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

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

CRISTIANE RAMOS VIEIRA

CUIABÁ-MT
2011

CRISTIANE RAMOS VIEIRA

CRESCIMENTO INICIAL DE ESPÉCIES FLORESTAIS NA OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Orientador: Profª Dr.ª Oscarlina Lúcia dos Santos Weber
Co-orientador: José Fernando Scaramuzza

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Mato Grosso, como parte das exigências do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais, para a obtenção do título de mestre.

CUIABÁ-MT
2011

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: **Crescimento inicial de espécies florestais na omissão de macronutrientes.**

Autora: **Cristiane Ramos Vieira**
Orientadora: **Profª Dr.ª Oscarlina Lúcia dos Santos Weber**

Aprovada em: 17 de fevereiro de 2011.

Comissão Examinadora:

Profª. Drª. Oscarlina Lúcia dos Santos Weber
UFMT/FAMEV

Prof. Dr. José Fernando Scaramuzza
UFMT/FAMEV

Prof. Dr. Charles de Araújo
IFMT (São Vicente)

DEDICATÓRIA

À minha família, em especial à minha avó Alice, minha mãe Beliza, minha tia Cleonice e padrasto Elias.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela força e por mais essa graça recebida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais, pela oportunidade e apoio.

Aos professores do curso de pós-graduação, pelos novos conhecimentos.

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

À toda a equipe do Laboratório de Fertilidade do Solo pelo grande aprendizado, paciência e apoio: Severiana, Marcela, Reinaldo, Flávia, Fernanda, Diogo e Pedro.

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

Ao professor José Fernando Scaramuzza pela orientação e aprendizado.

Aos meus amigos pela grande força e apoio, em todos os momentos.

Aos colegas de curso pela grande ajuda e companheirismo.

Aos alunos da graduação de Engenharia Florestal: Anne, Thaianny e Robert, pela equipe de trabalho.

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

À Doutoranda Kelly pelo apoio à pesquisa.

SUMÁRIO

Página

RESUMO viii
ABSTRACT ix

1. INTRODUÇÃO 1

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 3
2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ESSPÉCIES ESTUDADAS 3
2.1.1 Cumbaru 3
2.1.2 Cerejeira 4
2.1.3 Ipê amarelo 4
2.1.4 Aroeira 5
2.1.5 Mogno africano 6
2.2 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL 6
2.2.1 Nitrogênio 7
2.2.2. Fósforo 7
2.2.3 Potássio 8
2.2.4 Cálcio 8
2.2.5 Magnésio 9
2.2.6 Enxofre 9

3. MATERIAL E MÉTODOS 11

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO 13
4.1 CUMBARU 13
4.1.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de cumbaru 13
4.1.2 Sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes: 16
4.1.3 Concentrações de macronutrientes 19
4.2 CEREJEIRA 21
4.2.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de cerejeira 21
4.2.2 Sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes 24
4.2.3 Concentração de macronutrientes 27
4.3 IPÊ AMARELO 30
4.3.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de ipê amarelo 30
4.3.2 Sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes 32
4.3.3 Concentrações de macronutrientes 36
4.4 AROEIRA 38
4.4.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de aroeira 38
4.4.2 Sintomatologia visual da deficiência de macronutrientes 41
4.4.3 Concentrações de macronutrientes 44
4.5 MOGNO AFRICANO 46
4.5.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de mogno africano 46
4.5.2 Sintomatologias visuais das deficiências de macronutrientes 49

4.5.3 Concentrações de macronutrientes 52

5. CONCLUSÃO 55

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 56

RESUMO

VIEIRA, Cristiane Ramos. **Crescimento inicial de espécies florestais na omissão de macronutrientes**. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT. Orientadora: Profª Dr.ª Oscarlina Lúcia dos Santos Weber. Co-orientador: José Fernando Scaramuzza.

Sabendo-se da falta de informações sobre as exigências nutricionais de espécies florestais nativas, este trabalho tem por objetivos: identificar as sintomatologias visuais das carências de macronutrientes, avaliar a produção de massa seca e qualidade das mudas e verificar a concentração de macronutrientes em mudas de cumbaru, cerejeira, ipê amarelo, aroeira e mogno africano; cultivadas em solução nutritiva em areia pelo método do elemento faltante. As mudas foram produzidas e ao atingirem cerca de 20 cm, foram transplantadas para tubos de PVC preenchidos com areia e, submetidas por 30 dias à solução completa de nutrientes, renovada a cada cinco dias, correspondente ao período de adaptação. Em seguida, foram submetidas por 90 dias às soluções nutritivas completa e com omissão de N, P, K, Ca, Mg e S, renovadas a cada cinco dias, em delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos e três repetições. A cada 30 dias foram verificados altura diâmetro de colo e, os sintomas de deficiência foram identificados e fotografados a cada 15 dias. Após o experimento, as mudas foram secas em estufa, pesadas, moídas e os macronutrientes analisados. Para o cumbaru, os nutrientes que mais reduziram o crescimento em altura foram K e Mg e Ca e Mg, no diâmetro; quanto ao índice de Dickson, K e Mg; na produção de massa seca, K e Mg na parte aérea e K, Ca, Mg e S na radicular; os macronutrientes mais absorvidos foram N, P e K na parte aérea e N e P na radicular. Os mais limitantes ao crescimento em altura das mudas de cerejeira foram P, S e N; P e S, o diâmetro, a massa seca nas partes aérea e radicular e a qualidade das mudas; com maior absorção de N, P e K na parte aérea e de N e Mg pelo sistema radicular. Para o ipê amarelo, P foi o que mais limitou a altura e o diâmetro; N, P e Ca, a massa seca na parte aérea e N, P, K e Mg na parte radicular; sendo que, as maiores concentrações observadas foram de N, P e K, nas partes aérea e radicular; somente a omissão de S não comprometeu a qualidade das mudas. O menor crescimento em altura e diâmetro foi propiciado por N, K e Ca, com redução da massa seca pela omissão de N; já a parte radicular, por todos os tratamentos, exceto -S; os macronutrientes mais absorvidos foram N, K e Mg nas partes aérea e radicular e N e Mg as omissões que mais reduziram a qualidade das mudas. Para o mogno africano, N, K e S foram os que mais limitaram o crescimento em altura, a produção de massa seca na parte radicular e a qualidade das mudas; N, o diâmetro; N e S a massa seca na parte aérea; com maiores acúmulos de N, K e Mg tanto na parte aérea quanto na radicular.

Palavras-chave: Nutrição de plantas, espécies nativas, espécie exótica, omissão de nutrientes.

ABSTRACT

VIEIRA, Cristiane Ramos. **Initial growth of forest tree in macronutrient omission.** 2011. (M.SC. From Forestry and Environmental Sciences). Universidade Federal de Mato Grosso – Cuiabá – MT. Adviser: Profª Dr.ª Oscarlina Lúcia dos Santos Weber. Co-adviser: José Fernando Scaramuzza.

Knowing about the deficiency of information about the nutritional requirements of native forest tree species, this study aimed: to identify visual symptoms of deficiencies of nutrients, to assess the dry weight, the quality of seedlings and the macronutrients concentration in seedlings of cumbaru, cherry, yellow ipe, mastic and African mahogany; grown in nutrient solution in sand by the method the missing element. The seedlings were produced and when they reach about 20 cm, were transplanted to PVC tubes filled with sand and then submitted for 30 days to complete nutrient solution, renewed every five days, corresponding to the adaptation period. Then were submitted by 90 days to complete nutrient solutions and with N, P, K, Ca, Mg and S omission, renewed every five days in completely randomized design with seven treatments and three replications. Every 30 days the seedlings were evaluated for height diameter, and the symptoms of deficiencies were identified and photographed every 15 days. After the experiment, the seedlings were dried, weighed, ground and the macronutrients analyzed. For cumbaru, the nutrients which most reduced the height, Dickson index and shoot dry matter were K and Mg and diameter were Ca and Mg; root dry matter, K, Ca, Mg and S; the nutrients more absorbed were N, P and K in shoots and, N and P in root. The nutrients that most limiting growth in height in cherry seedlings were P, S and N; P and S, the diameter, shoot and root matter production and Dickson index; the nutrients most absorbed were N, P and K in shoot and N and Mg in root. For yellow ipe, P was the most limited the height and diameter; N, P and Ca, shoot dry matter and N, P, K and Mg root dry matter; N, P and K were the most concentrations, both in shoot and root and only the omission of S didn't compromise the quality of seedlings. The lower growth in height and diameter was provided for N, K and Ca, with reduction of dry mass production by N omission; in root mass, only S didn't reduced; N, K and Mg were more absorbed both in shoot and root and N and Mg omissions were most reduced the quality of seedlings. For African mahogany, N, K and S were the most limited the height, root dry mass production and seedlings quality; N limited the diameter; N and S, the shoot dry mass, with the highest accumulation in N, K and Mg in the aerial and root part.

Keywords: Plants nutrition, native species, exotic species, omission of nutrients.

INTRODUÇÃO

A lei federal nº 8.171 de jan/91, que dispõe sobre a política agrícola, estabelece obrigatoriedade de recomposição da reserva florestal legal das propriedades rurais por meio do reflorestamento com espécies nativas. De modo que produtores e estudioso têm buscado as espécies nativas para recompor essas áreas, porém, muitas dessas espécies não são encontradas nos viveiros de produção de mudas. Pois, pouco se sabe sobre sua produção: sua relação com os diferentes tipos de substratos, recipientes, necessidade de tratamento pré-germinativo, sombreamento, umidade, temperatura etc. Não chegando, assim, a conhecer a adubação ideal, mesmo sabendo-se que, a nutrição mineral pode ser um dos grandes impedimentos para o desenvolvimento de mudas florestais.

Isso acontece porque, por muito tempo o setor florestal preocupou-se em estimular a utilização de espécies exóticas de rápido crescimento para reflorestamentos ou simplesmente plantios comerciais. O que pode ser visto como um meio indireto de conservação e/ou preservação das florestas nativas, contribuindo para o atraso e até mesmo a estagnação quanto ao conhecimento do seu próprio patrimônio.

Sabe-se, porém, que para um plantio de qualidade é preciso solo com a quantidade de nutrientes necessárias para o adequado desenvolvimento da espécie. Pois nos reflorestamentos, apesar de aparente rusticidade da maioria das espécies produtoras de madeira, o uso de solos adequados (naturalmente férteis) ou a adubação equilibrada tem contribuído com acréscimos significativos em produtividade.

A produtividade de uma espécie arbórea com alto potencial de crescimento pode ser limitada pela ausência de determinados nutrientes no solo. Sendo assim, faz-se necessário, identificar e estudar os macronutrientes mais exigidos pelas plantas nativa em sua fase de muda e, posteriormente, formular adubos em quantidades adequadas, diminuir o tempo das mesmas em viveiro e, garantir o pegamento em condições de campo.

Diante disso, este trabalho teve por objetivo identificar a sintomatologia visual das carências de macronutrientes, avaliar produção de massa seca e a qualidade das mudas pelo índice de Dickson e verificar quais os macronutrientes mais absorvidos pelas mudas de cumbaru (*Dipteryx alata*), cerejeira (*Amburana acreana*), ipê amarelo (*Tabebuia ochracea*), aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) e mogno africano (*Khaya anthotheca*) cultivadas em solução nutritiva em areia pelo método do elemento faltante.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DAS ESPÉCIES ESTUDADAS

2.1.1 Cumbaru

Dipteryx alata, conhecida por cumbaru, pertence à família Leguminosae. Ocorre naturalmente em Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e São Paulo (LORENZI, 1992). Andrade e Carvalho (1996) recomendam a utilização da celulose de cumbaru de forma isolada ou consorciada à celulose de eucalipto. Além disso, essa espécie pode ser plantada em praças e na arborização urbana. Em Mato Grosso, é excelente para o plantio em calçadas, alamedas de praças e áreas de lazer (GUARIM NETO, 1986). Além disso, pode ser plantada em áreas de nascentes, margens de rios e córregos (RIBEIRO et al., 2000).

Em plantios experimentais, cresce melhor em solo com boa drenagem e com textura arenosa a franca. Possui crescimento moderado, podendo atingir incremento médio anual de 7,30 $m^3.ha^{-1}$ aos dez anos (MARTINOTTO, 2006). Pesquisas da Embrapa Cerrados mostraram que após dois anos, as árvores atingiram em média 95 cm de altura e taxa de sobrevivência de 98%. Aos sete, atingiram altura média de 3,0 m, incremento médio anual (IMA) de 0,40 $m.ano^{-1}$ e índice de sobrevivência de 97% (RIBEIRO et al., 2000).

Ao estudar a nutrição do cumbaru, Ulhôa (1997), verificou que o P foi o nutriente mais limitante para o crescimento inicial das plantas. Esse autor, assim como Melo (1999) observaram baixo requerimento de Ca e Mg na fase inicial de crescimento dessa espécie.

2.1.2 Cerejeira

Espécie cujo nome científico é *Amburana acreana*, conhecida vulgarmente por amburana, amburana-de-cheiro, emburana, imburana, cerejeira, cerejeira-amarela e cumaru-de-cheiro. Em Rondônia, é utilizada em sistema agroflorestal com café. No Acre, apresenta potencial para sistemas agroflorestais (CARVALHO, 2007). Pertence à família Fabaceae, ocorre em matas altas e fechadas na Amazônia ocidental do Brasil (AM, AC, RO e MT) e da Bolívia, podendo ser utilizada como lenha de boa qualidade, na indústria e como planta medicinal (CARVALHO, 1994).

A madeira da cerejeira é lisa e de aspecto agradável, excelente para a construção civil e muito procurada pelas indústrias nacionais de móveis de luxo. Seu crescimento é moderado, podendo atingir incremento médio anual em volume de 5,10 $m^3.ha^{-1}.ano^{-1}$. Aos três anos pode apresentar alturas de 3 m a 4,5 m e DAP (diâmetro a altura do peito) de 8,15 cm (CARVALHO, 2007).

