



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
**Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e
Ambientais**

**MUDAS DE TIMBURI E CHICO-MAGRO SUBMETIDAS À
OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES**

DOUGLAS PÓVOAS DE OLIVEIRA

CUIABÁ – MT
2012

DOUGLAS PÓVOAS DE OLIVEIRA

**MUDAS DETIMBURI E CHICO-MAGRO SUBMETIDAS À
OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES**

Orientadora: Prof. Dra. Oscarlina Lúcia dos
Santos Weber

Co-orientador: Dr. José Fernando Scaramuzza

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais da Faculdade de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Mato Grosso, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais.

CUIABÁ – MT
2012

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.

O48m Oliveira, Douglas Póvoas de

Mudas de Timburi e Chico-magro submetidas à omissão de macronutrientes / Douglas Póvoas de Oliveira. - 2012

x, 44 f.: il. color. ; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dra. Oscarlina Lúcia dos Santos Weber.

Co-orientador: Prof. Dr. José Fernando Scaramuzza.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Mato Grosso, Faculdade de Engenharia Florestal, Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, 2012.

Bibliografia: f. 36-44.

1. Elemento faltante. 2. Nutrição mineral. 3. *Enterolobium contortisiliquum*. 4. *Guazuma ulmifolia*. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo (a) autor(a).

Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO
FACULDADE DE ENGENHARIA FLORESTAL
Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e
Ambientais

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

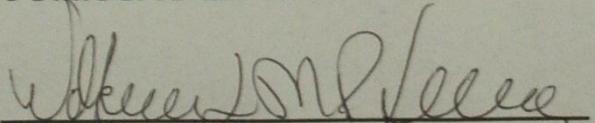
Título: Mudanças de Timburi e Chico-magro submetidas à omissão de macronutrientes

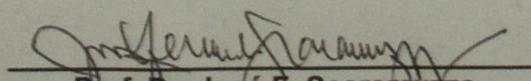
Autor: Douglas Póvoas de Oliveira

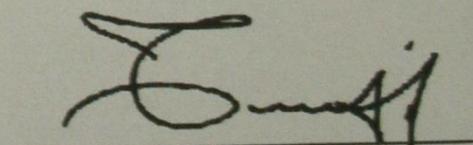
Orientadora: Oscarlina Lúcia dos Santos Weber

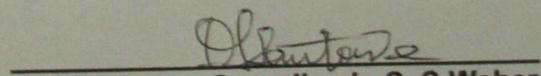
APROVADA EM: 08 de Maio de 2012

COMISSÃO EXAMINADORA:


Prof.^a Dra. Wálcylene L. M. P. Scaramuzza
UFMT/FAMEV


Prof. Dr. José F. Scaramuzza
UFMT/FAMEV – Co-orientador


Prof. Dr. Cassiano Cremon
UNEMAT (Cáceres)


Prof.^a Dra. Oscarlina L. S. S. Weber
UFMT/FENF - Orientadora

EPIGRAFE

“Posso todas as coisas Naquele que me fortalece”. Filipenses 4.13

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial à minha mãe Noemi.

AGRADECIMENTOS

À Deus por mais uma vitória alcançada em minha vida.

À CAPES, pelo apoio financeiro que viabilizou parte dos meus estudos.

À equipe do Laboratório de Fertilidade do Solo pelo grande aprendizado, paciência e apoio.

À professora Oscarlina pela orientação, aprendizado, confiança, paciência e amizade.

Ao professor José Fernando Scaramuzza pela co-orientação, paciência e aprendizado.

Ao técnico do viveiro, Sr. Divino Teixeira, pela paciência, cuidado e apoio às pesquisas.

Às doutorandas Cristiane e Kelly pela ajuda em todos os momentos em que precisei.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	ix
ABSTRACT	x
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS.....	2
2.1.1 Timburi.....	2
2.1.2 Chico-magro.....	4
2.2. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL.....	5
2.2.1 Nitrogênio.....	5
2.2.2 Fósforo.....	6
2.2.3 Potássio.....	7
2.2.4 Cálcio.....	7
2.2.5 Magnésio.....	8
2.2.6 Enxofre.....	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1 ESPÉCIES VEGETAIS.....	10
3.2 LOCAL DOS EXPERIMENTOS.....	10
3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	10
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS.....	11
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
4.1 TIMBURI.....	13
4.1.1 Biometria, produção de massa seca das mudas de Timburi submetidas aos elementos faltantes.....	13
4.1.2 Descrição da Sintomatologia Visual das Deficiências de Macronutrientes nas Mudas do Timburi.....	14
4.1.2.1 Omissão do nitrogênio.....	14
4.1.2.2 Omissão do fósforo.....	15
4.1.2.3 Omissão de potássio.....	17
4.1.2.4 Omissão de cálcio.....	19
4.1.2.5 Omissão de magnésio.....	20
4.1.2.6 Omissão de enxofre.....	21
4.1.3 Concentrações De Macronutrientes Em Mudas De Timburi.....	22
4.2. CHICO-MAGRO.....	26
4.2.1 Biometria, Produção De Massa Seca De Mudas De Chico-Magro Submetidas Aos Elementos Faltantes.....	26
4.2.2 Descrição Dos Sintomas Visuais Das Deficiências De Macronutrientes Nas Mudas De Chico-Magro.....	27
4.2.2.1 Omissão de nitrogênio.....	27
4.2.2.2 Omissão de fósforo.....	28
4.2.2.3 Omissão de potássio.....	29

4.2.2.4 Omissão de cálcio.....	29
4.2.2.5 Omissão de magnésio.....	30
4.2.2.6 Omissão de enxofre.....	31
4.2.3 Concentrações De Macronutrientes Em Mudas De Chico- Magro.....	32
5. CONCLUSÕES.....	35
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	36

RESUMO

OLIVEIRA, Douglas Póvoas de. **Mudas de Timburi e Chico-magro submetidas à omissão de macronutrientes.** 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. Orientadora: Prof.^a Dr.^a Oscarlina Lúcia dos Santos Weber. Co-orientador: José Fernando Scaramuzza.

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da omissão de macronutrientes na morfologia, na produção de massa seca, no acúmulo de nutrientes, bem como identificar a sintomatologia visual nas mudas de Timburi (*Enterolobium contortisiliquum*) e Chico-magro (*Guazuma ulmifolia*). As mudas foram produzidas em areia e ao atingirem cerca de 20 cm foram transplantadas para tubos de PVC preenchidos com areia. Aos 30 dias, as mudas foram submetidas à solução nutritiva completa para adaptação, com renovação da solução a cada cinco dias. Passado esse período as mudas foram submetidas a sete tratamentos (completo, e com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S) e três repetições num delineamento inteiramente casualizado. As soluções foram renovadas a cada cinco dias. A cada 30 dias foram verificados altura, diâmetro de colo e, os sintomas de deficiência foram identificados e fotografados a cada 15 dias. Depois desse período as mudas foram secas em estufa, pesadas, moídas e os macronutrientes quantificados. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias foram submetidas ao Teste de Dunnett a 5%. Para Timburi a altura e a produção de massa seca foram maiores com a omissão de K, o diâmetro do colo foram maiores com as omissões de P, Ca, Mg e S, os maiores teores de macronutrientes foram N, Ca e Mg na parte aérea e K e S na radicular. Para o Chico-magro a altura, o diâmetro do colo e a produção de massa seca foram menores com a omissão de N, os maiores teores de macronutrientes na parte aérea foram N, Mg e S, e na parte radicular o Ca.

Palavras-chave: Elemento faltante, nutrição mineral, *Enterolobium contortisiliquum*, *Guazuma ulmifolia*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Douglas Póvoas de. **Seedlings of Timburi and Chico magro subjected the omission of macronutrients**. 2012 (M.SC. From Forestry and Environmental Sciences). Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá – MT. Adviser: Prof^a Dr.^a Oscarlina Lúcia dos Santos Weber. Co-adviser: José Fernando Scaramuzza.

This work aimed to evaluate the effect of macronutrient omission on the morphology, the dry mass production, the accumulation of nutrients, as well as identifying visual symptoms in seedlings Timburi (*Enterolobium contortisiliquum*) and Chico-magro (*Guazuma ulmifolia*). The seedlings were grown in sand and when they reach about 20 cm were transferred to PVC tubes filled with sand. At 30 days, so the seedlings subjected to complete nutrient solution for adaptation, by renewing the solution every five days. After this period the seedlings were subjected to seven treatments (full, and the omission of N, P, K, Ca, Mg and S) and three replications in a completely randomized design. The solutions were renewed every five days. Every 30 days were recorded height, stem diameter, and deficiency symptoms were identified and photographed every 15 days. After this period the seedlings were oven dried, weighed, ground and macronutrients were quantified. The results were submitted to ANOVA and means were subjected to Dunnett's Test at 5%. To Timburi the height and the dry matter production were higher with the omission of K, the diameter of the cervix were higher with the omission of P, Ca, Mg and S, the highest levels of macronutrients are N, Ca and Mg in shoots and K and S in the root. For the Chico-thin height, stem diameter and dry mass were lower with the omission of N, the highest levels of macronutrients in the shoots were N, S and Mg, and at the root the Ca.

Keywords: Missing element, nutritional behavior, *Enterolobium contortisiliquum*, *Guazuma ulmifolia*.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil há muitos estudos sobre adubação de gêneros exóticos como *Eucalyptus*, *Pinus* e *Tectona*, mas faltam ensaios de adubação e estudo sobre exigência nutricional para espécies florestais nativas. A necessidade de adubação decorre de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas necessitam para um adequado crescimento. As características e quantidade de adubos a aplicar dependem das exigências nutricionais da espécie, da fertilidade e da fertilização do solo.

As exigências nutricionais das espécies nativas vêm sendo estudadas de forma dispersa, cuja maioria dos estudos é voltada à recuperação de áreas degradadas. Programas ambientais, promovidos por órgãos oficiais mato-grossenses, como MT Legal, têm sido implementados com fins de regularização ambiental dos imóveis rurais, permitindo maior controle do uso dos recursos ambientais. Para a realização de um bom projeto de recuperação de área degradada é necessário conhecer bem as exigências nutricionais das espécies utilizadas.

Com vistas a atender alguns quesitos no estabelecimento de espécies nativas, o objetivo desta dissertação foi avaliar o efeito da omissão de macronutrientes na morfologia, na produção de massa seca, no acúmulo de nutrientes, bem como identificar a sintomatologia visual nas mudas de Timburi (*Enterolobium contortisiliquum*) e Chico-magro (*Guazuma ulmifolia*).

