</b>	5,73cd	0,95abc	0,18a	0,60ab
<b>Omissão de K</b>	8,95abc	1,28abc	0,28a	1,10ab
<b>Omissão de Ca</b>	13,48ab	1,80ab	0,51a	0,93ab
<b>Omissão de Mg</b>	8,00bc	0,96abc	0,60a	1,10ab
<b>Omissão de S</b>	7,4bc	2,15a	0,45a	2,00a
<b>Omissão de Cu</b>	14,41a	1,06abc	0,40a	0,80ab
<b>Omissão de Fe</b>	13,31ab	0,95abc	0,33a	1,05ab
<b>Omissão de Mn</b>	6,88c	0,73bc	0,51a	0,70ab
<b>Omissão de Mo</b>	0,38d	0,093c	0,13a	0,14b
<b>Omissão de Zn</b>	8,867abc	1,21abc	0,35a	0,61ab
<b>CV (%)</b>	24,45	36,92	57,66	36,37
<b>Média</b>	8,50	1,07	0,41	0,95
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	11,58***	6,05***	1,32 <sup>NS</sup>	3,53***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.3.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, em comparação ao tratamento completo (Tabela 74).

Os maiores teores de Zn foram encontrados nos tratamentos com omissão de Ca, possivelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre Zn x Ca (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, apresentaram os maiores teores de Zn.

Tabela 74 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Ceiba speciosa* (paineira)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	25,55abc <sup>(1)</sup>	10,96ab	36,18a	33,10a
<b>Omissão de P</b>	15,06bc	12,06ab	24,85ab	22,13a
<b>Omissão de K</b>	24,85abc	16,65ab	23,50ab	27,96a
<b>Omissão de Ca</b>	37,70a	20,25a	22,95ab	35,76a
<b>Omissão de Mg</b>	19,21abc	9,51ab	21,11ab	19,45a
<b>Omissão de S</b>	15,95bc	6,98ab	21,10ab	18,53a
<b>Omissão de Cu</b>	30,16ab	14,56ab	27,91ab	26,93a
<b>Omissão de Fe</b>	25,85abc	17,07ab	27,83ab	26,46a
<b>Omissão de Mn</b>	31,55ab	12,48ab	23,33ab	22,91a
<b>Omissão de Zn</b>	11,15c	5,35b	14,51b	18,08a
<b>CV (%)</b>	27,05	37,93	23,88	33,46
<b>Média</b>	23,70	12,43	24,32	25,13
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,03***	2,82**	3,20***	1,55 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.4 *Hymenaea courbaril* L. var. (jatobá)-Fabaceae

##### 4.4.4.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 75).

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos neste trabalho (espécie final da sucessão), tanto nos tratamentos completos (22,71g/kg) como sob omissão (10,62 g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa* (espécie inicial da sucessão) com teores entre 23,7g/kg e 11,3g/kg e por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (espécie clímax) com teores entre 20,6g/kg e 8,2g/kg

Duboc et al. (1994) estudando a mesma espécie (*Hymenaea courbaril*) obteve teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg. Estes resultados provavelmente estão relacionados ao tempo de permanência do experimento e com o substrato utilizado. Duboc conduziu o experimento por um período de 100 dias utilizando como substrato um Latossolo Vermelho Amarelo, textura franco argiloso. Neste experimento o jatobá foi estudado em solução nutritiva, na qual, os nutrientes estiveram disponíveis, por um período de 180 dias.

Tabela 75 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	16,42a <sup>(1)</sup>	14,46a	28,32a	28,25a
<b>Omissão de N</b>	10,29b	7,00a	14,51a	14,32b
<b>CV (%)</b>	7,49	28,74	22,46	6,16
<b>Média</b>	13,35	10,73	21,42	21,29
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	56,33***	8,79*	12,36*	168,99***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

##### 4.4.4.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo não significativo nos diferentes tratamentos (Tabela 76).

Tabela 76 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	11,09a <sup>(1)</sup>	12,60ab	9,96a	14,50a
<b>Omissão de P</b>	1,08b	2,20b	2,15b	1,89b
<b>Omissão de K</b>	12,32a	14,94a	10,91a	18,77a
<b>Omissão de Ca</b>	9,80a	15,53a	11,55a	15,09a
<b>Omissão de Mg</b>	11,73a	15,89a	10,57a	13,23a
<b>Omissão de S</b>	12,39a	18,01a	14,27a	17,52a
<b>Omissão de Cu</b>	11,74a	17,98a	14,86a	19,83a
<b>Omissão de Fe</b>	13,50a	16,26a	18,52a	18,52a
<b>Omissão de Mn</b>	14,08a	17,51a	12,19a	15,05a
<b>Omissão de Zn</b>	14,94a	20,56a	18,64a	19,97a
<b>CV (%)</b>	18,00	26,42	13,36	22,24
<b>Média</b>	11,23	15,15	12,36	15,44
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	10,97***	4,72***	3,19**	7,18***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.4.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas não significativa, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 77).

Tabela 77 - Teor de potássio (K) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	16,63a <sup>(1)</sup>	13,38ab	22,58abc	9,82ab
<b>Omissão de P</b>	11,20a	10,21ab	14,82bc	9,01ab
<b>Omissão de K</b>	10,88a	7,48b	8,53c	4,39b
<b>Omissão de Ca</b>	18,67a	22,32a	17,39bc	13,67a
<b>Omissão de Mg</b>	16,96a	17,33ab	16,64bc	8,84ab
<b>Omissão de S</b>	17,34a	19,21ab	16,97bc	12,41a
<b>Omissão de Cu</b>	13,83a	17,16ab	24,79ab	12,37a
<b>Omissão de Fe</b>	16,60a	15,97ab	32,73a	10,49ab
<b>Omissão de Mn</b>	17,76a	15,87ab	25,23ab	10,25ab
<b>Omissão de Zn</b>	15,56a	17,30ab	23,07abc	13,56a
<b>CV (%)</b>	21,41	29,57	24,52	11,77
<b>Média</b>	15,70	15,62	20,28	10,48
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,72 <sup>NS</sup>	2,60**	5,57***	2,76**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).



No entanto, os maiores teores de K na raiz, caule e folha inferior foram encontrados nos tratamentos com omissão de Ca, provavelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K x Ca (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa*, por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, nas quais os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Já as maiores concentrações de K nas folhas superiores apareceram nos tratamentos com omissão de Cu. Marques et al. (2004) também constataram teores elevados de K nos tratamentos com ausência de Cu em mudas de *Schizolobium amazonicum*.

#### 4.4.4.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 78).

Entretanto, os maiores teores de Ca no caule e folhas superiores ocorreram nos tratamentos com omissão de Cu, possivelmente pela redução do efeito antagônico existente entre Ca x Cu (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Já as maiores concentrações de Ca nas raízes foram encontradas nos tratamentos com omissão de Zn, provavelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre os nutrientes Ca x Zn (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram teores elevados de Ca.

Tabela 78 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
Completo	5,92a <sup>(1)</sup>	4,45a	10,41a	11,81a
Omissão de P	4,87a	4,38ab	7,93a	7,94ab
Omissão de K	3,85a	3,06ab	6,31a	7,92ab
Omissão de Ca	1,18b	1,53b	1,94b	4,33b
Omissão de Mg	4,17a	3,86ab	5,23a	8,19ab
Omissão de S	3,77a	3,86ab	7,02a	8,26ab
Omissão de Cu	3,93a	5,01a	10,42a	9,19a
Omissão de Fe	3,14ab	4,82a	8,38a	9,62a
Omissão de Mn	3,96a	3,80ab	7,60a	9,89a
Omissão de Zn	4,46a	4,09ab	9,67a	10,07a
CV (%)	15,70	16,61	12,42	23,88
Média	3,93	3,89	7,49	8,69
Valor de F <sup>(2)</sup>	4,71***	2,68**	6,95***	2,67**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.4.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, ainda que de modo não significativo, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 79).

Tabela 79 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	2,98a <sup>(1)</sup>	2,31a	3,43ab	3,12a
Omissão de P	2,22a	1,62a	4,04ab	2,76a
Omissão de K	2,92a	2,88a	3,87ab	3,28a
Omissão de Ca	1,72a	3,61a	4,36a	3,38a
Omissão de Mg	1,93a	2,01a	2,24b	1,62a
Omissão de S	2,10a	2,74a	3,87ab	2,61a
Omissão de Cu	1,86a	2,45a	4,05ab	3,32a
Omissão de Fe	2,18a	3,44a	4,16ab	3,34a
Omissão de Mn	2,57a	2,69a	3,79ab	2,98a
Omissão de Zn	2,21a	2,60a	4,30a	3,20a
CV (%)	26,97	30,07	18,32	32,57
Média	2,25	2,64	3,81	2,96
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,35 <sup>NS</sup>	1,71 <sup>NS</sup>	2,31*	0,93 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Mg foram encontrados nos tratamentos com ausência Ca, possivelmente pela redução da competição entre esses íons (Mengel; Kirkby, 1987).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994) em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em óleo de copaíba, por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.4.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo significativo apenas nas folhas superiores e inferiores, quando comparadas às do tratamento completo (Tabela 80).

Tabela 80 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	2,33ab <sup>(1)</sup>	1,16ab	2,65ab	2,31a
<b>Omissão de P</b>	1,89ab	0,88ab	2,21bc	2,23a
<b>Omissão de K</b>	3,18a	1,54ab	3,81ab	3,08a
<b>Omissão de Ca</b>	2,90a	1,51ab	3,81ab	3,30a
<b>Omissão de Mg</b>	2,40ab	1,02ab	3,10ab	2,56a
<b>Omissão de S</b>	0,99b	0,58b	0,91c	0,64b
<b>Omissão de Cu</b>	2,29ab	1,79a	4,03ab	2,65a
<b>Omissão de Fe</b>	2,44ab	1,79a	5,15a	3,87a
<b>Omissão de Mn</b>	2,79ab	1,03ab	3,22ab	2,54a
<b>Omissão de Zn</b>	3,09a	1,89a	3,85ab	3,86a
<b>CV (%)</b>	26,03	30,15	13,91	17,64
<b>Média</b>	2,40	1,32	3,27	2,70
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,01**	3,77***	8,38***	5,81***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores S ocorreram nos tratamentos com omissão de K (raízes) e de Fe (caules e folhas), mas de modo não significativos quando comparados ao tratamento completo. Estes resultados, podem estar relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 25). Além disso, as concentrações elevadas de S, nos tratamentos com omissão de Fe,

podem estar também relacionados com a redução do efeito antagônico existentes entre S x Fe (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de K e Fe apresentaram teores elevados de S, sem diferirem estatisticamente dos tratamentos completos.

#### 4.4.4.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 81).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade na planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

A omissão de Fe e Zn causou teores elevados de B nas folhas superiores e inferiores, respectivamente. Este resultado, possivelmente está relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 25).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, nas quais os tratamentos com omissão de Zn, apresentaram teores elevados de B.

Tabela 81 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	20,03a <sup>(1)</sup>	28,63a	93,07a	92,73ab
Omissão de P	32,08a	27,06a	88,87ab	109,08a
Omissão de K	39,50a	25,30a	86,80ab	118,57a
Omissão de Ca	37,26a	32,65a	95,13a	113,95a
Omissão de Mg	35,03a	32,45a	80,68ab	117,07a
Omissão de S	39,43a	33,51a	86,97ab	101,87ab
Omissão de B	33,33a	28,70a	31,70b	35,58b
Omissão de Cu	37,98a	34,15a	95,30a	112,47a
Omissão de Fe	36,43a	30,20a	103,90a	93,87ab
Omissão de Mn	39,30a	31,17a	92,83a	108,93a
Omissão de Zn	44,88a	34,35a	95,57a	115,08a
CV (%)	17,28	19,27	22,71	22,19
Média	36,75	30,91	86,43	101,74
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,25 <sup>NS</sup>	0,68 <sup>NS</sup>	2,85**	3,29***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.4.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 82).

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores desse nutriente encontram-se nas raízes, indicando a imobilidade desse nutriente. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

Entretanto, os maiores teores de Cu nas raízes e folhas inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn e K. Já no caule e folhas superiores concentrações elevadas de Cu estão nos tratamentos com ausência de Fe. Estes resultados, provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico existente entre Cu x Zn e Cu x Fe (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 82 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	8,40bcd <sup>(1)</sup>	3,63a	3,45ab	6,78ab
<b>Omissão de P</b>	7,15cd	2,96a	2,96ab	5,76ab
<b>Omissão de K</b>	28,00a	4,58a	4,05ab	8,96a
<b>Omissão de Ca</b>	19,96abc	5,53a	5,08ab	8,75a
<b>Omissão de Mg</b>	12,41abcd	3,93a	3,30ab	7,10ab
<b>Omissão de S</b>	14,05abcd	3,93a	3,55ab	7,70ab
<b>Omissão de Cu</b>	4,73d	3,28a	1,78b	4,33b
<b>Omissão de Fe</b>	22,16ab	6,88a	6,60a	7,31ab
<b>Omissão de Mn</b>	18,05abc	4,83a	3,85ab	5,98ab
<b>Omissão de Zn</b>	36,88a	5,61a	4,00ab	9,75a
<b>CV (%)</b>	12,31	31,49	32,23	19,78
<b>Média</b>	16,80	4,51	3,86	7,24
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	8,56***	2,19*	3,16***	3,90***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.4.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no seu teor em todas as partes da planta, mas de modo não significativo no caule e folhas superiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 83).

Embora teores de Fe nas raízes diferiram estatisticamente apenas dos tratamentos com omissão de Fe, foi possível constatar altas concentrações desse nutriente nos tratamentos com omissão de Ca e Zn, esses mesmos tratamentos apresentaram as maiores concentrações de Fe no caule.

Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes como o  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Zn}^{2+}$ , no meio (Malavolta, 1980), onde a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca e Zn apresentaram os maiores teores de Fe.

Tabela 83 - Teor de Ferro (Fe) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	849,20a <sup>(1)</sup>	70,68ab	279,40a	374,63a
<b>Omissão de P</b>	832,90a	54,53ab	233,73a	345,37ab
<b>Omissão de K</b>	1163,00a	86,70ab	195,07a	266,62ab
<b>Omissão de Ca</b>	1255,20a	138,13a	188,73a	279,77ab
<b>Omissão de Mg</b>	876,40a	86,00ab	226,98a	303,30ab
<b>Omissão de S</b>	744,30a	80,30ab	217,52a	295,02ab
<b>Omissão de Cu</b>	823,90a	94,90ab	221,83a	292,40ab
<b>Omissão de Fe</b>	155,50b	41,22b	145,67a	179,74b
<b>Omissão de Mn</b>	752,80a	97,47ab	194,25a	295,47ab
<b>Omissão de Zn</b>	1337,40a	106,30ab	231,58a	307,75ab
<b>CV (%)</b>	6,34	8,90	4,77	3,84
<b>Média</b>	869,25	85,62	213,47	294,00
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,77***	2,39**	1,31 <sup>NS</sup>	2,18*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.4.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 84).

Tabela 84 - Teor de manganês (Mn) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	8,81a <sup>(1)</sup>	13,30ab	77,17a	212,12a
<b>Omissão de P</b>	14,01a	17,11ab	114,98a	227,53a
<b>Omissão de K</b>	13,62a	23,40a	76,23a	339,40a
<b>Omissão de Ca</b>	17,60a	12,41ab	58,35a	297,45a
<b>Omissão de Mg</b>	18,30a	15,73ab	68,68a	291,12a
<b>Omissão de S</b>	11,18a	13,13ab	92,83a	245,80a
<b>Omissão de Cu</b>	17,70a	19,81a	140,33a	290,97a
<b>Omissão de Fe</b>	19,58a	24,16a	175,87a	353,95a
<b>Omissão de Mn</b>	5,90a	4,38b	9,23b	89,32b
<b>Omissão de Zn</b>	18,48a	19,96a	131,20a	272,73a
<b>CV (%)</b>	16,27	15,95	8,78	5,35
<b>Média</b>	14,55	16,34	94,48	262,03
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,90*	2,81**	12,80***	5,16***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log (x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

O maior teor de Mn foi encontrado nos tratamentos com omissão de Fe nas diferentes partes da plantas, possivelmente pela ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre o Mn x Fe (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Fe apresentaram teores elevados de Mn.

#### 4.4.4.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 85).

Os maiores teores de Mo nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com omissão Ca e S. A alta concentração de Mo observada na omissão de S pode estar relacionada à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre esses nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Tabela 85 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	18,35ab <sup>(1)</sup>	0,25cd	0,41bc	0,23bc
Omissão de P	19,36ab	0,50cd	0,80abc	1,15a
Omissão de K	40,68a	1,03abc	1,31ab	1,46a
Omissão de Ca	42,46a	1,65a	1,86a	1,76a
Omissão de Mg	38,66a	0,98abc	1,15ab	1,18a
Omissão de S	43,06a	1,20ab	1,78a	1,25a
Omissão de Cu	20,26ab	0,73abcd	1,30ab	1,66a
Omissão de Fe	27,66a	1,06abc	1,36ab	0,78abc
Omissão de Mn	30,37a	1,15ab	1,63a	1,01ab
Omissão de Mo	0,45b	0,07d	0,08c	0,10c
Omissão de Zn	33,97a	1,53a	1,46ab	1,33a
CV (%)	28,86	26,87	24,05	23,92
Média	29,11	0,95	1,23	1,11
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,94***	7,26***	6,56***	7,68***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .



#### 4.4.4.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 86).

Entretanto, os maiores teores de Zn foram obtidos no tratamento com omissão de Cu, provavelmente, devido à ausência do mecanismo de inibição competitiva, ou seja, baixa concentração de Cu aumenta a absorção de Zn (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), onde os tratamentos com omissão de Cu apresentaram teores elevados de Zn.

Tabela 86 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea courbaril* (jatobá)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	28,28ab <sup>(1)</sup>	15,08cd	26,96cd	29,88ab
Omissão de P	27,51ab	13,08cd	24,25cd	24,53b
Omissão de K	55,05ab	27,13bc	30,93cd	31,28ab
Omissão de Ca	46,48ab	20,91bcd	34,51c	32,58ab
Omissão de Mg	47,16ab	17,45cd	24,21cd	29,81ab
Omissão de S	31,61ab	16,83cd	30,43cd	35,08ab
Omissão de Cu	61,21a	47,26a	68,66a	57,56a
Omissão de Fe	35,01ab	21,73bcd	40,00bc	35,55ab
Omissão de Mn	44,76ab	32,83ab	53,63ab	38,40ab
Omissão de Zn	21,36b	11,31d	16,19d	21,98b
CV (%)	33,87	22,74	16,40	31,06
Média	0,13	22,36	34,98	33,66
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,96**	13,79***	22,21***	2,60**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.5 *Cecropia pachystachya* Trec (embaúba)-Cecropiaceae

##### 4.4.5.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 87). Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Tabela 87 - Teor de nitrogênio (N) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	10,52a <sup>(1)</sup>	5,43a	14,98a	9,75a
Omissão de N	5,50b	3,19b	8,72b	7,23b
CV (%)	3,40	6,06	6,75	3,08
Média	8,01	4,31	11,85	8,49
Valor de F <sup>(2)</sup>	507,97***	109,71***	91,61***	138,86***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.5.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 88).

Entretanto, os maiores teores de P foram obtidos nos tratamentos com omissão de Zn nas raízes, caules e folhas superiores. Nas folhas inferiores as maiores concentrações de P foram encontradas nos tratamentos com ausência de Ca.

A alta concentração de P observada na ausência de Zn, possivelmente, está relacionada ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 26). Além disso, a ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre estes nutrientes favoreceu a absorção de P nos tratamentos com ausência de Zn (Malavolta et al., 1997).

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, nas quais os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

No entanto, Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e Viégas et al. (2002) em mudas de *Annona muricata* observaram concentrações elevadas de P nos tratamentos com ausência de Ca.

Tabela 88 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,69a <sup>(1)</sup>	1,73a	2,80a	2,44b
<b>Omissão de P</b>	0,47b	0,26b	0,61b	0,49c
<b>Omissão de K</b>	2,55a	2,01a	4,60a	3,62ab
<b>Omissão de Ca</b>	3,59a	2,57a	4,00a	5,18a
<b>Omissão de Mg</b>	3,21a	2,04a	2,99a	2,03bc
<b>Omissão de S</b>	2,34ab	1,90a	3,01a	2,69b
<b>Omissão de Cu</b>	2,83a	2,10a	3,11a	2,43b
<b>Omissão de Fe</b>	2,13ab	1,65a	3,29a	3,54b
<b>Omissão de Mn</b>	2,57a	2,11a	3,59a	2,59b
<b>Omissão de Zn</b>	3,37a	2,12a	4,66a	3,27b
<b>CV (%)</b>	25,35	19,14	19,58	19,71
<b>Média</b>	2,57	1,85	3,26	2,83
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,31***	8,90***	9,61***	14,27***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.5.3 Potássio

A omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nas folhas inferiores, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 89).

Tabela 89 - Teor de potássio (K) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	12,73ab <sup>(1)</sup>	6,65a	15,98b	4,83cd
<b>Omissão de P</b>	8,58bc	5,17ab	12,14b	5,43cd
<b>Omissão de K</b>	3,73c	1,91b	3,66c	1,38d
<b>Omissão de Ca</b>	15,67a	7,77a	26,16a	16,11a
<b>Omissão de Mg</b>	9,61abc	7,57a	16,44b	5,74cd
<b>Omissão de S</b>	11,02ab	6,08a	12,43b	6,35cd
<b>Omissão de Cu</b>	11,07ab	6,48a	17,50b	7,10bcd
<b>Omissão de Fe</b>	9,64abc	5,73ab	11,85	13,46ab
<b>Omissão de Mn</b>	12,18ab	6,70a	18,64ab	7,62bcd
<b>Omissão de Zn</b>	11,69ab	7,28a	15,96b	11,33abc
<b>CV (%)</b>	21,01	21,76	17,75	28,52
<b>Média</b>	10,59	6,13	15,08	7,93
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,88***	4,80***	14,01***	11,43***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

No entanto, os maiores teores de K foram encontradas nos tratamentos com omissão de Ca. Este resultado, possivelmente está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K e o Ca (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

#### 4.4.5.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo significativo apenas nas folhas superiores e inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 90).

Entretanto, os maiores teores de Ca foram encontrados nas raízes e caules nos tratamentos com omissão de K. As maiores concentrações Ca nas folhas superiores e inferiores foram obtidas tratamentos com ausência de Zn.

Tabela 90 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	4,58ab <sup>(1)</sup>	3,65bc	13,55ab	25,33a
Omissão de P	5,43a	5,12abc	11,51bc	22,89ab
Omissão de K	10,32a	7,98a	17,88ab	19,75ab
Omissão de Ca	1,36b	1,35c	2,92c	10,48b
Omissão de Mg	6,33a	6,57ab	13,13ab	21,94ab
Omissão de S	6,44a	5,36ab	14,59ab	27,25a
Omissão de Cu	2,77ab	3,79bc	14,76ab	15,18ab
Omissão de Fe	3,05ab	3,05bc	16,87ab	16,65ab
Omissão de Mn	2,74ab	3,98bc	13,30ab	21,65ab
Omissão de Zn	2,70ab	4,59abc	20,92a	26,44a
CV (%)	20,08	29,70	21,26	21,39
Média	4,60	4,54	13,94	20,76
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,12***	5,67***	7,68***	4,34***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

As altas concentrações de Ca observadas nos tratamentos com omissão de K, possivelmente, está relacionada à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre esses nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de K apresentaram teores elevados de Ca.

#### 4.4.5.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparadas às do tratamento completo (Tabela 91).

Tabela 91 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	1,06a <sup>(1)</sup>	0,58a	2,94b	2,67a
Omissão de P	0,86a	0,45a	2,17bc	2,32a
Omissão de K	1,42a	0,77a	2,58bc	2,85a
Omissão de Ca	0,77a	0,64a	5,04a	3,44a
Omissão de Mg	0,45a	0,27a	0,94c	1,82a
Omissão de S	0,99a	0,54a	2,26bc	2,42a
Omissão de Cu	0,86a	0,73a	3,34ab	2,98a
Omissão de Fe	0,73a	0,50a	2,76b	2,82a
Omissão de Mn	0,90a	0,68a	3,47ab	3,24a
Omissão de Zn	0,87a	0,69a	3,72ab	3,03a
CV (%)	31,69	25,26	20,31	31,80
Média	0,89	0,58	2,92	2,76
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,11 <sup>NS</sup>	2,19*	10,08***	1,14 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Apesar dos teores de Mg obtidos nas raízes e caules não terem apresentado diferenças significativas entre os tratamentos, foi possível constatar altas concentrações desse nutriente nos tratamentos com omissão de K. Já nas folhas superiores e inferiores, os tratamentos com omissão de Ca apresentaram os maiores teores de Mg.

As altas concentrações de Mg observadas nos tratamentos com omissão de K e Ca, possivelmente, estão relacionadas à redução da competição entre íons tipo antagonismos de cátions existente entre Mg x K e Mg x Ca (Mengel; Kirkby, 1987)

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* (óleo de copaíba), por Viégas et al. (2002) em mudas de *Annona muricata*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de K e Ca apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.5.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta (Tabela 92).

Tabela 92 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,41a <sup>(1)</sup>	0,79a	2,43bcde	0,97b
<b>Omissão de P</b>	1,21a	0,64a	1,35de	0,87b
<b>Omissão de K</b>	1,33a	0,75a	3,04abc	1,52ab
<b>Omissão de Ca</b>	1,69a	0,73a	2,70bcd	1,67ab
<b>Omissão de Mg</b>	1,54a	0,92a	1,88bcde	0,94b
<b>Omissão de S</b>	0,77a	0,42a	1,16e	0,79b
<b>Omissão de Cu</b>	1,33a	1,00a	2,73bcd	1,01ab
<b>Omissão de Fe</b>	1,32a	0,69a	1,54cde	1,98a
<b>Omissão de Mn</b>	1,41a	1,15a	3,16ab	1,12ab
<b>Omissão de Zn</b>	1,41a	1,15a	4,25a	1,18ab
<b>CV (%)</b>	23,75	26,91	20,49	28,34
<b>Média</b>	1,34	0,82	2,43	1,20
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,70 <sup>NS</sup>	1,71 <sup>NS</sup>	10,96 <sup>***</sup>	3,89 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

As omissões de Zn e Fe promoveram aumentos nos teores de S nas folhas superiores e inferiores, respectivamente. Este resultado, possivelmente está relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 26). Além disso, a redução do efeito antagônico entre S x Fe, S x Zn, devem ter favorecido a absorção de S nos tratamentos com ausência desses

nutrientes (Kabata-Pendias, 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

#### 4.4.5.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, mas não significativa, quando comparada ao tratamento completo (Tabela 93).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente foram encontrados nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade na planta é o que explica o observado.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Os maiores teores de B foram observados nos tratamentos com omissão de Ca, resultado, possivelmente relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 26). Além disso, a redução do efeito antagônico entre B x Ca, provavelmente favoreceu absorção de B no tratamento com ausência Ca (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba) e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram os maiores teores de B.

Tabela 93 - Teor de boro (B) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	15,98a <sup>(1)</sup>	14,21abc	53,55ab	67,73ab
Omissão de P	13,13a	12,25bc	43,41ab	57,62ab
Omissão de K	18,26a	14,63abc	39,90ab	53,72ab
Omissão de Ca	13,05a	22,39a	62,63a	85,88a
Omissão de Mg	21,50a	17,20abc	49,05ab	70,68ab
Omissão de S	28,86a	14,05abc	52,55ab	54,52ab
Omissão de B	9,70a	9,90c	29,93b	35,51b
Omissão de Cu	22,40a	18,33ab	53,36ab	47,68ab
Omissão de Fe	11,00a	10,08bc	56,16ab	50,88ab
Omissão de Mn	14,00a	12,00bc	50,20ab	63,13ab
Omissão de Zn	11,46a	12,80bc	58,16ab	56,17ab
CV (%)	19,62	19,90	22,03	25,54
Média	16,30	14,35	49,90	58,50
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,57 <sup>NS</sup>	5,12 <sup>***</sup>	2,09 <sup>*</sup>	2,36 <sup>**</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.5.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas raízes, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 94).

Tabela 94 - Teor de cobre (Cu) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	3,90a <sup>(1)</sup>	0,85ab	2,50a	9,38a
Omissão de P	2,91ab	1,18ab	1,91a	3,61a
Omissão de K	3,91a	1,21a	2,46a	3,25a
Omissão de Ca	6,98a	1,03ab	2,80a	3,55a
Omissão de Mg	4,21a	1,18a	2,33a	3,95a
Omissão de S	3,33ab	0,85ab	2,56a	3,41a
Omissão de Cu	0,95b	0,35b	1,68a	1,56a
Omissão de Fe	2,43ab	0,78ab	2,70a	2,56a
Omissão de Mn	3,30ab	1,23a	3,10a	3,16a
Omissão de Zn	3,36ab	1,31a	2,50a	2,65a
CV (%)	20,61	28,07	18,58	25,40
Média	3,53	0,99	2,45	3,71
Valor de F <sup>(2)</sup>	4,36 <sup>***</sup>	3,28 <sup>***</sup>	0,76 <sup>NS</sup>	1,57 <sup>*</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).



No entanto, os maiores teores de Cu nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca, Zn, Mn e no tratamento completo, respectivamente.

A alta concentração de Cu observada nos tratamentos com omissão de Ca e Zn, possivelmente, está relacionada à redução do efeito antagônico entre Cu x Ca e Cu x Zn favorecendo absorção nos tratamentos com ausência Ca e Zn (Kabata-Pendias, 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

#### 4.4.5.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativa apenas nas raízes, quando comparadas às do tratamento completo (Tabela 95).

Tabela 95 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	448,00a <sup>(1)</sup>	49,83a	411,37a	455,70a
<b>Omissão de P</b>	186,20ab	33,68a	283,38a	265,90a
<b>Omissão de K</b>	452,40ab	53,02a	255,45a	236,80a
<b>Omissão de Ca</b>	240,70ab	40,82a	224,37a	324,10a
<b>Omissão de Mg</b>	654,70a	46,62a	282,10a	430,70a
<b>Omissão de S</b>	424,90ab	38,23a	368,00a	251,20a
<b>Omissão de Cu</b>	187,50ab	54,95a	450,27a	334,40a
<b>Omissão de Fe</b>	61,60b	20,10a	217,58a	205,50a
<b>Omissão de Mn</b>	544,50a	51,93a	294,45a	404,70a
<b>Omissão de Zn</b>	182,00ab	40,05a	304,67a	296,50a
<b>CV (%)</b>	9,49	13,31	26,57	7,51
<b>Média</b>	338,23	42,92	309,16	320,53
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,31***	1,36 <sup>NS</sup>	2,66**	1,17 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores de Fe obtidos nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão Mg, Cu e nos tratamentos completos, respectivamente.

Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes como o  $Mg^{2+}$  e  $Cu^{2+}$ , no meio, onde a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mg e Cu apresentaram os maiores teores de Fe.

#### 4.4.5.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparada ao tratamento completo (Tabela 96).

No entanto, os maiores teores de Mn foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mg nas diferentes partes da planta. Este resultado, possivelmente está relacionado à redução do efeito antagônico entre Mn x Mg favorecendo a absorção de Mn nos tratamentos com ausência de Mg (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 96 - Teor de manganês (Mn) ( $mg.kg^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	6,33abc <sup>(1)</sup>	4,93a	22,45abc	60,82a
<b>Omissão de P</b>	3,83abc	4,05a	17,36abc	50,53a
<b>Omissão de K</b>	5,38abc	2,41a	19,75abc	32,25a
<b>Omissão de Ca</b>	6,21abc	6,38a	10,08bc	19,38a
<b>Omissão de Mg</b>	11,85a	7,15a	30,55a	69,45a
<b>Omissão de S</b>	10,53ab	3,20a	21,06abc	39,80a
<b>Omissão de Cu</b>	3,93abc	3,98a	17,55abc	30,87a
<b>Omissão de Fe</b>	2,25c	2,60a	18,66abc	17,28a
<b>Omissão de Mn</b>	4,70abc	1,66a	9,94c	26,73a
<b>Omissão de Zn</b>	3,60bc	3,21a	24,25ab	26,06a
<b>CV (%)</b>	19,50	28,36	9,56	24,39
<b>Média</b>	5,86	3,96	19,16	37,31
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,84***	2,18*	4,11***	1,14 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma*

*polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mg apresentaram teores elevados de Mn.

#### 4.4.5.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo significativo apenas nas raízes e folhas superiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 97).

Os maiores teores de Mo nas raízes e caules foram encontradas nos tratamentos com omissão Ca e S. Já as maiores concentrações de Mo nas folhas superiores e inferiores foram encontradas nos tratamentos com ausência de Zn e K.

