

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E
BIOLÓGICAS

LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS EM MUDAS DE MOGNO BRASILEIRO
CULTIVADAS NO LATOSSOLO AMARELO DE CRUZ DAS ALMAS-BA

JONAS SANTOS SILVA

CRUZ DAS ALMAS/BA
MARÇO 2017

JONAS SANTOS SILVA

LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS EM MUDAS DE MOGNO BRASILEIRO
CULTIVADAS NO LATOSSOLO AMARELO DE CRUZ DAS ALMAS-BA

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Colegiado do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB pelo estudante Jonas Santos Silva como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Florestal, sob a orientação da Professora Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado.

CRUZ DAS ALMAS/BA

MARÇO 2017

LIMITAÇÕES NUTRICIONAIS EM MUDAS DE MOGNO BRASILEIRO
CULTIVADAS NO LATOSSOLO AMARELO DE CRUZ DAS ALMAS-BA

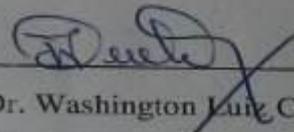
JONAS SANTOS SILVA

Aprovado em: 17/03/2016

Comissão examinadora:



Prof. Dra. Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
(Orientadora)



Prof. Dr. Washington Luiz Cotrim Duete
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia



Prof. Dr. Everton Luis Poelking
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar força, saúde e persistência para prosseguir e concluir mais uma etapa de minha vida.

A minha família, primos, tios e tias, pela confiança e apoio moral, ao meu irmão Geandro Santos Silva, que sempre me apoiou, a meu pai Gilvando da Silva e mãe Fernandina Bispo dos Santos Silva, por serem minha base de vida, pela confiança, amor e por sempre estarem presentes.

A minha namorada, Vanessa Carvalho da Silva, pelo carinho e força.

A Adriana Guedes de Souza das Neves, Daiana Souza de Jesus, Geigislane do Carmo Reis Araújo, Iago Moura Uzêda dos Santos, Jacqueline de Brito Bispo, Journey Pereira dos santos, Janaine Isabela da Silva Rocha, Juliana Carvalho Barbosa Ramos, Lucas Gomes de Souza, Lavínia Nascimento Leoni, Nayara Ribeiro dos Silva de Aguiar, Rafael Nascimento Borges, Raimundo Nonato Caetano Farias, Sandoval Sampaio da Silva e Weverton Gomes Ribeiro, ao simples fato de serem meus amigos.

Agradeço em especial ao meu amigo Diogo Martins de Magalhães, pelo fundamental auxílio fornecido na execução dessa monografia.

A Universidade Federal da Bahia (UFRB), por me dar condições de realizar este trabalho, com suporte de material, laboratório e equipamentos.

A minha Orientadora Paula Ângela Umbelino Guedes Alcoforado, pela paciência, ensinamentos, conselhos e confiança.

A Professora Andrea Vitta Reis Mendonça, ao Professor Jair Wyzykowski e ao professor Washington Luiz Cotrim Duete pela contribuição na elaboração desta obra.

“Por não saber que era impossível, foi
lá e fez”

Marc Twain

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Plantas de mogno aos 240 dias após o transplântio no tratamento completo (C) e no tratamento testemunha absoluta (Test.). Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	12
Figura 2: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de Nitrogênio (-N). A - Planta inteira, B - folhas Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	13
Figura 3 : Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de fosforo (-P). A - Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	15
Figura 4: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de potássio (-K). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	15
Figura 5: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de Enxofre (-S). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	16
Figura 6: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de Boro (-B). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	17
Figura 7: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de ferro (-Fe). A - Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	18
Figura 8: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de cobre (-Cu). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	19
Figura 9: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de manganês (-Mn). A - Planta inteira e B - folhas com deficiência de manganês. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	20
Figura 10: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de zinco (-Zn). A - Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).	21
Figura 11: Raízes das plantas de mogno no tratamento completo (C), tratamento com omissão de Fósforo (- P) e testemunha absoluta (test.). Foto: Jonas Santos Silva (2016).	22
Figura 12: Raízes das plantas de mogno no tratamento completo (C), no tratamento com omissão de enxofre e tratamento omissão de zinco (-Zn) Foto: Jonas Santos Silva (2016).	22
Figura 13: Massa seca da parte aérea, em (g), de mogno brasileiro (<i>Switenia macrophylla</i> KING) aos 240 dias após ao transplântio.	24
Figura 14: Massa seca das folhas de mogno , em (g), brasileiro (<i>Switenia macrophylla</i> KING) aos 240 dias após ao transplântio.	24
Figura 15: Massa seca do caule , em (g), das mudas de mogno brasileiro (<i>Switenia macrophylla</i> KING) aos 240 dias após ao transplântio	25
Figura 16: Massa seca das raízes, em (g), de mogno brasileiro (<i>Switenia macrophylla</i> KING) aos 240 dias após ao transplântio.	26
Figura 17: Altura média , em (cm), das mudas de mogno brasileiro (<i>Switenia macrophylla</i> KING) aos 240 dias após ao transplântio.	26
Figura 18: Diâmetro médio dos colmos , em (cm), das mudas de mogno brasileiro (<i>Switenia macrophylla</i> KING) aos 240 dias após o transplântio.	27