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

2.1.1 Timburi

Enterolobium contortisiliquum (Vell.) Morong, conhecida por Timburi, pertence à família Leguminosae. É uma espécie pioneira, tendo como principais nomes populares, orelha de negro, orelha de macaco, timburí, timbaúba, tamboril, tambori, timboúva, pau-de-sabão, timbaíba, timbó, ximbó, vinhática-flor-de-algodão, tambaré, pacará, tamburé, entre outros. É uma árvore de até 20 a 35 m de altura, encontrada em diversas regiões brasileiras, desde o Pará até o Rio Grande do Sul, sendo mais encontrado nos estados do Pará, Maranhão, Piauí, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Paraná. Ocorre também na Bolívia, Uruguai, Paraguai, Argentina (LORENZI, 1992).

A madeira é resistente à umidade e a fungos acima da média das demais espécies da família, podendo ser usada sem tratamento preservativo. Devido à sua leveza, é indicada para fabricação de embarcações, brinquedos, modelos para fundição, armação de móveis e caixotaria em geral. É ótima para reflorestamento de áreas degradadas de preservação permanente em plantios mistos, principalmente por seu rápido crescimento inicial (LORENZI, 1992). No conhecimento tradicional pantaneiro sobre as plantas medicinais, As cascas retiradas das raízes de Timburi são utilizadas no preparo de chás indicados no tratamento de reumatismos (GUARIM NETO, 2010).

O Timburi ocorre em vários tipos de solos, tanto nos de baixa como nos de alta fertilidade. Não ocorre em solos rasos e excessivamente úmidos. Em plantios, cresce melhor em solos férteis, com boa disponibilidade hídrica e com textura franco argilosa (CARVALHO, 2003). Essa espécie se estabelece como vegetação secundária: clareiras, capoeirões e em matas degradadas, onde se constata regenerações acentuadas, chegando a formar povoamentos quase puros. Carvalho (2003) recomenda seu plantio a meso e pleno sol, associada com espécie de mesmo padrão de crescimento, para melhorar a forma ou para

tutoramento das espécies clímax, ou em faixas abertas na vegetação secundária e plantas em linhas, onde tolera sombreamento leve na fase juvenil, podendo ter melhora acentuada da forma da árvore.

Souto (2005) considera o crescimento e sobrevivência em plantios muito irregular. Entretanto, seu crescimento é rápido, especialmente em diâmetro. É recomendada para plantios de recuperação de matas ciliares em locais sem inundação, ou com inundações periódicas de rápida duração e na recuperação de áreas com baixa fertilidade química. O Timburi tem sido plantada em áreas de desertificação em Alegrete, RS. Tolerar solos compactados, de baixa fertilidade e ocorre em várias formações florestais (ANDRADE, 2008).

Duboc (2005) classificou a espécie *E. contortisiliquum* como de crescimento lento, mesmo submetida à adubação com N ou com P apresentando pequeno requerimento para o nitrogênio, que pode estar relacionado com sua capacidade de nodulação (FURTINI NETO *et al.*, 1999).

Para muitas espécies do gênero Fabaceae, de acordo com Garcia *et. al.* (2010), em seu ambiente natural a exigência de N possivelmente é suprida pela capacidade de associação com bactérias.

2.1.2 Chico-magro

O *Guazuma ulmifolia* pertence à família Sterculiaceae, tendo como nomes populares mutambo, fruta-de-macaco, embira, embireira (PA), embiru (RS), pau-de-pomba, mutamba-verdadeira (PA), enviveira (MT), pau-de-bicho (MT), espécie pioneira que ocorre em quase todo o país, desde a Amazônia até o Paraná. A madeira por ser leve e pouca compacta, é empregada na confecção de tonéis, coronhas de armas, construções internas, caixotaria e pasta celulósica. O lenho produz ótimo carvão que pode ser transformado em pólvora de excelente qualidade. A casca fornece material para o fabrico de cordas. A árvore apresenta bela copa que proporciona ótima sombra, podendo ser utilizada com sucesso no paisagismo em geral. Por essa qualidade e pelo rápido crescimento, é planta indispensável nos reflorestamentos heterogêneos destinados à recomposição de áreas degradadas de preservação permanente (LORENZI, 1992).

Espécie característica das formações secundárias e capoeiras abertas. Cresce em lugares abertos, margens de arroios e rios, florestas exploradas e ambientes alterados. Por isso, tem sido classificada como espécie invasora e indesejável. É rara na floresta primária. Sua dispersão é ampla, mas irregular e descontínua. Árvore comum nas orlas de cerradão e mesmo no Pantanal ou à margem de pequenos cursos d'água (CARVALHO, 2007).

As folhas dessa espécie são utilizadas sob a forma de chás tidos como purgativos e diaforéticos. Dos frutos secos é preparado um chá substituto do chá-mate, nas localidades mais afastadas dos grandes centros. Ainda, a casca do caule, deixada “de molho” em água, é utilizada em uma fase do processo de produção da rapadura de cana-de-açúcar (GUARIM NETO, 2010).

2.2. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

A avaliação das exigências nutricionais das plantas pode envolver aspectos quantitativos ou qualitativos (Malavolta, 1980). Como passo inicial, a avaliação em caráter qualitativo constitui-se numa ferramenta simples e eficiente, fornecendo subsídios para estudos posteriores de cunho quantitativo utilizando-se comumente a Técnica do Elemento Faltante (SANCHES, 1981; RAIJ, 1991).

A diagnose por subtração, ou técnica do elemento faltante pode fornecer informações qualitativas a cerca dos nutrientes que podem limitar o desenvolvimento das plantas (BRAGA, 1983; LOPES E CARVALHO, 1988).

2.2.1 Nitrogênio

O nitrogênio (N) participa como constituinte de muitos componentes da célula vegetal, incluindo aminoácidos e ácidos nucleicos (TAIZ e ZEIGER, 2004). Conforme Raij (1991) e Tisdale et al. (1993), faz parte da molécula de clorofila e auxilia nas reações de síntese proteica. Esta, quando inibida, por consequência resulta na redução do processo de divisão celular (MALAVOLTA et al., 1989).

De acordo com Sorreano (2006), a omissão de Nitrogênio influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie Timburi e Chico magro em altura, diâmetro do caule, número de ramos e folhas. *Acacia polyphylla*, *Hymenaea courbaril*, *Esenbeckia leiocarpa*, por exemplo, parecem altamente exigentes em nitrogênio a julgar pelo seu alto teor. Já as espécies *Cecropia pachystachya*, *Tapirira guianensis*, *Croton urucurana*, *Guazuma ulmifolia* foram pouco exigentes para esse nutriente.

As mudas de espinheira-santa no trabalho de Benedetti (2009) ao omitir N as plantas tiveram um desenvolvimento abaixo do normal. Esse mesmo sintoma foi observado por Maffeis et al. (2000) em *Eucalyptus citriodora* em condição de omissão de N.

De acordo com Freitas et al. (2011) as folhas mais velhas, do ramo principal do maracujazeiro-doce, cultivado sob ausência de N, foram as primeiras a apresentar sintomas de deficiência nutricional, o que

ocorreu 16 dias após a aplicação da solução nutritiva sem nitrogênio; tais sintomas caracterizavam-se por clorose em todo o limbo folia.

2.2.2 Fósforo

O fósforo (P) está envolvido na transferência de energia, uma vez que a ATP (adenosina trifosfato) é necessária para a fotossíntese, para a translocação e outros processos metabólicos de relevância, esse elemento desempenha importante papel no metabolismo das plantas (SHUMAN, 1994). Nas plantas, a carência de fósforo resulta em menor crescimento, redução da expansão na área e no número de folhas (FURLANI, 2004); e, atraso no florescimento e na senescência precoce das folhas mais velhas (MALAVOLTA, 1997); prejudica o enchimento de aquênios e pode resultar num menor rendimento e teor de óleo (ROSSI, 1998).

As espécies *Croton urucurana*, *Cytherexylum myrianthum*, *Acacia polyphylla*, *Lonchocarpus muehlbergianus*, *Ceiba speciosae* *Astronium graveolens* apresentaram redução do crescimento e do perfilhamento com a omissão de P, devido à inibição de gemas axilares, resultando em caules menos ramificados além dos sintomas descritos o desenvolvimento de clorose ao longo do limbo foliar (SORREANO, 2006).

No trabalho de Vieira (2011) as mudas de ipê-amarelo, o crescimento em altura e diâmetro foi limitado pela omissão de P. As espécies pioneiras demonstraram maior eficiência nutricional para o P e eficiência nutricional semelhante entre as espécies climax e pioneiras em relação ao N e Ca (DUBOC et al., 1996).

2.2.3 Potássio

Segundo Taiz e Zeiger (2004), dentre as principais funções que o potássio (K) desempenha nas plantas, destacam-se a ativação enzimática, a participação ativa no estabelecimento do turgor celular e a manutenção da eletroneutralidade celular, além de estar envolvido na fotossíntese, no transporte de carboidratos, na síntese de proteínas, na expansão celular e no movimento estomático (MARSCHNER, 1995).

No trabalho de Wallau (2008) com mudas de mogno, na omissão de K, plantas com porte reduzido e estabilização no crescimento. Esses resultados são confirmados por Salvador et al. (1994) com cupuaçu em solução nutritiva que, além da diminuição no crescimento, observaram clorose e depois necrose das folhas.

Duboc et al. (1996) em experimento com nutriente faltante, verificaram que o jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) teve baixo requerimento aos macronutrientes, em especial para o K.

2.2.4 Cálcio

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

No tratamento com omissão de Ca, observou-se redução no crescimento. Essa redução deve-se ao fato desse nutriente atuar no crescimento meristemático das plantas (MALAVOLTA, 2006; MARSCHNER, 1995). Os resultados encontrados assemelham-se com os detectados por Salvador et al. (1994) em cupuaçu e por Camargos et al. (2002) em mudas de castanheira-do-brasil. Além da redução no crescimento, observou-se ainda clorose nas margens das folhas novas, progredindo para necrose em toda a área foliar e colapso do pecíolo, com posterior queda das folhas.

A falta de cálcio é caracterizada pela redução do crescimento de tecidos meristemáticos, sendo observada, inicialmente, nas extremidades em crescimento e nas folhas mais jovens (MENGEL E

KIRKBY, 1987). Com a evolução dos sintomas, houve queda prematura das folhas, e as plantas sofreram redução no crescimento pela paralisação do desenvolvimento apical. No processo metabólico, o cálcio afeta a atividade de hormônios e de enzimas, como os que regulam a senescência e a abscisão das folhas e frutos (MALAVOLTA, 1980; MENGEL E KIRKBY, 1987; MARSCHNER, 1986).