A alta concentração de Mo observada nos tratamentos com omissão de S e K, provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico entre Mo x S e Mo x K, favorecendo absorção de Mo (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 97 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	4,41ab <sup>(1)</sup>	0,50ab	2,40a	0,81bc
<b>Omissão de P</b>	2,23ab	0,55ab	2,35a	1,18abc
<b>Omissão de K</b>	3,85ab	0,48ab	3,60a	2,98a
<b>Omissão de Ca</b>	5,35a	1,41a	2,41a	2,13ab
<b>Omissão de Mg</b>	2,28ab	1,08ab	2,31a	1,08abc
<b>Omissão de S</b>	5,11a	1,35a	3,90a	1,88ab
<b>Omissão de Cu</b>	1,75b	0,46ab	3,35a	1,20abc
<b>Omissão de Fe</b>	2,33ab	1,00ab	2,85a	2,73a
<b>Omissão de Mn</b>	3,18ab	0,58ab	2,20a	1,06abc
<b>Omissão de Mo</b>	0,20c	0,12b	0,36b	0,32c
<b>Omissão de Zn</b>	2,45ab	1,18ab	4,68a	2,32ab
<b>CV (%)</b>	19,63	44,00	19,00	24,82
<b>Média</b>	3,01	0,80	2,76	1,58
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	9,84***	2,85**	6,95***	6,48***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.5.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém, de modo não significativo apenas nos caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 98).

No entanto, os maiores teores de Zn nas raízes, caules e folhas foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca, K e nos tratamentos completos, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, apresentaram os maiores teores de Zn.

Tabela 98 - Teor de zinco (Zn) (gm.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cecropia pachystachya* (embaúba)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	20,55a <sup>(1)</sup>	5,90ab	42,21a	35,55a
<b>Omissão de P</b>	14,46ab	5,75ab	21,41ab	26,01ab
<b>Omissão de K</b>	20,45a	9,45a	24,36ab	23,35ab
<b>Omissão de Ca</b>	22,53a	6,68ab	20,80ab	25,33ab
<b>Omissão de Mg</b>	22,05a	5,78ab	21,51ab	23,58ab
<b>Omissão de S</b>	18,86a	5,01ab	22,13ab	17,41ab
<b>Omissão de Cu</b>	18,90a	5,98ab	28,01ab	23,80ab
<b>Omissão de Fe</b>	15,76ab	5,61ab	23,76ab	23,43ab
<b>Omissão de Mn</b>	19,65a	6,28ab	21,10ab	22,86ab
<b>Omissão de Zn</b>	8,58b	2,93b	13,76b	16,55b
<b>CV (%)</b>	17,55	15,05	7,89	26,79
<b>Média</b>	18,18	5,94	23,91	23,79
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,22***	2,05*	2,99**	1,97*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.6 *Croton urucurana* Baill. (sangra d'água)-Euphorbiaceae

##### 4.4.6.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 99). Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento com omissão de N, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) verificados nessa espécie (espécie inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (16,18g/kg) como sob omissão (6,54g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Duboc et al. (1994) para *Hymenaea courbaril* (espécie final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg

Tabela 99 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	15,86a <sup>(1)</sup>	13,25a	31,15a	16,41a
<b>Omissão de N</b>	13,44b	4,59b	17,33a	9,49b
<b>CV (%)</b>	5,65	22,44	19,73	11,97
<b>Média</b>	14,65	8,92	24,24	12,95
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	12,86*	28,02**	12,51*	29,87**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

##### 4.4.6.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo significativo apenas no caule, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 100).

Os maiores teores de P nas diferentes partes da planta foram obtidos nos tratamentos com omissão de Cu e Zn, possivelmente, devido ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 27). Além disso, ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre o P e o Zn favoreceu a absorção de P no tratamento com ausência de Zn (Malavolta et al., 1997).

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, onde os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

Tabela 100 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,84ab <sup>(1)</sup>	1,63bc	8,23ab	5,57ab
<b>Omissão de P</b>	0,79b	0,39d	2,23b	0,73b
<b>Omissão de K</b>	2,58ab	1,10cd	8,72ab	7,73a
<b>Omissão de Ca</b>	2,43ab	2,13abc	6,79ab	7,35a
<b>Omissão de Mg</b>	2,02ab	1,84bc	8,21ab	7,69a
<b>Omissão de S</b>	2,12ab	1,47cd	7,76ab	6,09a
<b>Omissão de Cu</b>	2,71a	2,73ab	9,88a	8,59a
<b>Omissão de Fe</b>	2,34ab	1,84bc	9,60a	5,01ab
<b>Omissão de Mn</b>	2,11ab	1,41cd	6,54ab	3,59ab
<b>Omissão de Zn</b>	2,82a	3,14a	9,69a	6,19a
<b>CV (%)</b>	29,45	22,20	30,36	20,23
<b>Média</b>	2,18	1,72	7,80	5,78
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,43**	11,09***	2,72**	5,52***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.6.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 101).

No entanto, os maiores teores de K na raiz, caule e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Cu e Zn, respectivamente. Altas concentrações de K observadas na ausência de Cu e Zn, possivelmente estão relacionadas ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 27).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, onde os tratamentos com omissão de Cu e Zn apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Tabela 101 - Teor de potássio (K) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	20,25a <sup>(1)</sup>	9,13a	35,65ab	34,15a
Omissão de P	12,68ab	6,80ab	23,71b	44,81a
Omissão de K	5,27b	2,50b	2,58c	3,50b
Omissão de Ca	17,12a	17,23a	40,30ab	48,85a
Omissão de Mg	20,37a	10,84a	36,25ab	58,57a
Omissão de S	22,04a	13,84a	39,34ab	47,88a
Omissão de Cu	25,72a	21,84a	39,91ab	40,30a
Omissão de Fe	15,95ab	14,30a	48,68ab	42,85a
Omissão de Mn	25,43a	15,68a	53,03a	50,16a
Omissão de Zn	13,83ab	17,83a	68,83a	61,58a
CV (%)	12,71	13,87	8,11	6,93
Média	17,86	12,83	38,78	41,21
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,64***	6,83***	26,38***	29,02***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.6.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo apenas no caule, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 102).

Tabela 102 - Teor de cálcio (Ca) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	3,37ab <sup>(1)</sup>	3,11ab	15,85a	30,00a
Omissão de P	2,57bc	2,30ab	19,94a	27,12a
Omissão de K	3,59ab	2,89ab	17,31a	25,79a
Omissão de Ca	1,00c	0,71b	2,22b	11,83b
Omissão de Mg	5,13ab	5,16a	15,59a	37,02a
Omissão de S	2,72bc	3,68ab	18,50a	40,66a
Omissão de Cu	4,74ab	8,88a	22,60a	35,00a
Omissão de Fe	3,94ab	5,58a	20,42a	33,69a
Omissão de Mn	4,40ab	6,77a	21,24a	35,42a
Omissão de Zn	8,14a	9,06a	33,83a	35,15a
CV (%)	17,51	23,92	10,13	5,43
Média	3,96	4,68	19,32	30,86
Valor de F <sup>(2)</sup>	6,33***	5,11***	9,87***	6,62***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Ca na raiz, caule, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn, Cu e Mg, respectivamente. Estes resultados possivelmente, estão relacionados à redução da competição entre íons tipo antagonismos de cátions existentes entre Ca x Mg, Ca x Zn e Ca x Cu (Mengel; Kirkby, 1987; Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba) e Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

#### 4.4.6.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo não significativo, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 103).

Tabela 103 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,47ab <sup>(1)</sup>	1,38ab	8,95ab	8,33ab
<b>Omissão de P</b>	3,11ab	0,99b	6,18ab	7,38ab
<b>Omissão de K</b>	5,05a	1,29ab	10,96a	10,11ab
<b>Omissão de Ca</b>	2,33ab	1,53ab	5,42ab	10,96a
<b>Omissão de Mg</b>	1,29b	0,87b	4,01b	4,17b
<b>Omissão de S</b>	3,44ab	1,37ab	9,69ab	7,77ab
<b>Omissão de Cu</b>	3,17ab	1,68ab	8,73ab	8,35ab
<b>Omissão de Fe</b>	2,92ab	1,66ab	10,72a	7,74ab
<b>Omissão de Mn</b>	4,07a	1,89ab	6,95ab	8,36ab
<b>Omissão de Zn</b>	3,89a	2,39a	9,20ab	11,41a
<b>CV (%)</b>	17,77	25,22	24,04	19,81
<b>Média</b>	3,27	1,47	8,17	8,18
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,93**	3,52***	4,00***	3,73***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores de Mg na raiz, caule, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de K e Zn. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 27). Além disso, ausência do mecanismo de inibição



competitiva entre Mg x K favoreceu a absorção de Mg no tratamento com deficiência de K (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, por Viéguas et al. (2002) em mudas de *Annona muricata*, por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, em que os tratamentos com omissão de K apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.6.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta (Tabela 104).

Tabela 104 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	2,11a <sup>(1)</sup>	0,66a	3,46a	2,40a
Omissão de P	1,47a	0,45a	2,53a	1,65a
Omissão de K	2,30a	0,50a	3,37a	1,50a
Omissão de Ca	2,60a	1,24a	2,87a	3,90a
Omissão de Mg	1,48a	0,61a	2,56a	2,36a
Omissão de S	1,33a	0,20a	1,88a	1,00a
Omissão de Cu	1,61a	1,27a	2,44a	2,17a
Omissão de Fe	1,90a	0,35a	4,03a	2,40a
Omissão de Mn	1,73a	0,58a	2,44a	1,10a
Omissão de Zn	1,51a	0,56a	2,12a	1,14a
CV (%)	31,89	43,09	21,36	35,24
Média	1,80	0,66	2,77	2,02
Valor de F <sup>(2)</sup>	0,78 <sup>NS</sup>	2,40 <sup>**</sup>	1,19 <sup>NS</sup>	1,23 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.6.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém as concentrações de B nas raízes e caules não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 105).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade na planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Tabela 105 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	25,80ab <sup>(1)</sup>	31,91a	65,10a	103,78a
<b>Omissão de P</b>	27,93ab	27,49a	65,08a	86,37ab
<b>Omissão de K</b>	27,36ab	15,60a	66,32a	92,97ab
<b>Omissão de Ca</b>	29,76ab	23,55a	67,08a	105,85a
<b>Omissão de Mg</b>	31,56ab	23,11a	82,00a	131,43a
<b>Omissão de S</b>	34,65ab	26,98a	76,23a	131,20a
<b>Omissão de B</b>	21,55b	13,16a	32,45b	35,61b
<b>Omissão de Cu</b>	38,78ab	28,23a	81,33a	72,23ab
<b>Omissão de Fe</b>	29,85ab	22,91a	81,25a	109,85a
<b>Omissão de Mn</b>	39,80ab	23,41a	78,73a	81,52ab
<b>Omissão de Zn</b>	50,08a	31,91a	109,63a	118,40a
<b>CV (%)</b>	27,47	26,62	5,01	6,11
<b>Média</b>	32,46	24,25	73,39	92,94
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,39**	2,25*	5,27***	4,55***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Já os maiores teores de B nas folhas inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Mg, possivelmente, este resultado está relacionada ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 27).

Resultados semelhantes foram obtidos por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* (óleo de copaíba), por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla* e por Marques et al. (2004) em mudas de

*Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mg e Zn, apresentaram teores elevados de B.

#### 4.4.6.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 106).

Tabela 106 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
Completo	4,93ab <sup>(1)</sup>	1,55a	2,13abc	2,66ab
Omissão de P	3,80ab	1,05a	1,18bc	2,11ab
Omissão de K	7,05ab	2,40a	2,41abc	2,65ab
Omissão de Ca	6,66ab	1,55a	1,85abc	3,15ab
Omissão de Mg	5,51ab	1,55a	1,85abc	2,70ab
Omissão de S	10,03a	2,23a	2,85ab	2,10ab
Omissão de Cu	1,31b	1,05a	0,65c	1,28b
Omissão de Fe	9,75a	1,46a	2,18abc	2,80ab
Omissão de Mn	10,18a	2,36a	3,60a	3,86ab
Omissão de Zn	12,18a	3,05a	5,03a	4,40a
CV (%)	24,12	24,18	20,72	27,92
Média	7,14	1,78	2,39	2,68
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,65***	2,18*	6,31***	2,94**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores desse nutriente foram encontrados nas raízes, indicando a imobilidade desse nutriente. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

No entanto os maiores teores de Cu, nas diferentes partes da planta foram obtidos no tratamento com omissão de Zn, possivelmente pela ausência do mecanismo de inibição competitiva, ou seja, baixa concentração de Zn aumenta a absorção de Cu (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Zn, apresentaram teores elevados de Cu.

#### 4.4.6.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 107).

Tabela 107 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	267,80ab <sup>(1)</sup>	24,35ab	168,05a	231,40a
<b>Omissão de P</b>	217,80ab	16,88ab	137,45a	207,10a
<b>Omissão de K</b>	401,00a	40,85ab	167,25a	236,10a
<b>Omissão de Ca</b>	315,80a	42,38a	192,55a	368,60a
<b>Omissão de Mg</b>	285,30ab	17,25ab	121,35a	211,70a
<b>Omissão de S</b>	462,50a	34,46ab	208,87a	277,90a
<b>Omissão de Cu</b>	273,60ab	27,05ab	152,78a	236,80a
<b>Omissão de Fe</b>	47,50b	15,11b	45,23b	166,00a
<b>Omissão de Mn</b>	407,00ab	22,05ab	158,92a	314,90a
<b>Omissão de Zn</b>	536,90a	29,97ab	212,47a	207,80a
<b>CV (%)</b>	11,09	10,00	5,62	6,44
<b>Média</b>	321,51	26,93	156,49	241,38
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,21***	3,37***	1,43 <sup>NS</sup>	0,82*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Entretanto, os maiores teores de Fe nas raízes foram obtidos nos tratamentos com omissão de K, Ca, S e Zn. Já no caule e folhas apenas os tratamentos com ausência de Ca e Zn apresentaram concentrações elevadas de Fe.

Estes resultados provavelmente estão relacionados ao efeito de diluição, já que a produção MSPA e MSSR destes tratamentos foi menor (Tabela 27). Além disso, a redução do efeito antagônico entre Fe x Ca, Fe x S e Fe x Zn, possivelmente favoreceu absorção de Fe nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de Fe.

#### 4.4.6.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa nas raízes e caules, em comparação ao tratamento completo (Tabela 108).

Tabela 108 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	8,31a <sup>(1)</sup>	2,36a	39,40a	163,35ab
<b>Omissão de P</b>	6,75a	2,05a	39,45a	162,38ab
<b>Omissão de K</b>	10,73a	2,98a	53,63a	160,57ab
<b>Omissão de Ca</b>	14,28a	4,91a	50,33a	325,78a
<b>Omissão de Mg</b>	13,16a	4,00a	56,52a	191,40ab
<b>Omissão de S</b>	11,26a	10,40a	146,38a	203,75ab
<b>Omissão de Cu</b>	11,18a	8,51a	43,30a	153,35ab
<b>Omissão de Fe</b>	10,88a	3,86a	42,62a	181,65ab
<b>Omissão de Mn</b>	3,08a	1,16a	7,92b	57,17b
<b>Omissão de Zn</b>	19,35a	10,48a	80,67a	190,10ab
<b>CV (%)</b>	35,65	37,37	13,07	8,07
<b>Média</b>	10,90	4,89	56,21	170,20
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	0,90 <sup>NS</sup>	1,98*	5,12***	2,94**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

No entanto, teores elevados de Mn nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn, S e Ca, respectivamente.

As altas concentrações de Mn observadas na ausência de Zn e Ca, possivelmente, estão relacionadas ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 27). Além disso, a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Ca e Zn no meio (Malavolta et al., 1980; Marschner, 1995).

Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Zn e Ca apresentaram os maiores teores de Mn.

#### 4.4.6.11 Molibdênio

Observou-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 109), exceto nas folhas superiores.

Tabela 109 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água).

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	4,06bc <sup>(1)</sup>	0,41bc	1,81b	1,76abc
<b>Omissão de P</b>	4,31abc	0,30c	2,20ab	1,33bc
<b>Omissão de K</b>	6,39ab	0,70bc	2,18ab	1,75abc
<b>Omissão de Ca</b>	9,34a	1,10abc	1,55b	1,67abc
<b>Omissão de Mg</b>	2,81bc	0,40bc	2,38ab	2,51ab
<b>Omissão de S</b>	5,43ab	1,01abc	4,31ab	2,05ab
<b>Omissão de Cu</b>	6,14ab	1,65abc	3,38ab	2,93ab
<b>Omissão de Fe</b>	7,31ab	0,76bc	2,65ab	1,68abc
<b>Omissão de Mn</b>	6,71ab	1,91ab	5,08a	4,38a
<b>Omissão de Mo</b>	0,16c	0,11c	0,21c	0,25c
<b>Omissão de Zn</b>	6,88ab	3,07a	5,23a	4,80a
<b>CV (%)</b>	29,97	39,86	17,74	21,20
<b>Média</b>	5,58	1,00	2,94	2,28
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,60***	5,80***	9,67***	7,82***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

As maiores concentrações de Mo nas diferentes partes da planta ocorreram nos tratamentos com omissão Ca, Zn e Mn, o que provavelmente está relacionado ao efeito de diluição, já que a produção MSPA e MSSR desses tratamentos foi menor (Tabela 27).

#### 4.4.6.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 110).

Tabela 110 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Croton urucurana* (sangra d'água)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	22,95ab <sup>(1)</sup>	10,56ab	31,52a	26,68a
<b>Omissão de P</b>	23,71ab	8,93ab	15,91a	20,53a
<b>Omissão de K</b>	24,30ab	13,80ab	28,83a	21,33a
<b>Omissão de Ca</b>	31,16ab	11,45ab	19,38a	27,75a
<b>Omissão de Mg</b>	20,95ab	9,81ab	23,65a	22,46a
<b>Omissão de S</b>	17,46b	10,03ab	20,65a	27,60a
<b>Omissão de Cu</b>	34,83ab	16,85a	40,93a	27,86a
<b>Omissão de Fe</b>	18,56b	7,37ab	30,60a	21,91a
<b>Omissão de Mn</b>	57,40a	11,36ab	39,40a	33,28a
<b>Omissão de Zn</b>	12,90b	4,98b	13,33a	14,95a
<b>CV (%)</b>	10,78	13,47	16,02	22,94
<b>Média</b>	26,42	10,62	26,66	24,81
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,82***	2,36*	1,77 <sup>NS</sup>	1,74 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores de Zn foram encontrados nos tratamentos com omissão de Mn e Cu. Estes resultados, provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico entre Zn x Mn e Zn x Cu, favorecendo absorção de Zn (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu e Mn, apresentaram teores elevados de Zn.

#### 4.4.7 *Lonchocarpus muehlbergianus* Hassl. (embira-de-sapo)-Fabaceae

##### 4.4.7.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas não significativa nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 111).

Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (espécie inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (20,01g/kg) como sob omissão (13,52g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa* (espécie inicial da sucessão) com teores entre 23,7g/kg e 11,3g/kg

Tabela 111 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lonchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	22,23a <sup>(1)</sup>	19,36a	22,52a	18,70a
<b>Omissão de N</b>	12,88b	9,94b	18,64b	14,57a
<b>CV (%)</b>	2,18	10,38	3,68	8,12
<b>Média</b>	17,55	14,65	20,58	16,63
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	888,40***	57,55***	39,18**	14,04*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

##### 4.4.7.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nas folhas superiores e inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 112).

Os maiores teores de P nas raízes, caule e folhas superiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de K, Zn e Fe respectivamente. Já nas folhas inferiores concentrações elevadas de P foram encontradas na ausência de Ca e Cu.



Estes resultados possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 28). Além disso, as altas concentrações de P nos tratamentos com omissão de Zn, Fe e Cu provavelmente ocorreram pela redução do efeito antagônico entre P x Zn P x Fe e P x Cu favorecendo absorção de P nestes tratamentos (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

Tabela 112 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchoarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	5,41a <sup>(1)</sup>	3,24b	2,37ab	2,82ab
<b>Omissão de P</b>	1,84b	1,31c	1,31b	1,19b
<b>Omissão de K</b>	7,31a	3,61ab	2,82ab	3,83a
<b>Omissão de Ca</b>	6,28a	3,58ab	2,83ab	4,04a
<b>Omissão de Mg</b>	5,16a	2,71bc	2,29ab	2,83ab
<b>Omissão de S</b>	5,65a	3,21b	2,15ab	3,12ab
<b>Omissão de Cu</b>	6,49a	2,82bc	2,32ab	4,95a
<b>Omissão de Fe</b>	5,78a	3,30b	2,97a	2,68ab
<b>Omissão de Mn</b>	5,40a	3,41ab	2,54ab	3,02ab
<b>Omissão de Zn</b>	6,63a	4,99a	2,39ab	3,10ab
<b>CV (%)</b>	14,68	17,06	23,50	16,78
<b>Média</b>	5,59	3,23	2,40	3,16
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	9,69***	8,14***	2,05*	3,35***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.7.3 Potássio

A omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas que não foi significativa nos caules e folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 113).

No entanto, os maiores teores de K nas raízes e caules foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca, Mg, Mn, Zn e Fe. As altas concentrações de K apresentadas nos tratamentos com ausência de Ca e Mg, possivelmente estão

relacionados ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre K x Ca e K x Mg (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Dias et al. (1994) em *Acacia mangium*, por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, por Mendonça et al. (1999) em de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de Ca e Mg apresentaram teores elevados de K.

Tabela 113 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	21,16a <sup>(1)</sup>	9,58ab	17,87ab	17,08a
<b>Omissão de P</b>	16,25ab	8,97ab	21,44a	19,30a
<b>Omissão de K</b>	6,48b	4,05b	9,19b	5,51b
<b>Omissão de Ca</b>	22,05a	11,85a	32,60a	26,69a
<b>Omissão de Mg</b>	18,59ab	12,10a	22,17a	20,72a
<b>Omissão de S</b>	17,57ab	9,72ab	20,30a	20,57a
<b>Omissão de Cu</b>	16,42ab	9,22ab	21,57a	22,37a
<b>Omissão de Fe</b>	15,60ab	11,29a	22,20a	25,04a
<b>Omissão de Mn</b>	19,17a	10,88ab	23,03a	18,69a
<b>Omissão de Zn</b>	19,24a	10,75ab	22,97a	24,33a
<b>CV (%)</b>	24,85	22,97	8,61	5,70
<b>Média</b>	17,25	9,86	21,33	20,03
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,05**	3,10**	4,91***	19,21***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.7.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, que não foi, porém, significativa na raiz, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 114).

Entretanto, os maiores teores de Ca foram encontrados nas diferentes partes das plantas, quando o K e Zn foram omitidos. Este resultado provavelmente está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Ca x K favorecendo a absorção de Ca (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, por Marques et al. (2004) em

mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de K e Zn apresentaram teores elevados de Ca.

Tabela 114 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchoarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	4,16ab <sup>(1)</sup>	11,06a	12,20a	28,61a
Omissão de P	5,18ab	10,61ab	10,83ab	22,85ab
Omissão de K	8,00a	10,81a	13,50a	24,63ab
Omissão de Ca	2,11b	4,06b	2,27b	11,02b
Omissão de Mg	7,01a	7,14ab	9,94ab	23,54ab
Omissão de S	5,44ab	8,32ab	8,18ab	23,05ab
Omissão de Cu	6,66ab	10,20ab	9,20ab	23,86ab
Omissão de Fe	5,32ab	9,72ab	8,49ab	20,29ab
Omissão de Mn	4,18ab	9,79ab	10,47ab	24,07ab
Omissão de Zn	6,98a	12,83a	11,51a	25,95ab
CV (%)	16,95	23,62	31,75	22,61
Média	5,50	9,43	9,66	22,79
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,93**	3,59***	3,02**	2,45**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.7.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas no caule, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 115).

Apesar dos teores de Mg encontrados nas raízes e folhas não terem diferenciado estatisticamente foi possível constatar altas concentrações desse nutriente nos tratamentos com omissão de K e Ca. Esses mesmos tratamentos apresentaram também teores elevadas de Mg nos caules. Estes resultados provavelmente estão relacionados à redução da competição entre íons tipo antagonismos de cátions existentes entre Mg x K e Mg x Ca (Mengel; Kirkby, 1987)

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), por Viégas et al. (2002) em mudas de *Annona muricata*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de

*Acacia holoserice*, em queos tratamentos com omissão de K e Ca apresentaram teores elevados de Mg

Tabela 115 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,84a <sup>(1)</sup>	3,14a	4,45a	7,47a
<b>Omissão de P</b>	1,70a	2,12ab	4,34a	5,08a
<b>Omissão de K</b>	2,52a	3,10a	5,06a	6,95a
<b>Omissão de Ca</b>	2,81a	3,11a	4,04a	5,20a
<b>Omissão de Mg</b>	1,04a	1,04b	2,94a	4,91a
<b>Omissão de S</b>	1,81a	2,22ab	3,77a	6,19a
<b>Omissão de Cu</b>	1,90a	2,09ab	3,49a	5,64a
<b>Omissão de Fe</b>	2,15a	2,29ab	4,38a	5,61a
<b>Omissão de Mn</b>	1,91a	2,83ab	4,81a	7,19a
<b>Omissão de Zn</b>	2,41a	2,12ab	4,74a	7,06a
<b>CV (%)</b>	30,97	26,21	20,94	21,78
<b>Média</b>	2,01	2,41	4,20	6,13
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,90 <sup>NS</sup>	2,95 <sup>**</sup>	1,64 <sup>NS</sup>	1,57 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.7.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 116).

A omissão de K, Cu e Zn causou teores elevados de S nas diferentes partes das plantas. Este resultado, provavelmente está relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 27).

Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, Viégas et al. (2002) em mudas de *Annona muricata* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

Tabela 116 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchoarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,39a <sup>(1)</sup>	1,20a	1,66ab	1,80a
<b>Omissão de P</b>	2,90ab	0,96a	1,65ab	1,64a
<b>Omissão de K</b>	3,27a	1,35a	2,50a	1,93a
<b>Omissão de Ca</b>	3,07ab	1,09a	1,81ab	1,90a
<b>Omissão de Mg</b>	2,88ab	0,95a	1,71ab	1,87a
<b>Omissão de S</b>	1,29b	0,58a	1,25b	1,41a
<b>Omissão de Cu</b>	3,31a	1,37a	1,70ab	2,42a
<b>Omissão de Fe</b>	2,26ab	1,14a	2,07ab	1,96a
<b>Omissão de Mn</b>	2,90ab	1,37a	2,13ab	1,89a
<b>Omissão de Zn</b>	3,34a	1,44a	1,80ab	2,01a
<b>CV (%)</b>	23,32	25,92	21,79	18,69
<b>Média</b>	2,86	1,15	1,83	1,88
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,81**	2,34*	2,17*	1,61 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.7.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, mas as concentrações de B na raiz e folhas inferiores não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 117).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

No entanto, os maiores teores de B na raiz, caule, folhas superiores e inferiores ocorreram nos tratamentos com omissão de Zn, Fe e Cu, respectivamente. Estes resultados possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 28).

Tabela 117 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	23,07a <sup>(1)</sup>	62,28a	59,87a	92,72ab
Omissão de P	20,80a	26,98b	70,53a	94,88ab
Omissão de K	37,45a	27,03b	76,85a	96,35ab
Omissão de Ca	27,05a	35,08ab	76,78a	110,95a
Omissão de Mg	33,63a	30,40ab	70,32a	111,97a
Omissão de S	28,68a	32,26ab	64,58a	85,02ab
Omissão de B	19,40a	24,30b	31,60b	35,05b
Omissão de Cu	42,47a	29,05b	87,88a	208,39a
Omissão de Fe	33,93a	34,56ab	96,43a	125,67a
Omissão de Mn	28,00a	35,63ab	80,67a	111,43a
Omissão de Zn	46,19a	41,88ab	79,18a	137,00a
CV (%)	9,67	6,00	4,61	7,23
Média	30,97	34,66	72,24	109,94
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,85*	3,66***	6,42***	4,21

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de B.

#### 4.4.7.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente, em todas as partes da planta (Tabela 118).

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores desse nutriente foram obtidos nas raízes, indicando a sua imobilidade. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que o tratamento com omissão de Cu apresentou o maior teor desse nutriente nas raízes.

Entretanto, os maiores teores de Cu foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe e Zn. Segundo Malavolta (1980), a absorção de Cu é influenciada por

altas concentrações de Fe e Zn no meio, em que a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Cu.

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Fe e Zn apresentaram teores elevados de Cu.

Tabela 118 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchoarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,05bc <sup>(1)</sup>	2,18a	2,10a	2,60abc
<b>Omissão de P</b>	4,26bc	1,40a	1,33a	1,95bc
<b>Omissão de K</b>	2,01bc	1,55a	1,38a	1,88bc
<b>Omissão de Ca</b>	3,43bc	1,61a	1,58a	2,13abc
<b>Omissão de Mg</b>	3,71bc	1,36a	1,60a	2,11abc
<b>Omissão de S</b>	3,53bc	1,31a	1,30a	1,93bc
<b>Omissão de Cu</b>	1,95c	1,12a	1,20a	1,80c
<b>Omissão de Fe</b>	9,73a	2,31a	2,11a	2,45abc
<b>Omissão de Mn</b>	3,41bc	2,10a	2,23a	3,06ab
<b>Omissão de Zn</b>	5,23ab	2,30a	2,33a	3,19a
<b>CV (%)</b>	16,24	28,40	15,11	17,56
<b>Média</b>	4,03	1,74	1,71	2,31
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,65***	2,31*	3,56***	4,53***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.7.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta (Tabela 119).

Os maiores teores de Fe nas folhas foi obtido no tratamento com omissão de Mn, provavelmente pela redução do efeito antagônico entre Fe x Mn (Kabata-Pendias, 2001). Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

Tabela 119 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	197,93a <sup>(1)</sup>	96,48a	122,88ab	196,08ab
<b>Omissão de P</b>	239,23a	68,68a	138,42ab	256,23ab
<b>Omissão de K</b>	311,00a	87,90a	123,73ab	239,05ab
<b>Omissão de Ca</b>	154,38a	58,18a	130,67ab	228,97ab
<b>Omissão de Mg</b>	204,07a	53,73a	99,25b	184,73ab
<b>Omissão de S</b>	209,90a	45,65a	110,23b	239,22ab
<b>Omissão de Cu</b>	229,05a	57,05a	97,85b	192,73ab
<b>Omissão de Fe</b>	149,95a	52,87a	93,55b	133,92b
<b>Omissão de Mn</b>	183,52a	86,55a	226,33a	327,17a
<b>Omissão de Zn</b>	222,98a	90,75a	146,97ab	228,68ab
<b>CV (%)</b>	7,47	7,92	4,73	29,55
<b>Média</b>	210,20	70,22	128,98	222,67
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	0,44 <sup>NS</sup>	1,81 <sup>NS</sup>	3,76 <sup>***</sup>	1,81 <sup>*</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.7.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas que não foi significativa nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 120).

No entanto, teores elevados de Mn foram encontrados nos tratamentos com omissão de Cu e Zn nas diferentes partes das plantas e por K, Ca e Fe nas folhas superiores.

Segundo Malavolta (1980) e Marschner (1995), a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de K, Ca, Cu e Zn no meio, de modo que a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Mn.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de K, Ca, Cu, Fe e Zn apresentaram teores elevados de Mn.



Tabela 120 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	9,68ab <sup>(1)</sup>	5,61bc	16,10a	30,94a
Omissão de P	15,00ab	6,35abc	12,73ab	31,46a
Omissão de K	13,91ab	5,33bc	19,45a	26,21a
Omissão de Ca	11,36ab	8,33ab	16,35a	30,88a
Omissão de Mg	11,70ab	5,10bc	11,40ab	33,96a
Omissão de S	8,10b	4,93bc	13,31ab	29,75a
Omissão de Cu	33,76a	6,02abc	18,31a	46,62a
Omissão de Fe	14,63ab	8,66ab	20,01a	36,41a
Omissão de Mn	5,40b	2,80c	6,45b	18,45b
Omissão de Zn	17,58ab	9,66a	21,43a	57,96a
CV (%)	14,26	20,94	8,80	8,16
Média	14,11	6,29	15,55	34,26
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,42***	7,31***	5,46***	3,03**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.7.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, que foi significativa apenas nas raízes, quando comparada ao tratamento completo (Tabela 121).