No Brasil, a *A. acreana* está na lista oficial de espécies vulneráveis à extinção (BRASIL, 1992). No Acre, é uma das espécies mais consumidas pelo mercado madeireiro e submetida à maior pressão de exploração seletiva (OLIVEIRA, 1995). Em Mato Grosso, a *A. acreana* está na lista de espécies em extinção (FACHIM e GUARIM, 1995).

2.1.3 Ipê amarelo

A *Tabebuia ochracea* pertence à família Bignoniaceae, é conhecida como ipê-amarelo, ipê-cascudo, piúva, ipê-do-campo, ipê-do-cerrado, ipê-pardo, pau-d'arco-do-campo. Essa espécie é típica do cerrado brasileiro e pode ser encontrada nos estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Paraná. É uma árvore ornamental e recomendada para recuperação de áreas degradadas (OLIVEIRA, 2006).

O desenvolvimento das mudas de ipê amarelo normalmente é rápido, ficando prontas para o plantio em menos de cinco meses. Já o desenvolvimento das plantas no campo é moderado, alcançando 2,5 metros aos dois anos (LORENZI, 2000).

Resende (1997) estudando *Tabebuia serratifolia* verificou pelo padrão de resposta de P da espécie, que ela deve possuir menor eficiência de utilização do nutriente, já que o incremento em crescimento da parte aérea não acompanhou o aumento na absorção em condições de melhor suprimento. Souza et al. (2006) concluiram que os nutrientes P e N devem ser prioritários aos estudos de fertilização mineral da espécie.

2.1.4 Aroeira

Espécie pertencente à família Anacardiaceae, o *Myracrodruon urundeuva*, é conhecido também como aroeira, aroeira-do-sertão ou urundeúva (LORENZI, 1992). No Brasil, ocorre nas regiões nordeste, sudeste e centro-oeste, associada à ambientes secos de cerrado, savanas e caatingas (SANTIN, 1989). No Centro-Oeste, os locais de sua ocorrência refletem solos férteis, sendo usada como um indicador de padrão de terras boas para a agricultura (SANTIN, 1989).

A aroeira ocorre em agrupamentos, o desenvolvimento das mudas é rápido, porém, o das plantas no campo é médio. No cerrado a altura das árvores é de 6 a 14 m e em solos mais férteis de floresta, 20 a 25 m (LORENZI, 1992).

Mendonça et al. (1999), utilizando a técnica de elemento faltante em aroeira-do-sertão, verificaram que P e Ca foram limitantes para o seu crescimento inicial.

Em decorrência dos seus múltiplos usos, a aroeira sofre um processo de exploração intenso, de forma predatória, causando a devastação de suas populações naturais (BRANDÃO, 2000). Por isso se encontra na lista oficial de espécies ameaçadas de extinção, na categoria vulnerável (BRASIL, 1992).

2.1.5 Mogno africano

Pertencente à família Meliaceae, a *Khaya anthotheca* é conhecida por sua excelente madeira. É uma árvore de grande porte, podendo atingir até 60 m de altura (NAIDOO, 2007). Segundo Unep (2009), ocorre naturalmente em: Angola, Camarões, Congo, Costa do Marfim, República Democrática do Congo, Ghana, Libéria, Malawi, Moçambique, Nigéria, Serra Leoa, Uganda, Tanzânia, Zâmbia e Zimbabwe.

De acordo com Tropical Flora (2010), essa espécie suporta bem as condições normais de estiagem (quatro a seis meses). Cresce melhor em solos bem estruturados, porém, suporta as condições onde os teores de argila atingem até 68% e breves períodos de alagamento. Sob condições de sombreamento, o crescimento da espécie apresenta reduções em até 60% da altura em relação aos plantios a pleno sol.

A madeira é resistente a brocas e cupins e moderadamente resistente à degradação por fungos. É escura, dura, de cor marrom avermelhado e durável. Podendo ser utilizada para móveis, pisos, painéis, construção de barcos. É utilizada na região da Tanzânia para confecção de móveis. Sendo que, a África Oriental exporta grandes quantidades de toras dessa espécie (NAIDOO, 2007). Em Moçambique é considerada madeira de primeira classe pelo Governo (GOVERNO DE MOÇAMBIQUE, 2002).

2.2 AVALIAÇÃO NUTRICIONAL

A avaliação de exigências nutricionais de plantas pode envolver aspectos qualitativos ou quantitativos. Na avaliação qualitativa utiliza-se comumente, a técnica do elemento faltante (BRAGA, 1983). Que fornece informações sobre quais nutrientes são deficientes, qual a importância relativa dessa deficiência; qual a velocidade de redução da fertilidade do solo; etc. (CHAMINADE, 1972).

Segundo Venturin et al. (2005), a ausência de P e N afetou drasticamente o crescimento das plântulas de candeia. Sendo que os teores de K, Ca, S, B e Zn na matéria seca da parte aérea das mudas foram reduzidos nas omissões destes nutrientes.

Por meio da técnica do elemento faltante, Renó et al. (1993) observaram, que P, S e N foram os nutrientes que mais limitaram o crescimento em altura de mudas de cedro, jacaré, pau-ferro e canafístula.

Resende et al. (2000) verificaram elevadas concentrações foliares de P para aroeira, jacaré e ipê amarelo em relação às demais espécies estudadas. Devendo ser considerado que provavelmente essas três espécies sejam bastante exigentes em P, o que limita seu crescimento em solos de baixa fertilidade.

2.2.1 Nitrogênio

É o macronutriente aniônico mais abundante na planta e também é o nutriente mais exigido entre todos os demais (MALAVOLTA, 1980). Tem função estrutural no vegetal, pois faz parte de muitos componentes da célula e participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006). Além disso, o nível de N na planta influência a absorção ou a distribuição de praticamente todos os nutrientes (MALAVOLTA e VIOLANTE NETTO, 1989).

Plantas com deficiência de N apresentam amarelecimento nas folhas mais velhas porque o N é translocado para as folhas mais novas (MALÉZIEUX e BARTHOLOMEW, 2003).

2.2.2 Fósforo

O P é um componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e no DNA e RNA. Esse elemento desempenha um papel importante na produção de energia para

a planta, logo sua falta irá refletir num menor crescimento da mesma (TAIZ e ZEIGER, 2004).

Nas plantas deficientes de fósforo, as folhas novas apresentam coloração verde-escura, com tons arroxeados; são mais estreitas e de cor verde mais escura, quando são comparadas com as folhas mais velhas. As margens das folhas são mais escuras que a parte central da folha. As folhas mais velhas murcham a partir das suas extremidades (SOUZA, 1999).

2.2.3 Potássio

O adequado conteúdo de K em tecidos jovens é indispensável para a obtenção do turgor ótimo das células, que é requerido para expansão da célula. Além disso, a abertura e o fechamento dos estômatos dependem do fluxo de K (MENGEL et al., 2001).

A deficiência de K nas plantas pode causar clorose; necrose das margens das folhas velhas; acamamento da planta; frutos e sementes enrugadas; e pontuações brancas na margem da folha (FONTES, 2001). Com uma deficiência mais acentuada, as folhas apresentam pintas com manchas amarelas, algumas delas, vermelho-brilhante. Quando a deficiência se torna mais aguda, as folhas velhas tornam-se marrons e secam. As folhas novas passam para cor marrom avermelhada, com acentuada queimadura no ápice, e podem ficar pendentes na planta pela quebra do tecido de sustentação (MANICA, 1999).

2.2.4 Cálcio

Devido a sua baixa translocação na planta, os sintomas de deficiência do nutriente ocorrem nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz, sendo as regiões de maior expansão celular as mais reduzidas pela deficiência do nutriente (MAGALHÃES, 1988). As folhas adquirem uma cor verde pálida, com algumas pontuações amareladas, e

as folhas novas secam. No caso de deficiência muito acentuada, aparece um fendilhamento nas folhas, cor avermelhada e rachaduras nas bases. As plantas apresentam menor tamanho e são parcialmente cloróticas (MANICA, 1999). Porém, a baixa concentração de Ca em tecidos vegetais pode não refletir sintomas até que certa fase ou condição fisiológica ocorra, para, então, desencadear processos metabólicos que expressem a deficiência (FERGUSON e DROBAK, 1988).

2.2.5 Magnésio

Sua função mais conhecida é compor a molécula de clorofila (MENGEL e KIRKBY, 1987). Segundo Malézieux e Bartholomew (2003), o Mg é móvel na planta e tem como sintoma visual de deficiência predominante coloração amarelada brilhante nas folhas mais velhas, particularmente, nas partes mais expostas à luminosidade. Sua deficiência pode reduzir a concentração da clorofila, reduzindo a fotossíntese e, possivelmente, o crescimento.

Em plantas com deficiência de Mg, as folhas mais velhas apresentam coloração verde-clara. Continuando a deficiência, aparecem manchas amareladas ou folhas completamente amarelas e avermelhadas ao longo das margens; as folhas novas não atingem o seu tamanho normal (MANICA, 1999).

2.2.6 Enxofre

O SO_2 atmosférico pode ser absorvido através dos estômatos das folhas e então metabolizado, apesar de ser um processo pouco eficiente (MENGEL e KIRKBY, 1987).

Plantas deficientes em S apresentam, inicialmente, pequena mudança na coloração das folhas, com algumas rachaduras nas mais velhas. Posteriormente, elas tornam-se verde-claras, depois amareladas, com centros necrosados e coloração pouco avermelhada (MANICA,

1999). Podendo apresentar ainda, folhas brilhantes e de coloração verde-limão e são mais largas do que o normal; tanto as folhas novas como as velhas são amareladas (PY et al., 1987).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A produção de mudas foi realizada no viveiro da Faculdade de Engenharia Florestal com sementes coletadas no campus da Universidade Federal de Mato Grosso, exceto o mogno africano, cujas sementes foram provenientes do município de Mocuba, Província da Zambézia, centro de Moçambique.

As mudas de cumbaru foram produzidas em canteiro com areia; as de cerejeira, ipê amarelo e aroeira, em tubetes com capacidade para 180 cm^3 com torta de filtro; e o mogno africano em tubetes 180 cm^3 contendo terra preta.

Ao atingirem cerca de 20 cm, as mudas foram transportadas para a casa de vegetação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) e transplantadas para tubos de PVC de 40 cm vedados com tela sobre pratinho, preenchidos com areia previamente lavada e tratada com hipoclorito.

Durante 30 dias, as mudas de cumbaru e cerejeira foram submetidas a um período de adaptação com aplicação de solução completa a cada cinco dias. Para ipê amarelo, aroeira e mogno africano esse período foi de sete dias. Logo após, começou-se a aplicação das soluções faltantes, constituindo um delineamento inteiramente casualizado com sete tratamentos: completo, -N, -P, -K, -Ca, -Mg, -S preparados conforme metodologia de Sarruge (1975) e três repetições. Sendo ministrada a cada cinco dias durante 90 dias. A irrigação se deu uma vez por dia com 50 mL de água, exceto no dia de aplicação das soluções, quando a mesma não ocorreu.

As sintomatologias visuais foram verificadas e fotografadas a cada 15 dias, durante três meses. Sendo que, a análise biométrica foi realizada após 90 dias, verificando-se: parte aérea, com régua graduada; diâmetro de colo, com paquímetro digital PROFIELD®. Para a determinação da massa da matéria seca das mudas, no Laboratório de Fertilidade do Solo, as mesmas foram seccionadas em parte aérea e

radicular e pesadas em balança analítica com precisão de 0,005g. O material foi seco em estufa de circulação forçada de ar a 65ºC até atingir peso constante. Logo após, efetuou-se a pesagem do material seco. Após essas determinações foi possível aplicar o índice de qualidade de Dickson, conforme a equação 1:

$$IQD = \frac{PMST\ (g)}{\frac{H\ (cm)}{DC\ (mm)} + \frac{PMSPA\ (g)}{PMSPR\ (g)}} \qquad [1]$$

Em que:

PMST = peso massa seca total;

H = altura da parte aérea;

DC = diâmetro de colo;

PMSPA = peso massa seca parte aérea;

PMSPR = peso massa seca parte radicular.

O material seco foi submetido, de acordo com a metodologia de Malavolta et al. (1997), às digestões em solução nitro-perclórica e sulfúrica e, 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, sendo que os teores dos mesmos foram obtidos por diferença.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CUMBARU

4.1.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de cumbaru

A altura, o diâmetro de colo, a produção de massa seca e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Dipteryx alata* submetidas a diferentes soluções nutritivas durante três meses estão apresentados na Tabela 1. De acordo com as avaliações, não houve significância no crescimento em altura e no diâmetro, provavelmente porque as mudas passaram pelo processo de adaptação conseguindo, nessa fase, nutrientes suficientes para seu desenvolvimento até o terceiro mês.

Tabela 1 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA SECA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Dipteryx alata* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Trat.	**Biometria**				
	Altura (cm)	**Diâmetro (mm)**	**MSPA (g)**	**MSPR (g)**	**IQD**
Completa	40,33 a	4,23 a	3,57 a	1,87 a	0,47 a
-N	32,33 a	4,37 a	2,54 bc	1,44 ab	0,45 a
-P	32,33 a	4,35 a	2,51 bc	1,15 ab	0,39 a
-K	26,33 a	4,13 a	2,17 cd	0,63 b	0,29 a
-Ca	32,00 a	3,88 a	2,90 b	0,92 b	0,33 a
-Mg	30,00 a	3,64 a	1,88 d	0,88 b	0,26 a
-S	30,67 a	4,66 a	2,41 bc	0,98 b	0,38 a
CV(%)	**18,62**	**9,02**	**7,30**	**26,80**	**25,21**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Quanto à produção de massa seca da parte aérea e radicular foi observada significância, com o tratamento completo tendo maior produção nas duas variáveis. Porém, ao aplicar o IQD não houve

significância, o que pode ter ocorrido pela influência da não significância da altura e do diâmetro de colo.