2.2.5 Magnésio

O magnésio componente mineral da clorofila e ativador do maior número de enzimas com relação a outros elementos (MALAVOLTA, 1980), atuando no metabolismo e utilização do fósforo pelas árvores (BAULE E FRICKER 1970)

Segundo Câmara e Camacho (2011) As mudas de castanha-do-maranhão submetidas à deficiência de magnésio apresentaram nas folhas mais velhas uma ligeira clorose internerval, evidenciando manchas foliares. Estes mesmos sintomas foram observados em *M. urundeuva* (MENDONÇA et al., 1999), *Tectona grandis* (BARROSO et al., 2005) e *Schizolobium amazonicum* (MARQUES et al., 2004). Esta clorose está ligada a síntese de clorofila, uma vez que o Mg faz parte desta molécula.

2.2.6 Enxofre

O íon sulfato é a principal forma de S absorvido pelas plantas (SALISBURY E ROSS, 1992). Depois de ser absorvido, o sulfato é reduzido e incorporado em aminoácidos que são redistribuídos para as partes da planta em crescimento (HERSCHBACH E RENNENBERG, 1994). A absorção de sulfato pelas raízes é um processo ativo, dependente de energia (CRAM, 1990), mediado por distintos transportadores de sulfato, que estão presentes em diferentes tipos de células (HERSCHBACH E RENNENBERG, 2001).

Segundo Baule e Fricker (1970), a deficiência de S em coníferas é ocasional, mostrando-se as acículas pequenas e de coloração

verde-amarelada e branco azulada, o que concorda com o observado por Malavolta et al. (1968) para *Pinus. elliottii* Engelm.

No trabalho de Puga et al. (2010) a omissão de S provocou redução do crescimento das plantas de chicória, afetando o número de folhas e a área foliar. Houve também redução na produção de matéria seca das raízes, em relação ao tratamento completo.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ESPÉCIES VEGETAIS ESTUDADAS

O Timburi (*Enterolobium contortisiliquum*) e o Chico-magro (*Guazuma ulmifolia*) cujas características foram descritas no item 2.1.

3.2 LOCAL DOS EXPERIMENTOS

O estudo consistiu em avaliar o efeito da omissão de macronutrientes na morfologia, na produção de massa seca, no acúmulo de nutrientes, bem como identificar a sintomatologia visual nas duas espécies estudadas. Dois experimentos independentes foram conduzidos em casa-de-vegetação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da UFMT campus Cuiabá-MT.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O esquema experimental foi inteiramente casualizado com sete tratamentos segundo a solução de Sarruge (1975) (Tabela 1) (solução Completa = T1 e com omissão individual dos nutrientes: nitrogênio = T2, fósforo = T3, potássio = T4, cálcio = T5, magnésio = T6 e enxofre = T7) e três repetições para cada espécie. As soluções estoques foram preparadas com reagentes puros para análise (P.A.), contendo a seguinte composição em mg L⁻¹: N – 120; P – 31, K – 234 ; Ca – 200 ; Mg – 48 ; S – 64 ; B – 0,5 ; Cu – 0,02 ; Fe – 5,0 ; Mn – 0,5 ; Zn – 0,05 e Mo – 0,01 .

TABELA 1. COMPOSIÇÃO DAS SOLUÇÕES NUTRITIVAS ESTOQUES, EM MOLAR (M), E DOS TRATAMENTOS, EM mL L⁻¹, UTILIZADAS NESSE ESTUDO, SARRUGE (1975)

Solução Estoque	Concentração (M)	Tratamentos (mL L ⁻¹)						
		Completo (Sarruge 1975)	-N	-P	-K	-Ca	-Mg	-S
KH ₂ PO ₄	1	1	1	-	-	1	1	1
KNO ₃	1	5	-	5	-	5	3	3
Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	1	5	-	5	5	-	4	4
MgSO ₄ .7H ₂ O	1	2	2	2	2	2	-	-
KCl	1	-	5	1	-	-	2	2
CaCl ₂ .2H ₂ O	1	-	5	-	-	-	1	1
NH ₄ H ₂ PO ₄	1	-	-	-	1	-	-	-
NH ₄ NO ₃	1	-	-	-	2	5	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄	1	-	-	-	-	-	2	-
Mg(NO ₃) ₂ .6H ₂ O	1	-	-	-	-	-	-	2
Micronutrientes ¹ - Fe	-	1	1	1	1	1	1	1
Fe - EDTA ²	-	1	1	1	1	1	1	1

¹ Solução estoque de micronutrientes (g L⁻¹): H₃BO₃ - 2,86; MnCl₂.4H₂O - 1,81; ZnCl₂ - 0,10; CuCl₂.2H₂O - 0,04; H₂MoO₄.H₂O - 0,02.

² Dissolver 26,1 g de EDTA dissódico em 89,6 mL de NaOH 1,0 M, misturar com 24,9 g de FeSO₄.7H₂O e completar o volume para 1.000 mL.

Para garantir a obtenção de material necessário para as determinações químicas nos componentes da parte aérea das plantas, os tubos foram duplicados no experimento, o que resultou em 42 tubos em cada experimento.

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DOS EXPERIMENTOS

As sementes de Timburi e de Chico-magro foram postas a germinar em bandejas plásticas, contendo areia lavada em água corrente e em água destilada. O transplântio foi realizado quando as plântulas estavam com altura aproximada de cinco centímetros.

Foram utilizados tubos de PVC de 20 cm de altura, vedados inferiormente com tela, preenchidos com areia previamente lavada e secada ao sol. Para cada espécie foram utilizados 42 tubos.

Para cada tubo foram transplantada uma muda e a cada cinco dias, cada tubo recebeu 50 mL de solução completa, no período de 30 dias. Após esse período de adaptação, as mudas foram submetidas, por 90 dias, à aplicação das soluções com os elementos faltantes. A irrigação

se deu uma vez por dia com 50 mL de água, exceto no dia da aplicação das soluções.

A cada 15 dias as sintomatologias visuais foram verificadas e fotografadas, durante três meses. Sendo que, a análise biométrica foi realizada após 120 dias, verificando-se: parte aérea, com régua graduada; diâmetro de colo, com paquímetro.

As mudas foram colhidas, e as partes aéreas e radiculares foram colocadas em sacos de papel para serem secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante. O material seco foi pesado em balança analítica.

O material seco foi submetido, conforme Malavolta et al. (1997), às digestões sulfúrica e nitro-perclórica. Posteriormente determinaram-se os teores de N por semi-micro Kjeldahl; P por colorimetria do metavanadato; S por turbidimetria do sulfato de bário; K fotometria de chama de emissão; Ca e Mg por quelatometria com EDTA. O acúmulo foi obtido, multiplicando-se o teor do macronutriente (g Kg^{-1}) pelo peso da massa seca (g) em cada parte da planta.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação das médias pelo Teste de Dunnett a 5% de probabilidade, utilizando-se o SPSS 13 for Windows (Statistical Package for Social Sciences)

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 TIMBURI

4.1.1 Biometria, produção de massa seca das mudas de Timburi submetidas aos elementos faltantes.

A altura, o diâmetro de colo, a produção de massa seca em mudas de Timburi submetidas a diferentes soluções nutritivas estão representados na Tabela 2.

TABELA 2 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA SECA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR E EM MUDAS DE TIMBURI *Enterolobium contortisiliquum* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES.

TRAT	Biometria			
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSPR (g)
Completa	28,15	4,2	2,44	0,8
-N	22,94	3,92	1,99	0,65
-P	27,9	4,70 *	2,41	0,79
-K	44,75*	4,37	3,88	1,27*
-Ca	35,62	4,27*	3,08	1,01
-Mg	42,07	4,98*	3,64	1,2
-S	38,69	4,91*	3,35	1,1
CV (%)	17,83	9,53	17,85	17,82

*Médias estatisticamente diferentes do tratamento completa pelo teste Dunnett a 5%.

De acordo com as avaliações houve diferença no crescimento em altura, ao omitir K o crescimento aumentou em 59% comparado ao tratamento completo. Conforme Sorreano (2006) ao estudar mudas de guarita verificou maior desenvolvimento em altura sob a omissão de K em relação ao tratamento completo, segundo o Bull (1986) o K inibe a absorção de Ca e Mg, que são essenciais para o crescimento das plantas.

Ao omitir P, Ca, Mg e S o diâmetro de colo em relação ao tratamento completo aumentou, pois a omissão destes elementos facilitou a absorção de K, por ele estar envolvido na expansão celular ocasionando o aumento do diâmetro de colo (MARSCHENER, 1995).

Esta observação foi semelhante ao de Vieira (2011) em mudas de ipê amarelo quando o S foi omitido.

Na produção de massa seca da parte aérea não houve diferença entre os tratamentos em relação ao tratamento completo. Na omissão de K houve um aumento de 59% da produção de biomassa na parte radicular comparado ao tratamento completo, segundo Bonato et al.,(1998) existe entre o K e com Ca e Mg uma forte competição, quando a absorção de K é baixa a absorção de Ca e Mg é facilitada pois esses são importante para o desenvolvimento da planta. De acordo com Valencia e Sampaio (2010) mudas de *Aniba rosaeodora* sob a omissão de K mostraram aumento da produção de MSPA . 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. Vieira (2011), observou que a omissão de Mg não reduziu a produção de biomassa nas mudas de *Amburana acreana*.

4.1.2 Descrição da Sintomatologia Visual das Deficiências de Macronutrientes nas Mudas do Timburi

4.1.2.1 Omissão do nitrogênio

Aos 30 dias, as plantas de Timburi em solução nutritiva com omissão de nitrogênio manifestaram sintomas de deficiência. Verificou-se, primeiramente, que as folhas mais velhas, a partir da região basal, perdiam gradualmente a coloração verde para uma tonalidade amarelado, distribuindo-se uniformemente no limbo, pecíolo e nervuras (Figura 1). Observou-se, também, redução generalizada na altura e diâmetro do caule.

O nitrogênio é um nutriente que está relacionado aos mais importantes processos fisiológicos que ocorrem nas plantas, tais como fotossíntese, respiração desenvolvimento e atividade das raízes, absorção iônica de outros nutrientes, crescimento, diferenciação celular e genética (TAIZ e ZEIGER, 2004). Nas folhas o nitrogênio está nos cloroplastos como constituinte da molécula de clorofila, onde cada átomo de Mg está ligado a quatro átomos de nitrogênio e também participa da

síntese de vitaminas, hormônios, coenzima, alcalóides, hexosaminas e outros compostos (MENGEL e KIRKBY, 1987).