Tabela 121 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Hymenaea Lanchocarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	9,96b <sup>(1)</sup>	4,35cd	1,48ab	0,90ab
Omissão de P	9,17b	6,41bc	2,71ab	1,45ab
Omissão de K	11,65ab	7,66abc	2,55ab	1,46ab
Omissão de Ca	11,08ab	7,13abc	1,93ab	1,11ab
Omissão de Mg	10,61b	7,35abc	2,38ab	1,50ab
Omissão de S	9,48b	5,30cd	3,81ab	1,18ab
Omissão de Cu	10,83b	5,85cd	7,01a	2,50a
Omissão de Fe	15,15ab	12,13ab	6,33a	2,13a
Omissão de Mn	9,85b	6,43bc	2,36ab	1,11ab
Omissão de Mo	0,88c	0,35d	0,61b	0,29b
Omissão de Zn	16,80a	12,88a	4,18ab	1,90ab
CV (%)	19,01	27,97	35,87	33,97
Média	10,54	6,93	3,21	1,41
Valor de F <sup>(2)</sup>	11,76***	9,34***	2,84**	2,74**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Entretanto, os maiores teores de Mo nas raízes, caules e folhas foram obtidos nos tratamentos com omissão de Zn Cu e Fe. Estes resultados possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 28). Além disso, as altas concentrações de Mo nos tratamentos com omissão de Fe e Cu provavelmente ocorreram pela redução do efeito antagônico entre Mo x Fe e Mo x Cu favorecendo absorção de Mo (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

#### 4.4.7.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta (Tabela 122).

No entanto, os maiores teores de Zn foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe e Mn, provavelmente pela redução do efeito antagônico existente entre Zn x Fe e Zn x Mn (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 122 - Teor de zinco (Zn) (gm.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Lanchoarpus muehlbergianus* (embira-de-sapo)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	19,01ab <sup>(1)</sup>	21,06ab	21,36a	22,87a
<b>Omissão de P</b>	16,46ab	14,90ab	17,90a	21,37a
<b>Omissão de K</b>	22,28ab	20,66ab	23,60a	20,95a
<b>Omissão de Ca</b>	20,50ab	18,71ab	21,18a	19,23a
<b>Omissão de Mg</b>	21,08ab	12,48ab	15,51a	20,55a
<b>Omissão de S</b>	17,05ab	9,35ab	19,33a	19,10a
<b>Omissão de Cu</b>	15,96ab	10,17ab	17,35a	43,70a
<b>Omissão de Fe</b>	30,23a	20,06ab	23,40a	24,98a
<b>Omissão de Mn</b>	19,63ab	24,45a	26,48a	29,17a
<b>Omissão de Zn</b>	10,60b	8,21b	15,05a	17,65a
<b>CV (%)</b>	26,14	10,94	24,97	12,02
<b>Média</b>	19,28	16,21	20,11	23,95
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,06**	3,88***	1,67 <sup>NS</sup>	0,63 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava*, em que os tratamentos com omissão de Fe e Mn apresentaram teores elevados de Zn.

#### 4.4.8 *Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze. (jequitibá-rosa)-Lecythidaceae

##### 4.4.8.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 123).

Observa-se ainda, uma maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (final da sucessão), tanto nos tratamentos completos (21,86g/kg) como sob omissão (13,24g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa* (espécie inicial da sucessão) com teores entre 23,7g/kg e 11,3g/kg e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (espécie inicial da sucessão) com teores entre 28,9g/kg e 13,6g/kg

Tabela 123 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	17,08a <sup>(1)</sup>	22,16a	23,94a	21,35a
<b>Omissão de N</b>	9,75a	9,12b	17,10b	14,95a
<b>CV (%)</b>	18,33	10,61	6,12	17,59
<b>Média</b>	13,41	15,64	20,52	18,15
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	13,31*	92,56***	44,41**	6,01 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

##### 4.4.8.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas não significativa nas raízes e folhas superiores, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 124).

Tabela 124 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup> r	Folha Inferior <sup>(3)</sup> r
Completo	4,24ab <sup>(1)</sup>	4,93ab	3,41bc	5,54b
Omissão de P	1,48b	1,94c	1,49c	1,56c
Omissão de K	3,38ab	5,49ab	4,62b	6,40sb
Omissão de Ca	4,34ab	4,98ab	2,78bc	4,67b
Omissão de Mg	3,75ab	5,69ab	3,26bc	5,35b
Omissão de S	3,82ab	5,26ab	2,89bc	4,50b
Omissão de Cu	4,64a	7,47a	5,08ab	7,19ab
Omissão de Fe	3,26ab	3,36bc	2,46bc	4,22b
Omissão de Mn	4,17ab	5,60ab	2,91bc	4,89b
Omissão de Zn	4,86a	7,32a	11,34a	12,69a
CV (%)	28,22	19,20	17,25	13,52
Média	3,79	5,20	4,02	5,70
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,41**	8,09***	8,27***	8,83***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Entretanto, os maiores teores de P nas diferentes partes da planta foram obtidos nos tratamentos com omissão de Cu e Zn. Este resultado, possivelmente está relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 29). Além disso, a redução do efeito antagônico entre P x Cu e P x Zn pode ter favorecido a absorção de P nesses tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

#### 4.4.8.3 Potássio

Notou-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 125).

Os maiores teores de K nas diferentes partes das plantas foram obtidos nos tratamentos com omissão de Ca, Mg e Zn.

As altas concentrações de K observadas nos tratamentos com omissão de Ca e Mg, possivelmente está relacionada à ausência do mecanismo de inibição competitiva

entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997). Já os teores elevados de K nos tratamentos onde o Zn foi omitido, possivelmente está relacionada ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 29).

Tabela 125 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	16,23ab <sup>(1)</sup>	16,11ab	22,11a	19,19a
<b>Omissão de P</b>	13,83ab	14,51ab	17,51ab	14,59ab
<b>Omissão de K</b>	7,96b	8,34b	7,83b	4,75b
<b>Omissão de Ca</b>	14,18ab	21,73a	27,64a	24,62a
<b>Omissão de Mg</b>	18,91a	19,17a	22,99a	19,63a
<b>Omissão de S</b>	15,55ab	16,04ab	21,55ab	15,77a
<b>Omissão de Cu</b>	17,04ab	17,46ab	19,49ab	18,05a
<b>Omissão de Fe</b>	13,89ab	14,04ab	19,23ab	17,15a
<b>Omissão de Mn</b>	16,99ab	15,98ab	22,65a	18,27a
<b>Omissão de Zn</b>	12,56ab	16,83ab	24,77a	18,82a
<b>CV (%)</b>	21,30	22,21	23,45	21,21
<b>Média</b>	14,71	16,02	20,58	17,08
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,82***	2,91**	3,66***	5,91***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, Mg e Zn apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

#### 4.4.8.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 126).

Entretanto, os maiores teores de Ca nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn. Verificou-se ainda um aumento do teor de Ca nas raízes e caules nos tratamentos com ausência de K, Mg e Cu.

As altas concentrações de Ca observadas nos tratamentos com ausência de K e Mg, possivelmente está relacionada à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997). No entanto, o teor elevado de Ca

encontrados nos tratamentos com carência de Cu, deve-se provavelmente à redução do efeito antagônico entre Ca x Cu (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*.

Tabela 126 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	4,59a <sup>(1)</sup>	13,75a	26,22b	39,08ab
<b>Omissão de P</b>	3,55ab	9,73ab	26,03b	33,16ab
<b>Omissão de K</b>	4,52a	10,87a	25,47b	32,47ab
<b>Omissão de Ca</b>	1,11b	1,91b	3,57c	7,05c
<b>Omissão de Mg</b>	4,05a	10,25a	21,85b	31,95ab
<b>Omissão de S</b>	3,63ab	11,26a	23,38b	29,76ab
<b>Omissão de Cu</b>	5,14a	14,57a	23,43b	29,36ab
<b>Omissão de Fe</b>	3,42ab	7,13ab	18,08b	28,14b
<b>Omissão de Mn</b>	3,51ab	10,36a	16,80b	28,03b
<b>Omissão de Zn</b>	4,36a	12,73a	41,98a	40,58a
<b>CV (%)</b>	23,17	26,04	19,16	13,92
<b>Média</b>	3,79	10,25	22,68	30,00
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,69***	5,51***	14,57***	13,90***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.8.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 127).

No entanto, os maiores teores de Mg foram obtidos nos tratamentos com omissão de K e Ca, possivelmente pela redução da competição entre íons tipo antagonismos de cátions existente entre Mg x Ca e Mg x K (Mengel; Kirkby, 1987).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*.

Tabela 127 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,63a <sup>(1)</sup>	3,49ab	5,00b	6,21ab
<b>Omissão de P</b>	1,88a	3,12ab	5,22b	4,91bc
<b>Omissão de K</b>	1,99a	4,18a	7,78a	8,17a
<b>Omissão de Ca</b>	3,00a	4,76a	4,84b	6,63ab
<b>Omissão de Mg</b>	1,67a	1,54b	2,95b	3,48c
<b>Omissão de S</b>	2,33a	3,87ab	5,36ab	5,02bc
<b>Omissão de Cu</b>	2,86a	3,51ab	4,79b	5,39bc
<b>Omissão de Fe</b>	1,86a	2,53ab	3,46b	3,81c
<b>Omissão de Mn</b>	2,76a	2,78ab	3,79b	4,61bc
<b>Omissão de Zn</b>	2,48a	3,95ab	5,17b	5,31bc
<b>CV (%)</b>	29,48	25,99	17,83	14,38
<b>Média</b>	2,34	3,37	4,83	5,35
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,38 <sup>NS</sup>	3,32 <sup>***</sup>	7,05 <sup>***</sup>	9,55 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.8.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não apresentou diferença significativa, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 128).

Tabela 128 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,82a <sup>(1)</sup>	2,86ab	2,95a	2,89a
<b>Omissão de P</b>	2,48a	2,72ab	2,79a	3,15a
<b>Omissão de K</b>	3,54a	4,00a	3,26a	2,72a
<b>Omissão de Ca</b>	3,83a	3,45ab	3,13a	4,03a
<b>Omissão de Mg</b>	2,60a	2,73ab	2,56a	2,66a
<b>Omissão de S</b>	2,00a	1,81b	1,90a	2,21a
<b>Omissão de Cu</b>	3,27a	3,46ab	3,18a	3,80a
<b>Omissão de Fe</b>	2,52a	1,93b	3,19a	3,56a
<b>Omissão de Mn</b>	3,72a	3,00ab	3,25a	3,46a
<b>Omissão de Zn</b>	3,69a	3,49ab	3,06a	3,23a
<b>CV (%)</b>	24,43	23,57	18,90	21,22
<b>Média</b>	3,05	2,95	2,93	3,17
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,23*	3,00**	1,74*	2,07*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, Mg e Zn apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

#### 4.4.8.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, mas as concentrações desse nutriente na raiz, caule e folhas superiores não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 129).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Os maiores teores de B nas folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn, provavelmente pela ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre os nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* (óleo de copaíba), por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn, apresentaram teores elevados de B.



Tabela 129 - Teor de boro (B) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	27,98a <sup>(1)</sup>	29,05a	70,02ab	89,05abc
<b>Omissão de P</b>	20,55a	19,33a	69,92b	84,12abcd
<b>Omissão de K</b>	24,21a	19,95a	66,42b	69,07bcd
<b>Omissão de Ca</b>	28,58a	25,01a	45,52b	78,53bcd
<b>Omissão de Mg</b>	22,36a	20,46a	53,43b	68,67bcd
<b>Omissão de S</b>	23,26a	26,21a	72,63ab	62,68cd
<b>Omissão de B</b>	29,43a	28,73a	35,59b	48,81d
<b>Omissão de Cu</b>	29,78a	31,81a	82,88ab	104,80ab
<b>Omissão de Fe</b>	23,96a	19,31a	58,58b	90,40abc
<b>Omissão de Mn</b>	35,08a	32,83a	86,18ab	102,50ab
<b>Omissão de Zn</b>	20,95a	38,33a	159,92a	212,35a
<b>CV (%)</b>	29,88	30,96	6,06	15,32
<b>Média</b>	26,01	26,46	73,19	83,63
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,00NS	1,81NS	5,59***	8,07***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.8.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 130).

Tabela 130 - Teor de cobre (Cu) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,95cde <sup>(1)</sup>	1,36c	3,65abc	3,36ab
<b>Omissão de P</b>	3,25cde	1,28c	2,35bcd	2,95ab
<b>Omissão de K</b>	4,06cd	1,41c	2,10cd	2,61ab
<b>Omissão de Ca</b>	2,43de	1,60c	2,20cd	3,06ab
<b>Omissão de Mg</b>	3,48cde	1,73c	2,18cd	2,73ab
<b>Omissão de S</b>	3,05de	1,55c	2,68bcd	3,56ab
<b>Omissão de Cu</b>	1,80e	1,21c	1,66d	2,37b
<b>Omissão de Fe</b>	5,95bc	2,71bc	2,68bcd	3,81ab
<b>Omissão de Mn</b>	11,18a	4,13ab	4,10ab	3,52ab
<b>Omissão de Zn</b>	7,85ab	5,46a	5,13a	4,70a
<b>CV (%)</b>	11,55	18,88	21,44	22,78
<b>Média</b>	4,60	2,24	2,87	3,27
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	17,36***	9,57***	9,25***	2,51**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Os maiores teores de Cu, nas raízes, caules e folhas foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mn e Zn, respectivamente. Estes resultados provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico existente entre Cu x Zn e Cu x Mn (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mn e Zn apresentaram teores elevados de Cu.

#### 4.4.8.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 130).

Tabela 131 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	423,70a <sup>(1)</sup>	167,35a	634,00a	581,10a
<b>Omissão de P</b>	207,20ab	112,00a	387,55ab	411,00a
<b>Omissão de K</b>	287,80a	127,30a	398,43ab	375,30a
<b>Omissão de Ca</b>	397,20a	89,90ab	449,03ab	350,70a
<b>Omissão de Mg</b>	268,70a	94,57a	459,63ab	320,90a
<b>Omissão de S</b>	214,40ab	152,43a	596,08a	506,10a
<b>Omissão de Cu</b>	510,90a	147,97a	422,77ab	385,40a
<b>Omissão de Fe</b>	55,40b	34,47b	323,07b	320,70a
<b>Omissão de Mn</b>	498,60a	96,05a	432,03ab	304,30a
<b>Omissão de Zn</b>	329,40a	176,80a	397,88ab	399,20a
<b>CV (%)</b>	8,39	7,20	19,79	6,68
<b>Média</b>	319,31	119,88	450,04	395,46
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,15***	5,84***	3,43***	0,89 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

No entanto, os maiores teores de Fe nas raízes, caules e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão Cu, Mn, Zn e S, não diferindo significativamente dos tratamentos completos.

Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes como o  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , no meio, a ausência desses elementos podendo auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de S, Cu, Mn e Zn apresentaram teores elevados de Fe.

#### 4.4.8.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 132).

Os maiores teores de Mn nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Ca, S, Zn e Fe, respectivamente.

Segundo Malavolta (1980) e Marschner (1995), a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Ca e Zn no meio, a ausência desses elementos podem auxiliar a absorção de Mn.

Tabela 132 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	3,84a <sup>(1)</sup>	5,26ab	30,61b	103,30ab
<b>Omissão de P</b>	5,58a	5,38ab	44,61b	114,00ab
<b>Omissão de K</b>	4,90a	5,38ab	31,71b	98,40ab
<b>Omissão de Ca</b>	6,78a	7,53ab	36,80b	142,17ab
<b>Omissão de Mg</b>	4,81a	5,20ab	26,38b	97,02ab
<b>Omissão de S</b>	3,38a	16,20a	40,55b	123,02ab
<b>Omissão de Cu</b>	5,81a	9,41a	45,75ab	82,25b
<b>Omissão de Fe</b>	4,18a	5,33ab	45,21ab	193,08a
<b>Omissão de Mn</b>	3,41a	2,46b	8,66c	38,80c
<b>Omissão de Zn</b>	4,71a	7,80ab	74,81a	148,33ab
<b>CV (%)</b>	28,43	18,04	5,31	5,00
<b>Média</b>	4,74	6,99	38,51	114,03
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,97*	3,38***	23,79***	10,00***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca, S, Fe e Zn apresentaram teores elevados de Mn.

#### 4.4.8.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, mas significativa apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 133).

As maiores concentrações de Mo nas diferentes partes ocorreram nos tratamentos com omissão Zn e Mn. Estes resultados estão provavelmente relacionados ao efeito de diluição, já que a produção MSPA e MSSR destes tratamentos foi menor (Tabela 29).

Tabela 133 - Teor de molibdênio (Mo) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	6,50cd <sup>(1)</sup>	1,61de	0,78bcd	1,16c
Omissão de P	5,25d	1,51de	0,81bcd	1,28c
Omissão de K	8,10bcd	1,98cde	1,60abc	1,51bc
Omissão de Ca	7,48bcd	2,06bcde	1,26abc	1,76abc
Omissão de Mg	6,00d	2,15bcde	1,40abc	1,86abc
Omissão de S	5,80d	3,43abcd	2,10ab	2,66ab
Omissão de Cu	17,70abc	4,35abc	2,16ab	2,18abc
Omissão de Fe	5,86d	0,90ef	0,65cd	1,10c
Omissão de Mn	20,81ab	4,83ab	2,01ab	3,28a
Omissão de Mo	0,14e	0,10f	0,10d	0,11d
Omissão de Zn	28,61a	7,15a	3,18a	2,30abc
CV (%)	14,51	18,62	23,17	16,14
Média	10,20	2,73	1,46	1,74
Valor de F <sup>(2)</sup>	22,66***	19,32***	10,81***	16,30***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.8.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, a qual foi significativa apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 134).

Os maiores teores de Zn foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mn e Cu. Estes resultados provavelmente estão relacionados à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Cu x Zn (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mn e Cu apresentaram teores elevados de Zn.

Tabela 134 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cariniana legalis* (jequitibá-rosa)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
Completo	16,73c <sup>(1)</sup>	14,00abc	28,13a	32,26a
Omissão de P	15,31c	9,55c	20,53ab	23,28a
Omissão de K	19,71bc	10,61c	19,28ab	20,66a
Omissão de Ca	28,41abc	13,26bc	24,08ab	26,03a
Omissão de Mg	18,66bc	12,75bc	26,35ab	27,90a
Omissão de S	14,20c	8,50c	25,53ab	32,40a
Omissão de Cu	37,23ab	30,40ab	33,50a	39,41a
Omissão de Fe	20,05bc	18,13abc	24,08ab	30,38a
Omissão de Mn	45,06a	37,50a	34,25a	28,04a
Omissão de Zn	10,48c	8,48c	13,71b	18,60a
CV (%)	28,19	12,29	6,96	27,59
Média	22,58	16,32	24,94	27,90
Valor de F <sup>(2)</sup>	8,94***	6,54***	3,99***	1,92*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.9 *Acacia polyphylla* DC. (monjoleiro)-Fabaceae

##### 4.4.9.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 135).

Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Tabela 135 - Teor de nitrogênio (N) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	30,87a <sup>(1)</sup>	20,72a	31,19a	31,00a
<b>Omissão de N</b>	13,30b	5,76b	16,28b	18,57b
<b>CV (%)</b>	8,81	7,91	5,95	12,62
<b>Média</b>	22,08	13,24	23,74	24,79
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	122,09***	49,79***	166,59***	23,70**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nesta espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (24,80g/kg) como sob omissão (15,84g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa* (espécie pioneira) com teores entre 23,7g/kg e 11,3g/kg e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* (espécie inicial da sucessão) com teores entre 28,9g/kg e 13,6g/kg

#### 4.4.9.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 136).

Tabela 136 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	6,89a <sup>(1)</sup>	4,61a	2,37a	2,67a
<b>Omissão de P</b>	1,30b	0,68b	1,43a	0,96b
<b>Omissão de K</b>	7,82a	3,77a	3,36a	4,18a
<b>Omissão de Ca</b>	5,09a	4,27a	2,68a	2,67a
<b>Omissão de Mg</b>	7,82a	4,08a	2,54a	3,13a
<b>Omissão de S</b>	5,24a	3,87a	2,42a	2,36ab
<b>Omissão de Cu</b>	6,51a	3,32a	1,56a	2,37ab
<b>Omissão de Fe</b>	4,93a	3,27a	3,19a	2,23ab
<b>Omissão de Mn</b>	5,66a	1,74ab	2,45a	1,90ab
<b>Omissão de Zn</b>	5,77a	4,41a	1,81a	2,47ab
<b>CV (%)</b>	13,69	18,61	26,24	16,38
<b>Média</b>	5,70	3,40	2,43	2,50
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,81***	5,70***	1,35 <sup>NS</sup>	4,58***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

As concentrações de P folhas superiores foram estatisticamente iguais em todos os tratamentos. Já nas folhas inferiores, os maiores teores de P foram encontrados com omissão de K, Ca e Mg

Resultado semelhante foi obtido por Dias et al. (1994) em *Acacia mangium*, por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* e por Viégas et al. (2002) em *Annona muricata*, em que os tratamentos com omissão de K, Ca e Mg Zn apresentaram teores elevados de P.

#### 4.4.9.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, a qual foi significativa apenas nos caules e folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 137).

Os maiores teores de K na raiz foram encontrados nos tratamentos com ausência de Mn, provavelmente pela redução do efeito antagônico existente entre K x Mn (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, em que os tratamentos com omissão Mn apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Verifica-se ainda um aumento do teor de K nos caules e folhas nos tratamentos com omissão de Ca e Mg. Estes resultados provavelmente estão relacionados à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice* e por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca e Mg apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

Tabela 137 - Teor de potássio (K) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)r</sup>
<b>Completo</b>	18,86bc <sup>(1)</sup>	10,95a	17,52a	10,88a
<b>Omissão de P</b>	16,74bc	8,16ab	17,67a	9,18ab
<b>Omissão de K</b>	7,67c	2,97b	6,73a	3,50b
<b>Omissão de Ca</b>	25,29ab	13,49a	22,67a	12,69a
<b>Omissão de Mg</b>	19,66abc	12,49a	17,39a	17,88a
<b>Omissão de S</b>	21,69abc	10,60a	22,37a	9,13ab
<b>Omissão de Cu</b>	18,85bc	11,64a	12,33a	12,41a
<b>Omissão de Fe</b>	27,17ab	10,57a	2,71a	14,80a
<b>Omissão de Mn</b>	33,64a	8,69ab	10,73a	8,29ab
<b>Omissão de Zn</b>	22,73ab	9,94a	19,48a	9,14ab
<b>CV (%)</b>	23,32	22,44	22,04	13,28
<b>Média</b>	21,23	9,95	17,03	10,79
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,79***	5,16**	1,38 <sup>NS</sup>	4,63***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.9.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 138).

Os maiores teores de Ca foram encontrados nos tratamentos de onde o Mg foi omitido. Este resultado, possivelmente, está relacionada à redução da competição entre Mg x Ca (Mengel; Kirkby, 1987)

Tabela 138 - Teor de cálcio (Ca) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	9,57a <sup>(1)</sup>	8,21a	14,81a	26,35ab
<b>Omissão de P</b>	8,98a	8,24a	15,97a	31,65ab
<b>Omissão de K</b>	5,11a	7,74ab	22,03a	33,99ab
<b>Omissão de Ca</b>	1,21b	1,53b	3,90b	6,88c
<b>Omissão de Mg</b>	15,89a	11,20a	20,99a	39,41a
<b>Omissão de S</b>	8,44a	7,70ab	22,52a	33,17ab
<b>Omissão de Cu</b>	8,06a	9,06a	10,61a	26,37ab
<b>Omissão de Fe</b>	6,21a	8,61a	13,44a	27,59ab
<b>Omissão de Mn</b>	7,39a	5,25ab	8,51a	26,73ab
<b>Omissão de Zn</b>	6,57a	8,35a	16,62a	24,63b
<b>CV (%)</b>	16,17	28,52	25,45	18,16
<b>Média</b>	7,74	7,59	15,04	27,68
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,07***	4,25***	2,27**	8,83***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).



Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.9.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 139).

Tabela 139 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	5,45a <sup>(1)</sup>	2,14a	3,01c	3,71b
<b>Omissão de P</b>	4,62a	1,50a	3,64bc	4,01ab
<b>Omissão de K</b>	6,22a	2,13a	6,65a	7,08a
<b>Omissão de Ca</b>	3,87a	1,82a	5,55ab	4,08ab
<b>Omissão de Mg</b>	4,22a	1,49a	2,10c	2,74b
<b>Omissão de S</b>	5,02a	2,51a	5,32ab	4,67ab
<b>Omissão de Cu</b>	4,22a	1,69a	3,33bc	3,57b
<b>Omissão de Fe</b>	4,63a	1,64a	2,47c	3,01b
<b>Omissão de Mn</b>	5,59a	1,02a	3,37bc	3,17b
<b>Omissão de Zn</b>	3,73a	1,87a	3,52bc	3,44b
<b>CV (%)</b>	19,14	23,16	18,75	11,23
<b>Média</b>	4,76	1,78	3,93	3,95
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,33*	1,24 <sup>NS</sup>	11,67***	4,63***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores de Mg foram obtidos nas folhas superiores e inferiores nos tratamentos com omissão de K, provavelmente pela ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Mg x K (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*, em que os tratamentos com omissão de K apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.9.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não diferindo estatisticamente do tratamento completo (Tabela 140).

Os maiores teores de S nas raízes foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mn, provavelmente devido ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSRR deste tratamento (Tabela 30). Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

Tabela 140 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,98abc <sup>(1)</sup>	1,28a	2,08a	1,93a
<b>Omissão de P</b>	2,53bc	0,93a	2,09a	1,52a
<b>Omissão de K</b>	3,97abc	0,68a	2,60a	1,86a
<b>Omissão de Ca</b>	4,60ab	1,00a	2,25a	1,83a
<b>Omissão de Mg</b>	4,27abc	1,38a	2,30a	2,06a
<b>Omissão de S</b>	2,22c	0,99a	1,73a	1,51a
<b>Omissão de Cu</b>	4,25abc	1,67a	3,18a	2,26a
<b>Omissão de Fe</b>	4,75ab	1,33a	3,03a	2,24a
<b>Omissão de Mn</b>	4,98a	0,68a	1,88a	1,59a
<b>Omissão de Zn</b>	4,07abc	1,40a	2,59a	2,08a
<b>CV (%)</b>	20,29	24,59	22,82	23,13
<b>Média</b>	3,96	1,13	2,34	1,89
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,77***	2,39**	2,08*	1,21 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.9.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém, as concentrações desse nutriente nas raízes, caules e folhas inferiores não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 141).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente foram encontrados nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Tabela 141 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	48,28a <sup>(1)</sup>	36,60a	60,22a	72,83ab
<b>Omissão de P</b>	33,98a	35,06a	68,03a	81,63ab
<b>Omissão de K</b>	53,46a	30,85a	94,58a	122,98a
<b>Omissão de Ca</b>	33,50a	30,41a	62,25a	82,33ab
<b>Omissão de Mg</b>	51,73a	29,70a	85,87a	129,77a
<b>Omissão de S</b>	37,73a	30,65a	74,63a	78,33ab
<b>Omissão de B</b>	26,05a	22,93a	32,45b	35,07b
<b>Omissão de Cu</b>	43,75a	33,16a	79,18a	87,86ab
<b>Omissão de Fe</b>	49,81a	31,36a	107,50a	114,08a
<b>Omissão de Mn</b>	34,11a	23,76a	66,57a	85,10ab
<b>Omissão de Zn</b>	43,80a	34,11a	64,70a	66,88ab
<b>CV (%)</b>	22,86	26,95	4,50	25,56
<b>Média</b>	41,47	30,78	72,38	86,98
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,67**	0,79 <sup>NS</sup>	7,51***	4,42***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Entretanto os maiores teores de B nas folhas foram obtidos nos tratamentos com omissão de K, Mg e Fe. Estes resultados provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico existente entre B x K e B x Fe (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá) e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, em que os tratamentos com omissão de K e Mg apresentaram teores elevados de B.

#### 4.4.9.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 142).

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores desse nutriente foram obtidos nas raízes, indicando a imobilidade do nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas

de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

Tabela 142 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	7,81bc <sup>(1)</sup>	1,75a	1,60ab	3,29a
<b>Omissão de P</b>	5,90cd	2,30a	2,38ab	2,93a
<b>Omissão de K</b>	9,16abc	2,23a	1,98ab	2,85a
<b>Omissão de Ca</b>	5,89cd	2,55a	2,01ab	3,51a
<b>Omissão de Mg</b>	11,54abc	2,60a	2,30ab	3,08a
<b>Omissão de S</b>	6,28cd	1,66a	2,16ab	2,83a
<b>Omissão de Cu</b>	3,40d	1,40a	0,68b	1,26a
<b>Omissão de Fe</b>	19,73a	3,66a	4,01a	3,78a
<b>Omissão de Mn</b>	7,73bc	1,65a	1,55ab	2,83a
<b>Omissão de Zn</b>	14,23ab	3,88a	2,25ab	3,75a
<b>CV (%)</b>	10,34	21,31	20,04	18,39
<b>Média</b>	9,17	2,37	2,13	3,01
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	10,74***	2,49**	3,26***	1,96*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

No entanto, os maiores teores de Cu foram obtidos nos tratamentos com omissão de Fe e Zn, provavelmente pela redução do efeito antagônico existente entre Cu x Fe e Cu x Zn (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Fe e Zn apresentaram teores elevados de Cu.

#### 4.4.9.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo não significativa nas folhas inferiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 143).

No entanto, os maiores teores de Fe nas raízes, caules e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão K, Ca, Mg, Cu, Mn e Zn. Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes  $\text{Ca}^{2+}$ ,

Mg<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Zn<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, no meio, a ausência desses elementos podem auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu, Mn e Zn apresentaram teores elevados de Fe.

Tabela 143 - Teor de Ferro (Fe) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1190,60a <sup>(1)</sup>	65,53a	148,60a	205,62ab
<b>Omissão de P</b>	892,60a	43,97ab	206,47a	261,57a
<b>Omissão de K</b>	1173,20a	67,38a	199,95a	267,78a
<b>Omissão de Ca</b>	1105,40a	70,78a	283,82a	260,47a
<b>Omissão de Mg</b>	1398,50a	68,58a	148,68a	243,38ab
<b>Omissão de S</b>	526,00ab	37,60ab	184,13a	199,60ab
<b>Omissão de Cu</b>	827,00a	46,63ab	169,94a	181,05ab
<b>Omissão de Fe</b>	178,90b	19,12b	51,03b	110,40b
<b>Omissão de Mn</b>	930,80a	24,25ab	146,93a	198,40ab
<b>Omissão de Zn</b>	945,10a	75,13a	150,40a	203,37ab
<b>CV (%)</b>	5,86	10,25	6,49	5,15
<b>Média</b>	916,78	51,89	168,99	2,13
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,37***	4,83***	5,74***	2,86**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.9.10 Manganês

A omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 144).

No entanto, os maiores teores de Mn nas raízes, caules e folhas superiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe. Já nas folhas inferiores as maiores concentrações de Mn foram encontradas na ausência de Mg. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, já que a produção de MSPA e de MSSR destes tratamentos foram menores (Tabela 30). Além disso, a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Fe e Mg (Malavolta, 1980; Marschner, 1995).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Fe e Mg apresentaram teores elevados de Mn.

Tabela 144 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	55,55abc <sup>(1)</sup>	5,01bc	59,10a	116,30a
Omissão de P	34,77abc	4,75bc	35,25ab	124,23a
Omissão de K	16,88bc	4,58bc	62,42a	145,18a
Omissão de Ca	17,13bc	9,65ab	82,00a	140,12a
Omissão de Mg	60,50a	8,21ab	88,00a	238,22a
Omissão de S	31,13abc	5,36abc	49,43a	112,45ab
Omissão de Cu	39,35abc	7,45abc	76,38a	100,02ab
Omissão de Fe	132,27a	20,21a	95,33a	166,98a
Omissão de Mn	9,43c	1,96c	11,75b	42,78b
Omissão de Zn	36,78abc	10,03ab	63,00a	133,00a
CV (%)	16,56	17,57	9,78	6,44
Média	43,38	7,72	61,73	131,92
Valor de F <sup>(2)</sup>	4,74***	5,63***	6,47***	5,87***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.9.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, mas de modo não significativo apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 145).

Tabela 145 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	4,33bcd <sup>(1)</sup>	0,88bcd	1,20bc	0,45bc
Omissão de P	1,83d	0,85cd	1,45bc	0,41bc
Omissão de K	7,25ab	0,95bcd	2,05b	0,70ab
Omissão de Ca	3,37cd	0,85cd	1,93bc	0,48bc
Omissão de Mg	3,39cd	1,05abcd	0,83bcd	0,36bc
Omissão de S	7,11ab	1,83ab	5,05a	0,73ab
Omissão de Cu	6,63abc	0,40de	0,48cd	1,34a
Omissão de Fe	6,28abc	0,39de	0,91bcd	0,45bc
Omissão de Mn	4,60bc	1,18abc	0,93bcd	0,51bc
Omissão de Mo	0,14e	0,09e	0,09d	0,05c
Omissão de Zn	10,88a	2,01a	1,91bc	0,71ab
CV (%)	12,06	22,39	26,55	33,20
Média	5,07	0,95	1,55	0,56
Valor de F <sup>(2)</sup>	30,81***	13,54***	11,95	5,79***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Mo nas raízes e caules foram obtidos nos tratamentos com omissão de Zn. Este resultado possivelmente está relacionada ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e de MSSR deste tratamento (Tabela 30).

A omissão de S e Cu aumentou o teor do Mo nas folhas superiores e inferiores respectivamente. Estes resultados, provavelmente estão relacionados com a redução do efeito antagônico existente entre Mo x S e Mo x Cu (Kabata-Pendias, 2001).