A omissão de N reduziu em 19,84% o crescimento em altura das mudas. Isso ocorre segundo Malavolta (2006) porque a inibição da síntese protéica reduz o processo de divisão celular, afetando o crescimento da planta. Com relação ao diâmetro de colo, o crescimento foi pouco maior em relação ao tratamento completo, no entanto, sem significância. Já na produção de massa seca houve redução de 28,86% de massa na parte aérea e de 33% na parte radicular, comparado com o tratamento completo. Em Barroso et al. (2005), a falta de N foi determinante na redução da massa da matéria seca da parte aérea, devido às suas importantes funções nas plantas. Quanto ao IQD, não houve diferença, porém, comparado ao tratamento completo houve redução de 4,26% ao omitir N.

A omissão de P reduziu em 19,84% o crescimento em altura das mudas, sem significância. Essa pouca redução pode ser explicada, segundo Wallau et al. (2008), porque as sementes contêm uma reserva de fósforo (P-fitina) que pode fornecer quantidade suficiente desse nutriente na fase inicial das plantas. A produção de massa seca foi significativamente reduzida, 28,03% na parte aérea e 38,28% na radicular, comparado com o tratamento completo. Sendo que, com relação ao IQD, não houve significância, porém, houve redução de 17,02% em relação às plantas do tratamento completo.

Em termos percentuais, a ausência de K foi a que mais limitou o crescimento em altura das mudas de cumbaru, 34,72% comparado com o tratamento completo, porém com pouca redução no diâmetro do colo. Dessa forma, a produção de massa seca também foi prejudicada, 39,22% na parte aérea e 66,31% na radicular. Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Rocha Filho et al. (1978), que observaram queda de 39% na produção de massa seca na parte aérea das plantas. Com relação ao IQD a redução foi de 38,30% comparado com o tratamento completo, porém, sem significância.

O crescimento em altura das mudas de cumbaru em -Ca foi 20,66% menor comparado com o tratamento completo. Quanto ao diâmetro, houve pouca limitação, não atingindo significância. A produção de massa seca foi limitada, com redução de 18,77% na parte aérea e 50,80% na parte radicular comparado com o tratamento completo. Barroso et al. (2005) observaram na omissão de Ca redução de 80% de matéria seca, com relação à solução completa. Havendo redução de 29,79% no IQD de mudas submetidas ao tratamento, em relação ao tratamento completo, porém sem significância.

Ao omitir Mg, o crescimento em altura foi limitado em 25,61% comparado com o tratamento completo. Com relação ao diâmetro de colo, a redução foi de 13,95%. Além disso, em termos percentuais, as mudas tiveram a menor produção de massa seca na parte aérea (redução de 47,24%) e, uma das menores na parte radicular (redução de 52,70%). Sarcinelli et al. (2004) verificaram redução na produção de biomassa total para as mudas de *Acacia holosericea* submetidas ao tratamento -Mg. Apesar da não significância, nesse tratamento houve a maior redução do IQD, 44,68% em comparação com o tratamento completo, possivelmente por causa da grande redução de massa seca.

O crescimento em altura foi reduzido pela omissão de S (23,95%). Já o diâmetro foi maior que no tratamento completo, sem significância. Quanto à produção de massa seca na parte aérea, a redução foi de 39,49% e de 47,59% na parte radicular. Maffeis et al. (2000) e Barroso et al. (2005) também verificaram redução no crescimento das mudas em omissão de S. Com relação ao IQD, comparado com o tratamento completo, a redução na ausência de S foi de 19,15%, sem significância.

Portanto, a altura das mudas de cumbaru foi reduzida na seguinte ordem: -K>-Mg>-S>-Ca>-P=-N>Completa. O diâmetro: Ca>Mg>K>Completa>P>N>S. A produção de massa seca na parte aérea: -Mg>-K>-S>-P>-N>-Ca>Completo. Na parte radicular: K>-Mg>-Ca>-S>-P>-N>Completa.

4.1.2 Sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes

Aos 30 dias de aplicação da solução com omissão de N, observaram-se algumas folhas velhas enrugadas (Figura 2-C) e pontos com coloração verde mais claro no limbo foliar (Figura 2-D), que progrediram para folhas sem coloração e posterior queda. Segundo Simões e Couto (1973), isso acontece porque o N está presente em vários compostos que são de grande importância fisiológica no metabolismo da planta. Verificou-se ainda, pontos necrosados em algumas folhas velhas e mudas com folhas mal formadas ou atrofiadas (Figura 2-E).

Os primeiros sintomas de deficiência de P foram observados após 30 dias, com pequenos pontos verde mais claro nas folhas velhas e, posteriormente, coloração bastante clara por todo o limbo (Figura 3-F), e após 90 dias, enrugamento bastante acentuado (Figura 3-G). Sintomas que também foram observados por Barroso et al. (2005). Além disso, as mudas tiveram nova inserção foliar atrofiada (Figuras 3-H e 3-I).

Os sintomas de deficiência de K começaram após 30 dias, em que, as folhas velhas apresentaram coloração verde mais claro que nas mudas do tratamento completo (Figura 4-J). Com a permanência dos sintomas, observou-se bordas com aspecto queimado, progredindo para necrose total das folhas velhas (Figura 4-L) e de algumas novas. Em algumas mudas verificou-se também nova inserção foliar mal formada com folhas atrofiadas ou ápice queimado (Figura 4-M). Rocha Filho et al. (1978) também encontraram faixas cloróticas nas bordas e ápice das folhas de híbridos de *Eucalyptus urophylla* ao omitir K. Benedetti et al. (2009) mencionam que esses sintomas são provocados possivelmente pelo acúmulo de putrescina.

Observou-se folhas com coloração verde mais escuro somente na região das nervuras (Figura 5-N) após 30 dias de deficiência de Ca, progredindo para manchas amareladas ou verde bastante claro, que se intensificaram em toda a folha, principalmente nas novas e ainda, clorose

nas folhas velhas (Figura 5-O). Algumas folhas novas e velhas também apresentaram enrugamento bastante acentuado (Figura 5-P), que também foi observado por Barroso et al. (2005), Sarcinelli et al. (2004) e Silveira et al. (2002).

Após 30 dias de deficiência de Mg, as folhas velhas apresentaram limbo verde claro, evoluindo para tom mais amarelado e, posteriormente, amarelecimento total (Figura 6-Q), assim como relatado por Manica (1999). Além disso, observou-se enrugamento nas folhas velhas, novas inserções com folhas mal formadas (Figura 6-R) ou com ápice queimado (Figura 6-S) e algumas folhas com bordas necrosadas.

As mudas de cumbaru submetidas à omissão de S apresentaram após 60 dias, folhas novas e velhas com coloração verde mais claro e, posteriormente, manchas amareladas. Sintomas também observados por Veloso e Muraoka (1993) e Marques et al. (2004). Além disso, algumas folhas velhas enrugaram (Figura 7-T) ou apresentaram bordas necrosadas (Figura 7-U), sendo que, as mudas também apresentaram novas inserções foliares mal formadas (Figuras 7-V e 7-X).

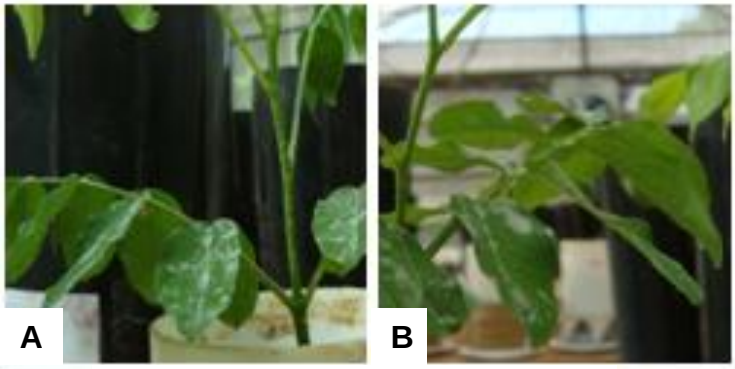

Figura 1 – Tratamento completo

Figura 2 - Sintomas de deficiências de N em cumbaru

Figura 3 - Sintomas de deficiências de P em cumbaru

Figura 4 - Sintomas de deficiências de K em cumbaru

Figura 5 - Sintomas de deficiências de Ca em cumbaru

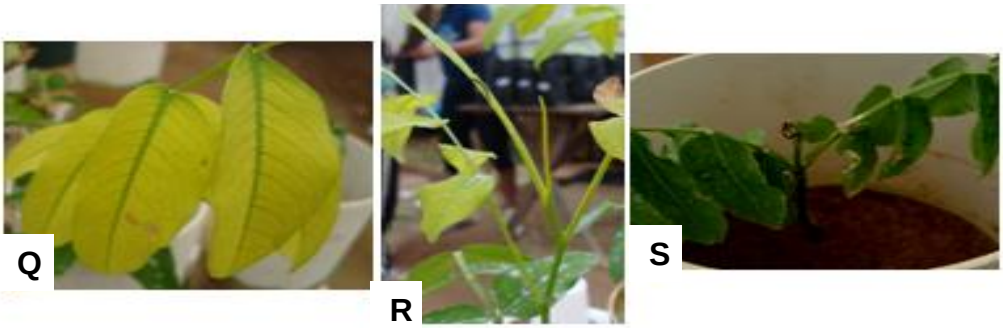

Figura 6 - Sintomas de deficiências de Mg em cumbaru

Figura 7 - Sintomas de deficiências de S em cumbaru

4.1.3 Concentrações de macronutrientes

Os valores médios das concentrações de macronutrientes nas partes aérea e radicular das mudas de cumbaru estão na Tabela 2.

A maior concentração de N se deu na parte aérea das mudas, o que evidencia sua fácil mobilidade. Sendo que, a menor concentração de N na parte aérea foi observada no tratamento -P. Duboc et al. (1996) também verificaram diminuição da absorção de N pelas mudas de

copaíba ao omitir P. Ao omitir o Mg, houve aumento da concentração de N nas partes aérea e radicular. Sendo que, na parte radicular também houve aumento da concentração de N nos tratamentos de -K, -P, -Ca e -S, em relação ao tratamento completo e redução nos tratamentos completo e -N. Barroso et al. (2005) verificaram redução do teor de N no sistema radicular em mudas de teca com -N.

Tabela 2 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM $g.kg^{-1}$, NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE *Dipteryx alata* SUBMETIDAS À OMISSÃO DE NUTRIENTES

Trat.	**Concentração parte aérea ($g.kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	20,44 ab	8,34 a	6,00 b	4,67 ab	5,00 a	1,03 a
-N	15,96 ab	8,89 a	7,00 a	4,17 abcd	2,50 b	0,90 a
-P	15,12 b	5,00 b	5,83 b	4,03 bcd	5,00 a	0,74 a
-K	20,16 ab	8,50 a	5,00 c	4,90 a	2,00 b	1,26 a
-Ca	19,97 ab	8,13 a	5,83 b	3,83 cd	3,00 ab	0,80 a
-Mg	25,57 a	8,33 a	7,00 a	3,47 d	1,50 b	0,79 a
-S	20,53 ab	7,49 ab	5,67 bc	4,57 abc	3,00 ab	0,75 a
CV (%)	**17,92**	**11,80**	**4,42**	**6,97**	**27,55**	**29,89**

Trat.	**Concentração parte radicular ($g.kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	13,07 b	6,53 b	4,00 bc	4,80 a	3,00 b	1,12 a
-N	12,79 b	7,10 b	4,33 ab	4,57 a	5,50 a	0,78 a
-P	16,80 ab	6,10 b	3,67 cd	4,67 a	3,00 b	0,70 a
-K	19,97 a	5,50 b	3,50 d	4,67 a	2,00 b	1,13 a
-Ca	15,12 ab	10,08 a	4,50 a	4,73 a	3,00 b	1,12 a
-Mg	19,79 a	9,48 a	4,50 a	4,77 a	2,50 b	0,53 a
-S	15,31 ab	9,21 a	4,00 bc	4,73 a	2,00 b	1,01 a
CV (%)	**11,76**	**8,82**	**3,78**	**1,80**	**28,87**	**25,72**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A concentração de P foi significativamente reduzida pela omissão de P na parte aérea das plantas; sendo que, a omissão de S também diminuiu a concentração desse nutriente se comparado com o tratamento completo. No entanto, os tratamentos completo, -N, -K, -Ca e -Mg causaram o aumento do teor de P. Na parte radicular, observou-se

aumento da concentração de P com -Ca, -Mg e -S e redução nos tratamentos completo, -N, -P e -K.

As maiores concentrações de K foram encontradas na parte aérea das mudas de cumbaru. Observou-se redução da concentração de K durante sua omissão e aumento da concentração nas omissões de N e Mg. Na parte radicular houve aumento de K ao omitir N, Ca e Mg e redução nas omissões de P e K. De acordo com Mendonça et al. (1999), existe antagonismo entre Ca, Mg e K, em que o aumento na concentração de um destes elementos implica na diminuição da absorção dos outros.

Houve aumento da concentração de Ca ao omitir K na parte aérea. Isso acontece, de acordo com Malavolta (1980), porque a absorção de Ca^{+2} pode ser diminuída mediante o alto conteúdo de K^{+}, Mg^{+} e NH_4^{+} no meio. No entanto, nas omissões de N, P, Ca, Mg e S, houve redução da concentração de Ca, em relação ao tratamento completo. Na parte radicular não houve diferença na concentração de Ca.

Ao omitir P, observou-se concentração de Mg significativamente igual a do tratamento completo. Nas omissões de N, K e Mg houve redução do teor de Mg. Na parte radicular houve maior absorção de Mg na omissão de N. Nos outros tratamentos a concentração foi significativamente igual

4.2 CEREJEIRA

4.2.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de cerejeira

As médias de altura, diâmetro de colo, produção de massa seca nas partes aérea e radicular e índice de qualidade de Dickson em mudas de cerejeira submetidas a diferentes soluções nutritivas estão apresentados na Tabela 3.

Não houve significância nos crescimentos em altura e diâmetro. Isso porque o substrato utilizado na germinação pode ter fornecido os nutrientes que a planta necessitava, ou ainda, a solução

completa aplicada na fase de adaptação das mudas para os tratamentos com omissão de nutrientes. Já para a produção de massa seca e índice de qualidade de Dickson houve significância entre os tratamentos.