Figura 19: Número médio de folhas das mudas de mogno brasileiro (*Switenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplantio.28

Figura 20: índice de clorofila total em mudas de mogno brasileiro (*Switenia macrophylla* King) aos 240 dias do experimento.29

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Atributos químicos do solo 10

Tabela 2: Macro e micronutrientes, soluções e quantidades aplicadas nas plantas. 11

Tabela 3: Crescimento Relativo (CR), de acordo com a massa seca total 29

SUMÁRIO

RESUMO	iv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 O mogno brasileiro.....	2
2.2 Funções e sintomas de deficiências dos nutrientes minerais.....	2
2.2.1 Nitrogênio (N).....	2
2.2.2 Fósforo (P)	3
2.2.3 Potássio (K).....	4
2.2.4. Enxofre (S).....	4
2.2.5. Cálcio (Ca)	5
2.2.6. Magnésio (Mg).....	5
2.2.7. Ferro (Fe)	6
2.2.8. Zinco (Zn)	6
2.2.9. Manganês (Mn)	7
2.2.10. Cobre (Cu).....	7
2.2.11. Boro (B)	8
2.4 Método da diagnose por subtração.....	9
3. MATERIAIS E MÉTODOS	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	12
4.1 Sintomatologia visual das omissões	12
4.1.1 Tratamento Testemunha absoluta.....	12
4.1.4 Omissão de K	15
4.1.6 Omissão de Boro	16
4.1.7 Omissão de Ferro.....	17
4.1.9 Omissão de Manganês	19
4.1.10 Omissão de Zinco	20
4.2 Avaliação visual do crescimento radicular.....	21
4.3 Avaliação nutricional referente à massa seca do caule, folhas, raízes, crescimento em altura, diâmetro, número de folhas, e índice de clorofila	23
5. CONCLUSÕES.....	30
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	31

RESUMO

O mogno brasileiro (*Switenia macrophylla* King) é uma espécie de alto valor comercial, que corre sério risco de extinção devido a exploração excessiva e a expansão agrícola. Cada espécie, durante seu processo de crescimento e desenvolvimento, possui sua exigência nutricional, os estudos destas exigências possibilitam que os sintomas visuais de deficiência mineral ocorridas em um plantio sejam identificadas e posteriormente corrigidas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e caracterizar os sintomas de deficiências de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, em mudas de mogno brasileiro. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 11 tratamentos e quatro repetições, constituindo-se de solução completa, testemunha absoluta, e omissão individual dos seguintes nutrientes N, P, K, S, B, CU, Fe, Mn, Zn. Os sintomas visuais de deficiências nutricionais seguiram a seguinte ordem $P = Zn < Mn < B = N = Fe < K < S < Cu$. A deficiência de P, seguida pela de N, se mostraram as mais limitantes para o desenvolvimento desta espécie, tanto macronutrientes quanto micronutrientes afetaram o crescimento relativo, o primeiro com Deficiência no solo e o segundo causando toxidez, indicando que a quantidade existente no solo já era suficiente para as mudas de mogno; e o tratamento testemunha absoluta foi limitante pela pobreza de nutrientes do latossolo amarelo distrófico de Cruz das Almas.

Palavras chave: omissão, nutrientes, crescimento, *Switenia macrophylla* King.