#### 4.4.9.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém não significativa, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 146).

Entretanto, os maiores teores de Zn nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de Cu, Fe e Mg respectivamente.

As altas concentrações de Zn observadas na ausência de Cu e Mg, provavelmente estão relacionadas à redução da inibição competitiva, ou seja, baixa concentração de Cu e Mg aumenta a absorção de Zn (Malavolta et al., 1997).

Tabela 146 - Teor de zinco (Zn) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Acacia polyphylla* (monjoleiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	12,61ab <sup>(1)</sup>	5,48c	15,80ab	20,08ab
<b>Omissão de P</b>	12,83ab	7,10bc	20,27ab	20,98ab
<b>Omissão de K</b>	18,40ab	6,75c	18,45ab	18,18ab
<b>Omissão de Ca</b>	17,98ab	9,96abc	20,13ab	23,05ab
<b>Omissão de Mg</b>	22,95ab	10,06abc	43,58a	31,41ab
<b>Omissão de S</b>	12,30ab	6,58c	19,07ab	15,48b
<b>Omissão de Cu</b>	33,28a	10,31abc	27,61ab	35,00a
<b>Omissão de Fe</b>	26,28ab	17,11a	29,70ab	24,05ab
<b>Omissão de Mn</b>	30,85ab	14,53ab	24,38ab	23,60ab
<b>Omissão de Zn</b>	11,28b	5,45c	10,30b	15,41b
<b>CV (%)</b>	11,16	10,03	11,75	7,70
<b>Média</b>	19,87	9,33	23,21	22,72
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,90***	7,20***	2,04*	3,68***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os teores elevados de Zn encontrados nos tratamentos com omissão de Mg e Fe, possivelmente estão relacionados com a redução do efeito antagônico existente entre Zn x Mg e Zn x Fe (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mg, Cu e Fe, apresentaram teores elevados de Zn.

#### 4.4.10 *Enterolobium contortisiliquum* Vell. (orelha-de-nego)-Fabaceae

##### 4.4.10.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparada ao tratamento completo (Tabela 147).

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (13,92g/kg) como sob omissão (9,44g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Duboc et al. (1994) para *Hymenaea courbaril* (espécie final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg

Tabela 147 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	14,04a <sup>(1)</sup>	8,09a	22,12a	22,19a
<b>Omissão de N</b>	10,10b	5,08a	13,69b	14,65b
<b>CV (%)</b>	9,90	11,43	4,15	8,76
<b>Média</b>	12,07	6,59	17,90	18,42
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	19,34**	4,41 <sup>NS</sup>	20,26**	32,67**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

##### 4.4.10.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 148).



Tabela 148 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	4,95a <sup>(1)</sup>	1,73abc	3,24ab	2,52a
<b>Omissão de P</b>	0,96b	0,47d	1,03c	0,60b
<b>Omissão de K</b>	4,63a	2,08abc	3,71ab	2,08a
<b>Omissão de Ca</b>	3,69a	1,87abc	3,23ab	1,84ab
<b>Omissão de Mg</b>	4,32a	1,36bc	2,44abc	1,73ab
<b>Omissão de S</b>	4,52a	1,04cd	2,19bc	1,42ab
<b>Omissão de Cu</b>	3,77a	3,22a	4,69a	2,76a
<b>Omissão de Fe</b>	4,37a	2,47ab	4,70a	2,94a
<b>Omissão de Mn</b>	4,31a	1,99abc	2,80ab	1,83ab
<b>Omissão de Zn</b>	4,89a	3,07a	3,72ab	3,57a
<b>CV (%)</b>	22,26	14,97	13,73	18,40
<b>Média</b>	4,04	1,93	3,17	2,18
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,96***	12,89***	7,56***	4,97***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Os maiores teores de P no caule e folhas superiores e inferiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de, Cu, Zn e Fe. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e de MSSR destes tratamentos (Tabela 31). Além disso, as altas concentrações de P nos tratamentos com omissão de Cu, Fe e Zn provavelmente ocorreram pela redução do efeito antagônico entre P x Cu, P x Fe e P x Zn favorecendo absorção de P nestes tratamentos (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Resultado semelhante foi obtido por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu, Fe e Zn, apresentaram teores elevados de P.

#### 4.4.10.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas de modo não significativo nos caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 149).

No entanto, os maiores teores de K foram encontrados nos tratamentos com ausência de Fe, Cu e Zn. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 31).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, onde os tratamentos com omissão de Cu, Fe e Zn apresentaram teores elevados de K.

Tabela 149 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	17,90a <sup>(1)</sup>	8,82ab	17,54a	15,82a
Omissão de P	13,55ab	7,78ab	15,37a	13,74a
Omissão de K	5,10b	3,69b	6,92b	4,34b
Omissão de Ca	14,34ab	10,67a	21,49a	14,27a
Omissão de Mg	14,02ab	7,93ab	21,01a	18,43a
Omissão de S	16,07ab	7,83ab	20,41a	16,95a
Omissão de Cu	17,20ab	14,95a	27,67a	15,73a
Omissão de Fe	21,73a	14,28a	27,79a	18,07a
Omissão de Mn	15,71ab	9,49a	19,44a	15,02a
Omissão de Zn	23,93a	13,70a	24,67a	19,85a
CV (%)	26,21	11,11	7,94	8,63
Média	15,96	9,91	20,23	15,27
Valor de F <sup>(2)</sup>	4,42***	5,42***	7,02***	7,90***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.10.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 150).

Os maiores teores de Ca nas raízes e caules foram encontrados nos tratamentos com omissão de Mg e Cu. Já nas folhas, as maiores concentrações Ca foram encontradas no tratamento completo.

A alta concentração de Ca observadas nos tratamentos com omissão de Mg, possivelmente está relacionada à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre estes nutrientes (Malavolta et al., 1997). Já o teor elevado de Ca nos tratamentos onde o Cu foi omitido provavelmente deve-se à redução do efeito antagônico entre Ca x Cu (Malavolta et al., 1997; Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*.

Tabela 150 - Teor de cálcio (Ca) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	7,21a <sup>(1)</sup>	2,72b	12,20a	20,38a
<b>Omissão de P</b>	5,99a	3,16ab	9,00ab	16,79ab
<b>Omissão de K</b>	9,78a	5,28ab	10,88a	18,46ab
<b>Omissão de Ca</b>	1,01b	0,99c	2,97b	8,39b
<b>Omissão de Mg</b>	11,03a	3,96ab	6,97ab	14,65ab
<b>Omissão de S</b>	8,77a	3,98ab	10,95a	18,45ab
<b>Omissão de Cu</b>	4,89a	6,14a	9,06ab	19,85a
<b>Omissão de Fe</b>	7,01a	4,59ab	12,20a	17,32ab
<b>Omissão de Mn</b>	6,15a	3,04b	9,58ab	17,02ab
<b>Omissão de Zn</b>	6,65a	5,01ab	10,98a	16,93ab
<b>CV (%)</b>	14,43	12,19	16,17	22,44
<b>Média</b>	6,85	3,89	9,47	16,83
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	9,19***	11,21***	2,51**	2,41***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.10.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 151).

Os maiores teores de Mg nas diferentes partes das plantas foram obtidos nos tratamentos com ausência Fe, Cu e Ca respectivamente. Estes resultados, possivelmente, estão relacionados à redução da competição entre íons tipo antagonismos de cátions existente entre Mg x Ca, Mg x Cu e Mg x Fe (Mengel; Kirkby, 1987; Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*.

Tabela 151 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,12bc <sup>(1)</sup>	0,97abcd	3,48a	9,12a
<b>Omissão de P</b>	1,11bc	0,57cd	2,42bc	4,29ab
<b>Omissão de K</b>	1,62abc	1,24abcd	3,53ab	8,40ab
<b>Omissão de Ca</b>	0,86c	0,83abcd	5,67a	7,14ab
<b>Omissão de Mg</b>	0,70c	0,35d	1,28c	4,14b
<b>Omissão de S</b>	0,91c	0,64bcd	3,78ab	6,95ab
<b>Omissão de Cu</b>	1,76abc	1,86a	4,67ab	9,77a
<b>Omissão de Fe</b>	2,87a	1,74ab	4,78ab	9,12a
<b>Omissão de Mn</b>	1,05bc	0,85abcd	4,65ab	7,72ab
<b>Omissão de Zn</b>	2,29ab	1,54abc	5,48ab	7,71ab
<b>CV (%)</b>	21,23	25,45	13,64	10,90
<b>Média</b>	1,43	1,06	3,97	7,73
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,39***	5,69***	7,21***	3,23***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.10.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo apenas nas folhas superiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 152).

Os maiores teores de S nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com ausência Fe, Zn e Cu. Estes resultados possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 31). Além disso, as altas concentrações de S nos tratamentos com omissão de Fe e Zn provavelmente ocorreram pela redução do efeito antagônico entre S x Fe e S x Zn favorecendo absorção de S nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Fe, Cu e Zn apresentaram teores elevados de S.

Tabela 152 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	3,28a <sup>(1)</sup>	1,47ab	2,68a	2,31a
<b>Omissão de P</b>	2,81ab	1,25bc	2,01a	1,66ab
<b>Omissão de K</b>	2,89ab	1,81ab	3,15a	1,77ab
<b>Omissão de Ca</b>	2,90ab	1,94ab	3,01a	1,79ab
<b>Omissão de Mg</b>	3,18a	1,13bc	2,41a	1,92ab
<b>Omissão de S</b>	1,02b	0,35c	1,79a	1,24b
<b>Omissão de Cu</b>	3,26ab	2,33a	3,17a	2,06ab
<b>Omissão de Fe</b>	3,99a	1,76ab	2,79a	2,30a
<b>Omissão de Mn</b>	2,88ab	1,71ab	2,40a	1,73ab
<b>Omissão de Zn</b>	4,74a	1,97ab	2,36a	2,45a
<b>CV (%)</b>	17,80	21,46	11,88	10,91
<b>Média</b>	3,09	1,57	2,58	1,95
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,59***	8,12***	2,37**	2,90**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.10.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, mas a concentração B nas raízes e caules não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 153).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, onde os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Os maiores teores de B nas raízes e caules foram obtidos nos tratamentos completos. Já nas folhas superiores e inferiores, as maiores concentrações de B foram encontradas nos tratamentos com ausência de Zn e Fe. Provavelmente este resultado está relacionada ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 31).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn, apresentaram os maiores teores de B.

Tabela 153 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	30,18a <sup>(1)</sup>	24,17a	72,95a	110,75a
<b>Omissão de P</b>	17,41ab	14,60ab	40,48ab	65,13ab
<b>Omissão de K</b>	14,98ab	14,61ab	66,63ab	98,20a
<b>Omissão de Ca</b>	12,38b	11,90ab	72,95a	101,50a
<b>Omissão de Mg</b>	19,83ab	12,43ab	50,73ab	99,40a
<b>Omissão de S</b>	12,98b	7,51b	61,38ab	92,07a
<b>Omissão de B</b>	25,88ab	19,31a	30,57b	43,11b
<b>Omissão de Cu</b>	24,46ab	20,30a	68,68ab	106,08a
<b>Omissão de Fe</b>	24,08ab	17,03a	81,35a	118,33a
<b>Omissão de Mn</b>	12,90b	11,26ab	66,42ab	114,12a
<b>Omissão de Zn</b>	21,78ab	15,56ab	87,00a	111,47a
<b>CV (%)</b>	26,82	10,57	6,81	4,91
<b>Média</b>	19,71	15,38	63,55	97,35
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,93***	3,84***	3,33***	5,08***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.10.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 154).

No entanto, os maiores teores de Cu nas diferentes partes da planta foram encontradas nos tratamentos com omissão de Zn. Verificou-se também que os tratamentos com ausência de Fe e Mn apresentaram concentrações elevadas de Cu nas folhas superiores. Este resultado provavelmente está relacionado à redução do efeito antagônico entre Cu x Fe, Cu x Zn e Cu x Mn favorecendo absorção de Cu nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá),

Tabela 154 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	4,85abc <sup>(1)</sup>	1,61ab	2,63ab	2,38b
Omissão de P	3,46c	1,33b	1,23ab	1,77b
Omissão de K	4,41bc	1,98ab	1,85ab	2,03b
Omissão de Ca	3,80c	0,93b	1,26ab	1,66b
Omissão de Mg	3,95c	1,36b	1,50ab	2,16b
Omissão de S	3,55c	1,18b	1,53ab	2,41b
Omissão de Cu	1,12d	0,77b	0,76b	1,48b
Omissão de Fe	9,70ab	2,93ab	3,03a	2,94b
Omissão de Mn	5,01abc	1,55b	3,51a	2,76b
Omissão de Zn	10,95a	4,48a	2,93a	6,41a
CV (%)	14,23	25,79	22,99	13,25
Média	5,08	1,81	2,02	2,63
Valor de F <sup>(2)</sup>	12,00***	4,89***	4,45***	9,57***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.10.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas as concentrações de Fe não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 155).

Os maiores teores de Fe nos caules e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão Cu e Ca. Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Cu}^{2+}$  no meio, a ausência desses elementos pode aumentar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca e Cu apresentaram teores elevados de Fe.

Tabela 155 - Teor de Ferro (Fe) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	477,30a <sup>(1)</sup>	32,38ab	134,10a	178,20ab
<b>Omissão de P</b>	348,40a	26,47ab	77,73a	125,98b
<b>Omissão de K</b>	381,40a	45,58ab	129,37a	222,52ab
<b>Omissão de Ca</b>	375,00a	43,35ab	167,03a	279,42a
<b>Omissão de Mg</b>	448,60a	36,28ab	72,10a	145,87ab
<b>Omissão de S</b>	361,50a	21,82ab	117,10a	149,62ab
<b>Omissão de Cu</b>	410,60a	63,98a	100,77a	199,12ab
<b>Omissão de Fe</b>	248,60a	19,58b	71,74a	111,88b
<b>Omissão de Mn</b>	469,10a	42,13ab	110,72a	189,88ab
<b>Omissão de Zn</b>	504,10a	53,43ab	95,28a	131,75b
<b>CV (%)</b>	8,75	9,78	6,86	27,08
<b>Média</b>	402,46	38,50	107,59	175,54
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	0,60 <sup>NS</sup>	3,26 <sup>***</sup>	2,18 <sup>**</sup>	3,30 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.10.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 156).

Tabela 156 - Teor de manganês (Mn) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	10,67a <sup>(1)</sup>	4,45ab	23,65a	55,17ab
<b>Omissão de P</b>	7,88a	3,40ab	16,68ab	28,13ab
<b>Omissão de K</b>	9,68a	5,25ab	24,31a	64,68ab
<b>Omissão de Ca</b>	7,37a	6,51a	25,61a	41,35ab
<b>Omissão de Mg</b>	9,40a	3,48ab	17,50ab	48,87ab
<b>Omissão de S</b>	7,93a	3,80ab	23,50a	37,37ab
<b>Omissão de Cu</b>	14,47a	5,88ab	40,48a	78,35a
<b>Omissão de Fe</b>	29,23a	6,98a	40,40a	76,67a
<b>Omissão de Mn</b>	6,15a	2,33b	7,46b	24,72b
<b>Omissão de Zn</b>	41,83a	7,06a	44,71a	78,82a
<b>CV (%)</b>	22,36	16,50	9,80	9,11
<b>Média</b>	14,48	4,91	26,43	54,28
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,27 <sup>**</sup>	3,35 <sup>***</sup>	7,59 <sup>***</sup>	3,27 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.



Entretanto, os maiores teores de Mn nas raízes e caules foram obtidos nos tratamentos com omissão de Zn. Já nas folhas superiores e inferiores as maiores concentrações de Fe foram observadas na ausência de K, Ca, Cu, Fe e Zn.

Segundo Malavolta (1980), a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ , no meio, a ausência desses elementos pode aumentar a absorção de Mn.

#### 4.4.10.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, de modo não significativo nas folhas superiores e inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 157).

Apesar dos teores de Mo nas raízes, folhas superiores e inferiores não terem diferenciado estatisticamente entre os tratamentos foi possível constatar altas concentrações desse nutriente nos tratamentos com omissão de Zn, Cu e Fe.

Tabela 157 - Teor de molibdênio (Mo) ( $mg.kg^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	6,01a <sup>(1)</sup>	5,51ab	1,40a	1,01a
Omissão de P	3,91a	3,68b	0,86a	0,50a
Omissão de K	7,23a	5,41ab	1,08a	0,45a
Omissão de Ca	4,11a	4,93ab	3,55a	2,88a
Omissão de Mg	6,05a	4,13ab	1,15a	0,50a
Omissão de S	5,81a	3,08b	2,13a	0,65a
Omissão de Cu	7,43a	6,66ab	3,80a	1,13a
Omissão de Fe	7,08a	7,93ab	4,05a	1,53a
Omissão de Mn	4,20a	4,61ab	2,35a	1,05a
Omissão de Mo	0,16b	0,14c	0,13a	0,12a
Omissão de Zn	9,46a	9,83a	3,21a	2,38a
CV (%)	15,74	16,63	48,18	59,64
Média	5,59	5,08	2,15	1,13
Valor de F <sup>(2)</sup>	12,94***	12,93***	2,33**	2,19*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

As altas concentrações de Mo observadas nos tratamentos com omissão de Cu e Fe, provavelmente está relacionado à redução do efeito antagônico entre Mo x Fe e Mo x Cu favorecendo absorção de Mo nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001). Já os

teores elevados de Mo nos tratamentos onde o Zn foi omitido, provavelmente deve-se ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e de MSSR destes tratamentos (Tabela 31).

#### 4.4.10.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo significativo apenas nos caules e folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 158).

No entanto, os maiores teores de Zn nas raízes e folhas foram obtidos nos tratamentos completos. Já as maiores concentrações de Zn nos caules foram encontradas nos tratamentos com omissão de Fe, provavelmente pela redução do efeito antagônico entre Fe x Zn favorecendo absorção de Zn neste tratamento (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Fe apresentaram teores elevados de Zn

Tabela 158 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Enterolobium contortisiliquum* (orelha-de-nego).

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
Completo	20,16a <sup>(1)</sup>	14,00abc	81,92a	24,18a
Omissão de P	14,31a	7,46bcd	18,87ab	15,85a
Omissão de K	14,18a	15,60ab	22,93ab	17,23a
Omissão de Ca	14,18a	10,16abcd	22,23ab	15,56a
Omissão de Mg	13,11a	6,40cd	18,73ab	15,90a
Omissão de S	12,95a	7,48bcd	19,35ab	18,45a
Omissão de Cu	16,75a	12,25abcd	37,38ab	22,43a
Omissão de Fe	19,73a	21,00a	32,40ab	14,38a
Omissão de Mn	14,13a	9,26abcd	24,40ab	17,88a
Omissão de Zn	11,25a	5,75d	11,78b	12,40a
CV (%)	27,18	11,44	14,78	22,69
Média	15,07	10,94	29,00	17,48
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,52 <sup>NS</sup>	5,89 <sup>***</sup>	2,33 <sup>*</sup>	2,41 <sup>*</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.11 *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã)-Rutaceae

##### 4.4.11.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 159). Observou-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (31,26g/kg) como sob omissão (22,51g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Braga et al., (1995) em *Platycyamus regnellii* (espécie final da sucessão) com teores entre 39,1 g/kg e 21,7g/kg

Tabela 159 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	36,05a <sup>(1)</sup>	29,05a	38,66a	26,41a
Omissão de N	24,87a	17,92a	26,46b	20,27a
CV (%)	18,76	20,03	5,40	18,81
Média	30,46	23,48	32,56	23,34
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,73 <sup>NS</sup>	8,39*	72,06***	2,93 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

##### 4.4.11.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo nas raízes e folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 160).

Os tratamentos completos apresentaram os maiores teores de P nas raízes. No entanto as maiores concentrações de P nos caules e folhas ocorreram nos tratamentos com omissão de Zn e Fe. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 32). Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera*

*langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

Tabela 160 - Teor de fósforo (P) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	12,13a <sup>(1)</sup>	4,55ab	5,02ab	9,76a
Omissão de P	2,18b	1,88b	1,78b	1,65b
Omissão de K	6,48ab	6,34ab	10,41a	11,33a
Omissão de Ca	3,88ab	5,22ab	7,73a	11,43a
Omissão de Mg	4,57ab	4,91ab	6,29ab	9,76a
Omissão de S	7,39ab	5,48ab	8,50a	12,04a
Omissão de Cu	9,19ab	8,07ab	9,49a	14,46a
Omissão de Fe	6,35ab	5,90ab	12,09a	14,98a
Omissão de Mn	9,89ab	8,72ab	10,61a	12,70a
Omissão de Zn	7,01ab	9,57a	9,87a	12,99a
CV (%)	22,64	20,60	15,61	15,10
Média	6,74	6,11	8,21	11,11
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,43**	2,56**	5,42***	6,94***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.11.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta (Tabela 161).

Tabela 161 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	9,08a <sup>(1)</sup>	7,69a	29,27a	24,46a
Omissão de P	8,49a	9,49a	31,31a	27,28a
Omissão de K	5,18a	3,97a	15,01a	11,57a
Omissão de Ca	10,55a	5,01a	21,94a	23,10a
Omissão de Mg	9,13a	8,12a	38,50a	25,83a
Omissão de S	13,30a	8,19a	37,01a	26,72a
Omissão de Cu	9,11a	10,11a	21,66a	35,29a
Omissão de Fe	9,91a	10,77a	37,80a	35,39a
Omissão de Mn	16,18a	13,25a	44,07a	33,95a
Omissão de Zn	7,07a	13,95a	38,34a	35,97a
CV (%)	28,17	23,40	29,35	16,12
Média	9,99	9,28	32,16	28,67
Valor de F <sup>(2)</sup>	0,61 <sup>NS</sup>	0,98 <sup>NS</sup>	2,59**	1,10 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.11.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 162).

Os maiores teores de Ca nas raízes foram encontrados nos tratamentos completos. No entanto, as maiores concentrações nos caules e folhas foram obtidas nos tratamentos com omissão de Mg. Este resultado, possivelmente, está relacionada à redução da competição entre esses íons (Mengel; Kirkby, 1987)

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de Mg.

Tabela 162 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	17,92a <sup>(1)</sup>	8,87a	10,40a	13,52a
Omissão de P	4,77ab	12,51a	10,16a	13,74a
Omissão de K	1,95b	8,54ab	9,87a	13,43a
Omissão de Ca	0,84b	2,92b	4,00b	5,67b
Omissão de Mg	5,03ab	15,89a	13,30a	15,44a
Omissão de S	2,41b	8,86a	10,62a	14,29a
Omissão de Cu	3,78ab	11,01a	9,56ab	14,57a
Omissão de Fe	2,76ab	10,59a	10,29a	13,92a
Omissão de Mn	2,76ab	14,87a	10,98a	14,79a
Omissão de Zn	3,92ab	15,00a	10,41a	14,39a
CV (%)	38,22	12,98	10,24	8,04
Média	4,23	11,06	9,95	13,37
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,86**	5,81***	4,00***	4,44***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.11.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, mas que não foi significativa nos caules e folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 163).

Tabela 163 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (garantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,49a <sup>(1)</sup>	2,34a	3,22a	2,68a
<b>Omissão de P</b>	1,06ab	3,04a	3,44ab	3,06a
<b>Omissão de K</b>	0,73ab	1,68a	5,41a	4,49a
<b>Omissão de Ca</b>	0,64ab	1,58a	2,91ab	2,53a
<b>Omissão de Mg</b>	0,28b	1,52a	2,35b	1,53a
<b>Omissão de S</b>	0,80ab	1,91a	3,94ab	2,68a
<b>Omissão de Cu</b>	0,81ab	4,70a	2,95ab	3,80a
<b>Omissão de Fe</b>	0,67ab	2,49a	4,09ab	3,35a
<b>Omissão de Mn</b>	0,76ab	3,09a	3,88ab	3,22a
<b>Omissão de Zn</b>	0,76ab	4,89a	3,57ab	3,70a
<b>CV (%)</b>	34,16	25,88	13,22	26,43
<b>Média</b>	0,78	2,78	3,52	3,07
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,09*	2,76**	2,47**	1,27 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Mg nas raízes foram encontrados nos tratamentos completos. No entanto, as maiores concentrações de Mg nos caules e folhas estão nos tratamentos com omissão de Zn e K, respectivamente.

Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 32). Além disso, ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Mg x K, provavelmente favoreceu a absorção de Mg nos tratamentos com deficiência de K (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*, em que os tratamentos com omissão de K e Zn apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.11.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta (Tabela 164).

Tabela 164 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	2,24a <sup>(1)</sup>	1,54a	3,12a	2,21a
Omissão de P	1,78a	2,24a	3,15a	2,75a
Omissão de K	2,24a	2,01a	2,92a	2,33a
Omissão de Ca	1,61a	1,74a	2,18a	1,78a
Omissão de Mg	1,25a	1,55a	2,95a	1,96a
Omissão de S	1,07a	1,11a	2,06a	1,67a
Omissão de Cu	2,40a	2,79a	2,54a	2,60a
Omissão de Fe	2,10a	1,53a	2,79a	2,48a
Omissão de Mn	1,82a	2,24a	2,87a	2,18a
Omissão de Zn	1,96a	3,35a	2,93a	2,71a
CV (%)	35,39	27,80	16,61	30,64
Média	1,82	2,03	2,73	2,27
Valor de F <sup>(2)</sup>	0,78 <sup>NS</sup>	1,42 <sup>NS</sup>	0,94 <sup>NS</sup>	0,57 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.11.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes das plantas, mas as concentrações deste nutriente nas raízes, caules e folhas superiores não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. (Tabela 165).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente foram encontrados nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Entretanto, os maiores teores de B nas folhas inferiores encontram-se nos tratamentos com omissão de K, Ca, Fe e Zn. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 32). Além disso, ausência do mecanismo de inibição não competitiva entre B x Zn, provavelmente, favoreceu a absorção de B nos tratamentos com deficiência de Zn (Malavolta et al., 1997). Já as maiores concentrações de B nos

tratamentos com omissão de K e Ca possivelmente ocorreram pela redução do efeito antagônico entre B x K e B x Ca, favorecendo absorção de B nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca e Zn, apresentaram os maiores teores de B.

Tabela 165 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	20,43a <sup>(1)</sup>	14,26a	26,97a	47,47ab
<b>Omissão de P</b>	27,40a	31,00a	42,26a	59,00ab
<b>Omissão de K</b>	34,72a	28,05a	57,80a	84,93a
<b>Omissão de Ca</b>	23,52a	27,71a	43,07a	76,27a
<b>Omissão de Mg</b>	21,91a	28,25a	46,32a	63,60ab
<b>Omissão de S</b>	31,35a	27,51a	54,62a	48,45ab
<b>Omissão de B</b>	17,20a	14,15a	16,55a	20,72b
<b>Omissão de Cu</b>	19,94a	29,34a	52,60a	32,64ab
<b>Omissão de Fe</b>	30,35a	24,61a	51,62a	76,77a
<b>Omissão de Mn</b>	21,80a	25,02a	54,25a	64,67ab
<b>Omissão de Zn</b>	17,65a	26,84a	62,60a	69,78a
<b>CV (%)</b>	13,36	9,70	11,21	9,42
<b>Média</b>	23,88	25,07	45,87	57,74
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,01 <sup>NS</sup>	1,89*	2,28**	3,94***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.11.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 166).

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores desse nutriente foi obtidos nas raízes, indicando a imobilidade do nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004)



em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

Tabela 166 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	5,85bc <sup>(1)</sup>	1,90a	2,38abc	2,47ab
<b>Omissão de P</b>	8,16abc	2,26a	1,52c	1,63ab
<b>Omissão de K</b>	13,72ab	3,20a	2,10bc	2,30ab
<b>Omissão de Ca</b>	7,62bc	6,85a	2,60abc	2,10ab
<b>Omissão de Mg</b>	5,81bc	2,66a	2,40abc	1,91ab
<b>Omissão de S</b>	11,20abc	2,33a	2,13bc	3,58ab
<b>Omissão de Cu</b>	2,57c	1,44a	1,25c	1,35b
<b>Omissão de Fe</b>	37,53a	5,20a	5,18a	3,80a
<b>Omissão de Mn</b>	14,45ab	4,63a	4,16ab	2,53ab
<b>Omissão de Zn</b>	11,18abc	3,13a	2,71abc	3,14ab
<b>CV (%)</b>	20,16	25,95	16,28	18,01
<b>Média</b>	11,95	3,42	2,67	2,49
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,98***	2,77**	6,59***	3,20**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

No entanto, os maiores teores de Cu nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe, provavelmente pela redução do efeito antagônico entre Fe x Cu favorecendo absorção de Cu (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

#### 4.4.11.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente em todas as partes da planta (Tabela 167).

Tabela 167 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	664,30a <sup>(1)</sup>	99,10a	288,28a	395,40a
<b>Omissão de P</b>	635,40a	257,40a	298,79a	353,10a
<b>Omissão de K</b>	856,90a	215,20a	262,30a	320,90a
<b>Omissão de Ca</b>	392,00a	464,60a	271,87a	315,58a
<b>Omissão de Mg</b>	428,00a	203,90a	309,17a	293,03a
<b>Omissão de S</b>	971,10a	165,40a	373,37a	451,85a
<b>Omissão de Cu</b>	642,90a	217,80a	233,05a	291,38a
<b>Omissão de Fe</b>	205,60a	82,90a	200,15a	233,15a
<b>Omissão de Mn</b>	912,20a	214,50a	280,07a	319,36a
<b>Omissão de Zn</b>	815,90a	210,10a	268,17a	298,71a
<b>CV (%)</b>	20,73	11,26	32,86	35,88
<b>Média</b>	644,68	217,65	278,75	325,03
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,18 <sup>NS</sup>	1,48 <sup>NS</sup>	0,75 <sup>NS</sup>	0,77 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.11.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta que, entretanto não foi significativa, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 168).

Tabela 168 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	72,35a <sup>(1)</sup>	6,01ab	19,00ab	67,15ab
<b>Omissão de P</b>	97,65a	11,47ab	44,19ab	91,02ab
<b>Omissão de K</b>	56,80a	9,63ab	35,60ab	107,98ab
<b>Omissão de Ca</b>	55,67a	45,49a	84,37a	80,24ab
<b>Omissão de Mg</b>	110,15a	12,33ab	51,47ab	85,88ab
<b>Omissão de S</b>	73,14a	8,88ab	53,02ab	98,32ab
<b>Omissão de Cu</b>	50,34a	13,29ab	49,81ab	46,74b
<b>Omissão de Fe</b>	94,60a	15,37ab	88,22a	189,98a
<b>Omissão de Mn</b>	38,17a	5,08b	9,78b	33,70b
<b>Omissão de Zn</b>	67,70a	14,41ab	71,73a	77,33ab
<b>CV (%)</b>	21,78	18,98	15,19	8,93
<b>Média</b>	72,16	14,68	52,39	87,85
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,03 <sup>NS</sup>	3,08**	3,76***	4,28***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Mn nas raízes, caules e folhas foram obtidos nos tratamentos com omissão de Mg, Ca e Fe respectivamente. Segundo Malavolta (1980), a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Ca, Mg, e Fe no meio, de modo que a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Mn.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Ca, Mg e Fe apresentaram teores elevados de Mn.

#### 4.4.11.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 169).

No entanto, os maiores teores de Mo nas raízes, caules e folhas estão nos tratamentos com omissão de K e S, provavelmente pela redução do efeito antagônico entre Mo x K e Mo x S favorecendo absorção de Mo nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 169 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,91bc <sup>(1)</sup>	0,63bc	1,10bc	1,45ab
<b>Omissão de P</b>	6,36abc	2,15abc	2,36ab	1,83ab
<b>Omissão de K</b>	37,85a	3,65ab	2,95ab	3,27a
<b>Omissão de Ca</b>	7,42bc	2,27abc	1,40abc	1,32ab
<b>Omissão de Mg</b>	3,09bc	1,67abc	1,80ab	1,73ab
<b>Omissão de S</b>	19,32ab	4,51a	4,25a	6,02a
<b>Omissão de Cu</b>	26,67ab	1,83abc	1,70abc	1,63ab
<b>Omissão de Fe</b>	23,76ab	1,65abc	1,51ab	1,91ab
<b>Omissão de Mn</b>	21,11ab	1,91	2,96ab	2,65a
<b>Omissão de Mo</b>	0,17c	0,14c	0,10c	0,09b
<b>Omissão de Zn</b>	26,34ab	2,96ab	3,48ab	2,55a
<b>CV (%)</b>	27,11	32,25	24,03	33,17
<b>Média</b>	15,71	2,14	2,18	2,26
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,41***	4,01***	6,72***	3,37***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.11.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta (Tabela 169).