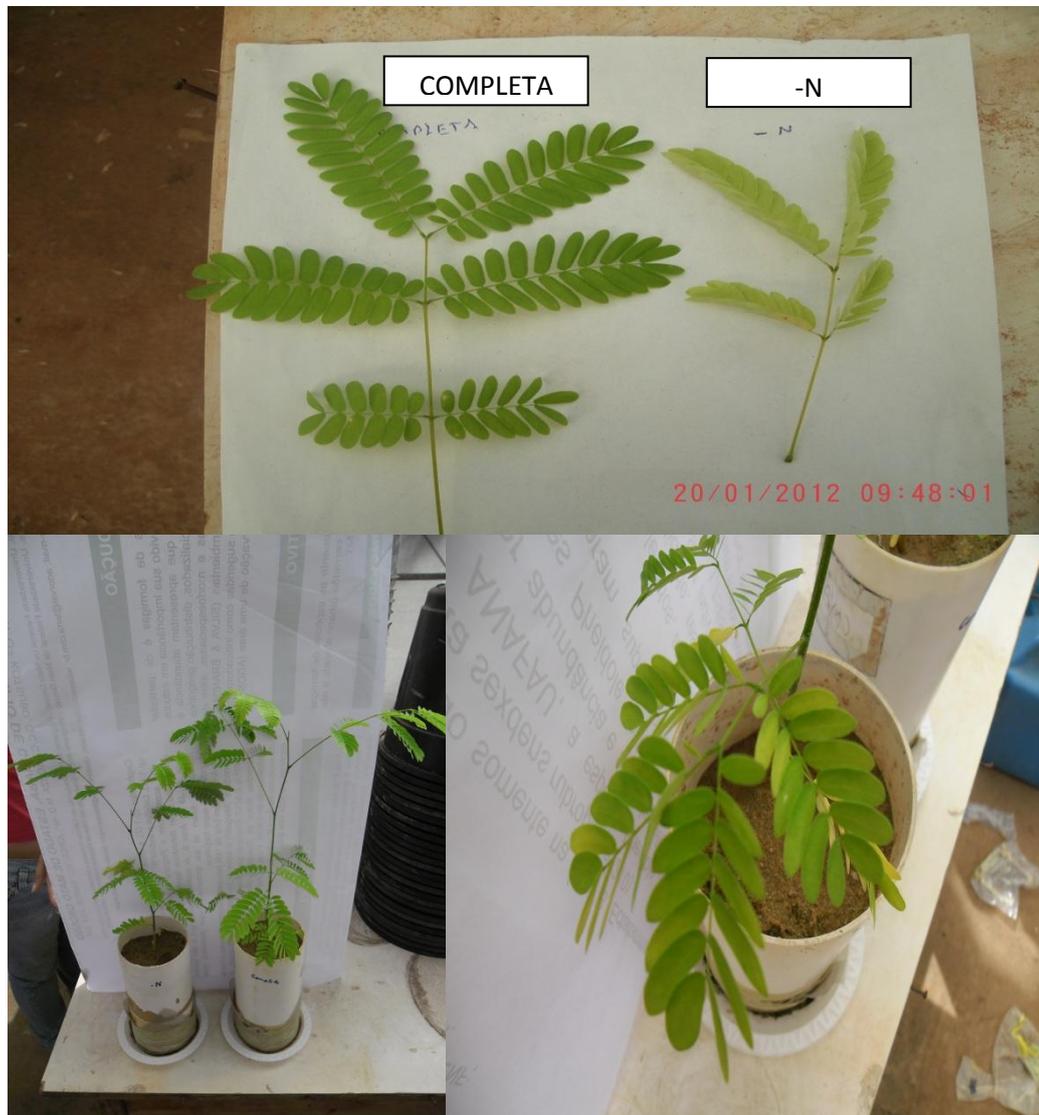


FIGURA 1. DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO EM MUDAS DE TIMBURI SUBMETIDAS À TÉCNICA DE ELEMENTO FALTANTE.

4.1.2.2 Omissão do fósforo

Os sintomas de deficiência de fósforo foram inicialmente observados após 30 dias nas folhas superiores, as quais se apresentaram em relação ao tratamento completo, mais estreitas, tamanho reduzido, bordos curvados e ápices para baixo (Figura 2). As folhas inferiores, paralelas ao caule, apresentaram coloração verde-clara. Plantas com deficiência em fósforo têm o seu crescimento retardado, pois afeta vários

processos, como a síntese protéica e de ácidos nucleicos (MENGEL E KIRKBY,1987).

A única função do fosfato no metabolismo é a formação de ligações, pirofosfato, as quais permitem a transferência de energia. O fosfato nucleico está presente no núcleo das células, os açúcares fosfatados dominam no citoplasma, fosfolipídios dominam nos cloroplastos e fosfatos inorgânicos dominam nos vacúolos (BIELESKI e FERGUSON, 1983). O fosfato vacuolar é considerado como uma reserva, suprindo o citoplasma com fosfato quando necessário.



FIGURA 2. DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO EM MUDAS DE TIMBURI SUBMETIDAS À TÉCNICA DE ELEMENTO FALTANTE.

4.1.2.3 Omissão de potássio

Depois de 45 dias, a deficiência de potássio caracterizou-se, inicialmente, com um esverdeamento intenso dos folíolos, com pequena redução no tamanho das folhas novas. Nas folhas mais velhas, a partir do ápice, observou-se clorose marginal, avançando em direção à parte central por entre as nervuras, inicialmente de coloração verde-amarela, para posteriormente marrom, como consequência da necrose. Com a severidade da deficiência, ocorreram a queda das folhas basais e estabilidade no crescimento (Figura 3).

A função do Potássio é de natureza catalítica e osmótica, sendo essencial para as diversas funções vitais na planta segundo autor Bonato et al. (1998) O K tem como característica a baixa afinidade por ligantes orgânicos, sendo necessário altas concentrações para que ocorram poucas ligações; além disso, regula a turgidez dos tecidos, controlando os movimentos estomáticos que é essencial para o processo fotossintético.

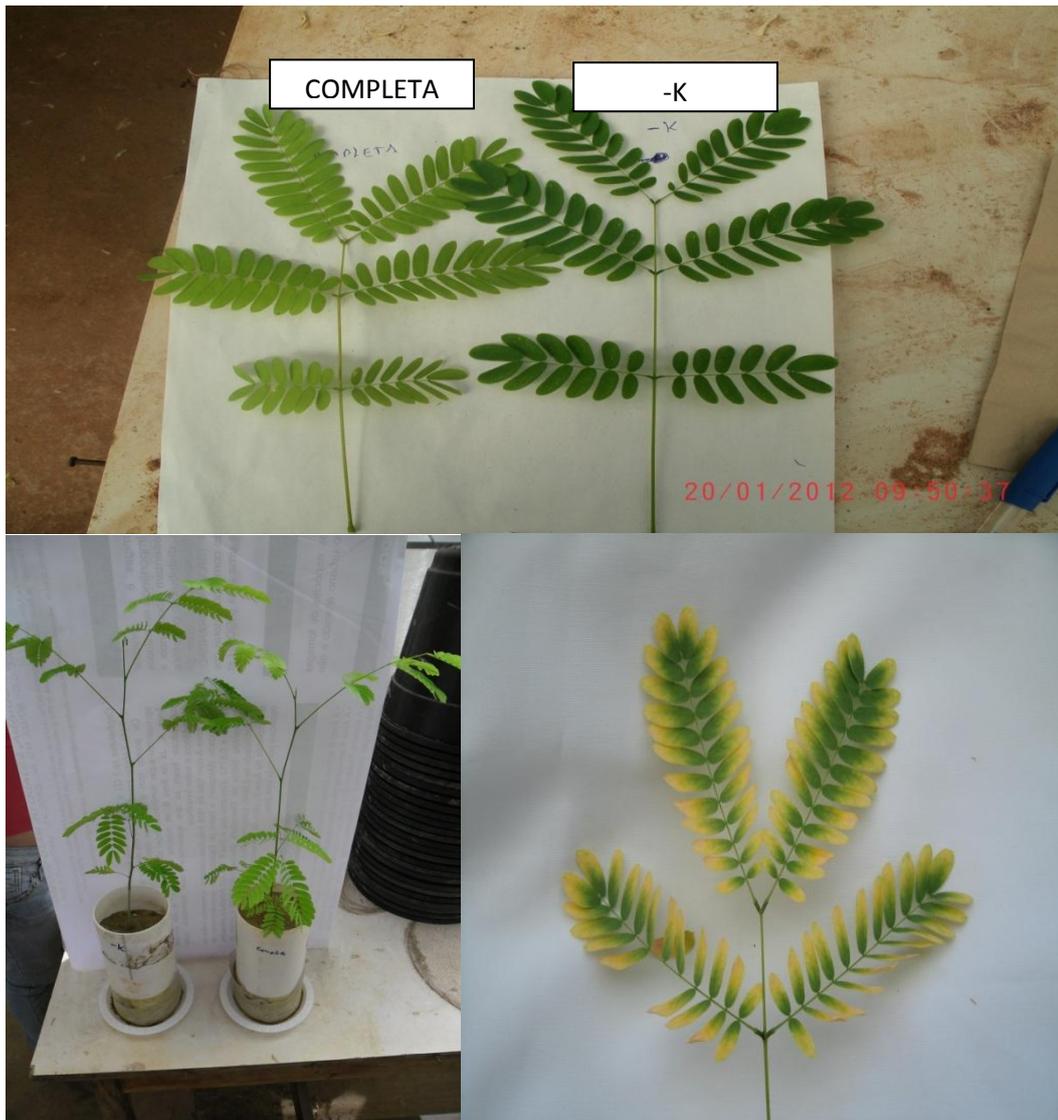


FIGURA 3. DEFICIÊNCIA DE POTÁSSIO EM MUDAS DE TIMBURI SUBMETIDAS À TÉCNICA DE ELEMENTO FALTANTE.

4.1.2.4 Omissão de cálcio

Após 60 dias a omissão de cálcio acarretou anormalidades visíveis nas folhas mais novas, percebendo-se, inicialmente, necrose ao longo da margem superior do ápice da folha, com o restante da folhagem apresentando verde normal. Essa necrose na folha apresentou-se “queimada” de coloração pardo-escura e enrolada sobre si mesma, com bordos recurvados para cima (Figura 4).

Uma das principais funções do cálcio de acordo com Bonato et al. (1998) é a na estrutura da planta, como integrante da parede celular, e sua falta afeta particularmente os pontos de crescimento da raiz, sendo também indispensável para a germinação do grão de pólen e crescimento do tubo polínico.



FIGURA 4. DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO EM MUDAS DE TIMBURI SUBMETIDAS À TÉCNICA DE ELEMENTO FALTANTE.