TABELA 3 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Amburana acreana* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Trat.	**Biometria**				
	Altura (cm)	**Diâmetro (mm)**	**MSPA (g)**	**MSPR (g)**	**IQD**
Completa	41,67 a	3,13 a	2,46 ab	1,79 ab	0,31 ab
-N	35,67 a	3,29 a	1,71 bcd	1,89 ab	0,28 b
-P	29,33 a	2,34 a	0,83 d	0,17 c	0,05 c
-K	38,33 a	3,06 a	2,25 abc	1,43 b	0,22 b
-Ca	43,00 a	3,39 a	2,52 ab	2,65 a	0,39 a
-Mg	44,33 a	3,10 a	3,20 a	1,97 ab	0,30 ab
-S	32,67 a	2,55 a	1,27 cd	0,37 c	0,10 c
CV(%)	**25,08**	**25,02**	**18,45**	**24,27**	**14,90**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Com a omissão de N, as mudas de cerejeira cresceram 6,0 cm em três meses, resultando no menor crescimento em altura (85,60%), comparado ao tratamento completo. Com relação ao diâmetro, o crescimento foi de 0,8066 mm em três meses. De acordo com Rajj (1991), a redução no crescimento ocorre porque o N participa da reação da síntese protéica. Além disso, a omissão de N limitou significativamente a produção de massa seca na parte aérea das mudas com redução de 30,49% em relação ao tratamento completo. Na parte radicular, a produção de massa seca foi igual ao do tratamento completo. Com relação ao IQD, esse tratamento proporcionou diminuição da qualidade, se comparado com o tratamento completo.

O crescimento em altura das mudas submetidas à -P foi de 70,39% e em diâmetro, de 74,76%. Malavolta et al. (1997) mencionam que, um dos efeitos mais marcantes da deficiência de P é a acentuada redução no crescimento como um todo. Esse menor crescimento teve

como conseqüência a menor produção de massa seca na parte aérea das mudas de cerejeira (33,74%) e uma das menores na parte radicular (9,50%), comparado com o tratamento completo. Nesse tratamento, observou-se ainda, um dos menores índices de qualidade de Dickson, influenciado pelo pouco crescimento das mudas.

Quando submetidas ao tratamento com omissão de K, as mudas de cerejeira tiveram crescimento em altura de seis cm em três meses e de 0,41 mm em diâmetro. Sendo que, em percentagem, o crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro foi próximo ao do tratamento completo, 91,99% e, 97,86%, respectivamente. A produção de massa seca na parte aérea foi pouco limitada pela omissão de K (91,46%). Porém, na parte radicular, essa produção foi menor (79,89%), comparada com o tratamento completo. A omissão de K proporcionou ainda, redução do IQD.

Na ausência de Ca, o crescimento em altura e diâmetro das mudas não foi reduzido. Resultados parecidos foram encontrados por Venturin et al. (2000), onde o Ca teve pouca ou nenhuma influência no crescimento de candiúva. Como conseqüência, não houve limitação na produção de massa seca. Sendo assim, nesse tratamento obteve-se a maior média no índice de Dickson.

O crescimento em altura das mudas não foi reduzido pela omissão de Mg, bem como a produção de massa seca. Porém, no diâmetro houve pequena redução. Esses resultados são semelhantes aos observados por Venturin et al. (2000), em que o Mg teve pouca ou nenhuma influência no crescimento de candiúva. Wallau et al. (2008) também não observaram redução na produção de massa seca total com a omissão de Mg em mudas de mogno. Nesse tratamento, o IQD foi significativamente igual a do tratamento completo.

Na omissão de S, o crescimento em altura foi de 5,67 cm e de 0,72 mm em diâmetro de colo. Sendo que, em relação ao tratamento completo, o crescimento médio em altura foi de 78,40% e o do diâmetro, de 81,47%, ou seja, esse tratamento foi, juntamente com o -P, o que mais reduziu o crescimento em altura e diâmetro das mudas. A produção de

massa seca foi significativamente limitada, sendo uma das menores tanto na parte aérea quanto na radicular, 51,63% e 20,67%, respectivamente. Esse tratamento, juntamente ao -P proporcionou um dos menores índices de qualidade de Dickson, provavelmente pela pouca produção de massa seca nas partes aérea e radicular.

Portanto, o crescimento em altura foi reduzido na seguinte ordem: P>S>N>K>Completa>Ca>Mg. O diâmetro de colo: P>S>K>Mg>Completa>N>Ca. A produção de massa seca na parte aérea: P>S>N>K>Completa>Ca>Mg e na parte radicular: P>S>K>Completa>N>Mg>Ca.

4.2.2 Sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes

Ao omitir N, após 60 dias, as folhas novas e velhas apresentaram coloração verde claro ou amarelada (Figura 9-B1), progredindo para amarelecimento total das folhas novas (Figura 9-C1) e, posteriormente, perda total da coloração. Algumas folhas velhas e novas necrosaram, caindo após 90 dias. Segundo Malézieux e Bartholomew (2003) quando o N está deficiente, as folhas são verde-amareladas a amarelas. Essa coloração clara, segundo Simões e Couto (1973) acontece porque o N está presente em vários compostos que são de grande importância fisiológica no metabolismo, tais como a clorofila. As mudas de cerejeira apresentaram ainda, leve tortuosidade do caule e algumas folhas novas enrugadas nas bordas (Figura 9-D1).

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 (Figura 10-E1), progrediram para um amarelecimento acentuado e, após 90 dias, se tornaram totalmente esbranquiçadas (Figura 10-F1). Outro sintoma observado foi o enrugamento nas bordas de folhas novas e velhas (Figura 10-G1). Esses sintomas são semelhantes aos observados por Barroso et al. (2005) em mudas de teca.

Na omissão de K foram observados pequenos pontos com coloração verde claro em folhas velhas após 60 dias (Figuras 11-H1 e 11-I1). Após 90 dias, essas folhas tornaram-se totalmente esbranquiçadas ou somente com as nervuras ainda esverdeadas (Figura 11-J1), sendo que, algumas apresentaram aspecto enrugado (Figura 11-L1), atrofiando posteriormente (aspecto retorcido). Mendonça et al. (1999) também observaram enrugamento das folhas de aroeira na omissão de K.

Após 60 dias, as mudas submetidas à omissão de Ca apresentaram folhas novas e velhas com manchas de coloração verde claro (Figura 12-M1), porém, com coloração normal na região das nervuras, tornando-se, posteriormente, bastante claras (Figura 12-N1) 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).

Observou-se na omissão de Mg, folhas velhas com pontos de coloração verde-amarelado começando pelas bordas após 60 dias (Figura 13-O1) que atingiram, posteriormente, todo o limbo, fazendo com que ficassem totalmente amareladas (Figura 13-P1). Sintomas condizentes com os observados por Ramos (2006). As folhas velhas apresentaram ainda, bordas com aspecto ondulado (Figura 13-Q1).

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 14-R1 e 14-S1). 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 14-T1).

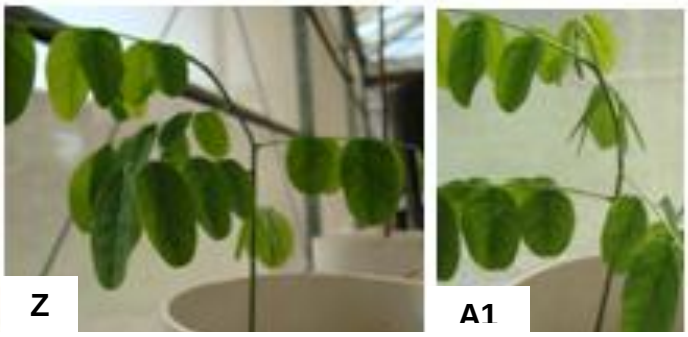

Figura 8 – Tratamento completo

Figura 9 - Sintomas de deficiências de N em cerejeira

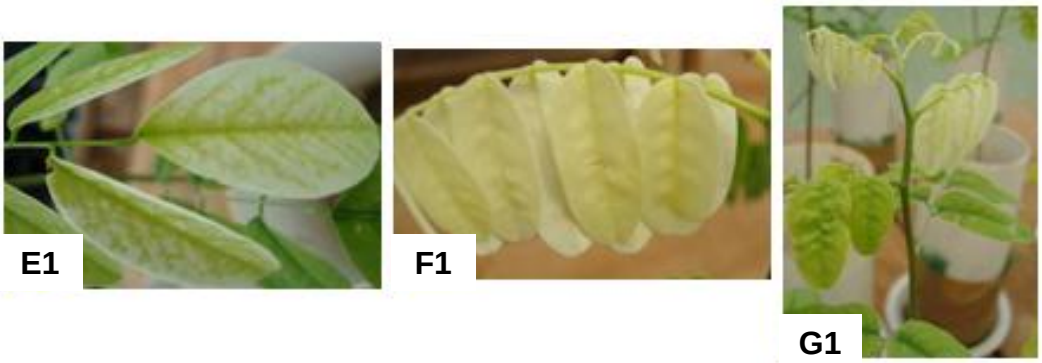

Figura 10 - Sintomas de deficiências de P em cerejeira

Figura 11 - Sintomas de deficiências de K em cerejeira

Figura 12 - Sintomas de deficiências de Ca em cerejeira

Figura 13 - Sintomas de deficiências de Mg em cerejeira

Figura 14 - Sintomas de deficiências de S em cerejeira

4.2.3 Concentração de macronutrientes

As concentrações de macronutrientes nas partes aérea e radicular das mudas de cerejeira encontram-se na Tabela 4.

As maiores concentrações de N foram na parte aérea das mudas devido a sua fácil mobilidade. Na parte aérea, comparando com o tratamento completo, verificou-se que as omissões de P, K e S provocaram aumento da concentração de N e as omissões de N e Ca reduziram. Dell et al. (1995) sugeriram para *E. grandis* x *E. urophylla*, concentrações numa faixa de 18 a 29 $g.kg^{-1}$, assim, somente os

tratamentos -P e -S promoveram níveis favoráveis de N na planta. Na parte radicular, a omissão de P provocou aumento na concentração de N. Para os outros tratamentos, a concentração de N foi igual.

TABELA 4 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM $g.kg^{-1}$ NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE *Amburana acreana* SUBMETIDAS À OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Trat.	**Concentração na parte aérea ($g.kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	15,59 c	6,45 ab	7,00 b	4,78 a	3,00 b	0,44 bc
-N	11,29 d	5,78 bc	6,50 c	4,70 ab	3,50 ab	0,48 b
-P	21,93 a	5,74 c	7,83 a	4,43 abc	4,00 ab	0,86 a
-K	17,83 bc	4,65 d	6,50 c	4,37 abc	6,50 a	0,25 d
-Ca	9,89 d	6,98 a	6,50 c	4,37 abc	4,00 ab	0,28 cd
-Mg	15,49 c	5,35 c	6,33 c	4,23 bc	3,00 b	0,78 a
-S	21,19 ab	5,42 c	7,50 a	4,17 c	4,50 ab	0,40 bcd
CV (%)	**7,78**	**4,28**	**2,24**	**4,00**	**28,99**	**13,23**

Trat.	**Concentração na parte radicular ($g.kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	8,49 b	4,35 ab	4,67 b	4,73 a	7,00 ab	1,54 a
-N	5,41 b	4,15 b	4,33 b	4,10 bc	11,50 a	0,44 b
-P	14,84 a	4,45 ab	5,67 a	4,40 ab	3,75 b	0,10 b
-K	7,93 b	4,12 b	4,33 b	4,47 ab	6,50 b	0,42 b
-Ca	5,23 b	4,77 a	4,33 b	4,40 ab	6,50 b	0,27 b
-Mg	8,59 b	4,60 a	4,33 b	3,87 c	7,00 ab	0,49 b
-S	9,33 b	4,75 a	4,83 ab	4,40 ab	4,00 b	0,45 b
CV (%)	**23**	**3,61**	**7,43**	**3,47**	**27,47**	**28,17**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Observou-se as maiores concentrações de P na parte aérea, onde a omissão de Ca aumentou a concentração de P, comparado com o tratamento completo. Dell et al. (1995) sugeriram para *E. grandis* x *E. urophylla* concentração de P numa faixa de 2 a 6 $g.kg^{-1}$, assim, os tratamentos completo e -Ca, apresentaram concentrações acima do ideal. As omissões de P, K, Mg e S provocaram as maiores reduções na concentração de P. Na parte radicular, as omissões de Ca, Mg e S

provocaram aumento da concentração de P e as omissões de N e K, redução.

As menores concentrações de K foram encontradas na parte radicular das mudas de cerejeira. Sendo que, as omissões de P e S provocaram aumento no teor de K, tanto na parte aérea quanto na radicular. Na parte aérea, as omissões de N, K, Ca e Mg, reduziram a concentração de K. Na parte radicular, ao omitir K, a concentração de K foi igual a do tratamento completo.

Com relação ao Ca, as maiores concentrações foram observadas em mudas do tratamento completo, tanto na parte aérea, quanto na radicular. Sendo que, na parte aérea, as omissões de Mg e S provocaram redução na concentração de Ca. Na parte radicular, nas omissões de P, K, Ca e S, a concentração de Ca foi considerada igual e nas omissões de N e Mg, observou-se redução. A concentração de Ca, de acordo com Dell et al. (1995), deve estar entre 2,1 e 7,5 $g.kg^{-1}$. Portanto, todos os tratamentos nesse experimento apresentaram concentrações dentro da faixa ideal.

Observou-se as maiores concentrações de Mg na parte radicular. Na parte aérea, a concentração de Mg foi considerada igual nos tratamentos com solução completa e -Mg e maior na omissão de K. Houve aumento também ao omitir N, P, Ca e S, em comparação com o tratamento completo. De acordo com Malavolta et al. (1997), a ausência de K aumenta a absorção de Mg pelas plantas, pois eles competem pelo mesmo sítio do carregador na absorção. A omissão de N provocou aumento da concentração de Mg na parte radicular das mudas. Já nas omissões de P, K, Ca e S verificou-se significativa redução.