Tabela 170 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{gm.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	22,30a <sup>(1)</sup>	9,45a	17,72a	21,44a
Omissão de P	24,43a	11,03a	26,23a	19,68a
Omissão de K	45,73a	15,00a	18,12a	23,07a
Omissão de Ca	27,35a	22,28a	22,65a	24,30a
Omissão de Mg	17,38a	13,89a	17,62a	18,15a
Omissão de S	32,33a	15,68a	23,13a	27,72a
Omissão de Cu	27,23a	52,03a	26,44a	23,63a
Omissão de Fe	84,27a	44,90a	38,00a	37,60a
Omissão de Mn	83,77a	47,00a	32,83a	33,49a
Omissão de Zn	15,05a	8,18a	14,47a	16,02a
CV (%)	21,77	18,63	16,02	8,72
Média	38,26	24,82	24,13	24,67
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,41**	3,20**	0,94 <sup>NS</sup>	2,45**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.12 *Guazuma ulmifolia* Lam. (mutambo)-Malvaceae

##### 4.4.12.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 171).

Tabela 171 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	23,80a <sup>(1)</sup>	12,71a	18,99a	17,73a
Omissão de N	13,25	7,04b	14,95a	10,75b
CV (%)	0,85	4,83	12,08	1,91
Média	18,52	9,88	16,97	14,24
Valor de F <sup>(2)</sup>	659,00***	211,65***	5,81 <sup>NS</sup>	982,43***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) encontradas nessa espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (15,04g/kg) como sob omissão (10,51g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Duboc et al. (1994) para *Hymenaea courbaril* (espécie final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg

#### 4.4.12.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 172).

Os maiores teores de P nas raízes e folhas superiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe, Mn e Zn, provavelmente pela redução do efeito antagônico entre P x Fe, P x Mn e P x Zn favorecendo absorção de P neste tratamento (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Fe, Mn e Zn apresentaram teores elevados de P.

Tabela 172 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	5,68a <sup>(1)</sup>	6,00a	4,69a	5,89a
Omissão de P	2,25b	1,59b	1,47b	0,60a
Omissão de K	2,65ab	4,91a	3,96ab	5,99a
Omissão de Ca	3,06ab	8,78a	4,36ab	6,14a
Omissão de Mg	4,33ab	6,72a	2,84ab	2,68a
Omissão de S	4,41ab	5,54a	3,43ab	5,23a
Omissão de Cu	4,88ab	7,58a	4,39ab	5,03a
Omissão de Fe	5,68a	6,46a	5,12a	6,00a
Omissão de Mn	5,39a	5,74a	3,76ab	3,16a
Omissão de Zn	4,89ab	8,48a	5,54a	7,01a
CV (%)	23,83	13,49	14,92	31,56
Média	4,30	6,13	3,96	4,76
Valor de F <sup>(2)</sup>	4,43***	6,43***	4,14***	2,91**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.12.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, que, entretanto, não foi significativa nas raízes e folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 173).

Tabela 173 - Teor de potássio (K) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
Completo	23,68a <sup>(1)</sup>	9,83bc	15,40c	13,09ab
Omissão de P	18,73a	13,84abc	15,24c	12,12ab
Omissão de K	1,56b	4,40c	5,72d	3,69b
Omissão de Ca	3,69ab	23,89ab	32,41abc	31,44a
Omissão de Mg	8,11ab	14,86ab	24,01bc	13,31ab
Omissão de S	18,12ab	19,77ab	28,99abc	30,31a
Omissão de Cu	8,79ab	28,27a	61,55a	31,86a
Omissão de Fe	26,62a	20,81ab	33,84abc	26,77ab
Omissão de Mn	25,43a	21,82ab	43,34ab	24,49ab
Omissão de Zn	14,21ab	22,32ab	26,29bc	20,85ab
CV (%)	22,72	11,97	7,53	33,62
Média	15,11	17,63	27,21	20,99
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,10***	6,42***	13,39***	5,18***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Os maiores teores de K na raiz foram encontrados nos tratamentos com ausência de Fe e Mn.

Entretanto, as maiores concentrações de K nos caules e folhas foram encontradas nos tratamentos com ausência de Cu, possivelmente devido ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 33).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum*, em que os tratamentos com omissão de Fe apresentaram teores elevados de K, quando comparados ao tratamento completo.

#### 4.4.12.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa nos caules e folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 174).

Entretanto, os maiores teores de Ca nas raízes, caules e folhas superiores foram obtidos nos tratamentos com omissão de S e Zn respectivamente. Já as maiores concentrações Ca nas folhas inferiores foram encontradas nos tratamentos completos.

Tabela 174 - Teor de cálcio (Ca) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	7,12a <sup>(1)</sup>	5,90ab	29,03a	45,55a
<b>Omissão de P</b>	6,03a	6,53ab	17,96ab	23,14ab
<b>Omissão de K</b>	4,11ab	4,93ab	15,53ab	25,45ab
<b>Omissão de Ca</b>	1,85b	2,44b	5,72b	15,14b
<b>Omissão de Mg</b>	6,55a	5,87ab	20,30ab	33,55ab
<b>Omissão de S</b>	7,87a	5,68ab	24,10ab	40,37ab
<b>Omissão de Cu</b>	6,35a	8,08a	35,08a	36,37ab
<b>Omissão de Fe</b>	7,50a	7,75a	28,45a	45,18ab
<b>Omissão de Mn</b>	5,70a	7,73a	22,55ab	35,75ab
<b>Omissão de Zn</b>	6,49a	9,49a	35,26a	41,76ab
<b>CV (%)</b>	13,84	15,69	26,62	8,88
<b>Média</b>	5,94	6,36	22,92	34,30
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,94***	3,06**	5,66***	3,25**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Resultados semelhantes foram obtidos por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram teores elevados de Ca.

#### 4.4.12.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nos caules e folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 175).

Os maiores teores de Mg nas raízes e folhas foram obtidos nos tratamentos completos, já nos caules as maiores concentrações de Mg foram encontradas nos tratamentos com omissão de Mn.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Mn apresentaram teores elevados de Mg.

Tabela 175 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	4,13a <sup>(1)</sup>	2,32ab	8,58a	12,21a
Omissão de P	2,50abc	1,59ab	5,76a	4,37ab
Omissão de K	1,19c	1,74ab	6,95a	7,14ab
Omissão de Ca	1,46bc	2,65ab	6,77a	7,17ab
Omissão de Mg	0,92c	0,76b	4,36a	2,51b
Omissão de S	3,31ab	2,32ab	7,68a	8,80ab
Omissão de Cu	1,97bc	2,14ab	8,30a	7,82ab
Omissão de Fe	4,02a	3,32a	6,59a	7,93ab
Omissão de Mn	3,40ab	4,14a	6,37a	6,45ab
Omissão de Zn	2,74abc	3,18ab	7,67a	10,08ab
CV (%)	25,83	23,76	25,83	32,95
Média	2,58	2,42	6,89	7,64
Valor de F <sup>(2)</sup>	8,87***	2,92**	1,12 <sup>NS</sup>	2,77**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.12.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 176).

Os maiores teores de S no caule, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão Zn, Cu e Ca. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 33).

Resultados semelhantes foram obtidos por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).



Tabela 176 - Teor de enxofre (S) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	5,66a <sup>(1)</sup>	1,25ab	3,85ab	3,98a
Omissão de P	3,89ab	1,20ab	2,91ab	2,87a
Omissão de K	3,23b	1,11ab	3,61ab	3,41a
Omissão de Ca	2,94b	1,67ab	3,21ab	5,30a
Omissão de Mg	3,28b	0,96ab	2,69ab	1,99a
Omissão de S	2,49b	0,67b	2,00b	1,64a
Omissão de Cu	3,50b	1,75ab	5,11a	3,71a
Omissão de Fe	4,41ab	1,30ab	3,72ab	3,73a
Omissão de Mn	4,41ab	1,74ab	4,87a	3,79a
Omissão de Zn	3,15b	1,93a	4,15ab	4,16a
CV (%)	18,62	20,64	22,96	29,68
Média	3,70	1,35	3,53	3,51
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,35***	2,91**	3,27**	1,12 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.12.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, mas as concentrações desse nutriente na raiz, caule e folha inferior não diferiram estatisticamente do tratamento completo (Tabela 177).

Observa-se ainda no tratamento com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente estão nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

A Tabela 177 mostra que, apenas os teores encontrados nas folhas superiores apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que os maiores teores de B foram encontrados nos tratamentos com omissão de Cu, possivelmente este resultado está relacionada ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 33).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Cu apresentaram teores elevados de B.

Tabela 177 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	44,98a <sup>(1)</sup>	26,88a	89,82b	133,77a
<b>Omissão de P</b>	32,23a	34,11a	107,83ab	71,85a
<b>Omissão de K</b>	34,03a	23,61a	89,50b	133,08a
<b>Omissão de Ca</b>	40,66a	34,36a	128,92ab	170,27a
<b>Omissão de Mg</b>	30,10a	23,91a	113,85ab	71,95a
<b>Omissão de S</b>	36,01a	20,30a	114,67ab	168,25a
<b>Omissão de B</b>	32,95a	23,73a	30,34c	38,17a
<b>Omissão de Cu</b>	46,22a	30,17a	194,50a	154,45a
<b>Omissão de Fe</b>	36,36a	25,68a	133,70ab	167,12a
<b>Omissão de Mn</b>	28,66a	21,36a	110,38ab	134,97a
<b>Omissão de Zn</b>	32,08a	24,05a	138,83ab	148,88a
<b>CV (%)</b>	24,06	26,13	4,41	14,06
<b>Média</b>	35,60	26,15	111,94	135,36
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,22 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	9,44 <sup>***</sup>	1,62 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.12.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 178).

Verificam-se ainda nos tratamentos com omissão de Cu, que os maiores teores encontram-se nas raízes, indicando a imobilidade do nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), onde os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

No entanto os maiores teores de Cu, nas raízes, caules e folhas estão nos tratamentos com omissão de Zn e Mn. Estes resultados, possivelmente estão

relacionados à redução do efeito antagônico entre Cu x Zn e Cu x Mn, provavelmente, favoreceram absorção de Cu nestes tratamentos (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Mn e Zn apresentaram teores elevados de Cu.

Tabela 178 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	9,61ab <sup>(1)</sup>	2,95a	3,98a	4,45ab
Omissão de P	11,71ab	3,63a	4,26a	3,40ab
Omissão de K	12,05ab	2,90a	2,65ab	4,23ab
Omissão de Ca	13,45ab	3,66a	3,55a	5,43a
Omissão de Mg	13,91ab	2,11a	2,82a	1,92b
Omissão de S	14,48ab	3,10a	3,90a	5,80a
Omissão de Cu	7,67b	1,82a	0,80b	1,28b
Omissão de Fe	11,45ab	3,30a	4,46a	5,73a
Omissão de Mn	15,61ab	4,00a	5,43a	6,41a
Omissão de Zn	19,40a	4,70a	5,18a	5,72a
CV (%)	28,76	18,29	15,30	17,47
Média	13,11	3,26	3,88	4,64
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,02*	1,60 <sup>NS</sup>	5,27***	4,81***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.12.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 179).

Os maiores teores de Fe foram encontrados nos tratamentos com omissão S e Cu. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 33). Além disso, a redução do efeito antagônico entre Fe x Cu, provavelmente, favoreceu absorção de S nestes tratamentos (Malavolta, 1980; Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de S e Zn apresentaram teores elevados de Fe.

Tabela 179 - Teor de Ferro (Fe) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	710,90a <sup>(1)</sup>	56,98ab	334,97a	490,20a
<b>Omissão de P</b>	806,50a	51,72ab	267,78a	330,50a
<b>Omissão de K</b>	855,70a	92,30ab	335,95a	319,40a
<b>Omissão de Ca</b>	695,20a	78,97ab	300,82a	346,60a
<b>Omissão de Mg</b>	957,00a	57,62ab	439,45a	215,10a
<b>Omissão de S</b>	1042,50a	111,93a	399,88a	657,90a
<b>Omissão de Cu</b>	1193,90a	95,05ab	243,95a	424,60a
<b>Omissão de Fe</b>	103,40b	33,38b	147,74a	191,00a
<b>Omissão de Mn</b>	561,30a	82,07ab	414,52a	620,90a
<b>Omissão de Zn</b>	511,00a	98,42ab	300,43a	387,40a
<b>CV (%)</b>	6,24	8,98	6,06	17,57
<b>Média</b>	728,21	75,18	318,96	408,34
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	9,36***	2,91**	2,26*	1,66 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.12.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 180).

Tabela 180 - Teor de manganês (Mn) (mg.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	14,38ab <sup>(1)</sup>	18,30ab	171,37a	253,15a
<b>Omissão de P</b>	18,38ab	34,95ab	71,90a	162,28a
<b>Omissão de K</b>	13,15ab	21,40ab	71,18a	147,23a
<b>Omissão de Ca</b>	19,85a	88,65a	190,20a	287,65a
<b>Omissão de Mg</b>	22,83a	26,47ab	78,68a	187,85a
<b>Omissão de S</b>	22,18a	24,00ab	117,57a	317,22a
<b>Omissão de Cu</b>	20,30a	27,13ab	72,45a	155,33a
<b>Omissão de Fe</b>	20,48ab	21,65ab	100,00a	268,12a
<b>Omissão de Mn</b>	6,25b	4,28b	8,63b	50,03a
<b>Omissão de Zn</b>	10,46ab	21,25ab	81,00a	203,70a
<b>CV (%)</b>	11,71	19,29	12,85	11,06
<b>Média</b>	16,70	28,86	99,77	208,02
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,56***	3,76***	5,88***	2,81**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Mn nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Mg, Ca e S, respectivamente. Estes resultados provavelmente estão relacionados ao efeito de diluição, já que a produção MSPA destes tratamentos foi menor (Tabela 33). Além disso, a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Ca e Mg (Malavolta, 1980; Marschner, 1995).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycyamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

#### 4.4.12.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém, de modo significativo apenas nas raízes, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 181).

Nos tratamentos com omissão de K, S e Cu aumentou o teor de Mo nas raízes, caules e folhas. Estes resultados, possivelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico entre Mo x Cu, favorecendo absorção de Mo neste tratamento (Kabata-Pendias, 2001).

Tabela 181 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	10,60bc <sup>(1)</sup>	1,03ab	1,50ab	1,71ab
<b>Omissão de P</b>	14,73bc	1,00ab	1,86ab	0,90ab
<b>Omissão de K</b>	50,16a	1,21ab	1,57a	1,73ab
<b>Omissão de Ca</b>	38,81ab	0,93ab	1,86a	1,30ab
<b>Omissão de Mg</b>	20,13abc	0,68ab	1,82a	0,70ab
<b>Omissão de S</b>	22,51abc	2,16a	5,38a	3,80a
<b>Omissão de Cu</b>	8,43c	2,25a	3,50a	3,82a
<b>Omissão de Fe</b>	10,68bc	0,76ab	1,93a	1,60ab
<b>Omissão de Mn</b>	22,13abc	1,73a	3,40a	2,58ab
<b>Omissão de Mo</b>	0,39d	0,12b	0,11b	0,10b
<b>Omissão de Zn</b>	20,00abc	1,51a	3,91a	2,47ab
<b>CV (%)</b>	13,36	29,74	22,41	38,85
<b>Média</b>	20,87	1,22	2,50	1,93
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	14,27***	4,50***	7,04***	2,76**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.12.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas inferiores, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 182).

Tabela 182 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Guazuma ulmifolia* (mutambo)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	25,32ab <sup>(1)</sup>	17,00a	40,55a	87,57a
Omissão de P	21,57ab	17,81a	29,88a	27,30ab
Omissão de K	26,12ab	16,58a	31,53a	32,63ab
Omissão de Ca	34,47ab	20,71a	29,37a	33,88ab
Omissão de Mg	23,63ab	10,98a	42,53a	37,33ab
Omissão de S	26,15ab	11,71a	30,97a	42,00ab
Omissão de Cu	40,05ab	24,47a	46,85a	38,00ab
Omissão de Fe	35,12ab	12,76a	38,77a	36,27ab
Omissão de Mn	64,90a	37,76a	66,58a	47,62a
Omissão de Zn	15,45b	13,51a	24,53a	11,75b
CV (%)	12,03	14,43	8,71	18,65
Média	30,97	18,12	37,57	41,10
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,51**	1,67 <sup>NS</sup>	2,00 <sup>NS</sup>	2,36*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de Zn nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Mn, possivelmente pela redução do efeito antagônico entre Zn x Mn, favorecendo absorção de Zn neste tratamento (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), nas quais os tratamentos com omissão de Mn apresentaram teores elevados de Zn.

#### 4.4.13 *Aegiphila sellowiana* Cham. (tamanqueiro)-Lamiaceae

##### 4.4.13.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 183).

Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (22,49g/kg) como sob omissão (15,14g/kg) foram semelhantes aos encontrados por Braga et al. (1995) para *Tibouchina granulosa* (espécie inicial da sucessão) com teores entre 23,7 g/kg e 11,3g/kg

Tabela 183 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	25,83a <sup>(1)</sup>	11,50a	29,60a	23,42a
<b>Omissão de N</b>	17,40a	10,05a	18,66b	17,78a
<b>CV (%)</b>	7,86	13,91	1,51	3,69
<b>Média</b>	21,61	10,78	24,13	20,60
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,61 <sup>NS</sup>	0,38 <sup>NS</sup>	128,38 <sup>***</sup>	8,84 <sup>*</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.13.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas raízes, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 184).

Os maiores teores de P nas raízes, caules e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Cu, Mn e K, respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu, Mn e K apresentaram os teores elevados de P.

Tabela 184 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	10,19ab <sup>(1)</sup>	3,39ab	3,57a	3,65ab
<b>Omissão de P</b>	2,14c	1,29b	1,53a	1,72b
<b>Omissão de K</b>	6,00abc	4,23ab	7,21a	5,19a
<b>Omissão de Ca</b>	4,39bc	4,14ab	2,56a	2,92ab
<b>Omissão de Mg</b>	6,55abc	3,45ab	3,49a	3,03ab
<b>Omissão de S</b>	9,17ab	4,80ab	3,57a	4,10ab
<b>Omissão de Cu</b>	12,37a	5,80a	4,65a	4,35ab
<b>Omissão de Fe</b>	5,47abc	4,76ab	3,80a	5,31a
<b>Omissão de Mn</b>	12,08a	5,19a	4,01a	4,50ab
<b>Omissão de Zn</b>	10,51ab	4,69ab	3,15a	3,33ab
<b>CV (%)</b>	30,21	30,30	28,59	28,21
<b>Média</b>	7,89	4,17	3,75	3,81
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,33***	2,93**	1,41 <sup>NS</sup>	3,18***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.13.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 185).

Os maiores teores de K foram encontrados nos tratamentos com ausência de Mg, Mn e Fe. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 34). Além disso, ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K x Mg favoreceu a absorção de P nos tratamentos com ausência de Mg (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba) e por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em que os tratamentos com omissão de Mg apresentaram teores elevados de K.



Tabela 185 - Teor de potássio (K) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	32,32a <sup>(1)</sup>	20,22ab	24,83a	17,63a
Omissão de P	26,24a	28,64a	23,05a	14,77ab
Omissão de K	4,29b	7,08b	6,37b	5,45b
Omissão de Ca	17,30a	17,39ab	25,42a	14,06ab
Omissão de Mg	32,95a	18,04ab	24,49a	22,23a
Omissão de S	22,22a	20,53ab	28,32a	17,94a
Omissão de Cu	11,36ab	13,73ab	22,10a	21,91a
Omissão de Fe	28,39a	21,07ab	35,16a	15,36ab
Omissão de Mn	25,26a	29,94a	29,52a	18,89a
Omissão de Zn	27,03a	18,37ab	17,26a	11,56ab
CV (%)	13,74	30,71	9,53	12,92
Média	22,74	19,50	23,65	15,98
Valor de F <sup>(2)</sup>	5,73***	3,64***	6,92***	3,47***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.13.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 186).

Entretanto, os maiores teores de Ca nas raízes, caules e folhas superiores estão nos tratamentos com omissão de K, já nas folhas inferiores as maiores concentrações de Ca foram apresentadas nos tratamentos com ausência de Mn.

Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 34). Além disso, ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Ca x K favoreceu a absorção de Ca nos tratamentos com ausência de K (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Veloso et al. (1998b) em mudas de *Piper nigrum*, por Silveira (2002) em mudas de *Eucalyptus urophylla*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K.

Tabela 186 - Teor de cálcio (Ca) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	11,13a <sup>(1)</sup>	8,98a	16,36a	19,45a
Omissão de P	5,77a	13,74a	16,26a	17,82a
Omissão de K	15,79a	13,13a	18,17a	13,93a
Omissão de Ca	1,94a	1,28b	2,76b	4,22b
Omissão de Mg	12,49a	9,40a	14,77a	16,15a
Omissão de S	8,48a	11,20a	15,34a	16,20a
Omissão de Cu	6,74a	11,25a	17,61a	19,31a
Omissão de Fe	6,99a	10,51a	14,58a	19,62a
Omissão de Mn	13,06a	11,91a	14,58a	20,66a
Omissão de Zn	14,84a	7,55a	12,01a	13,08a
CV (%)	29,99	15,15	9,28	11,51
Média	9,72	9,89	14,24	16,04
Valor de F <sup>(2)</sup>	1,57 <sup>NS</sup>	7,22 <sup>***</sup>	11,55 <sup>***</sup>	5,50 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.13.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 187).

A Tabela 187 mostra que, apenas os teores encontrados nas raízes apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos; os maiores teores, de Mg foram encontrados nos tratamentos com omissão de K, possivelmente este resultado está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Mg x K o qual favoreceu a absorção de Mg nos tratamentos com ausência de K (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba), Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holosericea*, onde os tratamentos com omissão de K apresentaram teores elevados de Mg.

Tabela 187 - Teor de magnésio (Mg) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	2,37abc <sup>(1)</sup>	2,59a	3,62a	4,68a
<b>Omissão de P</b>	2,24abc	3,99a	3,15a	4,19a
<b>Omissão de K</b>	4,47a	2,44a	3,77a	4,87a
<b>Omissão de Ca</b>	1,09bc	1,85a	3,72a	3,01a
<b>Omissão de Mg</b>	1,00c	1,26a	1,80a	2,58a
<b>Omissão de S</b>	2,39abc	3,10a	2,93a	3,74a
<b>Omissão de Cu</b>	1,69abc	4,37a	4,00a	5,34a
<b>Omissão de Fe</b>	3,48ab	3,10a	3,99a	4,58a
<b>Omissão de Mn</b>	2,48abc	3,36a	3,62a	5,64a
<b>Omissão de Zn</b>	2,15abc	2,63a	2,99a	2,96a
<b>CV (%)</b>	24,12	23,87	17,66	27,20
<b>Média</b>	2,34	2,87	3,36	4,16
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	3,08**	1,94 <sup>NS</sup>	1,41 <sup>NS</sup>	1,01 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.13.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta; entretanto, as concentrações desse nutriente não diferiram estatisticamente nos diferentes tratamentos (Tabela 188).

Tabela 188 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	3,88a <sup>(1)</sup>	1,97a	2,72a	2,26a
<b>Omissão de P</b>	3,56a	2,75a	2,27a	2,26a
<b>Omissão de K</b>	2,72a	1,96a	2,96a	3,34a
<b>Omissão de Ca</b>	2,89a	1,43a	2,78a	1,80a
<b>Omissão de Mg</b>	2,89a	1,56a	2,16a	2,06a
<b>Omissão de S</b>	2,18a	1,34a	1,88a	1,48a
<b>Omissão de Cu</b>	2,82a	3,43a	2,64a	2,60a
<b>Omissão de Fe</b>	3,57a	2,06a	3,25a	2,05a
<b>Omissão de Mn</b>	3,33a	2,70a	3,43a	2,66a
<b>Omissão de Zn</b>	3,97a	2,01a	2,12a	1,68a
<b>CV (%)</b>	20,25	23,72	31,48	24,83
<b>Média</b>	3,18	2,12	2,62	2,22
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,35**	1,78 <sup>NS</sup>	1,14 <sup>NS</sup>	1,26 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

#### 4.4.13.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém as concentrações desse nutriente não diferiu estatisticamente do tratamento completo (Tabela 189).

Observam-se ainda nos tratamentos com omissão de B, que os maiores teores foram encontrados nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Os maiores teores de B nas folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe e Mn, respectivamente. Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 34).

Tabela 189 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	33,16a <sup>(1)</sup>	25,49a	46,37abc	51,01ab
<b>Omissão de P</b>	32,28a	33,31a	49,72abc	54,52ab
<b>Omissão de K</b>	40,88a	31,20a	38,72abc	37,28b
<b>Omissão de Ca</b>	29,10a	20,96a	56,67abc	58,45ab
<b>Omissão de Mg</b>	38,13a	22,60a	45,60abc	43,32b
<b>Omissão de S</b>	31,76a	24,06a	65,47abc	61,62ab
<b>Omissão de B</b>	20,63a	14,91a	31,62b	34,55b
<b>Omissão de Cu</b>	39,80a	28,00a	72,22ab	62,71ab
<b>Omissão de Fe</b>	32,70a	25,51a	77,25a	65,48ab
<b>Omissão de Mn</b>	39,83a	31,75a	65,60abc	85,42a
<b>Omissão de Zn</b>	29,78a	21,38a	36,08bc	36,30b
<b>CV (%)</b>	30,10	32,17	25,81	23,00
<b>Média</b>	33,46	25,38	53,20	53,69
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,06 <sup>NS</sup>	1,34 <sup>NS</sup>	3,72 <sup>***</sup>	4,65 <sup>***</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas de *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Fe e Mn apresentaram teores elevados de B.

#### 4.4.13.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 190).

Verifica-se ainda no tratamento com omissão de Cu, que os maiores teores encontram-se nas raízes, indicando a imobilidade do nutriente nas plantas. Resultados semelhantes foram observados por Lastra et al (1988), em mudas de *Pinus radiata*, por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu apresentaram os maiores teores desse nutriente nas raízes.

No entanto os maiores teores de Cu nos caules e folhas inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de P e Mn respectivamente.

Tabela 190 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	10,81a <sup>(1)</sup>	2,01ab	1,61a	2,80ab
<b>Omissão de P</b>	15,28a	4,43a	3,61a	3,38ab
<b>Omissão de K</b>	6,61a	3,43ab	3,61a	2,57ab
<b>Omissão de Ca</b>	8,03a	3,56ab	3,33a	2,45ab
<b>Omissão de Mg</b>	6,21a	2,01ab	1,81a	2,27ab
<b>Omissão de S</b>	9,30a	2,25ab	2,28a	3,53ab
<b>Omissão de Cu</b>	4,21a	1,65b	0,88a	1,71b
<b>Omissão de Fe</b>	13,88a	2,75ab	3,00a	2,91ab
<b>Omissão de Mn</b>	14,80a	3,83ab	3,46a	3,90a
<b>Omissão de Zn</b>	12,06a	2,78ab	2,08a	2,48ab
<b>CV (%)</b>	19,13	16,64	24,99	14,28
<b>Média</b>	10,12	2,87	2,7	2,80
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,54**	3,81***	2,68**	2,40**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de P e Mn apresentaram teores elevados de Cu.

#### 4.4.13.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 191).

Entretanto os maiores teores de Fe nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão Cu, Mn, Ca e K, respectivamente.

Segundo Malavolta (1980), a absorção de Fe é influenciada pela competição dos cátions bivalentes como o  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Mn}^{2+}$ , no meio, de modo que a ausência desses elementos pode auxiliar a absorção de Fe.

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de K, Ca Cu e Mn apresentaram teores elevados de Fe.

Tabela 191 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	836,40ab <sup>(1)</sup>	40,15ab	120,33ab	127,00a
Omissão de P	667,90ab	60,80ab	124,10ab	126,60a
Omissão de K	270,70ab	56,53ab	92,45b	326,00a
Omissão de Ca	316,30ab	94,32a	211,63a	192,10a
Omissão de Mg	427,90ab	52,92ab	123,73ab	130,80a
Omissão de S	809,80ab	41,67ab	126,33ab	153,50a
Omissão de Cu	1371,20a	57,08ab	144,20ab	126,70a
Omissão de Fe	174,60b	24,50b	86,10b	122,40a
Omissão de Mn	1337,70a	103,47a	110,12ab	163,90a
Omissão de Zn	806,20ab	45,65ab	92,87b	226,20a
CV (%)	10,22	8,86	5,48	22,56
Média	701,84	57,70	123,18	169,51
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,58***	3,94***	3,22***	0,37*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.13.10 Manganês

A omissão de omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 192).

Tabela 192 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	32,25a <sup>(1)</sup>	8,28a	19,66a	18,43a
<b>Omissão de P</b>	53,48a	7,80a	17,40ab	18,51a
<b>Omissão de K</b>	26,52a	6,24a	14,13ab	28,43a
<b>Omissão de Ca</b>	25,53a	6,21a	12,40ab	12,86a
<b>Omissão de Mg</b>	27,78a	6,18a	12,93ab	13,62a
<b>Omissão de S</b>	43,63a	6,93a	13,96ab	14,30a
<b>Omissão de Cu</b>	25,92a	8,28a	19,16ab	19,15a
<b>Omissão de Fe</b>	43,68a	6,83a	19,16ab	19,25a
<b>Omissão de Mn</b>	29,55a	6,16a	6,51b	8,60a
<b>Omissão de Zn</b>	54,32a	4,16a	17,25ab	19,61a
<b>CV (%)</b>	12,72	16,28	12,36	24,27
<b>Média</b>	0,16	6,70	15,25	17,28
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	1,13 <sup>NS</sup>	1,00 <sup>NS</sup>	2,16*	0,58 <sup>NS</sup>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

A Tabela 192 mostra que apenas os teores encontrados nas folhas superiores apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, sendo que as maiores concentrações de Mn foram encontradas nos tratamentos completos.

#### 4.4.13.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém não significativa apenas nas folhas inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 193).

Entretanto, os maiores teores de Mo nas folhas superiores foram encontrados nos tratamentos com omissão S, já nas folhas inferiores as maiores concentrações de Mo foram obtidas nos tratamentos completos.

Os maiores teores de Mo encontrados nos tratamentos com ausência de S, provavelmente, está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre Mo x S (Malavolta et al., 1997).

Tabela 193 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	8,11a <sup>(1)</sup>	1,30a	5,06abc	10,11a
<b>Omissão de P</b>	20,70a	1,73a	5,26abc	3,36ab
<b>Omissão de K</b>	11,20a	1,86a	2,53c	3,68ab
<b>Omissão de Ca</b>	13,06a	1,88a	5,31abc	3,58ab
<b>Omissão de Mg</b>	9,93a	1,28a	3,98bc	3,65ab
<b>Omissão de S</b>	14,80a	3,16a	10,01a	4,01ab
<b>Omissão de Cu</b>	27,57a	3,11a	5,68abc	2,99ab
<b>Omissão de Fe</b>	13,71a	2,18a	6,53ab	3,00ab
<b>Omissão de Mn</b>	10,93a	1,98a	6,15ab	3,38ab
<b>Omissão de Mo</b>	0,18b	0,19b	0,39d	0,67b
<b>Omissão de Zn</b>	6,70a	1,60a	4,46bc	2,60ab
<b>CV (%)</b>	25,71	21,74	14,32	32,93
<b>Média</b>	12,44	1,84	5,03	3,73
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,42***	7,26***	14,74***	2,02*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.13.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém de modo significativo apenas nas folhas superiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 194).

Os maiores teores de Zn foram encontrados nos tratamentos com omissão de Ca e Mn.

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), Braga et al. (1995) em mudas de *Acacia mangium*, *Tibouchina granulosa*, *Paltycamus regnellii* e *Aspidosperma polyneuron*, por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, apresentaram os maiores teores de Zn.



Tabela 194 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Aegiphilla sellowiana* (tamanqueiro)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	30,60abc <sup>(1)</sup>	11,28ab	30,38a	20,61a
Omissão de P	47,95abc	21,30ab	26,90a	21,73a
Omissão de K	29,10abc	22,75ab	29,85a	40,60a
Omissão de Ca	85,08a	16,25ab	42,46a	29,50a
Omissão de Mg	26,80bc	11,45ab	24,21a	27,21a
Omissão de S	41,70abc	14,23ab	30,30a	25,15a
Omissão de Cu	44,35abc	21,25ab	32,86a	26,70a
Omissão de Fe	34,07abc	22,81ab	38,55a	28,68a
Omissão de Mn	67,00ab	27,85a	42,05a	35,38a
Omissão de Zn	20,65c	7,88b	9,71b	12,16a
CV (%)	10,02	12,22	7,94	14,00
Média	42,73	17,70	30,73	26,77
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,96***	3,10***	7,82***	1,97*

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.14 *Cytherexylum myrianthum* Cham. (pau-viola)-Verbenaceae

##### 4.4.14.1 Nitrogênio

A omissão de nitrogênio (N) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 195). Observa-se ainda, maior concentração de N nas folhas superiores do tratamento completo, o que indica a alta mobilidade desse elemento (Epstein; Bloom, 2005)

Tabela 195 - Teor de nitrogênio (N) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	13,53a <sup>(1)</sup>	10,73a	22,16a	19,90a
Omissão de N	7,02b	5,29b	12,04b	12,25b
CV (%)	8,91	10,73	12,86	10,32
Média	10,27	8,01	17,10	16,07
Valor de F <sup>(2)</sup>	75,65***	59,86***	31,77**	31,90**

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os teores médios de N na parte aérea (caule, folhas superiores e inferiores) obtidos nessa espécie (inicial da sucessão), tanto nos tratamentos completos (14,22g/kg) como sob omissão (7,90g/kg) foram semelhantes aos encontrados por

Duboc et al. (1994) para *Hymenaea courbaril* (espécie final da sucessão) com teores entre 15,2 g/kg e 7,1g/kg

#### 4.4.14.2 Fósforo

A deficiência de fósforo (P) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 196).