4.1.2.5 Omissão de magnésio

Os primeiros sintomas de deficiência de magnésio foram observados inicialmente nas folhas mais velhas da parte mediana da planta depois de 30 dias, com o aparecimento de leve amarelecimento ao longo da nervura principal. A nervura principal e as margens laterais das folhas mantiveram-se verdes (Figura 6). Entre as principais funções do magnésio nas plantas destaca-se a sua participação na clorofila, na qual o Mg corresponde a 2,7 % do peso molecular; o Mg é também ativador de um grande número de enzimas.



FIGURA 5. DEFICIÊNCIA DE MAGNÉSIO EM MUDAS DE TIMBURI SUBMETIDAS À TÉCNICA DE ELEMENTO FALTANTE.

4.1.2.6 Omissão de enxofre

As plantas com carência de enxofre apresentaram após 30 dias coloração verde nas folhas novas, em um tom menos claro em relação às folhas do tratamento completo, com nervuras mais pálidas em relação ao limbo, de tamanho menor, caule mais delgado, (Figura 6). O enxofre faz parte da molécula de vários compostos orgânicos (BONATO et al., 1998)

Como: ferredoxinas - proteínas de baixo peso molecular contendo alta proporção de unidades de cisteína e adicionalmente iguais números de átomos de Fe e S; serve nas reações de oxirredução da fotossíntese, na redução de NO_3 e do SO_4 e sendo que o aminoácido cisteína pode se converter no aminoácido metionina e no dipeptídeo cistina e esses aminoácidos entram na composição das proteínas, está é a maior fração do S nas plantas. Cerca de 70% do total do enxofre protéico das folhas encontra-se nos cloroplasto e nas sementes é encontrado nas suas películas externas (BONATO et al., 1998).

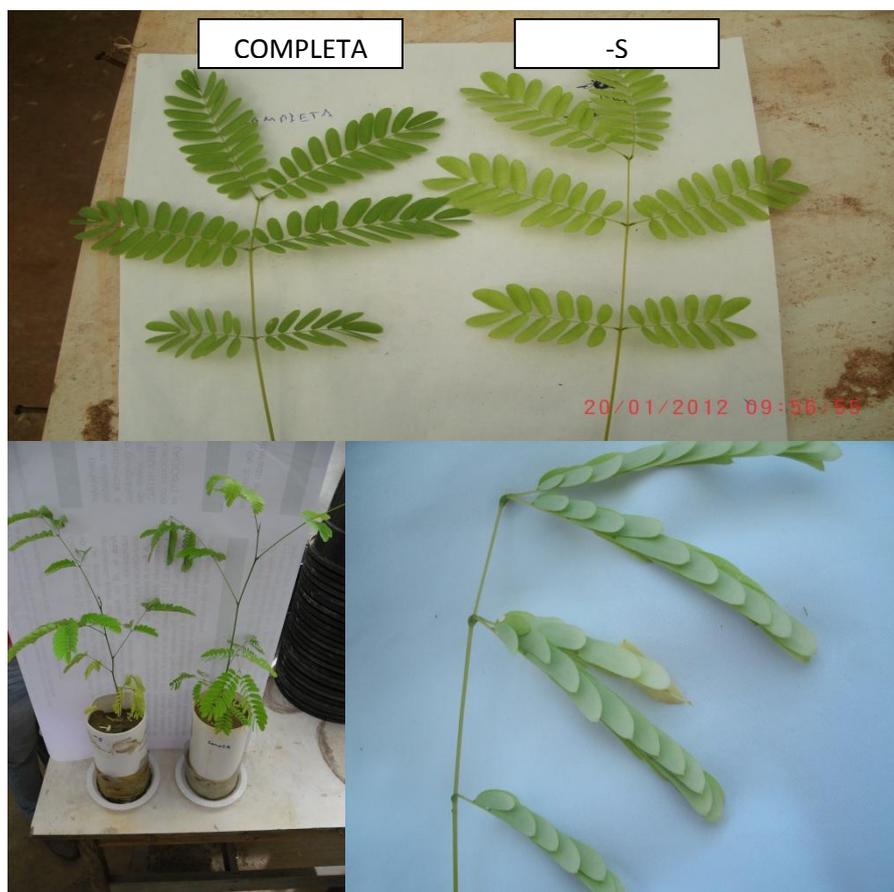


FIGURA 6. DEFICIÊNCIA DE ENXOFRE EM MUDAS DE TIMBURI SUBMETIDAS À TÉCNICA DE ELEMENTO FALTANTE.

4.1.3 Concentrações de Macronutrientes Em Mudas De Timburi

Os valores médios das concentrações de macronutrientes nas partes aérea e radicular das mudas de timburi estão na Tabela 3. A maior concentração de N ocorreu na parte aérea das mudas, o que evidencia sua fácil mobilidade, por se tratar de uma Leguminosa a qual estabelece simbiose eficiente com bactérias fixadoras de N₂ atmosférico, mesmo com a omissão de N a concentração de N foi igual ao tratamento completo, já na parte radicular ocorreu à diminuição na concentração de N. De acordo com Malavolta et al. (1997), as concentrações foliares de N considerados adequados para as essências florestais variam de 12 a 35 g kg⁻¹. Em todos os tratamentos as concentrações estão dentro dessa faixa.

TABELA 3 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM g kg⁻¹, NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE TIMBURI *Enterolobium contortisiliquum* SUBMETIDAS À OMISSÕES DE NUTRIENTES

TRAT	Concentração na parte aérea (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	14,0	1,0	8,6	14,30	8,3	1,3
-N	14,0	1,1	11,2*	14,6*	6,6*	1,7*
-P	14,0	0,8	8,7	13,9*	6,1*	1,3
-K	15,0*	0,8	5,6*	17,8*	9,1*	1,3
-Ca	12,0*	1,5*	20,1*	12,0*	9,5*	2,0*
-Mg	16,0*	1,1	11,1*	12,9*	7,5*	1,7*
-S	14,0	1,1	11,9*	12,3*	7,5*	1,2*
CV (%)	0,71	9,46	0,91	0,72	1,29	6,42

TRAT	Concentração na parte radicular (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	8,0	0,7	8,90	4,30	1,50	1,50
-N	5,0*	0,8	9,00	5,10 *	1,40*	1,50
-P	8,0	0,5*	9,00	4,20	1,30 *	1,60
-K	5,0*	0,6	7,00*	3,20 *	1,60	1,30
-Ca	7,0*	1,3*	7,80*	4,10 *	1,90 *	2,30*
-Mg	11,0*	1,1*	9,50 *	7,00 *	1,10 *	2,80 *
-S	10,0*	0,9	9,40 *	5,60 *	3,10 *	1,70
CV (%)	1,3	11,48	1,16	1,91	4,73	5,51

*Médias (em colunas) estatisticamente diferentes do tratamento completo pelo Teste Dunnett a 5%.

A menor concentração de N na parte aérea foi observada no tratamento -Ca, a falta de fornecimento de Ca afetou o estabelecimento

potencial de fixação do nitrogênio atmosférico (N_2) da associação simbiótica. Ao omitir o Mg, houve aumento da concentração de N nas partes aérea e radicular, pois há um antagonismo ou uma competição entre cátions (NH_4^+/Mg^{+2}) para entrar na planta, com a omissão de Mg facilitou a assimilação de N. No trabalho de Vieira (2011) verificou que as mudas de *Dipteryx alata* com omissão de Mg aumentou a absorção de N nas partes aéreas e radicular, no tratamento -Mg; o Mg em algumas enzimas, realiza sua função catalítica pela formação de um complexo enzima-substrato-metal (ex. Mg na ATPase) (NETO, 2006).

A maior concentração de P na parte aérea foi constatada no tratamento -Ca, entre os ions (Ca^{+2}/HPO_4^{-2}) há um antagonismo onde os cátions e ânions que produzem precipitados insolúveis, por causa de sua alta afinidade de cargas, sendo assim ao omitir Ca houve um acréscimo na concentração de P.

Na parte radicular o tratamento -Ca foi o que teve maior concentração de P como também observado por Sgarbi et al. (1999) ao omitir o K em *Eucalyptus sp*, que houve diminuição da concentração de P na parte radicular, ao contrário da omissão de Ca, houve um acréscimo de 85,71% em relação ao tratamento completo.

A maior concentração de K na parte aérea ocorreu com a omissão de Ca, entre K^+ e Ca^{+2} há uma competição ou antagonismo, os cátions competem entre si para entrar na planta, resultado semelhante foi observado por de Duboc et al. (1996) e segundo o autor se deve, provavelmente à ausência do mecanismo de inibição competitiva desse nutriente e do K. Quando foi omitido o N teve efeito positivo na absorção de K, pois entre os cátions NH_4^+ e K^+ ocorre o antagonismo, ao entrarem na planta.

Enquanto na omissão de K foi a menor concentração, com queda de cerca de 35% na absorção de K comparado ao tratamento completo. De acordo com Mendonça et al. (1999), as concentrações adequadas de K nas folhas, variam entre 4 e 18,5 g kg^{-1} , concentrações essas obtidas neste trabalho.

Já na parte radicular, as maiores concentrações de K foram com omissão de Mg e de S, o antagonismo entre os cátions K^+ e Mg^{+2} , o

aumento do nível de concentração de um elemento reduz a absorção do outro, com a falta do ânion SO_4^{-2} não teve competição com NO_3^- , com a entrada de NO_3^- ajudou na entrada do cátion K^+ caracterizando assim o sinergismos entre os íons, no trabalho de Vieira (2011) a omissão de S e Mg aumentou a concentração de K em mudas de cerejeira . No entanto, a omissão de K foi a que mais reduziu a concentração de K.

A concentração de cálcio também foi favorecida pela omissão de K, tendo este tratamento apresentado maior teor de Ca na parte aérea, causada pelo antagonismo entre os cátions. Desse modo, a omissão de Ca extraiu 16% a menos de Ca do que o tratamento completo, o que afetou a produção de matéria seca da parte aérea.

Na parte radicular, ao omitir K observou-se redução na concentração de Ca causado pelo antagonismo, ao contrario da omissão de Mg ocorreu acréscimo na concentração de Ca causado pela falta do antagonismo dos cátions . Dell et al. (1995) sugerem que a concentração deva estar entre 2,1 a 7,5 g kg^{-1} . Portanto, todos os tratamentos nesse experimento apresentaram concentrações dentro da faixa ideal.

A concentração de Mg foi maior com omissão de K e Ca, na parte aérea, pois não ocorreu antagonismo catiônico de ambos, assim facilitando a entrada de Mg na planta, resultado semelhante ao de Vieira (2011) para ipê amarelo. Porém, a omissão de N e P foi a que mais reduziu as concentrações de Mg na parte aérea e radicular, pois a falta destes elementos não ocorreu o sinergismo que é o aumento da concentração de um elemento é favorecida pela absorção de outro elemento, com a falta destes elementos prejudicou a absorção de Mg.