1. INTRODUÇÃO

A *Switenia macrophylla* King é uma Meliácea conhecida popularmente como mogno brasileiro, esta espécie é semidecídua, heliófila e atinge até 70 m de altura e 3,5 m de DAP (CARVALHO, 2007). No Brasil, ela é naturalmente encontrada na Amazônia, mas existem plantios no Nordeste, Sudeste e Centro Oeste, possuem preferência por solos férteis e profundos (COSTA; MORAIS; CAMPOS 2013).

O mogno é uma espécie de valor comercial enorme, que possui uma madeira resistente, durável e com bom acabamento para indústria com uma grande valorização para a confecção de móveis de luxo (LORENZI, 2002). Hoje a espécie encontra-se ameaçada de extinção por conta do extrativismo excessivo através dos tempos e a expansão agrícola da Amazônia gerada (LORENZI, 2002), (GROGAN; BARRETO; VERISSIMO, 2002).

A conservação e o plantio de espécies florestais nativas são atividades que promovem a conservação dos recursos florestais, renovando-os e promovendo o equilíbrio socioambiental das comunidades presentes em determinadas áreas (BRITEZ et al., 2003). Para que haja sucesso, o plantio de espécies nativas florestais depende de elementos chaves como, luz, água e nutrientes (SANGINGA et al., 1991).

Para Withmore (1996), cada espécie, durante seu processo de crescimento e desenvolvimento em uma floresta, possui sua exigência nutricional. Os estudos destas exigências possibilitam que os sintomas visuais de deficiência mineral ocorridas em um plantio sejam identificadas e posteriormente corrigidas, independentemente do substrato e de sua degradação, sendo este importantíssimo fator para o bom desenvolvimento de mudas em campo (SARCINELLI et al., 2004).

As análises de problemas derivados do estado nutricional das plantas, relatados a partir da visualização de sintomas, são de enorme grandeza para que medidas sejam efetuadas o quanto antes tratando as possíveis causas de deficiências. Porém para isto, é preciso estar familiarizado com tais sintomas, desta forma o método de diagnose por subtração, ou técnica do elemento faltante, é uma forma de qualificar os problemas e relacioná-los com a ausência ou deficiência de um elemento que limita o crescimento da planta, (MALAVOLTA et al., 1997). Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e caracterizar os sintomas de deficiências de nitrogênio, fósforo, potássio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, em mudas de mogno brasileiro.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O mogno brasileiro.

O mogno brasileiro (*Switenia macrophylla* King.), é uma Meliácea conhecida popularmente como mogno brasileiro, esta espécie é semidecídua, atinge até 70 m de altura e 3m de DAP (CARVALHO, 2007). Natural da Amazônia até o México, mas existem plantios no nordeste, sudeste e Centro Oeste. Esta espécie tem preferência por solo seco e é espécie clímax (COSTA et al., 2013).

O mogno se desenvolve tanto em depressões, em que geralmente os solos ácidos e pouco drenados, quanto em solos alcalinos e bem-drenados em áreas de maior elevação. Geralmente, as arvores de mogno quando adultas, são encontradas facilmente em manchas aleatórias em florestas. Nestas manchas, o mogno se apresenta agregado em vários indivíduos, chegando até uma centena, intercalados por grandes áreas fora dessas manchas dentro da floresta, sem se quer um indivíduo dessa espécie (LAMB, 1966).

A madeira do mogno é de excelente trabalhabilidade produzindo um acabamento liso, brilhante e resistente, tornando-a uma das madeiras mais valiosas do país (SANTOS, 2008).

2.2 Funções e sintomas de deficiências dos nutrientes minerais

Para as plantas os nutrientes minerais possuem funções que se distinguem e se especificam entre si, sendo fundamentais para que o seu metabolismo funcione de maneira adequada (SORREANO; RODRIGUES; BOARETO, 2012). Os nutrientes podem exercer diferentes funções, tais como: constituinte de sua composição física, transportador de cargas ou até mesmo como osmorregulador. Quando há deficiência nutricional de um elemento essencial há sintomas característicos da deficiência deste nutriente (MARSCHNER, 2012).

2.2.1 Nitrogênio (N)

Segundo Mendes (2005), o N é um nutriente absorvido sob as formas minerais de NO_3^- (nitrato), forma esta preferencialmente absorvível sob condições normais, e NH_4^+ (amônio),

este compõe as moléculas de clorofila, enzimas, proteínas, ATP, NADH e NADPH, (HARPER, 1994).