As omissões de P e Mg promoveram aumento significativo da concentração de S na parte aérea de mudas, Silva et al. (2005) também observaram grandes teores de S na parte aérea do umbuzeiro no tratamento -P. Já as omissões de K, Ca e S, provocaram as maiores reduções na concentração de S. Na parte radicular, o tratamento com solução completa foi significativamente superior aos demais.

4.3 IPÊ AMARELO

4.3.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de ipê amarelo

O crescimento em altura, diâmetro de colo, produção de massa seca nas partes aérea e radicular e o índice de qualidade de Dickson em mudas de ipê amarelo submetidas a diferentes soluções nutritivas estão apresentados na Tabela 5.

As variáveis avaliadas diferiram significativamente mesmo utilizando-se substrato orgânico para a germinação da espécie e tendo as mudas, passado pelo processo de adaptação recebendo solução completa.

TABELA 5 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA SECA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Tabebuia ochracea* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Trat.	**Biometria**				
	Altura (cm)	**Diâmetro (mm)**	**MSPA (g)**	**MSPR (g)**	**IQD**
Completa	66,34 ab	4,36 ab	5,92 b	4,15 b	0,59 b
-N	55,67 ab	4,33 ab	4,64 b	3,44 b	0,58 b
-P	49,67 b	3,52 b	5,18 b	4,31 b	0,63 b
-K	68,67 ab	3,92 ab	9,04 a	3,72 b	0,64 b
-Ca	50,67 ab	4,18 ab	4,29 b	4,48 ab	0,72 b
-Mg	72,34 a	4,63 ab	8,95 a	4,01 b	0,73 b
-S	66,00 ab	5,15 a	9,86 a	5,66 a	1,09 a
CV(%)	**18,57**	**12,31**	**11,69**	**9,94**	**16,24**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre pelo teste Tukey a 5%.

A omissão de N reduziu o crescimento em altura em 16,08% em relação ao tratamento completo, porém, com média significativamente igual. Isso também ocorreu no crescimento em diâmetro, com redução de 0,69%. Com relação à produção de massa seca, apesar da média igual a do tratamento completo, a redução foi de 21,62% na massa seca da parte

aérea e de 17,11% na parte radicular. Em Souza et al. (2006) as mudas de ipê roxo apresentaram menor produção de massa seca da parte aérea na omissão de N, o que não ocorreu nesse caso. As mudas produzidas em omissão de N apresentaram ainda, IQD semelhante ao do tratamento completo.

A deficiência de P foi a que mais limitou o crescimento em altura e diâmetro de colo nas mudas de ipê amarelo. Resultados parecidos foram encontrados por Souza et al. (2006) ao verificarem que para mudas de ipê-roxo, o P, juntamente ao N devem ser prioritários para a fertilização da espécie. Em Silva et al. (2005), Duboc et al. (1996) e Simões e Couto (1973), o desenvolvimento das espécies também foi limitado pela omissão de P. Com relação à massa seca, a redução na parte aérea foi de 12,5%, na parte radicular a produção foi maior que no tratamento completo. Rocha Filho et al. (1978), Marques et al. (2004) e Prado e Vidal (2008) também verificaram redução na produção de biomassa de mudas sob omissão de P. O IQD foi significativamente igual ao dos tratamentos completo, -N, -K, -Ca e -Mg.

A omissão de K não limitou o crescimento em altura. Dessa forma, também não reduziu a produção de massa seca da parte aérea, cuja média foi superior a do tratamento completo. O diâmetro de colo foi reduzido em 10,09%, porém com média significativamente igual a do tratamento completo, semelhante ao que ocorreu com a massa seca na parte radicular, cuja produção foi reduzida em 10,36%. As mudas submetidas à omissão de K tiveram ainda, a qualidade comprometida, semelhante às dos tratamentos completo, -N, -P, -Ca e -Mg.

O crescimento em altura foi reduzido pela omissão de Ca (23,62%), porém significativamente igual ao tratamento completo; no caso do diâmetro, a redução foi de 4,13%. Dessa forma, a produção de massa seca na parte aérea também foi reduzida em 27,53%, mas com a mesma significância do tratamento completo. Na parte radicular não houve redução. Souza et al. (2006) também observaram crescimento em altura igual a do tratamento completo e pouca limitação no diâmetro das mudas de ipê em ausência de Ca. De acordo com o IQD as mudas submetidas

nesse tratamento tiveram a qualidade comprometida semelhante ao que ocorreu nos tratamentos completo, -N, -P, -K e -Mg.

O tratamento -Mg não reduziu o crescimento das mudas. Por isso, em relação à produção de massa seca na parte aérea observou-se média significativamente superior à do tratamento completo. Já na parte radicular foi significativamente igual a do tratamento completo. Nesse tratamento, as mudas tiveram a qualidade reduzida, semelhante ao que ocorreu nos tratamentos completo, -N, -P, -K e -Ca.

O crescimento em altura não foi reduzido pela omissão de S (redução de 0,51% em relação ao tratamento completo), assim como o diâmetro. Dessa forma, a produção de massa seca foi significativamente superior à do tratamento completo. Através do IQD também verificou-se que a omissão de S não limitou a qualidade das mudas de ipê amarelo.

Portanto, o crescimento em altura foi reduzido na seguinte ordem: P>Ca>N>S>Completa>K>Mg. O diâmetro: Completa>N>P>Ca>Mg>K>S. A produção de massa seca na parte aérea: N>Ca>P>Completa>Mg>K>S e na parte radicular: N>K>Mg>Completa>P>Ca>S.

4.3.2 Sintomatologia visual das deficiências de macronutrientes

Em omissão de N, os primeiros sintomas foram observados após 30 dias com o aparecimento de manchas amareladas por todo o limbo foliar (Figura 16-Z1). Essas manchas progrediram, tornando as folhas velhas completamente amareladas, originando também, clorose nas bordas das folhas. Após 90 dias essas folhas necrosaram e caíram (Figura 16-A2). Além disso, observou-se leve enrugamento nas folhas velhas (Figura 16-B2). De acordo com Marschner (1995), os sintomas de deficiências de N estão mais relacionados com a síntese de clorofila. A coloração amarelada está associada à menor produção de clorofila e com modificações na forma dos cloroplastos (MALAVOLTA et al. 1997).

Os sintomas de deficiência de P iniciaram aos 30 dias com o aparecimento de manchas verde claro ou amareladas nas folhas mais velhas (Figura 17-C2), progredindo para todo, após um tempo essas folhas secaram e caíram (Figura 17-D2). Além disso, algumas dessas folhas apresentaram clorose e enrugamento nas bordas (Figura 17-E2). Em algumas mudas observou-se ponteira morta, o que provocou bifurcações (Figura 17-F2). Barroso et al. (2005) também observaram, em mudas de teca, enrugamento nas extremidades das folhas mais velhas e clorose leve, na omissão de P.

Na omissão de K, as folhas velhas apresentaram manchas amareladas por todo o limbo (Figura 18-G2) após 30 dias e após 90 dias, secaram e caíram. Sintomas também observados em Rodrigues Filho et al. (1988) e Batista et al. (2003). Nesse tratamento, as mudas também apresentaram ponteira morta e consequente bifurcação (Figura 18-H2).

Os sintomas de deficiência de Ca apareceram após 30 dias, com folhas novas e velhas com manchas amareladas (Figura 19-I2), que se tornaram totalmente amareladas com posterior queda. Algumas folhas apresentaram ainda, a ponta enrugada. Segundo Manica (1999), nas plantas com deficiência de Ca, as folhas adquirem cor verde pálida, com pontuações amareladas, e as folhas novas secam, no caso de deficiência acentuada. Aos 60 dias as ponteiras das mudas secaram o que causou bifurcações (Figura 19-J2). Segundo Magalhães (1988), devido à baixa translocação do Ca na planta, os sintomas de deficiências ocorrem nos pontos de crescimento da parte aérea e da raiz, sendo as regiões de maior expansão celular as mais afetadas.

Algumas folhas velhas se tornaram amareladas e caíram com 30 dias (Figuras 20-L2 E 20-M2) quando em deficiência de Mg. Outras apresentaram apenas manchas verde claro, o que pode ter ocorrido porque uma das funções de Mg é compor a molécula da clorofila. Sua falta prejudica a síntese da mesma, causando distúrbios na coloração das folhas. Observou-se também, enrugamento nas bordas de algumas folhas velhas (Figura 20-N2) e, ponteira morta com conseqüente bifurcação (Figura 20-O2).

Após 30 dias, a omissão de S provocou folhas novas e velhas com pequenos pontos com manchas amareladas (Figura 21-P2) ou coloração verde mais claro, e posteriormente, totalmente amareladas (Figura 21-Q2) e caíram. Além disso, as mudas apresentaram ponteira morta e consequente bifurcação (Figura 21-R2).

Figura 15 – Tratamento completo

Figura 16 - Sintomas de deficiências de N em ipê amarelo

Figura 17 - Sintomas de deficiências de P em ipê amarelo

Figura 18 - Sintomas de deficiências de K em ipê amarelo

Figura 19 - Sintomas de deficiências de Ca em ipê amarelo

Figura 20 - Sintomas de deficiências de Mg em ipê amarelo

Figura 21 - Sintomas de deficiências de S em ipê amarelo

4.3.3 Concentrações de macronutrientes

As concentrações de macronutrientes nas partes aérea e radicular de mudas de ipê amarelo podem ser observadas na Tabela 6. Podendo-se observar que as mudas submetidas ao tratamento completo obtiveram as maiores concentrações nos casos de P e Mg, na parte aérea, na parte radicular não houve diferença.

TABELA 6 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES EM $g.kg^{-1}$, NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE *Tabebuia ochracea* SUBMETIDAS À OMISSÕES DE NUTRIENTES

Trat.	**Concentração parte aérea ($g.kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	20,55 ab	19,82 a	7,92 ab	5,03 a	4,50 a	2,98 bc
-N	13,25 c	8,16 b	8,58 ab	5,17 a	2,50 ab	3,71 ab
-P	21,84 ab	8,51 b	7,50 ab	5,07 a	4,50 a	4,81 a
-K	22,96 a	6,73 b	6,83 b	5,20 a	2,00 b	1,20 de
-Ca	16,71 bc	11,78 b	8,67 ab	5,27 a	3,00 ab	1,52 cde
-Mg	17,55 bc	6,05 b	9,50 a	5,23 a	1,50 b	0,52 e
-S	16,99 bc	12,88 ab	8,58 ab	5,20 a	2,50 ab	2,32 bcd
CV (%)	**10,32**	**26,23**	**10,69**	**1,89**	**27,38**	**21,85**

Trat.	**Concentração parte radicular ($g.kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	9,33 abc	5,21 a	6,75 a	5,23 a	3,00 a	2,07 ab
-N	7,08 c	6,63 a	7,17 a	5,13 a	3,50 a	2,59 a
-P	12,23 ab	4,93 a	6,33 a	5,13 a	3,00 a	2,22 ab
-K	13,44 a	4,74 a	5,83 a	5,17 a	2,00 a	0,91 b
-Ca	8,68 bc	6,35 a	6,75 a	5,27 a	3,50 a	1,84 ab
-Mg	11,11 abc	4,73 a	6,42 a	5,20 a	2,50 a	1,57 ab
-S	11,76 ab	5,72 a	6,33 a	5,27 a	2,00 a	1,60 ab
CV (%)	**14,16**	**14,89**	**10,43**	**1,61**	**26,27**	**26,42**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os maiores teores de N foram encontrados na parte aérea das mudas, segundo Epstein (1975) devido a sua fácil mobilidade. Sendo que, na omissão de K, observou-se aumento significativo da concentração

de N tanto na parte aérea quanto na radicular. Souza et al. (2006), testando adubação mineral em ipê-roxo, atribuiu o aumento da concentração de N na omissão de P ao efeito de concentração, pois a produção de matéria seca deste foi muito baixa. Além disso, houve redução na concentração de N ao omitir N, Ca, Mg e S. Na parte radicular, o tratamento -N também foi o que mais reduziu a concentração de N. Verificando-se redução também ao omitir Ca, comparado com o tratamento completo.

Com relação ao P, os maiores teores foram encontrados na parte aérea das mudas. As maiores concentrações de P na parte aérea foram obtidas no tratamento completo. Já os tratamentos -N, -P, -K, -Ca e -Mg resultaram em médias significativamente inferiores. Na parte radicular, não houve diferença.

Observou-se maiores concentrações de K na parte aérea das mudas, que, como nos casos de N e P, pode evidenciar a mobilidade do elemento na planta. Ao analisar a parte aérea verificou-se que houve aumento na concentração de K quando o Mg foi omitido. Resultados semelhantes ocorreram em Souza et al. (2006). Segundo Mendonça et al. (1999) isso ocorreu porque existe antagonismo entre Ca, Mg e K, e o aumento na concentração de um destes elementos implica na diminuição da absorção dos outros. A maior redução da concentração de K foi observada em -K. Os tratamentos com omissão de -N, -P, -Ca e -S não diferiram do tratamento completo. Na parte radicular, não foi observada diferença.

Na concentração de Ca, não foi observada diferença significativa da entre os tratamentos, tanto na parte aérea quanto na parte radicular. Tendo sido as concentrações na parte radicular brevemente superiores aos da parte aérea.

A concentração de Mg foi superior nos tratamentos completo e -P, na parte aérea. Nas omissões de N, Ca e S, a concentração foi considerada igual. Porém, as omissões de K e Mg foram as que mais reduziram as concentrações de Mg. Na parte radicular, não foi observada diferença.

As maiores concentrações de S na parte aérea foram observadas nas omissões de N e P. Já as omissões de K, Ca, Mg e S foram as que mais reduziram a concentração de S. Na parte radicular, as maiores concentrações de S foram observadas na omissão de N; nos tratamentos completo, -P, -Ca, -Mg e -S não houve diferença. A menor concentração foi observada na omissão de K.