Na parte radicular, ao omitir S, houve aumento na concentração de Mg, pois não ocorreu antagonismo entre $\text{SO}_4^{-2}/\text{Mg}^{+2}$, com a combinação destes íons produzem um precipitado insolúvel, desta maneira a planta não absorve o Mg.

As plantas de timburi tiveram a maior concentração de S na parte aérea com a omissão de N, Ca, Mg e S, e na parte radicular a com a omissão de Ca e Mg. De acordo com Malavolta (1980), a velocidade de absorção do enxofre na forma de sulfato predominantemente absorvida

da solução do solo pelas raízes depende do cátion acompanhante na seguinte ordem crescente: Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , NH_4^{+} e K^{+} .

4.2. CHICO - MAGRO

4.2.1 Biometria, Produção De Massa Seca De Mudanças De Chico-Magro, Submetidas Aos Elementos Faltantes

A altura, o diâmetro de colo, a produção de massa seca em mudas de Chico-magro submetidas a diferentes soluções nutritivas estão apresentados na Tabela 3.

TABELA 3 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA SECA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR EM MUDAS DE CHICO-MAGRO *Guazuma ulmifolia* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES.

TRAT	Biometria			
	Altura (cm)	Diâmetro (mm)	MSPA (g)	MSPR (g)
Completo	18,8	6,5	2,5	0,8
-N	9,3*	4,2*	1,8*	0,6
-P	12,4	4,1*	2,8	0,9
-K	22,0	5,1	3,4*	1,1*
-Ca	16,3	4,7*	2,7	0,8
-Mg	14,5	6,3	2,4	0,7
-S	18,6	7,7	3,7*	1,3*
CV (%)	28,85	18,74	4,6	8,96

*Médias estatisticamente diferentes do tratamento completo pelo teste Dunnett a 5%.

O Chico-magro diferiu nas variáveis biométricas com omissão de macronutrientes (Tabela 3). A omissão de N influenciou negativamente o desenvolvimento da espécie em altura, massa seca da parte aérea.

De acordo com as avaliações, houve diferença no crescimento em altura, com redução de 50,5% em relação ao tratamento completo ao omitir N. Em relação ao diâmetro de colo, houve uma redução de 34,8%, em relação ao tratamento completo, pois o N é o nutriente responsável para o crescimento das plantas, para a produção de novas células e tecidos. Na produção de massa seca houve redução de 29,0% em relação ao tratamento completo, resultado semelhante ao de Vieira (2011) em mudas de *Dipteryx alata*.

A omissão de N é a principal responsável pela redução do crescimento, resultados similares foram encontrados por Maffei et al.

(2000), em trabalho desenvolvido com eucalipto em solução nutritiva, os autores verificaram sintomas semelhantes progredindo para uma rápida senescência das folhas. A redução no crescimento quando da omissão desse nutriente, deve-se ao N participar da reação de síntese protéica (RAIJ, 1991). A inibição dessa síntese reduz o processo de divisão celular, afetando o crescimento da planta (MALAVOLTA, 2006).

Na omissão de K a produção da biomassa na parte aérea houve um acréscimo de 34,11%, o potássio existe uma forte competição com Ca e Mg, quando a absorção de K é baixa facilita a absorção de Ca e Mg, onde estes são importante para o desenvolvimento da planta, ao contrario da omissão de Mg, onde houve uma redução de 5,88%.

Ao omitir S houve um aumento de 18,83% no diâmetro de colo, teve um ganho de 48,08% de biomassa total em relação ao tratamento completo, pois a omissão deste elemento facilitou a absorção de K, onde o Potássio está envolvido na expansão celular ocasionando o aumento do diâmetro de colo (MARSCHENER, 1995), esses dados assemelham-se aos encontrados por Camargos et al. (2002) em castanheira-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.), onde nos tratamentos com omissão de P e S, observou-se as maiores produções de massa seca total. Segundo esses mesmos autores, isso pode ter ocorrido devido ao fornecimento desses nutrientes por meio da solução completa na fase de adaptação, o que pode ter sido suficiente para o desenvolvimento inicial das plantas; ou as plantas terem quantidades satisfatórias nas reservas da semente.

4.2.2 Descrição Dos Sintomas Visuais Das Deficiências De Macronutrientes Nas Mudas De Chico-Magro

4.2.2.1 Omissão de nitrogênio

Ao omitir N, após 60 dias, as folhas novas apresentaram coloração verde claro ou amarelada (Figura 7), progredindo para amarelecimento total das folhas novas e, posteriormente, perda total da coloração. Algumas folhas velhas necrosaram, caindo após 90 dias. Segundo Malézieux e Bartholomew (2003) quando o N está deficiente, as folhas são verde-amareladas a amarelas.



FIGURA 7. DEFICIÊNCIA DE NITROGÊNIO EM MUDAS DE CHICO MAGRO SUBMETIDA PELA TÉCNICA DO ELEMENTO FALTANTE

4.2.2.2 Omissão de fósforo

Os primeiros sintomas de deficiência de P foram observados com 30 dias, quando as folhas velhas perderam a coloração verde escuro tornando-se mais clara, progrediram para um amarelecimento acentuado e, após 90 dias, se tornaram totalmente esbranquiçadas (Figura 8).



FIGURA 8. DEFICIÊNCIA DE FÓSFORO EM MUDAS DE CHICO MAGRO SUBMETIDA PELA TÉCNICA DO ELEMENTO FALTANTE

4.2.2.3 Omissão de potássio

Na omissão de K foram observados pequenos pontos de coloração verde claro em folhas velhas após 60 dias (Figuras 9). Após 90 dias, essas folhas tornaram-se totalmente amareladas ou somente com as nervuras ainda esverdeadas, sendo que, algumas apresentaram aspecto enrugado.



FIGURA 9. DEFICIÊNCIA DE POTÁSSIO EM MUDAS DE CHICO MAGRO SUBMETIDA PELA TÉCNICA DO ELEMENTO FALTANTE

4.2.2.4 Omissão de cálcio

Após 60 dias, as mudas submetidas à omissão de Ca apresentaram folhas novas e velhas com manchas de coloração verde claro (Figura 10), porém, com coloração normal na região das nervuras, tornando-se, posteriormente, bastante claras e com textura plástica. Além disso, algumas dessas folhas apresentaram aspecto retorcido nas bordas e, necrose. Esses sintomas são condizentes com os descritos por Silveira et al. (2002), Barroso et al. (2005), Sarcinelli et al. (2004) e Marques et al. (2004).



FIGURA 10. DEFICIÊNCIA DE CÁLCIO EM MUDAS DE CHICO MAGRO SUBMETIDA PELA TÉCNICA DO ELEMENTO FALTANTE

4.2.2.5 Omissão de magnésio

Observou-se na omissão de Mg, folhas velhas com pontos de coloração verde-amarelado começando pelas bordas após 60 dias (Figura 11) que atingiram, posteriormente, todo o limbo, fazendo com que ficassem totalmente amareladas. Sintomas condizentes com os observados por Ramos (2006).



FIGURA 11. DEFICIÊNCIA DE MAGNÉSIO EM MUDAS DE CHICO MAGRO SUBMETIDA PELA TÉCNICA DO ELEMENTO FALTANTE

4.2.2.6 Omissão de Enxofre

Aos 60 dias, as mudas submetidas à omissão de S apresentaram folhas novas com coloração mais clara que as folhas em plantas sadias, tendo início pelas bordas e nervura central, até a total perda de coloração aos 90 dias (Figuras 12). De acordo com Locatelli et al. (2006), os sintomas de deficiência de S iniciaram com coloração verde-claro, passando a verde-amarelo e progredindo para amarelo intenso. Além disso, algumas folhas velhas atrofiaram nas bordas.



FIGURA 12. DEFICIÊNCIA EM ENXOFRE EM MUDAS DE CHICO MAGRO SUBMETIDA PELA TÉCNICA DO ELEMENTO FALTANTE

4.2.3 Concentrações De Macronutrientes Em Mudas De Chico-Magro

As concentrações de macronutrientes de N, P, K, Ca, Mg e S nas partes aéreas e radicular de mudas de chico-magro estão apresentadas na Tabela 5. As maiores concentrações de N foram encontradas na parte aérea da mudas. Porém, não houve diferença de concentração de N na parte radicular. De acordo com Malavolta et al. (1997), as concentrações foliares de nitrogênio considerados adequados para as essências florestais variam de 12 a 35 g kg⁻¹. Os tratamentos -P, -K, -Mg e -S as concentrações estão dentro dessa faixa, com exceção do tratamento com omissão de N e Ca.

TABELA 5 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM g.kg⁻¹, NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE *Guazuma ulmifolia* SUBMETIDAS À OMISSÕES DE NUTRIENTES

TRAT	Concentração na parte aérea (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	9,7	1,4	3,3	4,2	7,0	5,5
-N	8,9	1,3	3,6	4,2	8,5	3,1*
-P	10,1	1,3	2,6	3,9	6,0	3,7
-K	14,8*	1,9*	0,6*	5,7*	8,5	3,0*
-Ca	3,8*	2,3*	4,1	4,4	7,0	3,6
-Mg	13,1	1,6	3,3	4,3	7,0	2,7 *
-S	13,3	1,8*	3,8	4,2	8,5	1,4 *
CV (%)	16,02	8,46	18,48	5,10	26,19	29,30
TRAT	Concentração na parte radicular (g kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Completo	5,13	0,43	0,83	4,46	5,00	3,50
-N	5,40	0,48	2,00*	4,33	6,33	2,53
-P	5,76	0,51	1,00	4,46	5,00	2,57
-K	6,44	0,55	0,50	4,43	7,00	3,36
-Ca	6,16	0,76*	0,66	4,50	5,50	1,33 *
-Mg	5,41	0,62	0,83	4,46	6,50	1,59 *
-S	3,92	0,46	1,33	4,76 *	7,00	3,70
CV (%)	25,75	24,28	28,20	2,28	17,77	22,68

*Médias (em colunas) estatisticamente diferentes do tratamento completo pelo teste Dunnett a 5%.

As maiores concentrações de N na parte radicular, ocorreram na omissão de K, no caso do potássio, há efeito antagônico do nitrogênio

quando fornecido na forma amoniacal. O antagonismo seria devido à semelhança química entre os íons NH_4^+ e K^+ , ao contrario da omissão de Ca, ocorreu à redução na concentração de N, pois o cálcio ajuda NO_3^- a entrar na planta.