O nitrogênio é um nutriente móvel, seu transporte se dá formado sob nitrato, aminoácidos e amidas (MARSCHNER, 2012). A deficiência deste nutriente resulta em clorose inicialmente das folhas mais velhas, até as folhas mais jovens (FURLANI, 2004).

Analisando sintomas de deficiências em mudas de eucalipto *urograndis* em casa de vegetação com omissão de P, K, Ca, Mg e S (SILVEIRA et al., 2002), notaram que os sintomas de deficiência de N, foram os primeiros a aparecerem, 30 dias apenas após o início do experimento, com coloração das folha verde-clara, amarelamento e em seguida pontuações avermelhadas, que progressivamente aumentaram, causando queda e senescência das folhas e posterior redução e paralização de emissão de brotos (CORCIOLI; BORGES; JESUS, 2016) em seu estudo constataram que a omissão de N, causou redução em altura e diâmetro do coleto, e menores teores foliares deste elemento.

2.2.2 Fósforo (P)

É absorvido sob as formas de H_2PO_4^- e $\text{H}_2\text{PO}_4^{=}$, quando se ligam a moléculas de carbono compõem a adenosina trifosfato (ATP) e adenosina difosfato (ADP), para o metabolismo energético (MENDES, 2005), participando ainda como elemento regulador, transferência de energia nas ligações energéticas do fosfato e piro fosfato com os açúcares (FURLANI, 2004). A deficiência de fósforo resulta em graves problemas no desenvolvimento das plantas, causando redução no número de frutos e sementes nas folhas mais velhas (MENDES, 2005). Também são notadas em algumas espécies folhas mais velhas com coloração verde-escura acompanhadas de manchas vermelho roxeadas devido ao acúmulo de antocianina (MALAVOLTA et al., 1997).

Maia et al. (2014) constataram que a ausência de fósforo afetou o crescimento de mudas de pinhão manso, reduzindo a quantidade de folhas, tornando o caule mais fino com crescimento limitado deste e redução de massa seca das raízes.

2.2.3 Potássio (K)

Absorvido pelas plantas na forma de íon (K^+), sua principal função é de ativador enzimático, fotossíntese, transporte de assimilados e potencial hídrico celular, é um regulador da atividade enzimática e do metabolismo proteico, sendo um nutriente móvel (MALAVOLTA et al., 2012). A deficiência deste nutriente limita o crescimento das plantas gerando sintomas como clorose nas margens das folhas a partir da ponta das folhas mais velhas, que lentamente progride até nervura central, manchas necróticas, folhas recurvadas e enroladas sobre a face superior e encurtamento de entrenós (MARSCHNER, 2012). Geralmente, os sintomas acentuam-se nas zonas mais velhas das plantas, a partir das extremidades das folhas, sobretudo velhas, com turgor reduzido. Ocorrem deformações no xilema e floema e destruição dos cloroplastos e mitocôndrias (MENDES, 2005).

Foi estudado por Frazão et al. (2007) o efeito da omissão de macronutrientes na sintomatologia de deficiências nutricionais e na produção de massa seca em plantas de teca (*Tectona grandis*), os autores notaram que a deficiência de potássio causou também queda no crescimento e número de folhas e senescência das folhas basais.

2.2.4. Enxofre (S)

O enxofre é absorvido na forma de sulfato (SO_4^{2-}) e após reduzido e incorporado a compostos orgânicos. A deficiência deste macronutriente reduz desenvolvimento da planta, ocorre a diminuição da síntese de proteínas, acumulando N solúvel, nitrato e amido, ocorre também a redução do teor de clorofila e sulfato inorgânico, fazendo que as folhas se tornem cloróticas, (FLORA, 2010), (VIEGAS et al., 2004), observaram que em mudas de camu-camu (*Myrciaria dúbia*) ocorreu clorose acentuada, devido a omissão de S, reduzindo a síntese de proteínas, visto que são nos cloroplastos onde as proteínas estão localizadas nas plantas verdes.

Devido à baixa mobilidade do enxofre nas plantas, os sintomas de deficiência acometem primeiramente nos tecidos mais jovens, diferentemente do nitrogênio (MARSCHNER, 2012). Para Epstein & Bloom (2005) a deficiência de S se caracteriza por possuir semelhanças com a deficiência de nitrogênio, podendo ser citadas, plantas com folhas jovens com clorose e afiladas e limitação de seu crescimento.