Os maiores teores de P nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn, Ca e Cu, respectivamente.

Estes resultados, possivelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 35).

Resultado semelhante foi obtido por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffi* e *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Zn apresentaram os maiores teores de P.

Tabela 196 - Teor de fósforo (P) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	3,01a <sup>(1)</sup>	2,41ab	11,23a	9,21a
<b>Omissão de P</b>	0,76b	0,60c	1,07b	0,96b
<b>Omissão de K</b>	4,44a	2,56ab	9,65a	10,27a
<b>Omissão de Ca</b>	3,82a	3,63ab	18,49a	11,88a
<b>Omissão de Mg</b>	3,01a	2,44ab	11,70a	10,55a
<b>Omissão de S</b>	3,60a	2,41ab	9,94a	7,73a
<b>Omissão de Cu</b>	4,15a	4,47a	14,54a	12,97a
<b>Omissão de Fe</b>	4,94a	3,59ab	16,75a	12,95a
<b>Omissão de Mn</b>	3,31a	2,86ab	10,60a	10,29a
<b>Omissão de Zn</b>	5,12a	4,84a	11,42a	12,57a
<b>CV (%)</b>	16,13	16,54	11,75	14,64
<b>Média</b>	3,61	2,98	11,54	9,87
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	7,19***	8,36***	14,45***	9,23***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.14.3 Potássio

Nota-se que a omissão de potássio (K) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo não significativo nas raízes e caules, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 197).

Os maiores teores de K nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Ca. Este resultado provavelmente está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre K x Ca (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Braga et al. (1995) em mudas de *Tibouchina granulosa*, por Venturin et al. (1996; 2005) em *Copaifera langsdorffii* e *Eremanthus erythropappus*, por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá) e por Sarcinelli et al. (2004) em mudas de *Acacia holoserice*, em queos tratamentos com omissão de Ca apresentaram teores elevados de K.

Tabela 197 - Teor de potássio (K) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	10,43ab <sup>(1)</sup>	5,67ab	22,26abc	22,37abc
Omissão de P	13,71ab	5,04ab	21,48abc	16,64bc
Omissão de K	5,25b	2,87b	7,39d	6,85d
Omissão de Ca	26,90a	14,97a	43,37a	39,18a
Omissão de Mg	24,55a	9,14ab	30,42abc	32,69ab
Omissão de S	13,93ab	6,58ab	18,30abc	13,21cd
Omissão de Cu	20,28a	11,70a	27,95abc	27,49abc
Omissão de Fe	18,17ab	14,51a	40,61ab	40,37ab
Omissão de Mn	21,04a	7,64ab	19,24bc	23,71abc
Omissão de Zn	14,28ab	11,06ab	13,89cd	18,44abc
CV (%)	14,02	17,13	9,18	8,44
Média	16,85	8,92	24,49	23,57
Valor de F <sup>(2)</sup>	3,63***	3,91***	9,63***	10,70***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por log(x+1). <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.14.4 Cálcio

A omissão de cálcio (Ca) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, quando comparadas ao tratamento completo (Tabela 198).

Entretanto, os maiores teores de Ca nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Cu, Fe e Zn respectivamente.

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Venturin et al. (1996) em *Copaifera langsdorffii* (óleo de copaíba) e Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

Tabela 198 - Teor de cálcio (Ca) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cytharexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz <sup>(3)</sup>	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior
<b>Completo</b>	4,00a <sup>(1)</sup>	4,66b	21,56ab	31,59a
<b>Omissão de P</b>	3,69a	5,16b	16,89b	29,11a
<b>Omissão de K</b>	3,16ab	5,23b	25,29ab	38,13a
<b>Omissão de Ca</b>	1,15b	1,72c	5,34c	6,61b
<b>Omissão de Mg</b>	4,56a	6,37ab	25,67ab	32,74a
<b>Omissão de S</b>	3,49a	6,45ab	23,01ab	30,95a
<b>Omissão de Cu</b>	5,25a	11,48a	35,57ab	33,11a
<b>Omissão de Fe</b>	3,97a	7,66ab	39,28a	41,29a
<b>Omissão de Mn</b>	3,14a	7,86ab	30,41ab	42,67a
<b>Omissão de Zn</b>	3,72a	8,64ab	29,18ab	43,27a
<b>CV (%)</b>	14,91	11,57	8,76	21,69
<b>Média</b>	3,61	6,52	25,22	33,85
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,07***	10,02***	10,99***	4,77***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

#### 4.4.14.5 Magnésio

A deficiência de magnésio (Mg) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém, de modo significativo nas folhas superiores e inferiores, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 199).

Tabela 199 - Teor de magnésio (Mg) (g.kg<sup>-1</sup>) na raiz, caule e folhas de *Cytharexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
<b>Completo</b>	1,45a <sup>(1)</sup>	1,31a	10,14a	8,47a
<b>Omissão de P</b>	1,25a	1,40a	7,17ab	6,99ab
<b>Omissão de K</b>	2,15a	1,54a	10,23a	12,41a
<b>Omissão de Ca</b>	1,39a	2,45a	8,56ab	5,31ab
<b>Omissão de Mg</b>	1,12a	1,30a	3,58b	3,61b
<b>Omissão de S</b>	1,49a	1,74a	11,26a	9,40a
<b>Omissão de Cu</b>	1,70a	2,33a	9,49ab	9,05a
<b>Omissão de Fe</b>	1,92a	2,24a	11,90a	10,61a
<b>Omissão de Mn</b>	1,20a	2,02a	11,58a	11,16a
<b>Omissão de Zn</b>	1,18a	1,98a	7,03ab	8,98a
<b>CV (%)</b>	26,41	27,91	24,06	10,82
<b>Média</b>	1,48	1,83	9,09	8,71
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	2,28*	2,16*	4,17***	5,34***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados log(x+1).

Os maiores teores de Mg nas folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com ausência K, S, Fe e Mn.

Estes resultados, possivelmente estão relacionados à ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Mg x K (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de K, S, Fe e Mn apresentaram teores elevados de Mg.

#### 4.4.14.6 Enxofre

A omissão de enxofre (S) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 200).

Tabela 200 - Teor de enxofre (S) ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	0,89bc <sup>(1)</sup>	0,97cd	3,68abcd	3,24ab
<b>Omissão de P</b>	1,29abc	1,02bcd	2,21cd	2,74ab
<b>Omissão de K</b>	2,49a	1,47abcd	4,55abc	4,88a
<b>Omissão de Ca</b>	2,80a	2,32abc	6,39ab	4,09a
<b>Omissão de Mg</b>	2,51a	1,45abcd	3,70abcd	4,34a
<b>Omissão de S</b>	0,65c	0,59d	1,53d	1,74b
<b>Omissão de Cu</b>	2,90a	2,68a	3,82abc	4,13a
<b>Omissão de Fe</b>	2,41ab	1,99abc	6,83a	6,01a
<b>Omissão de Mn</b>	1,38abc	1,37abcd	3,68abcd	4,58a
<b>Omissão de Zn</b>	1,51abc	2,73ab	2,97bcd	5,42a
<b>CV (%)</b>	20,98	20,59	14,16	12,26
<b>Média</b>	1,88	1,66	3,93	4,12
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	6,17***	5,98***	7,37***	5,47***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Os maiores teores de S nas raízes, caules e folhas foram obtidos nos tratamentos com omissão de Cu e Fe respectivamente. Estes resultados, provavelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 35).

#### 4.4.14.7 Boro

A omissão de boro (B) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, nas raízes e folhas, porém não significativo apenas nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 201).

Observa-se ainda nos tratamentos com omissão de B, que os maiores teores desse nutriente foram encontrados nas folhas inferiores. De acordo com Mengel e Kirkby (1987), o B é um nutriente de baixa mobilidade no tecido da planta e o seu transporte é dependente da transpiração e das relações hídricas no sistema solo-planta-atmosfera, que afetam sua distribuição nas diversas partes das plantas.

Resultados semelhantes foram observados por Haag et al (1991), em mudas de *Pinus caribaea* e por Silveira et al (2002) em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*, em que os tratamentos com omissão de B apresentaram os maiores teores desse nutriente nas folhas inferiores.

Os maiores teores de B nas folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Fe, provavelmente, devido ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 35).

Tabela 201 - Teor de boro (B) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule <sup>(3)</sup>	Folha Superior <sup>(3)</sup>	Folha Inferior <sup>(3)</sup>
Completo	28,00a <sup>(1)</sup>	24,82a	65,33abc	77,23ab
Omissão de P	26,40a	17,45a	87,98abc	77,23ab
Omissão de K	32,71a	19,33a	106,32abc	99,02ab
Omissão de Ca	29,83a	30,53a	152,48ab	109,78ab
Omissão de Mg	36,43a	27,41a	90,42abc	98,30ab
Omissão de S	25,89a	18,31a	118,93abc	84,23ab
Omissão de B	25,15a	22,50a	33,93d	40,31c
Omissão de Cu	36,23a	30,26a	61,82cd	103,73ab
Omissão de Fe	33,58a	26,05a	180,75a	134,73a
Omissão de Mn	25,68a	25,35a	85,33abc	124,80a
Omissão de Zn	30,76a	39,11a	86,60abc	110,33ab
CV (%)	16,32	9,08	6,35	3,92
Média	30,06	25,56	99,08	96,33
Valor de F <sup>(2)</sup>	2,20*	1,43 <sup>NS</sup>	7,01***	10,32***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo. <sup>(3)</sup> Teste de comparação de médias com dados transformados  $\log(x+1)$ .

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas *Psidium guajava*, em que os tratamentos com omissão de Fe apresentaram teores elevados de B.

#### 4.4.14.8 Cobre

A omissão de cobre (Cu) ocasionou uma redução no teor desse nutriente, em todas as partes da planta, porém de modo não significativo nas raízes e caules, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 202).

Os maiores teores de Cu, nas diferentes partes das plantas foram encontrados nos tratamentos com omissão de Zn. Este resultado, provavelmente está relacionado ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA deste tratamento (Tabela 35). Além disso, ausência do mecanismo de inibição competitiva entre Cu x Zn favoreceu a absorção de Cu nos tratamentos com ausência de Zn (Malavolta et al., 1997)

Resultados semelhantes foram obtidos por Veloso et al. (1998a) em mudas de *Piper nigrum*; por Salvador et al. (1999) em mudas *Psidium guajava* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

Tabela 202 - Teor de cobre (Cu) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
Completo	1,71c <sup>(1)</sup>	1,28ab	3,05ab	3,31d
Omissão de P	2,78bc	1,50ab	2,60ab	4,81cd
Omissão de K	6,00ab	2,26ab	4,20a	4,90bcd
Omissão de Ca	7,13ab	3,50ab	5,14a	4,87bcd
Omissão de Mg	6,28ab	1,58ab	3,43ab	3,88cd
Omissão de S	2,26bc	1,18ab	4,88a	4,01cd
Omissão de Cu	1,18c	0,91b	1,31b	1,42e
Omissão de Fe	6,53ab	3,10ab	4,98a	7,86ab
Omissão de Mn	3,25abc	2,25ab	4,45a	6,60abc
Omissão de Zn	9,96a	11,91a	5,62a	8,40a
CV (%)	19,58	39,12	14,17	8,58
Média	4,71	2,95	3,96	5,01
Valor de F <sup>(2)</sup>	8,22***	2,64**	5,98***	22,15***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.14.9 Ferro

A deficiência de ferro (Fe) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém não significativa, quando comparados ao tratamento completo (Tabela 203).

Os maiores teores de Fe nas raízes, caule, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão Cu e Mn, respectivamente. Estes resultados, provavelmente estão relacionados à redução do efeito antagônico existente entre Fe x Cu e Fe x Mn (Kabata-Pendias, 2001).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá), em que os tratamentos com omissão de Cu e Mn apresentaram teores elevados de Fe.

Tabela 203 - Teor de Ferro (Fe) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	102,80cd <sup>(1)</sup>	39,62a	252,80ab	261,57abc
<b>Omissão de P</b>	198,70abcd	33,55a	209,43ab	305,83abc
<b>Omissão de K</b>	254,90abcd	45,83a	237,92ab	277,58abc
<b>Omissão de Ca</b>	426,40abc	82,92a	293,68ab	195,93c
<b>Omissão de Mg</b>	444,80ab	50,95a	201,33ab	226,27bc
<b>Omissão de S</b>	168,40abcd	77,15a	378,08a	301,33abc
<b>Omissão de Cu</b>	542,70a	92,68a	197,40ab	247,15bc
<b>Omissão de Fe</b>	67,40d	23,77a	167,20b	179,80c
<b>Omissão de Mn</b>	99,80bcd	52,07a	463,95a	498,37a
<b>Omissão de Zn</b>	267,50abcd	68,20a	218,32ab	482,08ab
<b>CV (%)</b>	10,22	11,47	4,86	4,33
<b>Média</b>	257,33	56,67	262,01	301,65
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	5,38***	2,22*	3,73***	4,66***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.14.10 Manganês

Verifica-se que a omissão de manganês (Mn) ocasionou uma redução no teor desse nutriente em todas as partes da planta, porém de modo significativo apenas nas raízes, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 204).



No entanto, os maiores teores de Mn nas raízes, caules, folhas superiores e inferiores foram encontrados nos tratamentos com omissão de Mg, Ca, Fe e Zn, respectivamente.

Estes resultados, provavelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA destes tratamentos (Tabela 35). Além disso, a absorção de Mn é diminuída por altas concentrações de Mg, Ca, Fe e Zn, no meio (Malavolta, 1980).

Resultados semelhantes foram obtidos por Salvador et al. (1999) em mudas *Psidium guajava*, Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá).

Tabela 204 - Teor de manganês (Mn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	34,75a <sup>(1)</sup>	10,45bcd	26,13bcd	39,67bcd
<b>Omissão de P</b>	27,75a	7,37cd	17,30cd	47,40abcd
<b>Omissão de K</b>	25,07ab	19,97abc	41,22abc	80,58abc
<b>Omissão de Ca</b>	47,63a	50,03a	58,37ab	63,48abcd
<b>Omissão de Mg</b>	53,95a	13,80bcd	48,25abc	69,17abcd
<b>Omissão de S</b>	18,77ab	9,75bcd	31,92abcd	38,23bcd
<b>Omissão de Cu</b>	49,37a	18,90abc	25,03bcd	35,35cd
<b>Omissão de Fe</b>	33,58a	29,85ab	97,02a	122,97ab
<b>Omissão de Mn</b>	5,22b	4,72d	13,50d	24,32d
<b>Omissão de Zn</b>	46,63a	18,97abc	41,35abcd	152,07a
<b>CV (%)</b>	15,68	13,38	9,87	9,01
<b>Média</b>	34,27	18,38	40,00	67,45
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	4,53***	8,34***	7,15***	5,92***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.14.11 Molibdênio

Observa-se que a omissão de molibdênio (Mo) ocasionou uma redução no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta, porém, de modo não significativo, quando comparado ao tratamento completo (Tabela 205).

Tabela 205 - Teor de molibdênio (Mo) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cyatharexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	1,35e <sup>(1)</sup>	0,95bc	0,46cd	1,00abc
<b>Omissão de P</b>	1,90de	1,60abc	1,11bcd	2,46abc
<b>Omissão de K</b>	7,71a	1,63abc	1,45abc	1,00abc
<b>Omissão de Ca</b>	6,88ab	1,73abc	1,50abc	1,02abc
<b>Omissão de Mg</b>	3,08bcde	2,01ab	1,53abc	1,21abc
<b>Omissão de S</b>	2,48cde	2,90ab	2,58ab	1,33abc
<b>Omissão de Cu</b>	5,21abc	4,86a	2,51ab	2,15abc
<b>Omissão de Fe</b>	5,21abcd	1,51abc	2,68ab	1,88abc
<b>Omissão de Mn</b>	5,60abc	3,38ab	3,30a	3,81a
<b>Omissão de Mo</b>	0,14f	0,10c	0,11d	0,13c
<b>Omissão de Zn</b>	3,80abcde	5,16a	3,05ab	2,90ab
<b>CV (%)</b>	18,00	27,34	24,78	38,58
<b>Média</b>	3,94	2,35	1,84	1,68
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	16,06***	7,76***	9,77***	4,58***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

Entretanto, os maiores teores de Mo nas raízes, caules e folhas foram encontrados nos tratamentos com omissão K, Zn e Mn, respectivamente. Estes resultados, provavelmente estão relacionados ao efeito de diluição, em decorrência da baixa produção de MSPA e MSSR destes tratamentos (Tabela 35).

#### 4.4.14.12 Zinco

A omissão de zinco (Zn) ocasionou uma redução não significativa no teor desse nutriente nas diferentes partes da planta (Tabela 206).

Entretanto, os maiores teores de Zn foram encontrados nos tratamentos com omissão de Cu e Mn. Este resultado provavelmente está relacionado à ausência do mecanismo de inibição competitiva existente entre Zn x Cu (Malavolta et al., 1997).

Resultados semelhantes foram obtidos por Duboc et al. (1994), em *Hymenaea courbaril* (jatobá), por Mendonça et al. (1999) em mudas de *Myracrodruon urundeuva* e por Venturin et al. (2005) em mudas de *Eremanthus erythropappus*, em que os tratamentos com omissão de Ca, apresentaram os maiores teores de Zn.

No entanto, os teores elevados de Zn nos tratamentos com omissão de Mn foram observados também por Veloso et al. (1998a) em mudas de *Piper nigrum* e por Salvador et al. (1999) em mudas *Psidium guajava*.

Tabela 206 - Teor de zinco (Zn) ( $\text{mg.kg}^{-1}$ ) na raiz, caule e folhas de *Cytherexylum myrianthum* (pau-viola)

Tratamento	Raiz	Caule	Folha Superior	Folha Inferior
<b>Completo</b>	8,41cd <sup>(1)</sup>	6,75cd	23,00cd	27,84cd
<b>Omissão de P</b>	9,60cd	6,16d	22,53cd	29,21cd
<b>Omissão de K</b>	15,41bc	8,58cd	27,26bcd	29,48cd
<b>Omissão de Ca</b>	15,60bc	16,05abc	50,16ab	31,65bcd
<b>Omissão de Mg</b>	14,78bc	8,71cd	29,50abcd	28,95cd
<b>Omissão de S</b>	10,11cd	9,15bcd	39,28abc	31,70bcd
<b>Omissão de Cu</b>	41,61a	29,46a	48,73ab	54,71ab
<b>Omissão de Fe</b>	25,63ab	20,11ab	53,46ab	50,91abc
<b>Omissão de Mn</b>	27,61ab	24,66a	58,91a	67,96a
<b>Omissão de Zn</b>	5,65d	4,71d	15,40d	20,76d
<b>CV (%)</b>	9,01	10,40	7,02	5,46
<b>Média</b>	17,44	13,43	36,82	37,51
<b>Valor de F<sup>(2)</sup></b>	15,93***	13,95***	8,69***	9,56***

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não apresentam diferença significativa, a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey com dados transformados por  $\log(x+1)$ . <sup>(2)</sup>\*\*\*, \*\*, \* e NS: significativo ao nível de 1%, 5%, 10% de probabilidade e não significativo.

#### 4.4.15 Síntese geral dos teores de macro e micronutrientes nas diferentes espécies estudadas

A Tabela 207 apresenta os resultados comparativos referentes ao teor foliar de macronutrientes e micronutrientes das 14 espécies estudadas neste trabalho. Levamos em consideração as folhas que melhor refletiram o estado nutricional, ou seja, folhas inferiores para os tratamentos completos e deficientes em: N, P, K, Mg e Mo; folhas superiores para os tratamentos completos e deficientes em: S, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

Tabela 207 - Teores foliares de macronutrientes e micronutrientes das 14 espécies estudadas pertencentes aos diferentes estádios sucessionais

	Teores de Macronutrientes g/Kg											
	N <sup>(1)</sup>	-N <sup>(1)</sup>	P <sup>(1)</sup>	-P <sup>(1)</sup>	K <sup>(1)</sup>	-K <sup>(1)</sup>	Ca <sup>(2)</sup>	-Ca <sup>(2)</sup>	Mg <sup>(1)</sup>	-Mg <sup>(1)</sup>	S <sup>(2)</sup>	-S <sup>(2)</sup>
* <i>Ceiba speciosa</i>	17,87	11,31	3,87	0,81	15,11	3,12	17,88	3,76	8,02	3,66	2,90	1,29
* <i>Cecropia pachystachya</i>	9,75	7,23	2,44	0,49	4,83	1,38	13,55	2,92	2,67	1,82	2,43	1,16
* <i>Croton urucurana</i>	16,41	9,49	5,57	0,73	34,15	3,50	15,85	2,22	8,33	4,17	3,46	1,88
* <i>Acacia polyphylla</i>	31,00	18,57	2,67	0,96	10,88	3,50	14,81	3,90	3,71	2,74	2,08	1,73
* <i>Enterolobium contortisiliquum</i>	22,19	14,65	2,52	0,60	15,82	4,34	12,20	2,97	9,12	4,14	2,68	1,79
* <i>Guazuma ulmifolia</i>	17,73	10,75	5,89	0,60	13,09	3,69	29,03	5,72	12,21	2,51	3,98	1,64
* <i>Aegiphilla sellowiana</i>	23,42	17,78	3,65	1,72	17,63	5,45	16,36	2,76	4,68	2,58	2,72	1,88
* <i>Cytharexylum myrianthum</i>	19,90	12,25	9,21	0,96	22,37	6,85	21,56	5,34	8,47	3,61	3,68	1,53
* <i>Tapirira guianensis</i>	14,93	7,35	3,94	0,64	15,93	6,73	9,74	3,33	2,31	1,75	1,49	0,97
** <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i>	18,70	14,57	2,82	1,19	17,08	5,51	12,20	2,27	7,47	4,91	1,66	1,25
** <i>Cariniana legalis</i>	21,35	14,95	5,54	1,56	19,19	4,75	26,22	3,57	6,21	3,48	2,95	1,90
** <i>Astronium graveolens</i>	17,73	9,68	2,65	0,71	13,47	3,92	12,56	3,61	4,60	2,81	3,12	0,99
*** <i>Hymenaea courbaril</i>	28,25	14,32	14,50	1,89	9,82	4,39	10,41	1,94	3,12	1,62	2,65	0,91
*** <i>Esenbeckia leiocarpa</i>	26,41	20,27	9,76	1,65	24,46	11,57	10,40	4,00	2,68	1,53	3,12	2,06

	Teores de Micronutrientes mg/Kg											
	B <sup>(2)</sup>	-B <sup>(2)</sup>	Cu <sup>(2)</sup>	-Cu <sup>(2)</sup>	Fe <sup>(2)</sup>	-Fe <sup>(2)</sup>	Mn <sup>(2)</sup>	-Mn <sup>(2)</sup>	Mo <sup>(1)</sup>	-Mo <sup>(1)</sup>	Zn <sup>(2)</sup>	-Zn <sup>(2)</sup>
* <i>Ceiba speciosa</i>	77,48	28,30	3,16	1,30	522,10	158,40	27,00	9,03	1,46	0,14	36,18	14,51
* <i>Cecropia pachystachya</i>	53,55	29,93	2,50	1,68	411,37	217,58	22,45	9,94	0,81	0,32	42,21	13,76
* <i>Croton urucurana</i>	65,10	32,45	2,13	0,65	168,05	45,23	39,40	7,92	1,76	0,25	31,52	13,33
* <i>Acacia polyphylla</i>	60,22	32,45	1,60	0,68	148,60	51,03	59,10	11,75	0,45	0,05	15,80	10,30
* <i>Enterolobium contortisiliquum</i>	72,95	30,57	2,63	0,76	134,10	71,74	23,65	7,46	1,01	0,12	81,92	11,78
* <i>Guazuma ulmifolia</i>	89,82	30,34	3,98	0,80	334,97	147,74	171,37	8,63	1,71	0,10	40,55	24,53
* <i>Aegiphilla sellowiana</i>	46,37	31,62	1,61	0,88	120,33	86,10	19,66	6,51	10,11	0,67	30,36	9,71
* <i>Cytharexylum myrianthum</i>	65,33	33,93	3,05	1,31	252,80	167,20	26,13	13,50	1,00	0,13	23,00	15,40
* <i>Tapirira guianensis</i>	47,48	25,49	1,56	0,65	276,43	161,80	23,78	15,21	0,81	0,10	19,81	8,80
** <i>Lanchocarpus muehlbergianus</i>	59,87	31,60	2,10	1,20	122,88	93,55	16,10	6,45	0,90	0,29	21,36	15,05
** <i>Cariniana legalis</i>	70,02	35,59	3,65	1,66	634,00	323,07	30,61	8,66	1,16	0,11	28,13	13,71
** <i>Astronium graveolens</i>	41,05	30,02	1,51	1,12	226,55	138,82	9,56	4,85	1,63	0,40	20,98	9,18
*** <i>Hymenaea courbaril</i>	93,07	31,70	3,45	1,78	279,40	145,67	77,17	9,23	0,23	0,10	26,96	16,19
*** <i>Esenbeckia leiocarpa</i>	26,97	16,55	2,38	1,25	288,28	200,15	19,00	9,78	1,45	0,09	17,72	14,47

<sup>(1)</sup> Teores dos nutrientes determinado nas folhas inferiores. <sup>(2)</sup> Teores dos nutrientes determinado nas folhas superiores.

\*Espécies pioneiras; \*\*Espécies secundárias iniciais e tardias; \*\*\*Espécies clímax.

Para cada elemento e cada espécie a comparação dos teores é feita na horizontal. As letras correspondem às das tabelas em que são dados os teores de todos os elementos para cada tratamento.

A Tabela 207 mostra que a omissão dos macros e micronutrientes ocasionaram uma redução no teor foliar das espécies estudadas.

Nota-se também que as espécies pertencentes aos diferentes grupos ecológicos (iniciais e finais da sucessão) apresentaram comportamentos semelhantes. *Acacia polyphylla* (espécie inicial da sucessão), *Hymenaea courbaril*, *Esenbeckia leiocarpa* (espécies finas da sucessão), por exemplo parecem altamente exigentes em nitrogênio a julgar pelo seu alto teor. Já as espécies *Cecropia pachystachya*, *Tapirira guianensis*, *Croton urucurana*, *Guazuma ulmifolia* (espécies iniciais da sucessão) seriam pouco exigentes há este nutriente.

Os resultados obtidos são condizentes com a hipótese deste trabalho de que, as espécies florestais têm exigências nutricionais e respostas ao estress nutricional diferenciados e que a complementação nutricional pode ser um dos principais fatores determinantes do sucesso de projetos de recuperação florestal.

#### **4.5 Observações ultraestruturais das folhas de *Ceiba speciosa* St. Hil. (paineira).**

Foram examinados tecidos de folha de *Ceiba speciosa* St Hil. (paineira), através da técnica de microscopia eletrônica de transmissão. Os resultados foram discutidos conforme os tratamentos de omissão de macro e micronutrientes.

##### **4.5.1 NITROGÊNIO (N)**

As plantas deficientes em N apresentaram alterações nos cloroplastos com desorganização das pilhas de tilacóides (*granum*) devido ao aumento dos grânulos de amido e glóbulos de lipídios. (Figura 13).

Resultados semelhantes, referentes ao aumento dos grânulos de amido, foram observados por Hall et al. (1972) em cloroplastos de folhas de milho, deficientes em nitrogênio, causando deformação desta organela.

Entretanto, Hamzah; Gómez (1979), além de constatar em plantas de seringueira o aumento de grânulos de amido no interior dos cloroplastos e a desorganização das pilhas de tilacóides, verificaram também o menor tamanho desta organela em plantas deficientes em nitrogênio.

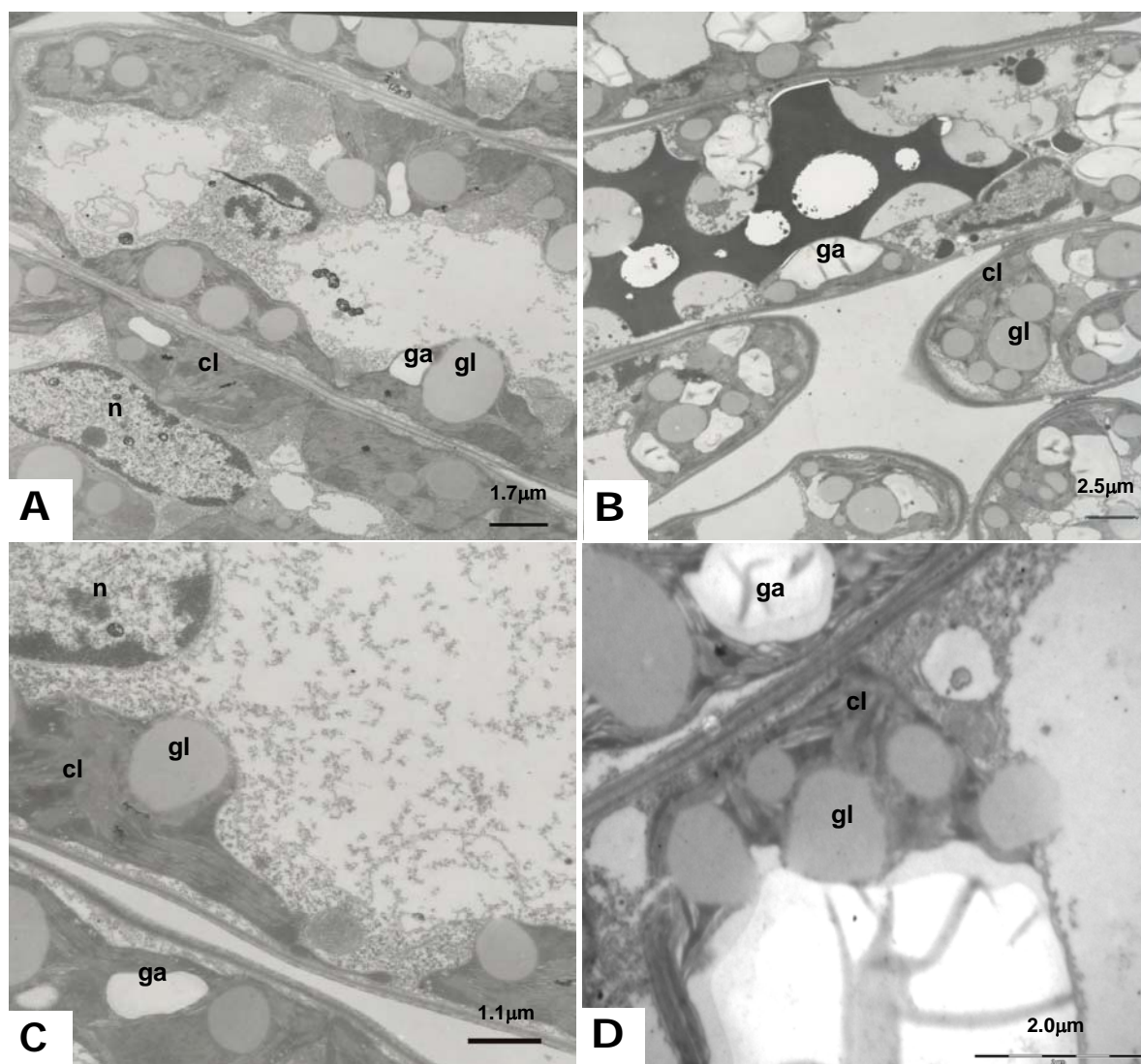


Figura 13 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de nitrogênio (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de nitrogênio (D); n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

#### 4.5.2 FÓSFORO (P)

As plantas deficientes em P apresentaram uma diminuição no tamanho dos cloroplastos com desorganização das pilhas de tilacóides (*granum*). Houve um acúmulo de lipídios nos cloroplastos, porém, o mesmo não ocorreu com grânulos de amido, cuja abundância foi maior (Figura 14).

Resultados semelhantes foram observados por Hall et al. (1972) em cloroplastos de folhas de milho deficientes em P, em que foi notada uma desorganização das pilhas

de tilacóides. Os discos de *grana* dos cloroplastos se mostraram muito mais longos que os de plantas normais. Porém, o autor não observou acúmulo de amido nestas organelas.