Os maiores teores de P foram encontrados na parte aérea das mudas de Chico-magro, sendo superior na omissão de K, Ca e S, com 1,90; 2,32 e 1,85 g kg^{-1} , respectivamente, comparado ao tratamento completo. Sem a aplicação de K, facilita a entrada de Mg, é que o aumento da concentração de Mg favorece a absorção de P. Ao omitir Ca houve um aumento de 76,74% da concentração de P na parte radicular comparado ao tratamento completo, entre os íons ($\text{Ca}^{+2}/\text{HPO}_4^{-2}$) há um antagonismo onde os cátions e ânions que produzem precipitados insolúveis, por causa de sua alta afinidade de cargas, sendo assim ao omitir Ca houve um acréscimo na concentração de P. Sem a presença de S, favoreceu o aumento da concentração de P na planta.

As maiores concentrações de K foram na parte aérea das mudas. Com a omissão de N ocorreu acréscimo na concentração de K, pois não ocorreu antagonismo entre os cátions NH_4^+ e K^+ . Na parte aérea e na parte radicular somente o -K diminui a concentração de K, comparando ao tratamento completo. Concentrações foliares de P considerados adequados para as essências florestais estão na faixa de 1,0 a 2,3 g kg^{-1} (MALAVOLTA et al., 1997). Portanto, até o tratamento com omissão de P apresentou concentração adequada para espécies florestais, 1,45 g kg^{-1} e 1,22 g kg^{-1} para parte aérea e raízes, respectivamente.

Verificou-se diferença de concentração de Ca nas partes aéreas e radicular. Com a omissão de K teve um aumento na concentração de Ca na parte aérea, pois o K interfere no teor de Ca na planta, a omitir S teve um acréscimo na concentração de Ca na parte radicular, o antagonismo entre os cátions SO_4^{-2} e Ca^{+2} , o aumento do nível de concentração de um elemento reduz a absorção do outro, com a falta do ânion SO_4^{-2} facilitou a entrada de Ca na planta. Dell et al. (1995) sugerem que a concentração deva estar entre 2,1 a 7,5 g kg^{-1} . Portanto, nesse caso, em todos os tratamentos houve concentração ideal.

As maiores concentrações de Mg foram encontradas na parte aérea da mudas. Porém, não houve diferença de concentração de Mg tanto na parte aérea quanto na radicular. Dell et al. (1995) sugeriram, para Mg, uma faixa adequada entre 1,1 a 3,6 g kg⁻¹. Porém, observaram-se neste experimento, concentrações maiores.

Observou-se que as plantas do tratamento completo tiveram as maiores concentrações de S nas partes aéreas (5,55 g kg⁻¹) e no tratamento -S a concentração de 3,70 g kg⁻¹ na parte radicular, muito acima dos considerados adequados para as essências florestais, com valores entre 1,4 a 2,0 g kg⁻¹ (MALAVOLTA et al., 1997), provavelmente um dos motivos desta alta concentração de S é que a casa de vegetação fica localizada perto de uma avenida muita movimentada, e com essa alta liberação de CO₂ dos veículos, alterou a concentração de S nas plantas.

Em todos os outros tratamentos também se obteve concentrações elevadas desse nutriente. Porém, as maiores reduções de S foram observadas nas omissões de Mg e S na parte aérea . Na parte radicular, as omissões que mais reduziram a concentração de S foram Ca e Mg. De acordo com Malavolta (1980), a velocidade de absorção do enxofre na forma de sulfato predominantemente absorvida da solução do solo pelas raízes depende do cátion acompanhante na seguinte ordem crescente: Ca⁺², Mg⁺², Na⁺, NH₄⁺ e K⁺.

5. CONCLUSÕES

5.1 TIMBURI

A altura e a produção de massa seca foram maiores com a omissão de K

O diâmetro do colo foram maiores com as omissão de P, Ca, Mg e S

Os maiores teores de macronutrientes foram N, Ca e Mg na parte aérea e K e S na radicular.

5.2 CHICO-MAGRO

A altura, o diâmetro do colo e a produção de massa seca foram menores com a omissão de N

Os maiores teores de macronutrientes na parte aérea foram N, Mg e S, e na parte radicular e Ca.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, V. M. C.; NOVAIS, R. F.; OLIVEIRA, M. F. G.; BARROS, N. F. Efeito da omissão de fósforo na absorção de nitrogênio por híbridos de milho (*Zea mays*, L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 248, p. 435-443, 1996.

ANDRADE, A.P.A.. **Avaliação da utilização de protetor físico de germinação e semeadura direta das espécies *Copaifera langsdorffii* desf. e *Enterolobium contortisiliquum* (vell.) Morong. em área degradada pela mineração.** 2008. 69 f. Dissertação de Mestrado, Publicação EFLM 092, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, DF.

ARAUJO NETO, J.C.A.; AGUIAR, I.B.; FERREIRA, V.M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* dc. **Revista Brasileira Botânica**, São Paulo, v.26, n. 2, p. 249-256, 2003.

BARROSO, D. G.; FIGUEIREDO, F. A. M. M. de A.; PEREIRA, R. C.; MENDONÇA, A. V. R.; SILVA, L. da C. Diagnóstico de deficiências de macronutrientes em mudas de teca. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.:671-679, 2005.

BAULE, H, & FRICKER, C. **The fertilizer treatment of forest trees.** München, Verlagsgesellschaft, 1970. 259p.

BENEDETTI, E. L. *et al.* Crescimento e sintomas em mudas de espinheira-santa com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, v. 39, n. 02, p. 335-343, 2009.

BONATO, C. M.; RUBIN FILHO, C. J.; MELGES, E.; SANTOS, V. **Nutrição mineral de plantas.** Maringá: Universidade Estadual do Maringá, 137p. 1998.

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

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo: ensaios de campo.** Viçosa: UFV, 1983. 101p.

BREDEMEIER, C; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 2, p. 365-372, 2000.

BONATO, C. M.; RUBIN FILHO, C. J.; MELGES, E.; SANTOS, V. **Nutrição mineral de plantas.** Maringá: Universidade Estadual do Maringá, 137p. 1998.

BULL, L. T. **Influência da relação K/(Ca+Mg) do solo na produção de matéria seca e na absorção de potássio por gramíneas e leguminosas forrageiras**. 1986. 107 f. Tese (Doutorado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1986.

CAMARGOS, S. L.; MURAOKA, T.; FERNANDES, S. A. P.; SALVADOR, J. O. Diagnose nutricional em mudas de castanheira-do-brasil. **Revista Agricultura Tropical**, Cuiabá, v. 6, n. 1, p.81-96, 2002.

CARNIEL, T.; LIMA, H. N.; VALE, F. R. do, Resposta à adubação no campo de cinco espécies arbóreas nativas do sudeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 24, 1993, Goiânia. **Resumos...**, Goiânia: SBCS, 1993. p.209-210.

CARVALHO, E.R. 2003. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: EMBRAPA

CASTRO, A. C. R. **Deficiência de macronutrientes em helicônia 'Golden Torch'**. Programa de Pós-Graduação em Botânica. Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2007.

CHAMINADE, R. Recherches sur fertlilite et la fertilisation des sols em régions tropicales. **L'Agronomie Tropicales**, Paris, v.27, n.9, p.891-904, sept, 1972.

COUTO, C.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de. Resposta do eucalipto à aplicação de zinco em amostras de solos de cerrado, **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.9, n.2, p.134-148, 1985.

DELL, B.; MALAJCZUK, N.; GROVE, T. S. **Nutrient disorders in plantation eucalypts**. Canberra: Australian Centre for International Agricultural Reserch, 1995. 104p.

DIAS, L. E.; ALVAREZ V. V. H.; BRIENZA JUNIOR, S. Formação de mudas de Acacia mangium Will: 2 Resposta a Nitrogênio e Potássio. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.15, n.1, p.11-22, 1991.

DUBOC, E. **Desenvolvimento inicial e nutrição de espécies arbóreas nativas sob fertilização, em plantios de recuperação de cerrado degradado**. Universidade Estadual Paulista. UNESP. Faculdade de ciências agrônômicas. Campus de Botucatu. Tese de doutorado. 2005

DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. do. Fertilização de plântulas de *Copaifera langsdorffii* Desf. (óleo copaíba). **Cerne**, Lavras, v.2, n.2, p.:31-47, 1996.

DUBOC, E.; VENTURIN, N.; VALE, F. R. do. Nutrição do jatobá (*Hymenala courbaril* L. var. *Stilbocarba* (Haene) Lee et lang). **Cerne**, Lavras, v.2, n.1, p.138-152, 1996b.

EPSTEIN E; BLOOM AJ.. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2 ed. Londrina: Editora Planta. 403p. 2006

EPSTEIN, E. **Nutrição mineral das plantas-princípios e perspectivas: tradução e notas de E. Malavolta**. São Paulo: UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 1975. 341p.

FACHIM, E.; GUARIM, V. L. M. S. Conservação da biodiversidade: espécies da flora de Mato Grosso. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v.9, n.2, p.:281-287, 1995.

FEITOSA, C.T.; HIROCE, R.; BENATTI JÚNIOR, R. Omissão de macronutrientes em rami. **Bragantia**, v.51, p.177-182, 1992.

FERGUSON, I. B.; DROBAK, B. K. Calcium and regulation of plant growth and senescence. **HortScience**, Alexandria, v.23, n.2, p.:262-266, 1988.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: UFV, 2001. 122p.

FREITAS, M. S. M.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C. e VASCONCELLOS, M. A. S. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e boro em maracujazeiro-doce. **Rev. Bras. Frutic.** [online]. 2011

FURLANI, A. M. C. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G. B. (ed). **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004, p. 40-75.

FURTINI NETO, A. E. et al. Fertilização em reflorestamento com espécies nativas. In: GONÇALVES, J. L. M. & BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba:IPEF, 2000. p.352-379.

FURTINI NETO, A.E.; VALE, F.R.; RESENDE, A.V.; SILVA, I.R.. Liming effects on growth of woody species from the brasilian cerrado. **Pesq. Agrop. Bras.**, Brasília, v.34, n.5, p. 829-837 1999.

GARCIA, M. B. ; VENTURIN, N. ; RODAS, C. L. ; CARLOS, L. ; HIGASHIKAWA, E. M. ; FARIAS, E. S. . **Avaliação do crescimento de mudas de *Machaerium villosum* Vogel cultivadas em solução nutritiva**. In: XIX Congresso de Pós Graduação da UFLA, 2010, Lavras. Anais do XIX Congresso de Pós Graduação da UFLA. Lavras : UFLA, 2010.

GATIBONI, L. C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2003.