2.2.5. Cálcio (Ca)

Para Malavolta (2012), o cálcio faz parte da estrutura das paredes das células vegetais é responsável pela ativação da amilase e pelo funcionamento das zonas meristemáticas e é absorvido na sua forma catiônica (Ca^{2+}), este macronutriente é um elemento cujo participa ativamente nos processos de oxirredução, em excesso, desregula a divisão celular ocasionando em deformações da planta, Mendes (2005). A deficiência de cálcio gera más formações nas folhas jovens, encurvamento dos ápices, clorose marginal posteriormente necrose da parede celular, limita o crescimento radicular alterando inclusive a cor das raízes para castanho (MENGEL & KIRBY, 2001).

Para Valeri et al. (2014), os efeitos da omissão de cálcio em mudas de Pau brasil, (*Caesalpinia echinata*) acarretou anomalias no desenvolvimento das mudas a partir de 120 dias após transplântio, com clorose evoluindo a senescência das folhas e morte da gema apical ao final de 365 dias. Valeri et al. (2014), em mudas de teca, (*Tectona grandis*), caracterizaram a deficiência de Ca pela clorose internerval, crescimento limitado tanto da raiz quanto da parte aérea. Outros sintomas de deficiência de cálcio como, morte da gema apical e apodrecimento das raízes secundárias foram relatados por (BARROSO et al., 2005).

2.2.6. Magnésio (Mg)

O Mg é disponível em sua forma catiônica (Mg^{2+}), é um dos principais componentes da clorofila e das proteínas, está diretamente ligado ao funcionamento dos ribossomos funcionando como ativador enzimático, fazendo parte da constituição da molécula de clorofila (MARSCHNER, 2012). Este macronutriente é móvel no xilema e floema e em excesso causa interferência na absorção de cálcio e potássio (MALAVOLTA, 2012). A absorção deste íon pode sofrer forte redução devido a capacidade de hidratação de sua molécula, por K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} , a deficiência deste nutriente resulta em redução do crescimento vegetal gerando a inibição da floração, morte prematura das folhas e degeneração dos frutos.

Os sintomas geralmente acentuam-se nas zonas mais velhas das plantas, Mendes (2005), assim como para Epstein & Bloom (2005) onde verificaram que a deficiência ocorria nas folhas velhas acompanhada de clorose marginal, podendo acometer diferentes pontos das

folhas de forma irregular que se fundem até chegar as margens das folhas, não sendo exatamente uma característica comum entre espécies diferentes, tornando a identificação de sintomas de deficiência de Mg difícil. Valeri et al. (2014), constataram que a deficiência de magnésio resultou em clorose nas folhas novas, e com o passar do tempo algumas folhas apresentaram pontuações necróticas acastanhadas.

2.2.7. Ferro (Fe)

O Ferro é constituinte das proteínas, necessário para a síntese de clorofila e a divisão celular, é um nutriente pouco móvel nas plantas que é absorvido na forma catiônica (Fe^{2+}), algumas espécies possuem maior capacidade de eliminação de elétrons, baixando o pH e facilitando a absorção de Fe pelas raízes (FURLANI, 2004). Segundo Maschner (2012), os sintomas de deficiência deste micronutriente surgem primeiro nas folhas novas espalhando-se para as mais velhas. Este nutriente encontra-se nas folhas verdes em 80%, limitados somente ao estroma do cloroplasto como ferretina, com função de nutriente de reserva.

A deficiência resulta em grande clorose nas folhas, mantendo as nervuras verdes, isto acarreta na limitação do seu desenvolvimento e inibição do desenvolvimento. De acordo com Lange et al. (2005), a omissão de ferro aumenta a concentração de manganês acontecendo o mesmo com a omissão de manganês em relação ao ferro. Silva et al. (2009), estudaram os sintomas visuais da omissão de Fe em pinhão-manso, após 25 dias de observações os autores notaram que inicialmente nas folhas jovens houve clorose internerval, com reticulado fino, seguido de necrose foliar seguindo das margens para o centro das folhas com posterior morte do meristema apical.

2.2.8. Zinco (Zn)

O zinco é absorvido como (Zn^{2+}) pelas plantas, este mineral é de suma importância para o desenvolvimento das peças florais e para realização da síntese de proteínas, sua deficiência acarreta em desenvolvimento foliar limitado, prejudicando o desenvolvimento desta absorção de zinco, em excesso podem acarretam em deficiência de ferro (MENDES, 2005).