4.4 AROEIRA

4.4.1 Biometria, massa seca e IQD de mudas de aroeira

O crescimento em altura, diâmetro de colo, produção de massa seca aérea e radicular e o índice de qualidade de Dickson em mudas de aroeira submetidas a diferentes soluções nutritivas estão apresentados na Tabela 7. Podendo-se observar que não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis altura e diâmetro de colo, o que provavelmente ocorreu porque o substrato orgânico utilizado para a germinação dessa espécie forneceu todos os macronutrientes que a mesma necessitou. Além disso, as mudas foram submetidas à aplicação de solução completa durante o período de adaptação. Porém, na produção de massa seca e índice de qualidade de Dickson observou-se significância entre os tratamentos.

Apesar de não significante, o crescimento em altura das mudas submetidas à omissão de N foi bastante reduzido (37%). Já no diâmetro a redução de 44,72%. Portanto, a ausência de N, em termos percentuais foi uma das que mais limitaram o crescimento das mudas de aroeira. Mendonça et al. (1999) estudando aroeira verificaram que o N limitou o crescimento das plantas, tanto em altura quanto em diâmetro de colo. Isso acontece segundo Marschner (1995), porque a deficiência em N reduz a divisão e expansão celular. Desse modo, o crescimento não ocorre. Essa redução em altura e diâmetro de colo nas mudas sob omissão de N teve como conseqüência a pouca produção de massa seca

tanto na parte aérea quanto na radicular, sendo a omissão que mais limitou a produção de massa. Isso porque, segundo Epstein (1975), a ausência do N nas plantas provoca alterações no metabolismo, com conseqüentes prejuízos na produtividade. De acordo com o IQD, essa foi a omissão que mais limitou a qualidade das mudas de aroeira, provavelmente devido a pouca produção de massa seca.

TABELA 7 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA SECA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Myracrodruon urundeuva* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Trat.	**Biometria**				
	Altura (cm)	**Diâmetro (mm)**	**MSPA (g)**	**MSPR (g)**	**IQD**
Completa	33,33 a	4,07 a	0,89 cd	4,21 b	0,69 abc
-N	21,00 a	2,25 a	0,71 d	3,06 b	0,42 c
-P	37,67 a	3,08 a	3,22 a	4,85 b	0,65 abc
-K	28,67 a	2,98 a	1,90 abcd	4,74 b	0,91 a
-Ca	30,00 a	2,25 a	1,73 bcd	3,41 b	0,64 abc
-Mg	34,67 a	3,07 a	2,24 abc	4,39 b	0,56 bc
-S	39,00 a	3,10 a	2,88 ab	7,86 a	0,84 ab
CV(%)	**29,75**	**24,67**	**26,23**	**14,25**	**16,38**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

O crescimento em altura das mudas de aroeira não foi reduzido pela omissão de P. Já o diâmetro de colo teve redução de 24,32%. Em comparação com o tratamento completo, o tratamento -P não reduziu a produção de massa seca das mudas de aroeira. Sgarbi et al. (1999) também verificaram que a ausência de P não reduziu a produção de massa das plantas. Porém, Mendonça et al. (1999) observaram que as mudas de aroeira tiveram a produção de massa na parte aérea e na radicular muito limitada pela omissão de P, o que não ocorreu nesse estudo. Assim, a qualidade das mudas foi pouco limitada pela omissão de P. Provavelmente porque as variáveis altura, diâmetro de colo e produção de massa também foram pouco limitadas.

A omissão de K limitou o crescimento em altura das mudas de aroeira em 13,98%. Já no diâmetro, a redução foi de 26,78%. Mendonça et al. (1999) verificaram que K limitou o crescimento das plantas, tanto em altura quanto em diâmetro. Não verificou-se redução significativa da produção de massa seca, se comparado ao tratamento completo. Sendo assim, ao analisar o IQD, observou-se que esse tratamento não comprometeu a qualidade das mudas de aroeira.

Comparado ao tratamento completo, o crescimento em altura das mudas de aroeira foi pouco reduzido pela omissão de Ca (10%). Já o crescimento em diâmetro apresentou redução de 44,72%. Portanto, a omissão de Ca foi uma das que mais limitaram o crescimento em diâmetro de colo das mudas de aroeira (juntamente com a omissão de N). Mendonça et al. (1999) verificaram que Ca foi um dos macronutrientes que mais limitaram o crescimento das mudas de aroeira, tanto em altura quanto em diâmetro de colo. Quando comparado com o tratamento completo, a produção de massa seca na parte aérea não foi limitada pela omissão de Ca, enquanto que na parte radicular houve redução de 19%. De acordo com o IQD, as mudas tiveram a qualidade limitada semelhante às submetidas aos tratamentos completo e -P.

As mudas submetidas ao tratamento -Mg apresentaram crescimento em altura maior que no tratamento completo. Já o diâmetro teve crescimento reduzido em 24,57%. Portanto, a produção de massa seca, tanto na parte aérea quanto na radicular, não foi reduzida pela omissão de Mg, comparado com o tratamento completo. No entanto, nesse tratamento as mudas tiveram a qualidade bastante comprometida, de acordo com o IQD.

A ausência de S não reduziu o crescimento em altura das mudas de aroeira. Já o diâmetro de colo foi limitado em 23,83%, comparado com o tratamento completo. A produção de massa seca, tanto na parte aérea quanto na radicular, não foi reduzida. Prado e Vidal (2008); Rozane et al. (2008) e Marques et al. (2004) também verificaram que a omissão de S não reduziu significativamente o crescimento das plantas.

Quanto à qualidade, nesse tratamento, foi pouco reduzida já que obtiveram adequado crescimento.

Portanto, o crescimento em altura foi reduzido na seguinte ordem: N>K>Ca>Completa>Mg>P>S. O diâmetro: N=Ca>K>Mg>P>S>Completa. A produção de massa seca na parte aérea: N > Completa > Ca > K > Mg > S > P. Na radicular: N > Ca > Completa > Mg > K > P > S.

4.4.2 Sintomatologia visual da deficiência de macronutrientes

A omissão de N provocou, após 30 dias, folhas velhas com manchas em tom amarelado começando pelas bordas (Figura 23-T2) e, posteriormente, pontos cloróticos por todo o limbo (Figura 23-U2). Segundo Marschner (1995), os sintomas de deficiências de N estão mais relacionados com a síntese de clorofila, por isso, houve perda da coloração verde e aparecimento do amarelecimento das folhas. Mendonça et al. (1999) também observaram clorose em folhas de mudas de aroeira submetidas à omissão de N. De acordo com Epstein (1975), a carência de N provoca clorose nas folhas, reduzindo, assim, a sua capacidade fotossintética, bem como o ritmo de crescimento das plantas, podendo até causar a paralisação do crescimento. As mudas apresentaram ainda, razoável paralisação no crescimento (Figura 23-V2) e morte do ápice, o que provocou bifurcação (Figura 23-X2).

Os primeiros sintomas de deficiência de P foram verificados após 60 dias com o aparecimento de manchas em tom amarelado nas folhas velhas (Figura 24-Z2), sendo que, algumas caíram mesmo ainda esverdeadas. Além disso, as mudas apresentaram morte da gema apical, o que provocou bifurcação (Figura 24-A3).

Após 30 dias, as mudas submetidas à omissão de K apresentaram folhas velhas com coloração amarelada começando das bordas para a nervura central (Figura 25-B3) e que se intensificou provocando o aparecimento de regiões necrosadas (Figura 25-C3). Além

disso, verificou-se a morte da gema apical, o que provocou bifurcação da muda (Figura 25-D3).

Os sintomas de deficiência de Ca começaram após 30 dias, com folhas novas com manchas amareladas (Figura 26-E3) e logo após, clorose nas bordas, sintomas que Amaral et al. (1999), Rozane et al. (2008) e Marques et al. (2004) também observaram. Verificando-se ainda, a morte da gema apical com consequente bifurcação (Figura 26-F3).

Em omissão de Mg, os primeiros sintomas foram verificados após 60 dias com o aparecimento de manchas escuras percorrendo as nervuras secundárias (Figura 27-G3) de algumas folhas velhas, o que causou também, necrose do ápice das folhas e encarquilhamento para cima (Figura 27-H3). Além disso, as folhas velhas apresentaram manchas amareladas e algumas, ainda verde, caíra após 90 dias (Figura 27-I3). Observou-se ainda, morte da gema apical (Figura 27-J3).

No caso da omissão de S, os primeiros sintomas foram verificados após 60 dias com o aparecimento de folhas novas com manchas verde mais claro por todo o limbo, que progrediu para alaranjado intenso começando pela nervura central. Essas folhas apresentaram ainda, pontos cloróticos (Figura 28-L3). Algumas folhas mais velhas apresentaram encarquilhamento para baixo (Figura 28-M3), podendo-se observar também, necrose nas bordas das mesmas (Figura 28-N3).

Figura 22 – Tratamento completo

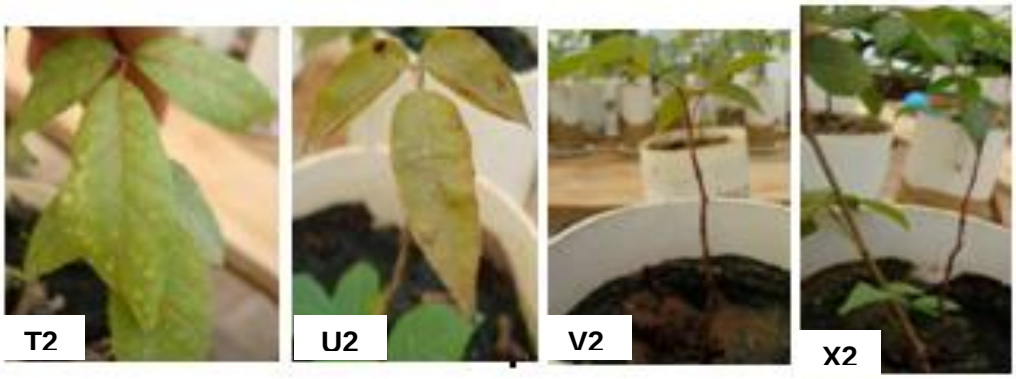

Figura 23 - Sintomas de deficiências de N em aroeira

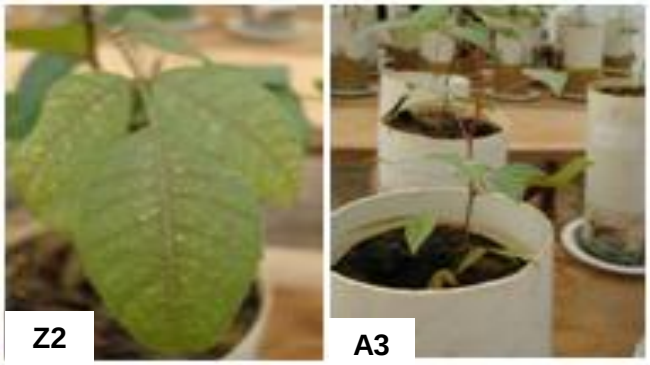

Figura 24 - Sintomas de deficiências de P em aroeira

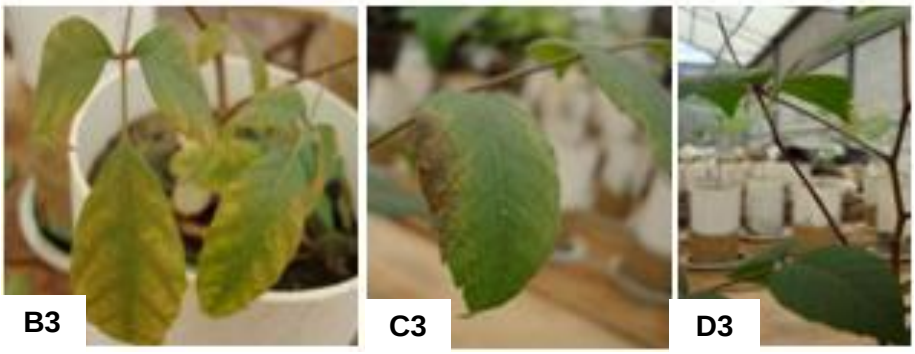

Figura 25 - Sintomas de deficiências de K em aroeira

Figura 26 - Sintomas de deficiências de Ca em aroeira

Figura 27 - Sintomas de deficiências de Mg em aroeira

Figura 28 - Sintomas de deficiências de S em aroeira

4.4.3 Concentrações de macronutrientes

As concentrações de macronutrientes nas partes aérea e radicular de mudas de aroeira estão apresentadas na Tabela 8. Podendo-se observar que, o tratamento completo foi o que obteve, quando analisando a parte aérea, as maiores concentrações de N e, na parte radicular, as maiores concentrações de S.

TABELA 8 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES, EM $g.Kg^{-1}$ NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE *Myracrodruon urundeuva* SUBMETIDAS ÀS OMISSÕES DE NUTRIENTES

Trat.	**Concentração parte aérea ($g.Kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	31,36 a	25,18 a	1,62 b	4,60 a	8,25 ab	0,40 a
-N	13,58 b	24,40 a	2,87 ab	4,60 a	3,75 bc	0,40 a
-P	12,60 b	15,83 a	2,58 ab	4,40 a	8,25 ab	0,23 a
-K	16,52 ab	20,33 a	1,54 b	4,43 a	10,75 a	0,22 a
-Ca	11,76 b	21,07 a	2,92 ab	4,63 a	6,75 ab	0,46 a
-Mg	16,10 ab	20,24 a	3,83 a	4,67 a	6,75 ab	0,31 a
-S	14,56 ab	15,54 a	2,75 ab	4,60 a	1,50 c	0,50 a
CV (%)	**26,54**	**19,06**	**23,34**	**5,68**	**18,41**	**28,69**

Trat.	**Concentração parte radicular ($g.Kg^{-1}$)**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	18,48 a	8,91 a	1,92 ab	4,77 a	6,00 a	0,57 a
-N	13,30 a	7,73 a	2,67 ab	4,77 a	3,75 a	0,36 ab
-P	13,58 a	10,65 a	2,75 a	4,70 a	5,25 a	0,10 c
-K	26,60 a	7,19 a	1,83 b	4,70 a	6,00 a	0,05 c
-Ca	29,40 a	11,09 a	3,25 a	4,37 a	9,00 a	0,10 c
-Mg	22,40 a	11,45 a	3,08 ab	4,70 a	4,50 a	0,19 bc
-S	-	13,62 a	2,67 ab	4,57 a	5,25 a	0,22 bc
CV (%)	**20,95**	**16,98**	**19,49**	**4,00**	**23,41**	**24,69**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os maiores teores de N foram encontrados na parte aérea das mudas de aroeira, onde a concentração diminuiu nas omissões de K, Mg e S. Porém, as maiores reduções foram em -N, -P e -Ca. Na parte radicular não verificou-se diferença entre os tratamentos. Sendo que, para o tratamento -S, devido à inconsistência dos dados, houve necessidade de repetir as análises de concentração de S, dessa forma, o material restante foi insuficiente para a determinação de N.