GONÇALVES, J.L.M. **Recomendações de Adubação para Eucalyptus, Pinus e Espécies Nativas**. Documentos Florestais, 2005.

GUARIM NETO, G.; GUARIM, V. L. M. S.; NASCIMENTO, N. P. O. . **Etnobotânica no pantanal: o saber botânico tradicional pantaneiro**. FLOVET - Boletim do Grupo de Pesquisas da Flora, Vegetação e Etnobotânica, v. 2, p. 9-17, 2010.

HERSCHBACH, C.; RENNENBERG, H. Influence of glutathione (GSH) on net uptake of sulfate and its transport in tobacco plants. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 45, p. 1069-1079, 1994.

HERSCHBACH, C.; RENNENBERG, H. Sulfur nutrition of deciduous trees. **Naturwissenschaften**, Berlin, v. 88, p. 25-36, 2001. Informação tecnológica. 1039p.

LIMA, M. M. **Crescimento, composição mineral e sintomas de deficiências de macronutrientes em plantas de cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*)**. 2002. 80f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém - Pará.

LIMA, S.S. Crescimento, **Composição Mineral e Sintomas Visuais de Deficiências de Macronutrientes em Plantas de Zingiber Spectabilis Griff**. Tese de Mestrado. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém PA, 84p, 2009.

LOPES, A. S.; CARVALHO, J. G. Micronutrientes: critérios de diagnose para solo e planta, correção de deficiências e excessos. In: BORKERT, C. M.; LANTMANN, A. F. (Eds.). **Enxofre e micronutrientes na agricultura brasileira**. Londrina: EMBRAPA – CNPSo/IAPAR/SBCS, 1988. p. 133-78.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa: Plantarum, 1992. 352p.

MAFFEIS, A.; SILVEIRA, R. L. V. A.; BRITO, J. O. Reflexos das deficiências de macronutrientes e boro no crescimento de plantas, produção e qualidade de óleo essencial em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Florestalis**, Piracicaba, v.57, p.87-98, 2000.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 1980. 254p.

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

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Editora: CERES. 2006. 638p.

MALAVOLTA, E., VITTI, G. C. e OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ªed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

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

MALÉZIEUX, E., BARTHOLOMEW, D. P. Plant Nutrition. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E., ROHRBACH, K. G. (eds.) **The Pineapple- Botany, Production and Uses**. Honolulu: CABI Publishing. p.:143-165, 2003.

MARQUES, T. C. L. L. S. M.; CARVALHO, J. G. de.; LACERDA, M. P. C.; MOTA, P. E. F. da. Crescimento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum*) sob omissão de nutrientes e de sódio em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.10, n.2, p.:184-195, 2004.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1986. 674p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. London: ACADEMIC PRESS, 1995. 889p.

MARTINOTTO, F. **Avaliação do desenvolvimento inicial de espécies arbóreas nativas do cerrado**, 2006. 69 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

MELO, T. **Respostas de mudas de espécies arbóreas do cerrado a nutrientes em latossolo vermelho escuro**. 1999. 104f. Tese (Doutorado em Ecologia). Universidade de Brasília, Brasília – DF.

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.

MENGEL, K.; KIRKBY; E. A.; KOSEGARTEN, H.; APPEL, T. **Principles of plant nutrition**. 5 ed. Bern: Internacional Potash Institute, 2001. 868p.

MIOTTO, A; KAMINSKI, J; RHEINHEIMER, D. S; GATIBONI, L. C; BRUNETTO, G; KLEIN, M. A; CELLA, C. Suprimento de cálcio, magnésio e potássio às raízes de soja cultivada em solo com saturações de magnésio na CTC. **FertBio**, 2008.

MUNIZ, A. S.; SILVA, M. A. G. da. Exigências nutricionais de mudas de peroba-rosa (*Aspidosperma polyneuron* Muller Arg.) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.19, n.2, p.263-271, 1995.

NAIFF, A.P.M. **Crescimento, Composição Mineral e Sintomas Visuais de Deficiências de Macronutrientes em Plantas de Alpinia Purpurata Cv. Jungle King**. Tese de Mestrado. Universidade Federal Rural Da Amazônia. Belém, p.77, 2007.

NETO, D.C. **Combinação de doses de potássio e magnésio na produção e nutrição mineral do Capim Tanzânia**. Tese de Mestrado. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz. Piracicaba, p. 82, 2006.

NOGUEIRA, M. A. MELO, W. J. Enxofre disponível para a soja e atividade de arilsulfatase em solo tratado com gesso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. vol.27, n.4, p. 655-663, 2003.

OLIVEIRA, I.P; OLIVEIRA, L. C. **Sintomas de deficiência de cálcio e magnésio na planta de nim**. Faculdade Montes Belos (FMB). 2009.

PRADO, R. M.; VIDAL, A. A. Efeitos da omissão de macronutrientes em solução nutritiva sobre o crescimento e a nutrição do milheto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.3, p.:208-214, 2008.

PUGA, A. P.; PRADO, R. M. ; CORREIA, M. A. R. ; ALMEIDA, T. B. . Omissão de macronutrientes no crescimento e no estado nutricional da chicória cultivada em solução nutritiva. **Agrarian** (Dourados. Online), v. 3, p. 56-62, 2010.

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

RAJJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. São Paulo: Ed. Agronômica Ceres: POTAFOS-Associação Brasileira para a Pesquisa da Avaliação da Potassa e do Fosfato, 1991. 343p.

RAMOS, M. J. M. **Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar imperial**. 2006. 95f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro – RJ.

RESENDE, A. V. de.; FURTINI NETO, A. E. CURI, N. MUNIZ, J. A.; FARIA, M. R. de. Acúmulo e eficiência nutricional de macronutrientes por espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.1, p.:160-173, 2000.

RIBEIRO, J. F.; SANO, S. M.; BRITO, M. A. de.; FONSECA, C. E. L. de. **Baru (*Dipteryx alata* Vog.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 41p.

ROSSI, R.O. **Girassol**. Curitiba: Tecnoagro, 1998, 333p.

ROZANE, D. E.; PRADO, R. M.; ROMUALDO, L. M. Deficiências de macronutrientes no estado nutricional da aveia preta cultivar comum. **Científica**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.:116-122, 2008.

SALISBURY, F. B.; ROSS, C. W. **Plant physiology**. 4th ed. Belmont: Wadsworth, 1992. 682 p

SALVADOR, J. O.; MURAOKA, T.; ROSSETO, R.; RIBEIRO, G. de A. Sintomas de deficiências nutricionais em cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) cultivado em solução nutritiva. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 407-414, 1994.

SANCHES, P. A.; SALINAS, J. G. Low-input technology for managing oxisols and ultisols in Tropical America. **Advances in Agronomy**, San Diego, Califórnia, v.34, p.279-406, 1981.

SARCINELLI, T. S.; RIBEIRO JÚNIOR, 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, v.28, n.2, p.:173-181, 2004.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.1, n.3, p.:231-233, 1975.

SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKAHASHI, E. N.; CAMARGO, M. A. F. de. Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.56, p.:69-82, 1999.

SHUMAN, L.M. Mineral Nutrition. In: WILKINSON, R.E., ed. **Plant-environment interactions**. New York, Marcel Dekker, 1994. p.149-182.

SILVA, D. J.; VENEGAS, V. H. A.; RUIZ, H.A. Transporte de enxofre para as raízes de soja em três solos de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1161-1167, 2002.

SILVA, E. B.; GONÇALVES, N. P.; PINHO, P. J. de. Limitações nutricionais para crescimento de mudas de umbuzeiro em Latossolo Vermelho distrófico no Norte de Minas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.27, n.1, p.:55-59, 2005.

SILVA, M. A. G.; MUNIZ, A. S. Exigências nutricionais de cedro (*Cedrella fissilis* Velloso) em solução nutritiva. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v.19, n.3, p.415-425, 1995.

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.

SORREANO, M.C.M. **Avaliação da exigência nutricional na fase inicial do crescimento de espécies florestais nativas**. 2006. 296f. Tese (Doutorado em Ecologia Aplicada) – ESALQ/CENA- Universidade de São Paulo, Piracicaba.

SOUTO, P.C.; SOUTO, J.S.; SANTOS, R.V.. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semiárido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, jan./fev., v.29, n.1, p.125-130. 2005

SOUZA, L. F. S. Exigências edáficas e nutricionais. In: CUNHA, G. A. P. da., CABRAL, J. R. S., SOUZA, L. F. S. (Orgs.) **O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: EMBRAPA COMUNICAÇÃO PARA TRANSFERÊNCIA DE TECNOLOGIA, 1999. p.:67-82.

SOUZA, P. A. de.; VENTURIN, N.; MACEDO, L. R. G. de. Adubação mineral do ipê-roxo. **Ciência Florestal**, Viçosa, v.16, n.3, p.:261-270, 2006.

STAUT L. A ;ATHAYDE M. L. F. Efeitos do fósforo e potássio no rendimento e em outras características a agrônômicas do algodoeiro herbáceo. **Revista de Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.10, p.1839-1843,1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução Eliane Romanato Santarém et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. Soil and fertilizer nitrogen. In: TISDALE, S. L.; NELSON, W. L.; BEATON, J. D.; HAVLIN, J. L. (Eds.). **Soil fertility and fertilizer**. New York: Macmillan, 1993. p. 109-175.

VALENCIA, Wilmer Herrera; SAMPAIO, Paulo de Tarso Barbosa and SOUZA, Luiz Augusto Gomes de. **Crecimiento inicial de Palo de Rosa (Aniba rosaeodora Ducke) en distintos ambientes de fertilidad**. *Acta Amaz.* [online]. 2010, vol.40, n.4, pp. 693-698. ISSN 0044-5967. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672010000400008>.

VEIGA, D. Sintomas de deficiência de alguns nutrientes na cultura do milho (Parte I). **REHAGRO Recursos Humanos no Agronegócio**. 2006.

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

VENTURIN, N.; SOUZA, P. A. de.; VENTURIN, R.P.; MACEDO, R. L. G. de. Avaliação nutricional da candiúva (*Trema micrantha*). **Floresta**, Curitiba, v.29, n.1-2, p.:15-26, 2000.

VIEGAS, I. J. M. et al. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v, 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VIEIRA, C. R. **Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento de diferentes espécies florestais**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso.

VITTI, G. C.; LIMA, E; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, 432 p, 2006.

WALLAU, R. de.; LUIZ, R.; BORGES, A. R.; REZENDE, A. R.; REZENDE, D. A.; CAMARGOS, S. L. Sintomas de deficiências nutricionais em mudas de mogno cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v.14, n.4, p.:304-310, 2008.