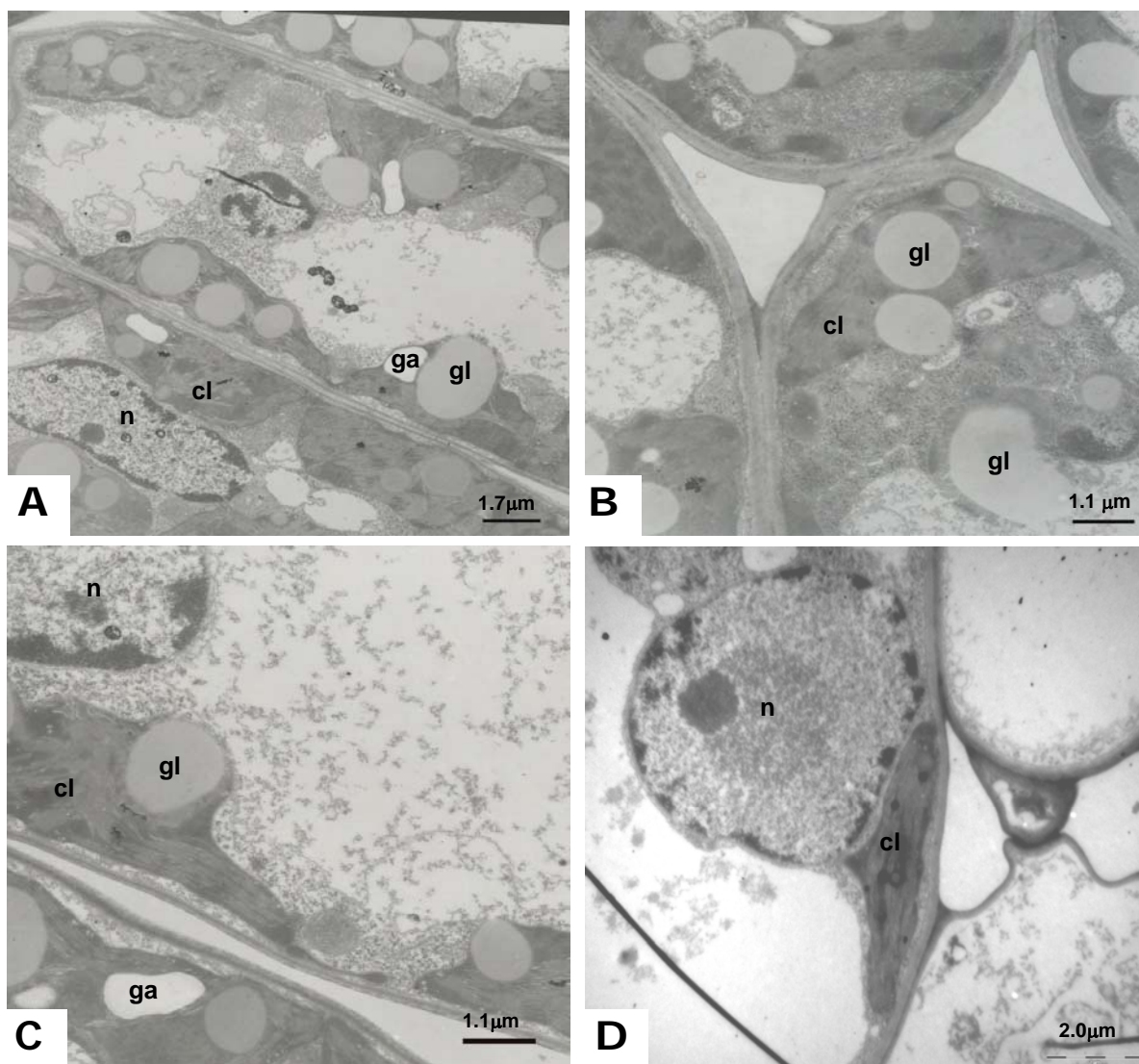


Figura 14 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de fósforo (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de fósforo (D); n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

#### 4.5.3 POTÁSSIO (K)

As plantas deficientes em K apresentaram um aumento no tamanho dos cloroplastos com desorganização das pilhas de tilacóides, bem como a ausência de grânulos de amido (Figura 15).



Verificou-se também um rompimento na membrana dos vacúolos, provavelmente devido a um distúrbio provocado na regulação do potencial osmótico devido a deficiência de K (Epstein; Bloom, 2005).

Estas alterações ultra-estruturais, decorrentes da deficiência de K foram semelhantes às descritas por Hamzah e Gómez (1979) em folhas de seringueira, em que foram notados um maior número e tamanho de cloroplastos com ausência de grânulos de amido, bem como um menor volume do citoplasma.

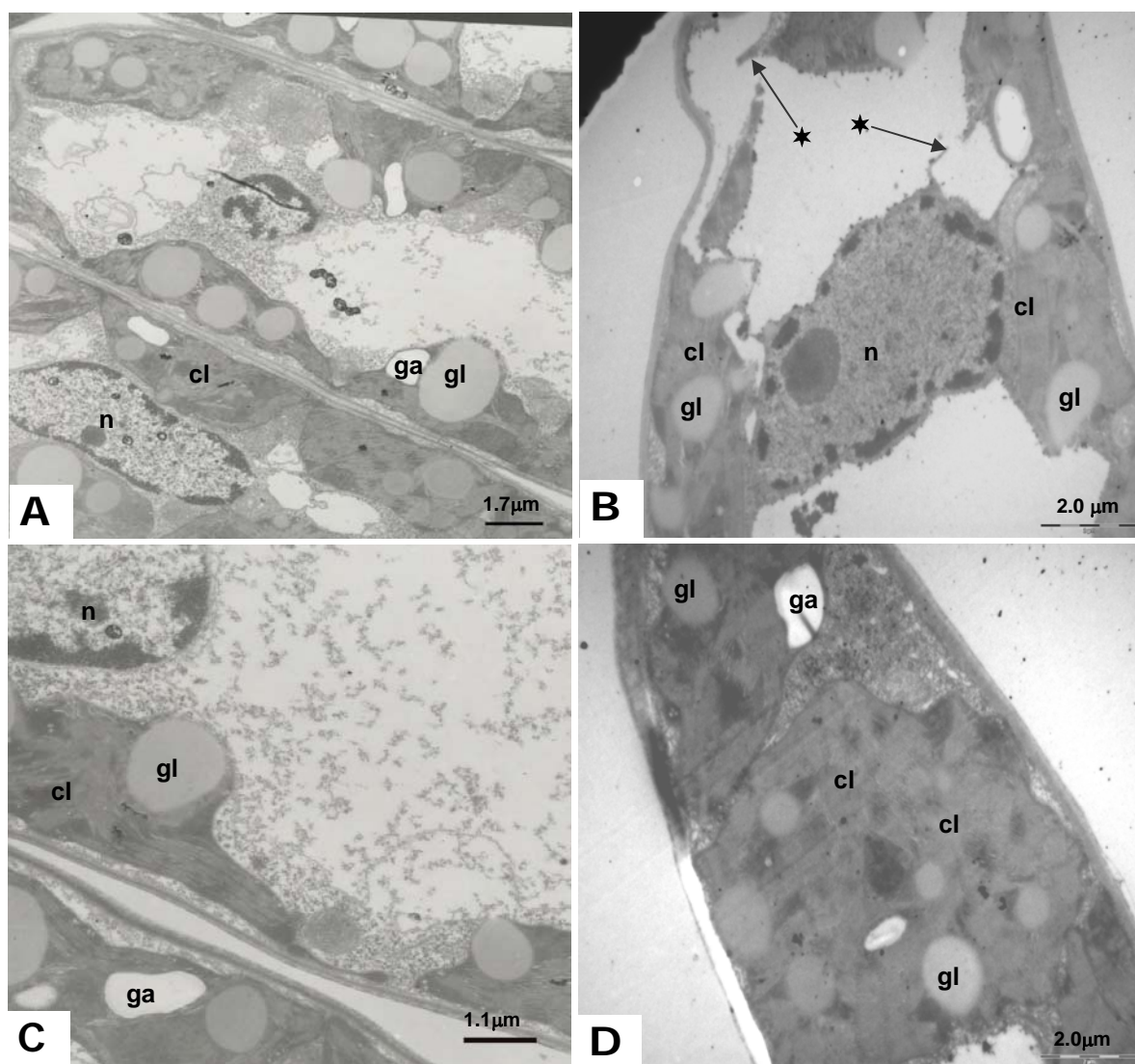


Figura 15 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de potássio (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de potássio (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos; \*-rompimento na membrana dos vacúolos .

#### 4.5.4 CÁLCIO (Ca)

As plantas deficientes em Ca apresentaram cloroplastos dilatados e sua membrana rompida. Houve maior acúmulo de grânulos de amido e menor número de glóbulos de lipídios. A desestruturação da lamela média observada (Figura 16) está relacionada à função do nutriente na formação de pectatos de Ca na fração da parede celular e lamela média (Taiz; Zeiger, 2004)

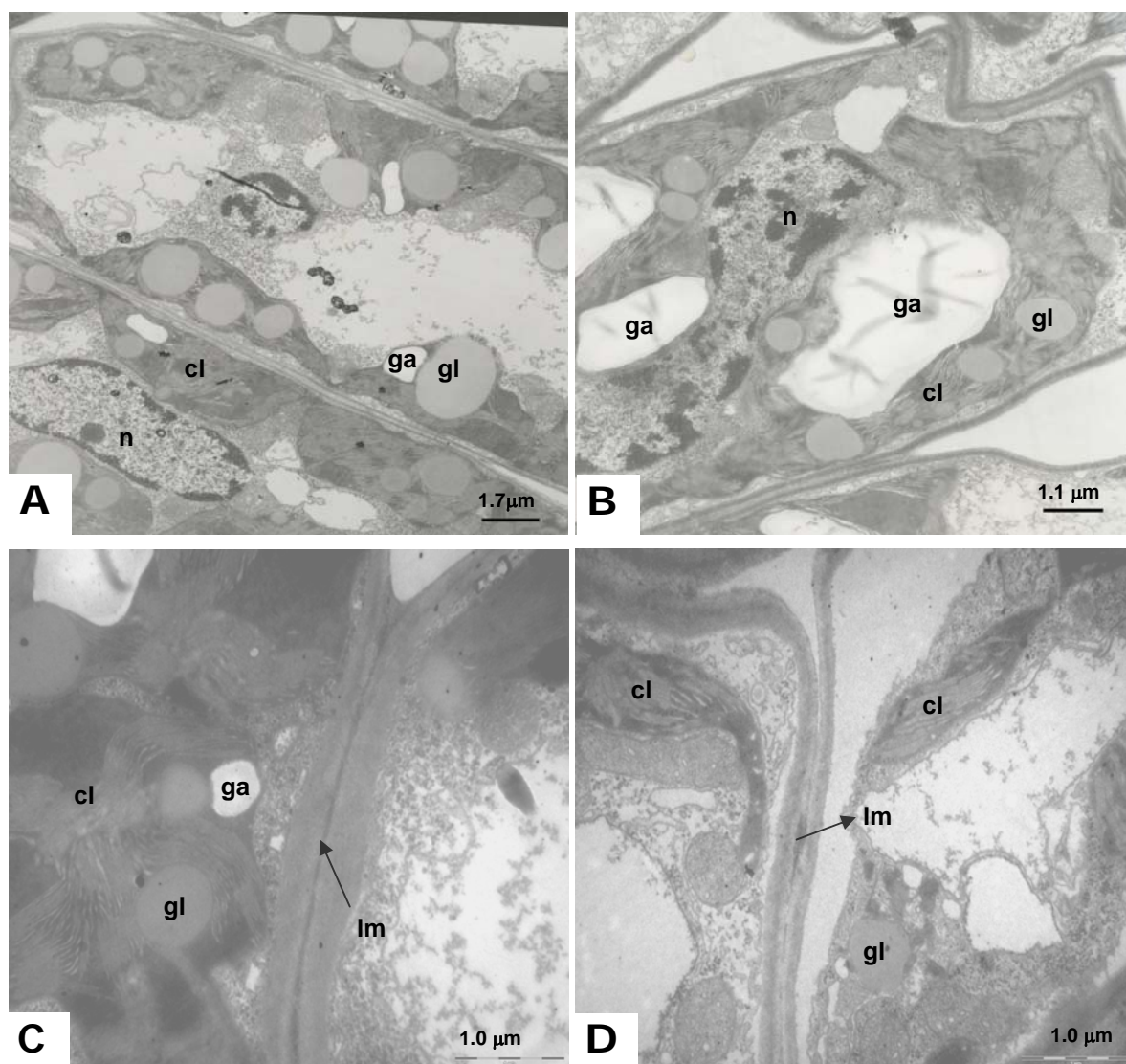


Figura 16 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de cálcio (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de cálcio (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos; lm-lamela média.

Resultados semelhantes foram observados por Hall et al. (1972) em folhas de milho e por Hamzah e Gómez (1979) em folhas de seringueira, em que os cloroplastos de plantas deficientes em Ca mostraram-se dilatados e com a membrana rompida, bem como o maior acúmulo de grânulos de amido nesta organela.

#### 4.5.5 MAGNÉSIO (Mg)

As plantas deficientes em Mg apresentaram alterações nos cloroplastos com rompimento da membrana e acentuada desorganização dos tilacóides (Figura 17).

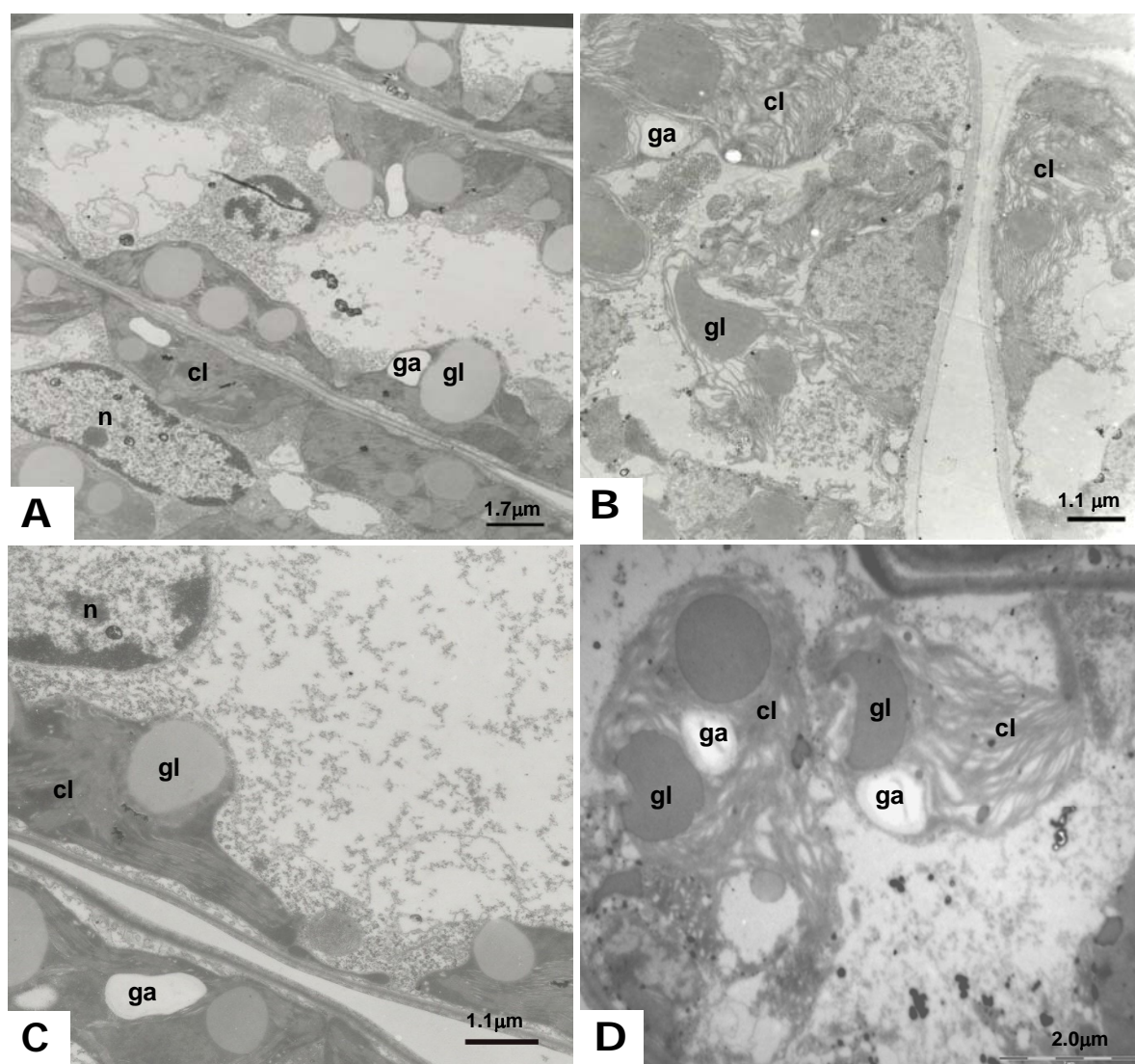


Figura 17 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de magnésio (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de magnésio (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

Mengel e Kirkby (1987) descrevem que a deficiência de Mg apresenta deformação de estrutura lamelar afetando a estabilidade dos tilacóides.

Os efeitos da deficiência de Mg em nível ultra-estrutural foram observados por Hall et al. (1972) em folhas de milho e por Hamzah e Gómez (1979) em folhas de seringueira, nas quais os cloroplastos apresentaram acentuada desorganização dos tilacóides com o rompimento da membrana, semelhantes ao ocorrido neste trabalho.



#### 4.5.6 ENXOFRE (S)

As plantas deficientes em S apresentaram um maior número de grânulos de amido e menor número de lipídeos nos cloroplastos, quando comparados ao tratamento completo (Figura 18).

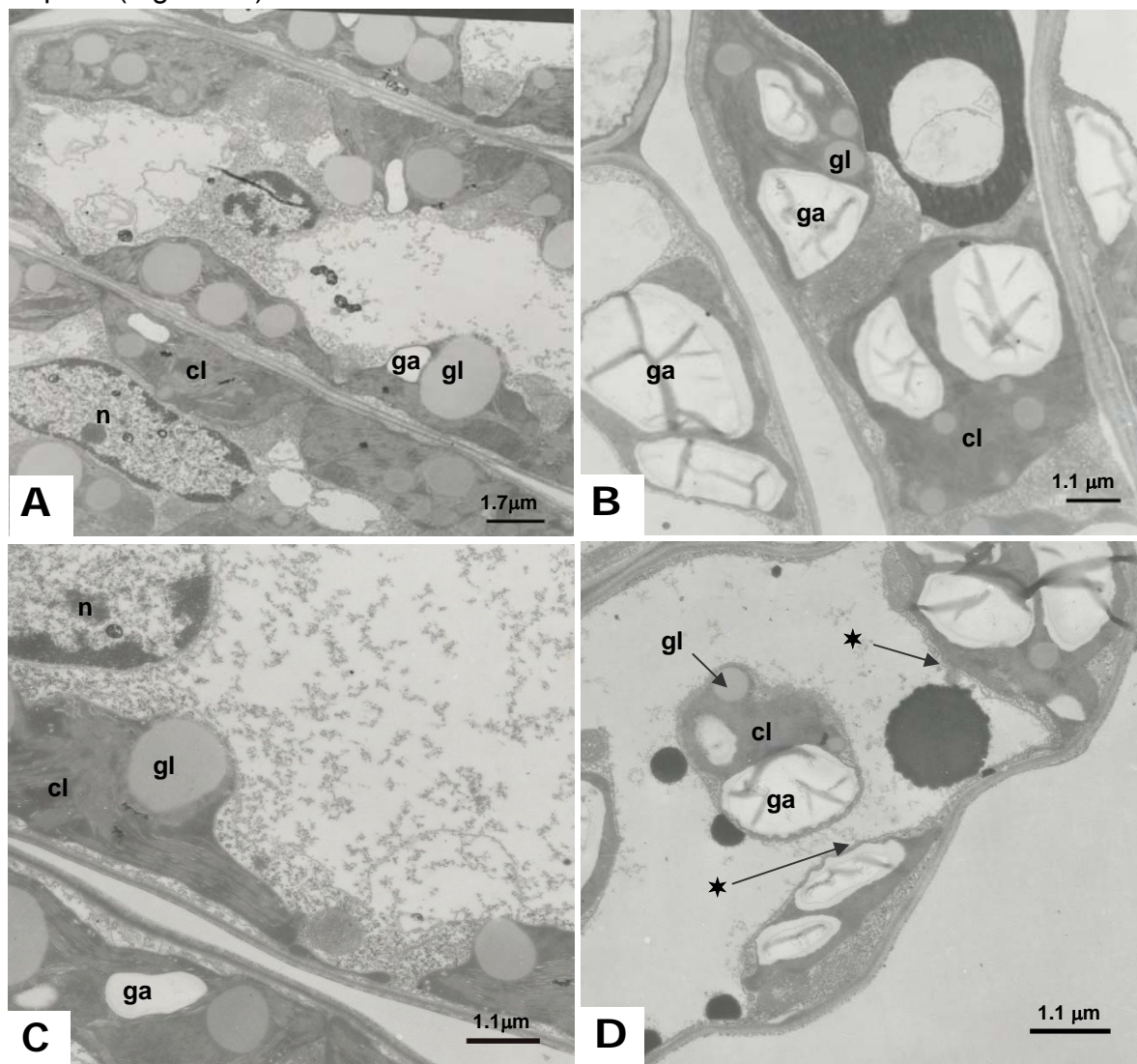


Figura 18 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de enxofre (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de enxofre (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos; \*-projeções do conteúdo do cloroplasto.

Observou-se também a formação de projeções do conteúdo do cloroplasto, além da forma irregular dos mesmos. Segundo Hall et al. (1972) este fenômeno é típico da

deficiência de enxofre. O menor número de glóbulos de lipídios, também foram observados por Barr et al. (1972) em folhas de milho com deficiência de enxofre.

#### 4.5.7 BORO (B)

As plantas deficientes em B apresentaram um maior espessamento da lamela média e alterações na parede celular. Os cloroplastos apresentaram-se menores com número reduzido grânulos de amido (Figura 19).

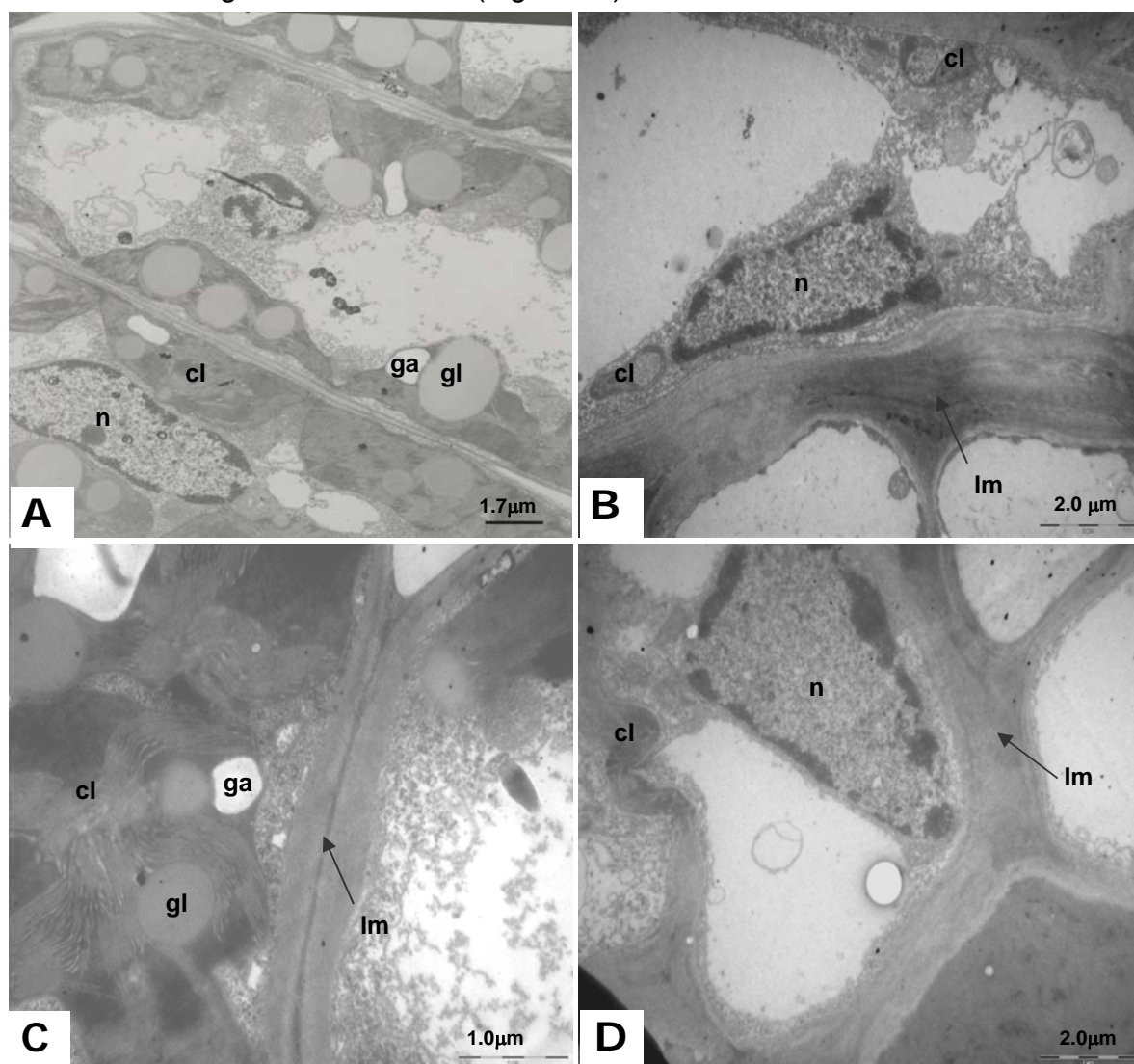


Figura 19 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de boro (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de boro (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos; lm-lamela média.

Vários trabalhos como Kouchi e Kumazawa (1976); Ishii e Matsunaga (1996); Kobayashi et al. (1996); O'Neill et al.(1996) têm mostrado que a função fisiológica do boro é a estabilização da parede celular e da lamela média, através da formação de ligações pécticas entre dois complexos chamados de Rhamnogalacturona-II.

Segundo os trabalhos de Brown e Hu (1997); Match (1997) quando se trata de deficiência de boro, ocorre um maior espessamento da parede celular e alterações na lamela média, cuja natureza é péctica.

#### 4.5.8 COBRE (Cu)

As plantas deficientes em Cu apresentaram alterações nos cloroplastos com desorganização das pilhas de tilacóides e menor número de grânulos de amido (Figura 20)

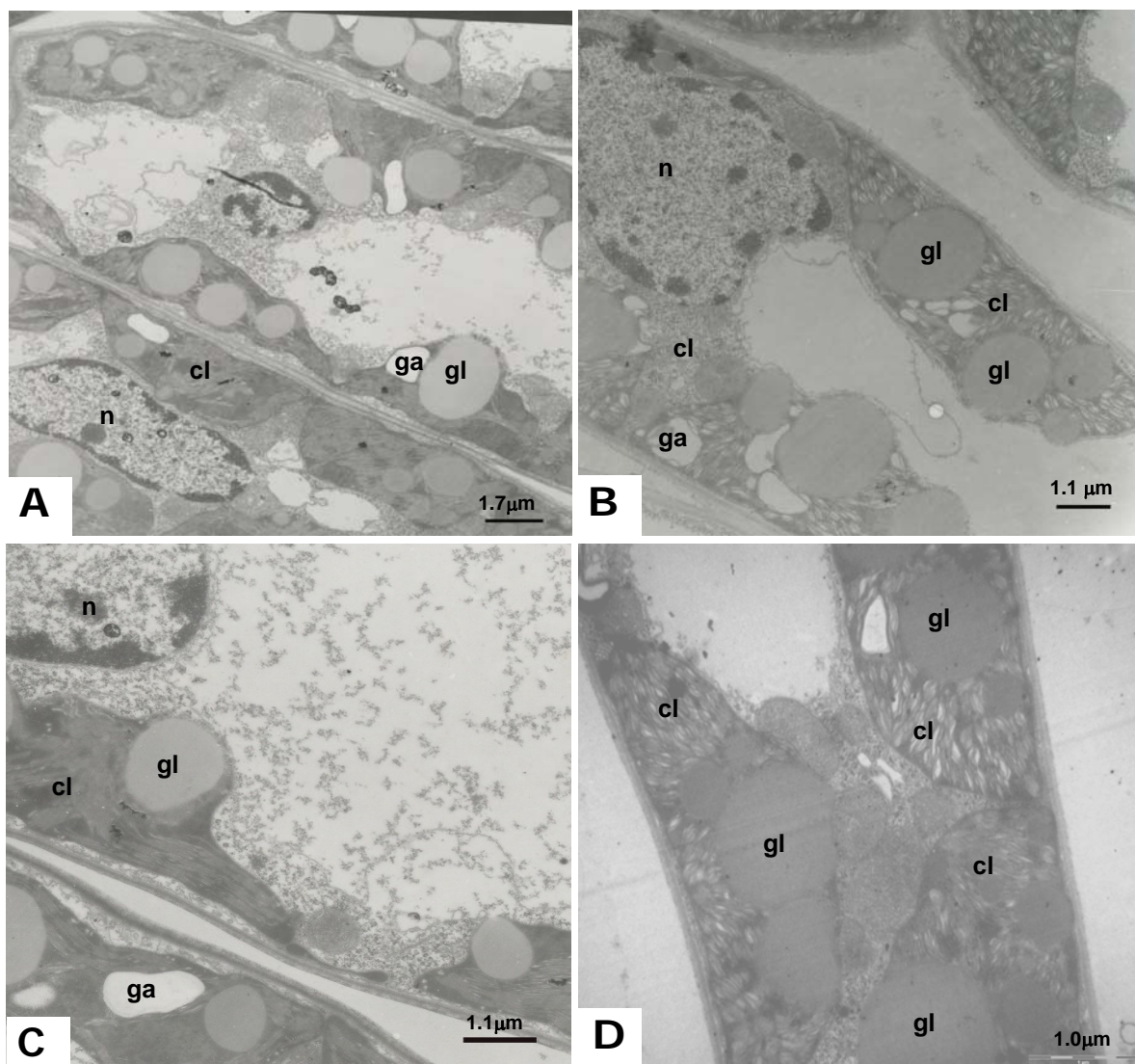


Figura 20 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de cobre (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de cobre (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.



#### 4.5.9 FERRO (Fe)

As plantas deficientes em Fe apresentaram cloroplastos menores com desorganização das pilhas tilacóides (*granum*) e número reduzido de grânulos de amido (Figura 21). Na membrana do tilacóide, os átomos de Fe estão diretamente envolvidos. O alto requerimento de Fe para manter a integridade funcional e estrutural da membrana do tilacóide, o adicional requerimento deste elemento para a ferredoxina e na biossíntese de clorofila, explica a alta sensibilidade dos cloroplastos e dos tilacóides a deficiência de Fe (Marschner, 1995)

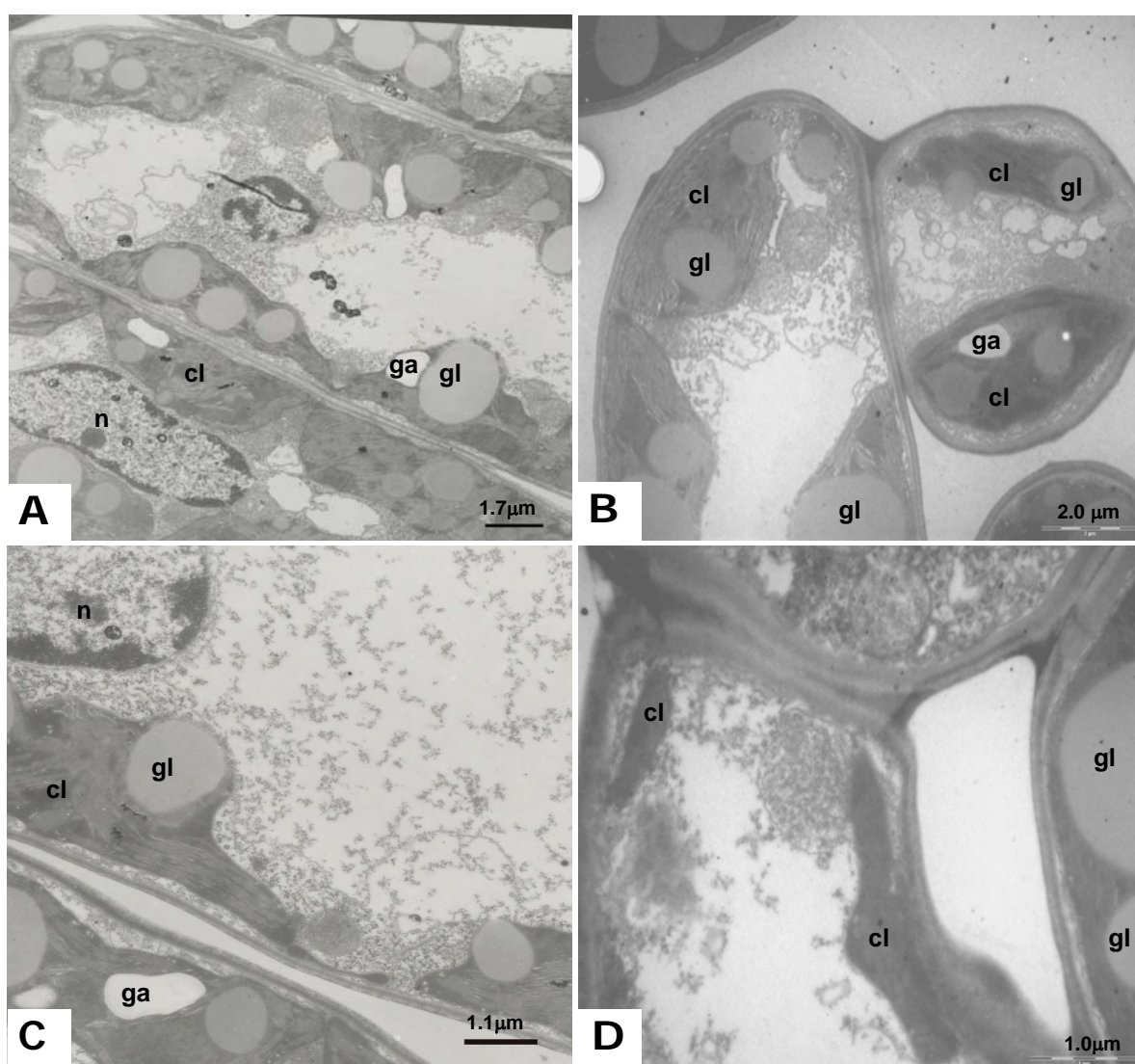


Figura 21 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de ferro (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de ferro (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

Resultados semelhantes foram observados por Lahlere e Mache (1978) em folhas de feijão e por Bogorad et al. (1959) em folhas de *Xanthium* cujos cloroplastos de plantas deficientes em Fe mostraram-se pequenas com alterações na estrutura lamelar desta organela.