As maiores concentrações de P foram encontradas na parte aérea da mudas. Porém, não houve diferença de concentração de P tanto na parte aérea quanto na radicular.

Foram encontradas concentrações parecidas de K nas partes aérea e na radicular. Sendo que, na parte aérea, na omissão de Mg, a

concentração de K foi significativamente superior, o que pode ter acontecido em decorrência do antagonismo entre os nutrientes. Nas omissões de N, P, Ca e S, a concentração de K foi considerada igual. Porém nos tratamentos completo e -K houve a maior redução de K. Na parte radicular, as omissões de P e de Ca promoveram aumento na concentração de K, comparando com o tratamento completo. Sendo que, na omissão de K verificou-se sua maior redução.

Não foi observada diferença de concentração de Ca tanto na parte aérea quanto na radicular. Tendo sido as concentrações na parte radicular brevemente superiores às da parte aérea.

As maiores concentrações de Mg na parte aérea foram encontradas em plantas do tratamento com omissão de K, evidenciando o antagonismo existente entre os nutrientes, como mencionado por Mendonça et al. (1999). Houve diminuição da concentração de Mg com a omissão de N. Porém, as menores concentrações de Mg foram verificadas na omissão de S. Nos tratamentos completo, -P, -Ca e -Mg, as médias de concentração foram consideradas iguais. Na parte radicular das mudas não foi observado diferença de concentração de Mg.

Não houve diferença de concentração de S na parte aérea. Na parte radicular, observou-se maior concentração de S quando foi aplicado o tratamento completo. Já nas omissões de P, K e Ca, verificou-se as menores concentrações de S.

4.5 MOGNO AFRICANO

4.5.1 Biometria, massa seca e IQD em mudas de mogno africano

O crescimento em altura, diâmetro de colo, a produção de massa seca nas partes aérea e radicular e o índice de qualidade de Dickson em mudas de mogno africano submetidas à omissão de macronutrientes estão apresentados na Tabela 9. Onde pode ser observado que não houve diferença significativa para o crescimento em

altura e massa seca na parte radicular. O que provavelmente ocorreu porque as mudas passaram por processo de adaptação com solução completa, conseguindo, dessa forma, a quantidade de nutrientes necessária.

TABELA 9 – ALTURA, DIÂMETRO DE COLO, PRODUÇÃO DE MASSA SECA NAS PARTES AÉREA E RADICULAR E ÍNDICE DE QUALIDADE DE DICKSON EM MUDAS DE *Khaya anthotheca* EM SOLUÇÕES COM OMISSÃO DE MACRONUTRIENTES

Trat.	**Biometria**				
	Altura (cm)	**Diâmetro (mm)**	**MSPA (g)**	**MSPR (g)**	**IQD**
Completa	61,67 a	7,16 ab	8,10 abc	2,39 a	0,87 ab
-N	38,67 a	5,28 b	3,16 c	1,15 a	0,43 c
-P	54,33 a	7,97 a	8,68 ab	2,17 a	1,01 a
-K	47,33 a	5,56 ab	4,37 abc	1,36 a	0,49 c
-Ca	57,67 a	6,91 ab	6,19 abc	1,63 a	0,65 bc
-Mg	54,67 a	7,18 ab	8,95 a	2,24 a	0,97 ab
-S	45,67 a	5,73 ab	3,86 bc	1,43 a	0,50 c
CV(%)	**16,16**	**13,30**	**28,79**	**25,43**	**17,12**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%.

Observou-se a maior redução de crescimento, tanto em altura quanto em diâmetro de colo, 37,29% e 26,26%, respectivamente, ao omitir N. Essa limitação também foi observada por Rozane et al. (2008), Prado e Vidal (2008) e Mendonça et al. (1999). Isso acontece segundo Rajj (1991), porque o N é o nutriente exigido em maior quantidade pelas plantas, sendo o mais importante dos macronutrientes. A redução de crescimento em altura e diâmetro provocou ainda, as menores produções de massa nas mudas de mogno africano. Sendo que, na parte aérea, a produção de massa seca foi reduzida em 60,99% e na radicular, 51,88%, comparado com o tratamento completo. As mudas submetidas à omissão de N tiveram a qualidade significativamente reduzida, de acordo com o IQD, provavelmente por causa da pouca produção de massa seca.

O crescimento em altura foi limitado pela omissão de P, reduzindo em 11,90%, comparando com o tratamento completo. Já o

diâmetro de colo foi superior ao tratamento completo, como ocorreu com a massa seca na parte aérea. Na radicular a redução foi de 9,20%, sem significância. Portanto, em função do pequeno efeito dessa omissão na produção de massa seca da parte aérea e radicular das mudas submetidas à omissão de P, elas não tiveram a qualidade comprometida.

A omissão de K limitou o crescimento em altura e diâmetro de colo das mudas, 23,25% e 22,35%, respectivamente, comparado ao tratamento completo. O que provocou diminuição na produção de massa seca de 46,05% na parte aérea e de 43,10% na radicular. Portanto, a redução no crescimento comprometeu significativamente a qualidade das mudas submetidas à omissão de K.

Tanto o crescimento em altura quanto em diâmetro foram pouco limitados pela omissão de Ca, 6,49% e 3,49%, respectivamente. Já a produção de massa seca foi reduzida em 23,58% na parte aérea e em 31,80% na parte radicular. Dessa forma, a qualidade das mudas também foi significativamente limitada, comparando com o tratamento completo.

O crescimento em altura das mudas foi pouco limitado pela omissão de Mg (11,35%). Porém, quanto ao diâmetro de colo, a média foi maior que no tratamento completo. Isso possibilitou produção de massa seca na parte aérea superior à do tratamento completo e pouca redução na parte radicular (6,28%). Dessa forma, as mudas tiveram a qualidade pouco limitada, conforme o índice de Dickson.

Na omissão de S, o crescimento em altura foi limitado, com redução de 25,94%. Silva et al. (2005) e Barroso et al. (2005) também observaram redução no crescimento em altura das mudas em omissão de S. Já o crescimento em diâmetro de colo foi reduzido em 19,97%. Portanto, esse tratamento foi um dos que mais reduziram a produção de massa seca, 52,35% na parte aérea e 40,17% na parte radicular. Silva et al. (2005), Barroso et al. (2005) e Rodrigues Filho et al. (1988), também observaram redução de massa em omissão de S. Sendo assim, a qualidade das mudas foi significativamente limitada com a omissão de S, semelhante ao que ocorreu nos tratamentos N e K, possivelmente porque o crescimento e a produção de massa foram bastante reduzidos.

Portanto, a altura das mudas de mogno africano foi limitada na seguinte ordem: N>S>K>P>Mg>Ca>Completa. O diâmetro de colo: N>K>S>Ca>Completa>Mg>P. A produção de massa seca na parte aérea: N>S>K>Ca>Completa>P>Mg e; na parte radicular: N>K>S>Ca>P>Mg>Completa.

4.5.2 Sintomatologias visuais das deficiências de macronutrientes

Os primeiros sintomas de deficiência de N foram verificados após 60 dias, com folhas velhas com coloração mais clara (Figura 30-Q3). Marques et al. (2004) também verificaram esse sintoma e atribuiu-o à redução na síntese de clorofila nas folhas mais velhas. Além disso, observou-se começo de clorose na ponta de algumas folhas novas ou nas bordas (Figura 30-R3), evoluindo para necrose e, algumas inserções foliares mortas ao longo do caule (Figura 30-S3) ou folhas atrofiadas (Figura 30-T3).

Em deficiência de P, os primeiros sintomas foram observados nas folhas velhas, com coloração mais clara após 60 dias (Figura 31-U3). As mudas também apresentaram clorose nas bordas de algumas folhas velhas (Figura 31-V3), que evoluiu para necrose. Ao término do experimento, observou-se nova inserção atrofiada (Figura 31-X3) e queda de folhas velhas ainda verdes (Figura 31-Z3) e nova inserção atrofiada.

As mudas submetidas à omissão de K apresentaram, após 30 dias, folhas velhas com coloração verde claro (Figura 32-A4) com nervuras com coloração normal, progredindo para tom bastante claro. Observou-se também, folhas velhas com encarquilhamento para cima e começo de clorose no ápice (Figura 32-B4) ou início pelas bordas (Figura 32-C4). Essas mudas apresentaram ainda, inserções com folhas mortas ao longo do caule (Figura 32-D4) ou com coloração clara (Figura 32-E4), encarquilhamento para baixo e leve enrugamento.

Em omissão de Ca, os primeiros sintomas foram verificados após 60 dias com o aparecimento de coloração mais clara nas folhas

novas e velhas (Figura 33-F4) e algumas com bordas levemente onduladas (Figura 33-G4). Observou-se clorose nas bordas das folhas velhas (Figura 33-H4), sendo que algumas apresentaram atrofiamento no formato (Figura 33-I4) e ainda, mudas com novas inserções com folhas mortas (Figura 33-J4). Wallau et al. (2008) também observaram clorose nas margens das folhas de mudas de mogno.

A omissão de Mg provocou mudas com folhas novas mais claras após 30 dias (Figura 34-L4). Algumas folhas velhas também apresentaram essa coloração, porém, com aspecto ondulado nas bordas (Figura 34-M4); em outras, observou-se clorose, seguida de necrose nas bordas e ponta e encarquilhamento para cima (Figura 34-N4). Porém, algumas folhas velhas apresentaram coloração mais escura que as normais e ainda, pontos cloróticos (Figura 34-O4). De acordo com Malavolta et al. (1997), a clorose observada na omissão de Mg pode ser decorrente da redução no teor de clorofila. Observou-se ainda, inserção defeituosa (folhas atrofiadas) (Figura 34-P4) e deformação no formato de algumas folhas.

Com a omissão de S, as mudas apresentaram, após 30 dias, folhas velhas com coloração verde claro e formato alterado com ponta atrofiada ou encarquilhada para baixo (Figuras 35-Q4 e 35-R4). Esses sintomas se intensificaram e algumas folhas apresentaram ainda, clorose começando pelas bordas (Figuras 35-S4 e 35-T4) semelhante ao observado por Wallau et al. (2008) em mudas de mogno brasileiro. As folhas novas também se tornaram verde clara (Figura 35-U4), progredindo para total perda de coloração e as mudas apresentaram ainda, excesso de brotação com folhas atrofiadas (Figura 35-V4).

Figura 29 – Tratamento completo

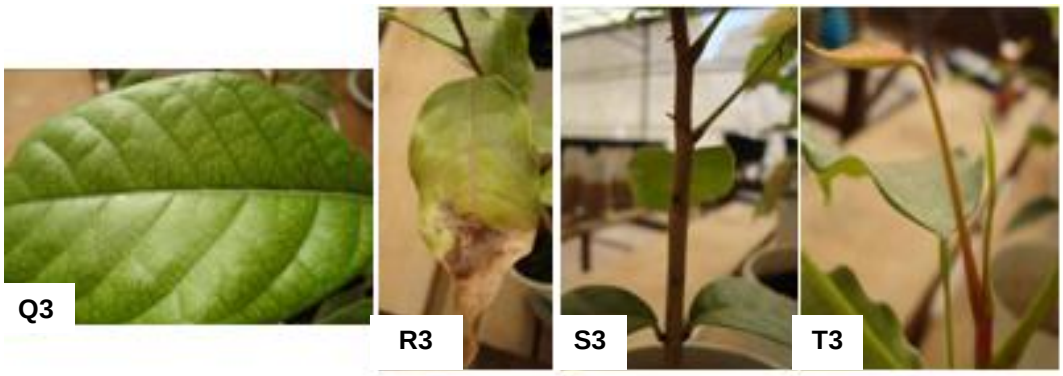

Figura 30 - Sintomas de deficiências de N em mogno africano

Figura 31 - Sintomas de deficiências de P em mogno africano

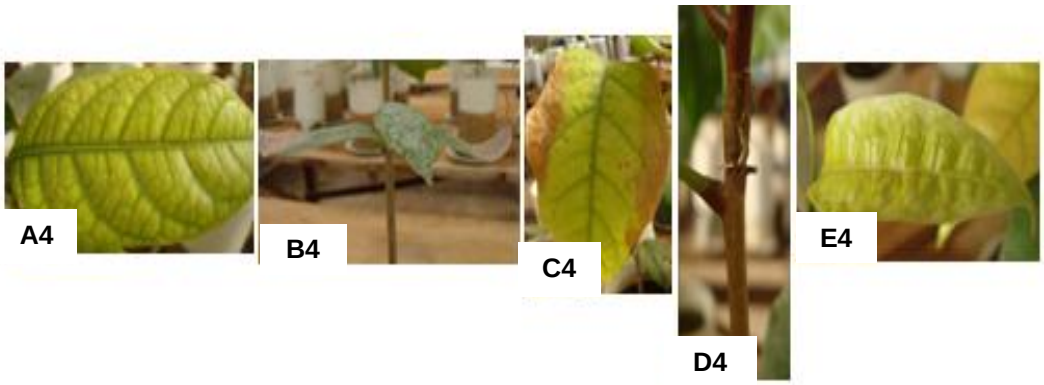

Figura 32 - Sintomas de deficiências de K em mogno africano

Figura 33 - Sintomas de deficiências de Ca em mogno africano

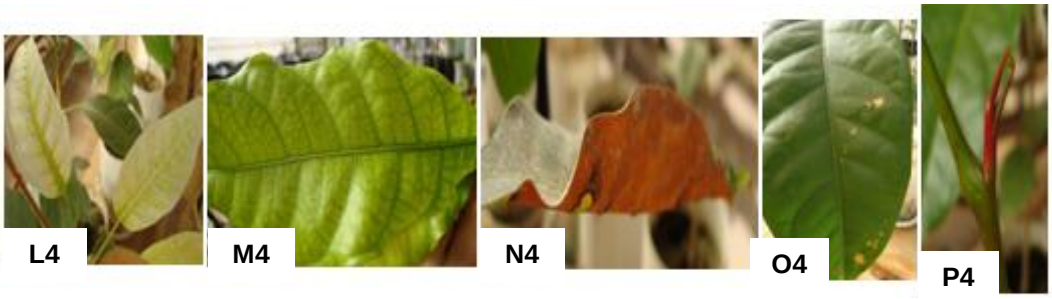

Figura 34 - Sintomas de deficiências de Mg em mogno africano

Figura 35 - Sintomas de deficiências de S em mogno africano

4.5.3 Concentrações de macronutrientes

As concentrações dos macronutrientes nas partes aérea e radicular das mudas de mogno africano estão apresentadas na Tabela 10.

As maiores concentrações de N foram encontradas na parte aérea, sendo nos tratamentos completo, -K e -S, significativamente superiores aos demais, 19,69 $g.kg^{-1}$, 19,13 $g.kg^{-1}$ e 19,60 $g.kg^{-1}$, respectivamente. Já a maior redução foi observada no tratamento -N (10,45 $g.kg^{-1}$). No entanto, -P, -Ca e -Mg, também reduziram a

concentração de N, atingindo 14,75 g.kg^{-1}, 15,12 g.kg^{-1} e 17,64 g.kg^{-1}, respectivamente. Lima (2002) verificou, em cupuaçuzeiro, teor de N de 19,27 g.kg^{-1}, parecido com a encontrada neste experimento. Dell et al. (1995) sugeriram para *E. grandis* x *E. urophylla* concentrações de N entre 18 a 29 g.kg^{-1}. Nesse caso, somente nos tratamentos completo, -K e -S, as concentrações de N estariam numa faixa ideal. Na parte radicular, não houve diferença significativa.

TABELA 10 – CONCENTRAÇÕES DE MACRONUTRIENTES, EM g.kg^{-1}, NAS PARTES AÉREA E RADICULAR DE MUDAS DE *Khaya anthotheca* SUBMETIDAS À OMISSÕES DE NUTRIENTES

Trat.	**Concentração parte aérea (g.Kg^{-1})**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	19,69 a	6,63 a	6,76 a	4,30 a	19,00 a	8,11 a
-N	10,45 c	6,47 ab	6,25 ab	4,13 a	18,00 a	2,34 c
-P	14,75 b	3,28 c	5,67 ab	4,33 a	17,50 a	1,12 c
-K	19,13 a	4,76 abc	5,08 b	4,03 a	18,00 a	2,73 bc
-Ca	15,12 b	5,33 ab	5,75 ab	4,17 a	18,50 a	5,44 ab
-Mg	17,64 ab	4,58 bc	6,33 ab	4,27 a	18,50 a	1,87 c
-S	19,60 a	6,46ab	6,75 a	4,20 a	18,00 a	3,70 bc
CV (%)	**8,86**	**13,58**	**8,92**	**3,78**	**12,96**	**30**

Trat.	**Concentração parte radicular (g.Kg^{-1})**					
	N	**P**	**K**	**Ca**	**Mg**	**S**
Completo	9,52 a	5,51 a	5,50 a	4,37 a	19,00 a	6,91 a
-N	7,65 a	5,62 a	5,50 a	4,17 a	18,50 a	2,01 c
-P	7,75 a	2,34 b	5,08 ab	4,30 a	19,00 a	5,89 ab
-K	8,31 a	3,01 b	4,50 b	4,20 a	17,00 a	4,05 bc
-Ca	6,91 a	4,22 ab	5,08 ab	4,27 a	19,00 a	2,03 c
-Mg	9,52 a	3,61 ab	5,58 a	4,30 a	18,50 a	3,73 bc
-S	8,12 a	2,56 b	5,08 ab	4,33 a	18,00 a	2,67 c
CV (%)	**16,34**	**19,30**	**5,25**	**9,97**	**30**	**24,92**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Com relação ao P, as maiores concentrações foram na parte aérea, sendo superior no tratamento completo, com 6,63 g.kg^{-1}. No tratamento -P observou-se a menor concentração de P (3,28 g.kg^{-1}). Comparando com o tratamento completo, as omissões de N, K, Ca, Mg e

S também reduziram a concentração de P. De acordo com Dell et al. (1995), quando a concentração de P nas plantas varia entre 2 a 6 $g.kg^{-1}$, este nutriente está deficiente. Portanto, os tratamentos -P, -K, -Ca e -Mg apresentaram concentrações deficientes de P na parte aérea. Na parte radicular, a concentração de P foi reduzida pelas omissões de P, Ca e S. Portanto, a omissão de P reduziu sua concentração em todas as partes, demonstrando sua importância para a espécie em fase de muda.

As maiores concentrações de K foram na parte aérea das mudas. Sendo que, no tratamento -K observou-se as menores concentrações, tanto na parte aérea quanto na radicular. A omissão de S aumentou a concentração de K, significativamente igual a do tratamento completo. De acordo com Mendonça et al. (1999), as concentrações adequadas de K nas folhas, variaram entre 4 e 18,5 $g.kg^{-1}$, como ocorrido nesse experimento. Na parte radicular, as omissões de N e de Mg provocaram aumento de K, significativamente igual a do tratamento completo. Já nos tratamentos -P, -Ca e -S a concentração de K foi reduzida, comparado ao tratamento completo. No entanto, a omissão de K foi a que mais reduziu a concentração de K.

Não houve diferença de concentração de Ca nas partes aérea e radicular. 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.

Não verificou-se diferença de concentração de Mg nas partes aérea e radicular. Dell et al. (1995) sugeriram, para Mg, uma faixa adequada entre 1,1 a 3,6 $g.kg^{-1}$. Porém, observou-se nesse experimento, concentrações maiores.

Observou-se que as plantas do tratamento completo apresentaram as maiores concentrações de S nas partes aérea e radicular (8,11 $g.kg^{-1}$ e 6,91 $g.kg^{-1}$, respectivamente). Porém, as maiores reduções de S foram observadas nas omissões de N, P e Mg. Na parte radicular, as omissões que mais reduziram a concentração de S foram N, Ca e S.

5. CONCLUSÕES

Dipteryx alata: a altura, a qualidade das mudas e a massa seca na parte aérea foram limitadas principalmente por K e Mg; o diâmetro por Ca e Mg. A massa seca na parte radicular por K, Ca, Mg e S. Os macronutrientes mais absorvidos na parte aérea foram N, P e K; e na parte radicular N e P.

Amburana acreana: a altura foi limitada pelas omissões de P, S e N; o diâmetro e a massa seca aérea e radicular por P e S, comprometendo assim, a qualidade das mudas; os macronutrientes mais absorvidos pela parte aérea foram N, P e K e pela parte radicular, N e Mg.

Tabebuia ochracea: altura e diâmetro foram limitados pela omissão de P. A massa seca aérea foi reduzida por N, P e Ca; na radicular, por N, P, K e Mg. Os macronutrientes mais absorvidos foram N, P e K, tanto na parte aérea quanto na radicular. Porém, nesse caso, somente na omissão de S não houve limitação da qualidade das mudas.

Myracrodruon urundeuva: a altura e o diâmetro foram reduzidos pelas ausências de N, K e Ca; a massa seca na parte aérea pelo tratamento completo e pela ausência de N e na radicular, por todos os tratamentos exceto S. Os macronutrientes mais absorvidos tanto na parte aérea quanto na radicular foram N, P e Mg e N e Mg foram os que mais comprometeram a qualidade das mudas.

Khaya anthotheca: a altura foi limitada por N, K e S; o diâmetro principalmente por N; a massa seca na parte aérea, por N e S; a massa seca na parte radicular e a qualidade das mudas, por N, K e S. Os macronutrientes mais absorvidos nas partes aérea e radicular foram N e Mg.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, J. F. T. do.; FONSECA, A. F. A. da.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R.; FONTES, P. C. R. Deficiências de macronutrientes, Fe e B em manjericão (*Ocimum* sp.), em cultivo hidropônico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.46, n.265, p.:297-308, 1999.

ANDRANDE, A. M.; CARVALHO, J. C. Produção de celulose e de papel Kraft de madeira de baru (*Dipteryx alata* Vog.). **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p.:28-35, 1996.

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.

BATISTA, M. F.; VIEGAS, I. J. M.; FRAZÃO, D. A. C.; THOMAZ, M. A.; SILVA, R. C. L. Efeito da omissão de macronutrientes no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral em gravioleiras (*Annona muricata*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Pelotas, v.25, n.2, p.:315-318, 2003.

BENEDETTI, E. L.; WINK, C.; SANTIN, D.; SEREDA, F.; ROVEDA, L. F.; SERRAT, B. M. Crescimento e sintomas em mudas de espinheira-santa com omissão de nitrogênio, fósforo e potássio. **Floresta**, Curitiba, v.39, n.2, p.:335-342, 2009.

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

BRANDÃO, M. Caatinga. In: MENDONÇA, M. P.; LINS, L. V. (Orgs). **Lista vermelha das espécies ameaçadas de extinção da flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: FUNDAÇÃO BIODIVERSITAS E FUNDAÇÃO ZÔO-BOTÂNICA DE BELO HORIZONTE, 2000. p.:75-85.

BRASIL. Portaria no 006/92-N, de 15 de janeiro de 1992. **Lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 jan. p. 870-872. 1992.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras:** recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Embrapa - CNPF/ SPI. Colombo: 1994. 640p.

CARVALHO, P. E. R. **Cerejeira-da-amazônia: *Amburana acreana***. Embrapa Colombo: PR, 2007. Circular Técnica nº 134.

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

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

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.

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.

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.

GOVERNO DE MOÇAMBIQUE. **Regulamento da lei da floresta e fauna bravia**. Decreto lei nº 12/2002 de 06/06. Ministério de Agricultura. Maputo. 54p. 1964.

GUARIM NETO, G. Plantas ornamentais de Mato Grosso. **Boletim FBCN**, Rio de Janeiro, v.21, p.:105-115, 1986.

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.

LOCATELLI, M.; MACEDO, R. S.; VIEIRA, A. H. **Caracterização de sintomas de deficiências em cedro rosa (*Cedrela odorata* L.)**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2006. 4p. (Circular Técnica, n. 88).

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

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras – Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. v.1. 3ªed. São Paulo: NOVA ODESSA, 2000, 368p.

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.

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

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.; 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.

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

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

MANICA, I. **Fruticultura tropical 5: abacaxi**. Porto Alegre: CINCO CONTINENTES, 1999. 501p.

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 highter 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 Potach Institute, 2001. 868p.

NAIDOO, A. ***Anthotheca khaya***. 2007. Disponível em: < http://www.plantzafrica.com/plantklm/khayaantho.htm >. Acesso em: 03 jan. 2010.

OLIVEIRA, L. C. Potencial para coleta de sementes florestais em áreas de reserva florestal legal de pequenas e médias propriedades do Acre. **Informativo ABRATES**, Brasília, DF, v.5, n.2, p.:170, 1995.

OLIVEIRA, I. **Ipê-amarelo**. 2006. Disponível em: < http://www.sefaz.ms.gov.br/age/balanco2005/nossacapa.htm>. Acesso em: 19 jun. 2010.

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.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **The pineapple: cultivation and uses**. Paris: G. P. MAISONNEUVE ET LAROSE, 1987. 568p.

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.

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

RESENDE, A. V. **Nutrição e crescimento de espécies florestais de diferentes grupos sucessionais em resposta à fertilização fosfatada na fase de mudas**. 1997. 81f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas). Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

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.

ROCHA FILHO, J. V.; HAAG, H. P.; OLIVEIRA. G. D. Deficiência de macronutrientes, boro e ferro em *Eucalyptus urophylla*. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v.35, n.1, p.:19-34, 1978.

RODRIGUES FILHO, F. S. O.; FEITOSA, C. T., GERIN, M. A. N. Omissão de macronutrientes em plantas de amendoim. **Bragantia**, Campinas, v.47, n.2, p.:305-312, 1988.

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.

SANTIN, D. A. **Revisão taxonômica do gênero *Astronium* Jacq. e revalidação do gênero *Myracrodruon* Fr. Allem. (Anacardiaceae)**. 1989. 178f. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Campinas – SP.

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.

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.

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 *Eucalyptys urophylla*. **Cerne**, Lavras, v.8, n.2, p.:107-116, 2002.

SIMÕES, J. W.; COUTO, H. T. Z. Efeito da omissão de nutrientes na alimentação mineral do pinheiro do Paraná *Araucaria Angustifolia* (BERT.) O. ktze cultivado em vaso. **IPEF**, Piracicaba, n.7, p.:3-39, 1973.

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.

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

TROPICAL FLORA. **Mogno africano**. 2010. Disponível em: < http://www.tropicalflora.com.br/tropicalflora/pt/ajxDetTexto.php?codtexto=33&codcategoria=25 >. Acesso em: 16 jul. 2010.

ULHÔA, M. L. **Efeito da calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial e nutrição de plantas de baru (*Dipteryx alata* Vog.), fruta-de-lobo (*Solanum lycocarpum* St. Hill) e tingui (*Magonia pubescens* St. Hill.)**. 1997. 74f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG.

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME . ***Khaya anthotheca***. 2009. Disponível em: < http://www.unep-wcmc.org/species/tree_study/africa/1-49.html >. Acesso em: 09 jan. 2010.

VELOSO, C. A. C.; MURAOKA, T. Diagnóstico de sintomas de deficiência de macronutrientes em pimenteira do reino *(Piper nigrum,* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.50, n.2, p.:232-236, 1993.

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.

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.

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.