#### 4.5.10 MANGANÊS (Mn)

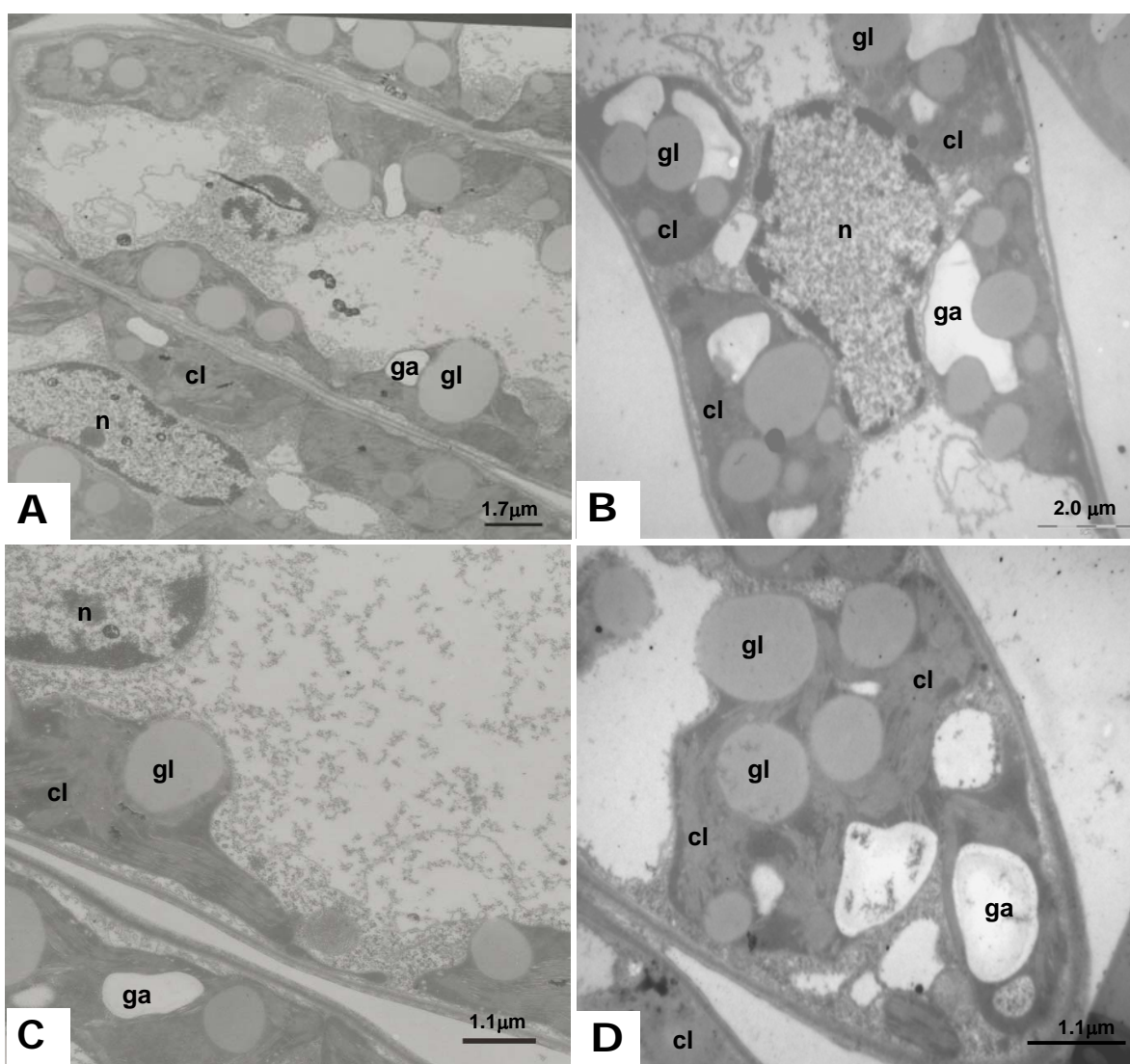


Figura 22 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de manganês (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de manganês (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

As plantas deficientes em Mn apresentaram alterações nos cloroplastos com desorganização das pilhas tilacóides (*granum*) e ausência das lamelas estromais (Figura 22).

Possingham et al. (1964) estudando a deficiência de Mn em folhas de espinafre, observaram diferenças nos cloroplastos, sendo que as demais organelas se mostraram inalteradas. Em um estágio mais severo de deficiência os autores observaram aumento do tamanho das *grana* com ausência das lamelas estromais.

Conforme Kabata-Pendias (2001); Mengel e Kirkby (1987) os cloroplastos (locais onde ocorre o processo fotossintético) são as organelas mais sensíveis à deficiência deste micronutriente, o que explica o desarranjo estrutural destas organelas.

#### 4.5.11 MOLIBDÊNIO (Mo)

As plantas deficientes em Mo apresentaram alterações nos cloroplastos com redução no número de *grana* e tilacóides menores, com ocorrência de manchas escuras no interior desta organela (Figura 23)

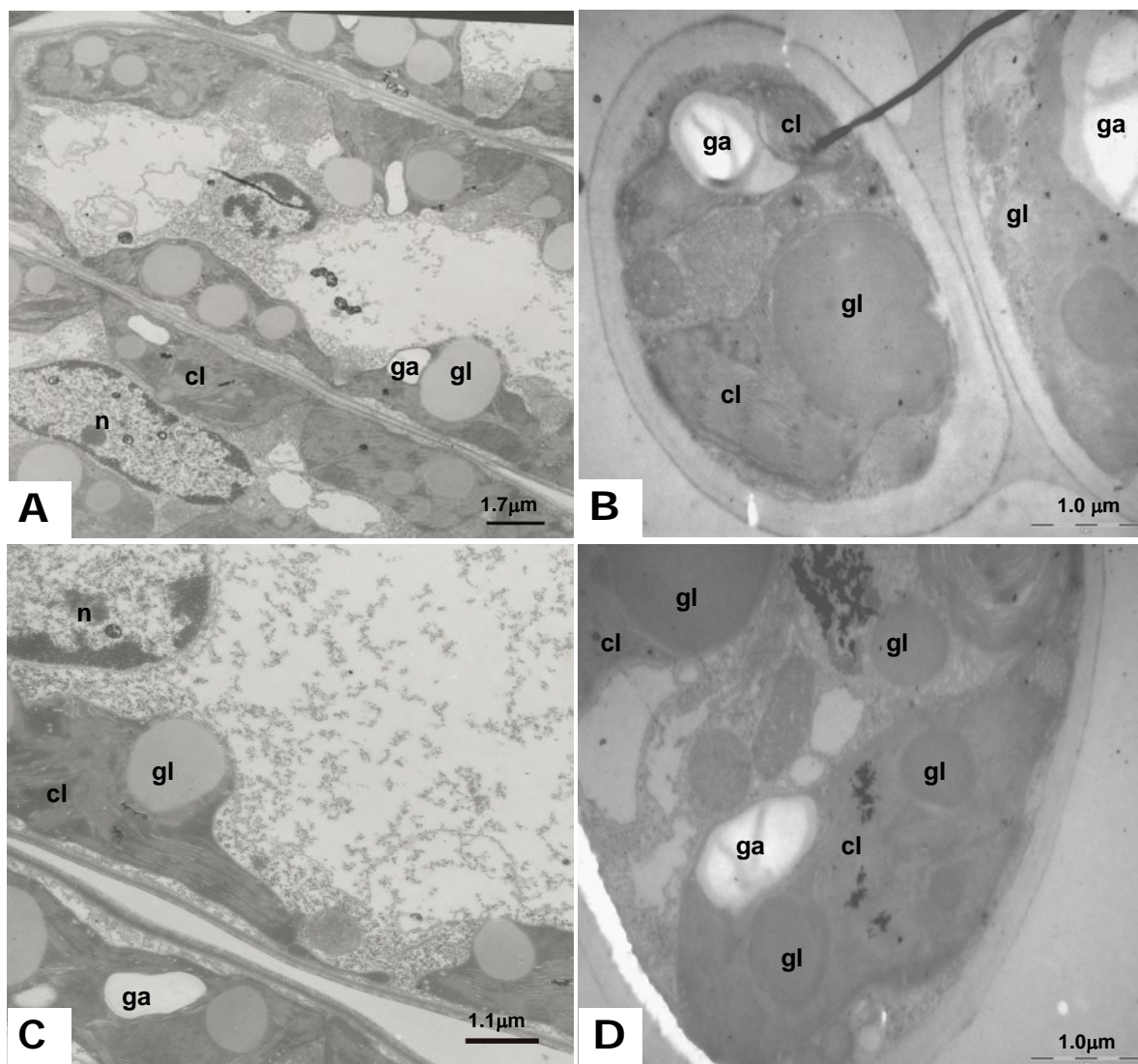


Figura 23 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de molibdênio (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de molibdênio (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

Segundo Fido et al. (1977) as plantas deficientes em molibdênio, quando supridas com nitrogênio na forma nítrica apresentaram aumento e dilatação no cloroplasto acompanhada por redução no número de granas e tilacóides menores.



Dessa forma, a ocorrência de manchas escuras observadas no interior dos cloroplastos, podem estar relacionadas ao efeito do acúmulo de nitrato na célula devido à ausência de Mo (Taiz; Zeiger, 2004)

#### 4.5.12 ZINCO (Zn)

As plantas deficientes em Zn apresentaram tamanho reduzido dos cloroplastos com desestruturação dos mesmos, com maior acúmulo de grânulos de amidos (Figura 24)

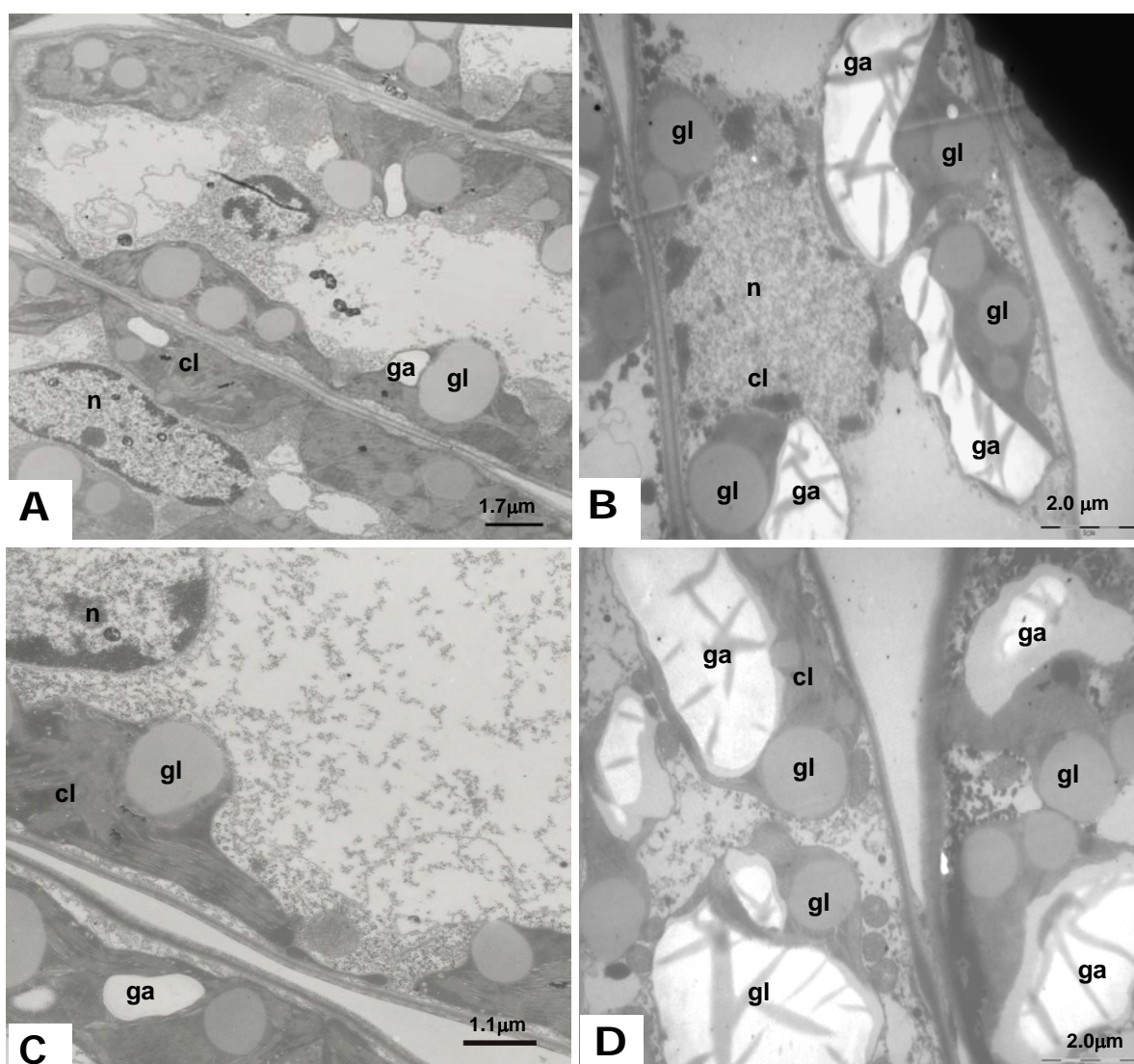


Figura 24 – Eletrofotomicrografias de *Ceiba speciosa* (paineira). Aspecto geral da célula do tecido foliar: tratamento completo (A) e com omissão de zinco (B); Parte da célula: tratamento completo (C) e com omissão de zinco (D), n-núcleo; cl-cloroplastos; ga-grânulos de amido; gl-globulos de lipídeos.

Resultados semelhantes foram observados por Hamzah e Gómez (1979) em folhas de seringueira e por ReFed (1939) em folhas de tomateiro, onde o tamanho e número de cloroplastos por célula foram reduzidos em folhas com deficiência de Zn, quando comparados à testemunha.

A omissão de macro e micronutrientes provocou alterações na ultraestrutura de células do limbo foliar de *Ceiba speciosa* (paineira).

## 5 CONCLUSÕES

1. A omissão dos nutrientes resultou em alterações morfológicas traduzidas em anormalidades visíveis, sendo que, os micronutrientes B, Fe Cu e Zn quando faltantes causam os primeiros sintomas, seguidos pelos macronutrientes N, P e K, para os diferentes grupos ecológicos;
2. As mudas de espécies iniciais da sucessão (crescimento rápido) mostraram-se mais sensíveis à omissão de macro e micronutrientes, mostrando os sintomas de deficiências visuais mais rapidamente que as mudas de espécies finais da sucessão de crescimento mais lento, o que sugere maior exigência
3. Quando se agrupa a espécie florestal independente do grupo ecológico a que elas pertencem, verifica-se que essas apresentam um denominador comum, ou seja, os tratamentos com omissão de N, Ca, B, Cu e Zn foram os que mais afetou o crescimento em altura, diâmetro do colo, número de ramos e folhas, para as 17 espécies estudadas. Já a produção de MST, MSPA, MSSR e a relação MSSR/MSPA foram influenciadas negativamente pela omissão de N, Cu, Fe e Zn
4. A variação do teor foliar de macro e micronutrientes deve refletir as exigências distintas das diversas espécies.
5. A omissão de macro e micronutrientes provocou alterações na ultraestrutura de células do limbo foliar de *Ceiba speciosa* (paineira).
6. Este estudo deve ser considerado como preliminar para trabalhos de campos destinados a programas de correção de solos e adubação para as diferentes espécies.

## REFERÊNCIAS

- BARBOSA, Z. **Efeito do fósforo e do zinco na nutrição e crescimento de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (aroeira-do-sertão)**. 1994. 105p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1994.
- BARROSO, D.G.; FIGUEREDO, F.A.M.M.; PEREIRA, R.C.; MENDONÇA, A.V.R.; SILVA, L.C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, n.5, v.29, p.671-679, 2005.
- BERGMANN, W. **Nutritional disorders of plants**: development, visual and analytical diagnosis. 3 th ed. New York: Gustav Fischer Verlag. 1992. 741p.
- BLOOM. A.J. Crop acquisition of ammonium and nitrate. In: BOOTE, K.J.; BENNETT J.M.; SINCLAIR T.R.; PAULSEN G.M. (Ed.). *Physiology and determination of crop yield*. Madison: Crop Science Society of America, p. 303–309, 1994.
- BOGORAD, L.; PIRES, G.; SWIFT H.; NICILRATH W.J. The structure of chloroplasts in leaf tissue of iron deficient Xanthium. **Symposia in Biology**, Brookhaven. n.5 v.11: p.132-137, 1959.
- BRAGA, F.A.; VALE, F.R.; VENTORIN, N.; AUBERT, E.; LOPES, G.A. Exigências nutricionais de quatro espécies florestais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.1, p.18-31, 1995.
- BROWN, P.H.; HU, H. Does boron play only a structural role in the growing tissues of higher plants? **Plant and Soil**, Dordrecht, v.196, p.211–215, 1997.
- BURKL. W., SCHIECHL. H.: A study. of osmium. tetroxide fixation. **Journal of Histochemistry Cytochemistry**, Baltimore, v.16, p.157, 1968.



CAKMAK, I.; MARSCHNER, H. Enhanced superoxide radical production in roots of zinc deficient plants. **Journal of Experimental Botany**, Ottawa, v.39, p.1449-1460, 1988.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de fertilidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/ FUPEF/UENF, 1995. 451 p.

DANIEL, O.; VITORINO, A.C.T.; ALOVISI, A.A.; MAZZOCHIN, L.; TOKURA, A.M.; PINHEIRO, E.R; SOUZA, E.F. Aplicação de fósforo em mudas de *Acácia magium*. **Revista Árvore**, Viçosa, n.2, v.21, p.163-168, 1997.

DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T.S. **Nutrient disorders in plantation eucalyptus**. Canberra City: ACIAR, 1995. 110p.

DIAS, L.E.; FARIA, S.M.; FRANCO, A.A. Crescimento de mudas de *Acacia mangium* Willd em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**, Viçosa, v.18, n.2, p.123-131, 1994.

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

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

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas: princípios e perspectivas**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1975, 341p.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**. 2 nd ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2005. 400p.

FIDO, R.J.; GUNDRY, C.S.; HEWITT, E.J.; NOTTON, B.A. Ultrastructural features of molybdenum deficiency and whiptail of cauliflower leaves: Effects of nitrogen source and tungsten substitution for molybdenum. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v.4, p.675-689, 1977.

FISCHER, E.S.; BUSSLER, W. Effects of Magnesium deficiency on carbohydrate in *Phaseolus vulgaris*. **Pflanzenernähr**, Bodenk, v.151, p. 295-298, 1988.

FURLANI, A.M.C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G.B (Ed.). **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004. 452p.

FURTINI NETO, A.E.; CAVACCHIOLI, F.; FERNANDES, L.A.; VALE, F.R. Crescimento, níveis críticos e frações fosfatadas em espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p.1191-1198, 2000.

FURTINI NETO, A.E.; SIQUEIRA, J.S.; CURI, N.; MOREIRA, F.M.S. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000, cap.12, p.351-383.

GILPIN, M.E. Experimental community assembly: competition, community structure and the order of species introduction. In: JORDAN III, W.R.; GILPIN, M.E.; ABER, J.D. (Ed). **Restoration ecology – A synthetic approach to ecological research**. Cambridge: University Press, 1987. p. 151-161.

GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; MORAES NETO, S.P.; MANARA, M.P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J.L.M. ; BENEDETTI, V. **Nutrição e Fertilização Florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. cap. 11, p.309-350.

HAAG, H.P.; MARTINEZ, H.E.P.; MORAES, M.L.T. Micronutrientes em *Pinus caribaea* Morelet. II. Níveis internos de cobre e boro sob suficiência e sob omissão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.3, p.419-430, 1991.

HALL, J.D.; BARR, R.; AL-ABBAS, A.H.; CRANE, F.L. The ultrastructure of chloroplasts in mineral-deficient maize leaves. **Plant Physiology**, Rockville, v.50, p.404-409. 1972.

HAMZAH, S.B.; GOMEZ, J.B. Ultrastructure of mineral deficient leaves of Hevea I. Effects of macronutrient deficiencies. **Journal of the Rubber Research Institute of Malaysia**, Kuala Lumpur, v.27, n.3, p.132-142. 1979.

HELL, R. Molecular physiology of plant sulfur metabolism. **Plant Physiology**, Rockville, v.202, p.138-148, 1997.

HU, H.; BROWN, P.H. Localization of boron in cell walls of squash and tobacco and its association with pectin. Evidence for a structural role of boron in the cell wall. **Plant Physiology**, Rockville, v.105, p. 681-689, 1994.

ISHII, T.; MATSUNAGA, T. Isolation and characterization of a boron-rhamnogalacturonan II complex from cell walls of sugar beet pulp. **Carbohydrate Research**, Oxford, v.284, p.1-9, 1996.

JACOB-NETO, J.; ROSSETTO, C.A.V. Concentração de nutrientes nas sementes: o papel do molibdênio. **Floresta e Ambiente**, Seropédica, v.5, n.1, p.171-183, 1998.

JENZEN, A. Terrestrial invertebrate community structure as an indicator of the success of a tropical rainforest restoration project. **Restoration Ecology**, Malden, v.5, n.2, p.115-124, 1997.

JOHNSON, C.M.; STOUT, P.R.; BROYER, T.C.; CARTON, A.B. Comparative chlorine requirements of different plant species. **Plant and Soil**, Dordrecht, v.8, p.337-353, 1957.

KABATA-PENDIAS, A.; **Trace elements in soils and plants**. 3rd ed. Boca Raton: CRC Press. 2001. 413p.

KARNOVSKY, M. J. A formaldehyde glutaraldehyde fixative of high osmolarity for use in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, New York, v. 27, p.137-238, 1965.

KELLY, J.R.; HARWELL, M.A. Indicators of ecosystem recovery. **Environmental Management**, New York, v. 14, n.5, p.527-545, 1990.

KOBAYASHI, M.; MATOH, T.; AZUMA, J. Two chains of rhamnogalacturonan II are cross-linked by borate-diol ester bonds in higher plant cell walls. **Plant Physiology**, Rockville, v.110, p.1017–1020, 1996.

KOPRIVOVA, A.; SUTER, M.; OP DEN CAMP, R.; BRUNOLD, C.; KOPRIVA, S. (Regulation of sulfate assimilation by nitrogen in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, Rockville, v.122, p.737–746, 2000.

KOUCHI, H.; KUMAZAWA, K. Anatomical responses of root tips to boron deficiency: III. Effect of boron deficiency on sub-cellular structure of root tips, particularly on morphology of cell wall and its related organelles. **Soil Science Plant Nutrition**, Madison, v.22, p.53–71, 1976.

KUSHIDA, H. Dehydration and embedding for electron microscopy. II. **Embedding Journal of Electron Microscopy**, Tokyo, v.14, v.251-263, 1965.

LASTRA, O.; CHUECA, C.; LACHICA, M.; GEORGE, J.L. Root uptake and partition of copper, iron, manganese and zinc in *Pinus radiata* seedlings under different copper supplies. **Plant physiology**, Rockville, v.132, p.16-22, 1988.

LAUCHLI, A.; BIELESKI, R.L. **Inorganic Plant Nutrition Encyclopedia of Plant Physiology**, Berlin: Springer-Verlag, 1983. v.15a-15b, 870p. (New Series).

LAULHERE, J.P.; MACHE, R. Induction des synthèses de mRNA et Rrna chloroplastique par le fer lors du verdissement de feuilles chlorosees. **Physiologie Vegetale**, Paris, v.16, p.643-656, 1978.

LIMA, H.N.; VALE, F.R.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N. Crescimento inicial a campo de sete espécies arbóreas nativas em resposta à adubação mineral com N, P e K. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.21, p.189-195, 1997.

LOOMIS, W.D.; DURST, R.W. Chemistry and biology of boron. **Biofactors**, Oxford, v.3, p.229–239, 1992.

LORENZI, H. **Arvores brasileiras**: Manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Editora Plantarum, 1992. 352p.

M.E.; ABER, J.D. (Ed.). **Restoration ecology – A synthetic approach to ecological research**. Cambridge: University Press, 1987. p.151-161.

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

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J. O potássio e a planta. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1982, Londrina,. **Anais...** Piracicaba: Fundação IAPAR, 1982. p.95-162.

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

MARQUES, T.C.L.L.M.; CARVALHO, G. de; LACERDA, M.P.C.; MOTA, P.E.F. da. Exigências nutricionais do paricá (*Schizolobium amazonicum*, Herb.) na fase de muda. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.167-183, 2004.

MARSCHNER, H. General Introduction to the Mineral Nutrition of Plants. In: LÄUCHLI A, BIELESKI, RL (Ed.). **Encyclopedia of Plant Physiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1983. p 5-60. (New Series: Inorganic Plant Nutrition, 12).

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2 nd ed. London: Academic Press, 1995. 889p.

MATOH, T. Boron in plant cell walls. In: DELL, B.; BROWN, P.H.; BELL, R.W. **Boron in soil and plants: Reviews**. London, v.193, p.59-70, 1997.

MATOH, T.; KOBAYASHI, M. Boron and Calcium, essential inorganic constituents of pectic polysaccharides in higher plant cell walls. **Journal of Plant Research**, Tokyo, v.111, p.179-190, 1998.

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

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

MICHENER, W.K. Quantitatively evaluating restoration experiments: research design, statistical analysis, and data management considerations. **Restoration Ecology**, Malden, v.5, n.4, p.324-337, 1997.

MUNIZ, A.S.; SILVA, M.A.G. Exigências nutricionais de mudas de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron*) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, v.19, n.2, p.263-271, 1995.

O'NEILL, M.A.; WARRENFELTZ, D.; KATES, K.; PELLERIN, P.; DOCO, T; DARVILL, A.G.; ALBERSHEIM, P. Rhamnogalacturonan II, a pectic polysaccharide in the walls of growing plant cells, forms a dimer that is covalently cross-linked by a borate ester. **Journal of Biological Chemistry**, Rockville, v.271, p.22923–22930, 1996.

OMETTO, J.C. **Registros e estimativas dos parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, SP**. Piracicaba: FEALQ, 1991. 76p.

PALMER, M.A.; AMBROSE, R.F.; POFF, N.L. Ecological theory and community restoration ecology. **Restoration Ecology**, Malden, v.5, n.4, p.291-300, 1997.

PILBEAN, D.J.; KIRKBY, E.A. The physiological role of boron in plants. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.6, n.7, p.563-582, 1983.

POSSINGHAM, J.V.; VESK, M.; MERCER, F.V. The fine structure of leaf cells of Mn deficient spinach. **Journal of Ultrastructure Research**, San Diego, v.11, p.68-83, 1964.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e adubação**. Piracicaba: Agronômica Ceres / POTAFOS, 1991. 343p.

REED, H.S. The relation of copper and zinc salts to leaf structure. **American Journal of Botany**, Columbus, v.26, p.29-33, 1939.

REYNOLDS, E.S. The use of lead citrate at high pH as an electron-opaque stain in electron microscopy. **Journal of Cell Biology**, New York, v.17, p.208, 1963.

RENÓ, N.B.; SIQUEIRA, J.O.; CURI, N.; VALE, F.R. Limitações nutricionais ao crescimento inicial de quatro espécies arbóreas nativas em Latossolo Vermelho-Amarelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.17-25, 1997.

RESENDE, A.V.; FURTINI NETO, A.E.; MUNIZ, J.A.; CURI, N.; FAQUIN, V. Crescimento inicial de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta a doses de fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.11, p.2071-2081, 1999.

RODRIGUES, R. R.; GANDOLFI, F. Conceito, tendências e ações para a recuperação de florestas ciliares. In: RODRIGUES, R.R.; LEITÃO FILHO, H. **Matas ciliares**. 3. ed. São Paulo: Edusp, 2004. cap.15, p.233-247.

RÖMHELD, V. Aspectos fisiológicos dos sintomas de deficiência e toxicidade de micronutrientes e elementos tóxicos em plantas superiores. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P da; RAIJ, B. van; ABREU, C.A. de. **Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura**, Jaboticabal: CNPq/FAPESP/POTAFOS, 2001. cap.4, p.71-85.

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

SARCINELLI, T.S.; RIBEIRO, Junior; E.S.; DIAS, L.E.; LYNCH, L.S. Sintomas de deficiência nutricional em mudas de *Acacia holosericea* em resposta à omissão de macronutrientes. **Revista Árvore**. Viçosa, MG, v.28, n.2, p.173-181, 2004.

SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N. Eficiência nutricional para potássio em espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Ciência Solo**, v. 20, p.257-264, 1996.



SILVA, I.R.; FURTINI NETO, A.E.; CURI, N.; VALE, F.R. Crescimento inicial de quatorze espécies florestais nativas em resposta à adubação potássica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n.2, p.205-212, 1997.

SILVEIRA, R.L.V.A.; MOREIRA, A.; TAKASHI, E.N.; SGARBI, F.; BRANCO, E.F. Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.107-116, 2002.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J.G. de. Deficiência de micronutrientes em pimenta-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1883-1888, 1998a.

VELOSO, C.A.C.; MURAOKA, T.; MALAVOLTA, E.; CARVALHO, J.G. de. Diagnose de deficiência de macronutrientes em pimenta-do-reino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1889-1896, 1998b.

VENTURIN, N.; DUBOC, E.; VALE, F.R.; DAVIDE, A. Fertilização de plântulas de *Copifera langsdorffii* Desf. (óleo de copaíba). **Cerne**, Lavras, MG, v.2, n.2, p.30-39, 1996.

VENTURIN, R.P.; BASTOS, A.R.R.; MENDONÇA, A.V.R.; CARVALHO, J.G. Efeito da relação Ca:Mg do corretivo no desenvolvimento e nutrição mineral de mudas de Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.). **Cerne**, Lavras, v.6, n.1, p.30-39, 2000.

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

VIÉGAS, I.J.M. de; BATISTA, M.M.F.; FRAZÃO, D.A.C.; CARVALHO, J.G. de; SILVA, J.F. da. Avaliação dos teores de N, P, K, Ca, Mg e S em plantas de gravioleira cultivadas em solução nutritiva com omissão de macronutrientes. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n.38, p.17-28, 2002.

WATSON, M. L. Staining of tissue sections for electron microscopy with heavy metals. **Journal of Biophysics and Biochemistry Citology**, New York, v.4 p.475. 1958.

WELCH, R.M. Importance of seed mineral nutrient reserves in crop growth and development. In: RENGEL, Z. (Ed.). **Mineral Nutrition of Crops: Fundamental mechanisms and implications**. New York: Food Products Press, 1999. p.205-226.

WHITMORE, T. C. "A Review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestions for further enquiry". In: SWAINE, M.D. (Ed.). **The ecology of tropical forest tree seedlings**. Paris: UNESCO and The Parthenon Publishing Group, 1996. p.3-39. (Man and Biosphere Series, 18).

WHITMORE, T. C. "Forty years of rain forest ecology: 1948-1988 in Perspective". **Geojournal**, Dordrecht, v.19, n.4, p.347-360, 1989.

YOUNG, T.P. Restoration ecology and conservation biology. **Biological Conservation**, Essex, v.92, p.73-83, 2000.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)