Analisando modos de adubação de Zn no crescimento inicial de sorgo (ROMUALDO, 2008) constatou que a aplicação deste micronutriente foi fundamental para o ganho de massa da parte área das plantas. (WALLAU et al. 2008) estudou sintomas de deficiências

nutricionais em mudas de mogno o autor verificou que a ausência de Zn resultou em aparecimento de manchas amareladas entre as nervuras das folhas.

2.2.9. Manganês (Mn)

Mendes (2005) afirma que o Manganês é absorvido na forma iônica (Mn^{2+}), tem como função ativar várias enzimas de várias funções dentro do transporte de elétrons, assim como o magnésio forma pontes entre o ATP e enzimas carreadoras, mas onde nota-se participação direta deste micronutriente é na quebra fotoquímica da água no FS II, na reação de Hill, pelos cloroplastos liberando O_2 . Para Faquin (2005), a deficiência deste micronutriente tem efeito direto na respiração semelhantemente do que ocorre com ferro, ou seja, clorose e deformações entre as nervuras, mas diferentemente do Fe a deficiência de Mn forma um reticulado grosso nas nervuras.

De acordo com Malavolta et al. (1997), citado por (CORCIOLI; BORGES; JESUS, 2016), as principais funções desenvolvidas pelo manganês nas plantas são: Fotossíntese por participar ativamente no processo de liberação de O_2 realizada pelos cloroplastos além da redução do nitrato e defesa contra doenças, promovendo resistência à fungos nas raízes e nas folhas.

Para Sorreano et al. (2008), as plantas deficientes apresentaram clorose internerval com aparência de um retículo grosso, ou seja, as nervuras e áreas adjacentes ficaram verde-escuras, ficando o limbo verde-claro nas folhas mais novas. Com a intensificação dos sintomas, aos 75 dias do início dos tratamentos ocorreu o aparecimento de pontuações necróticas por todo limbo.

2.2.10. Cobre (Cu)

O cobre está presente nas plantas na forma iônica (Cu^{2+}), ele é ativador enzimático, fundamental para equilíbrio dos nutrientes responsáveis pela fotossíntese, possui pouca mobilidade interna, sua deficiência acarreta em clorose, nas folhas jovens provoca murcha e as torna pouco resistentes, (SORREANO; RODRIGUES; BOARETTO, 2012). O excesso de cobre interfere na absorção do ferro e do fósforo gerando deficiência destes minerais, além de efeitos negativos nas raízes crescimento lento e perda de vigor, (MALAVOLTA et al., 1997).

O cobre (Cu^{2+}) é inibido competitivamente por zinco (Zn^{+2}) e reduzido também por H_2PO_4^- , K^+ , Ca^{+2} e NH_4^+ .

Para Malavolta (2007), o cobre participa de uma série de processos metabólicos nos vegetais, sua deficiência reduz a fotossíntese, isto deve-se ao fato do cobre ser capaz de transferir elétrons através da captação de energia pelas proteínas e enzimas oxidativas, este nutriente encontra-se em sua maior parte em associação com a plastocianina, principal doador de elétrons para o fotossistema I, (EPSTEIN & BLOOM, 2005). Desta forma, Silva (2007) constatou que o não fornecimento de cobre, para mudas de mogno brasileiro, trouxe consequências negativas para o desenvolvimento das plantas, limitando seu crescimento, reduzindo altura, crescimento e produção de massa seca, quando comparado com mudas com fornecimento equilibrado de nutrientes.

2.2.11. Boro (B)

Furlani (2004) afirma que as plantas absorvem este nutriente sob a forma de ácido bórico (H_3BO_3), sem carga, com tendência a formar complexos catiônicos, com compostos orgânicos, tais quais, açúcares e compostos fenólicos presentes nas paredes das plantas e sua principal função é regular a síntese de carboidratos, este micronutriente está ligado diretamente aos processos de reprodução formação do tubo polínico e do grão de pólen (KIRKBY, 1987) e (MASCHNER, 2012). Segundo Malavolta (2012), a deficiência deste micronutriente causa irregularidades do crescimento e desenvolvimento das folhas que passam ter tamanhos desuniformes, super brotamento, pouco vigor e morte do meristema apical. Enquanto que (EPSTEIN & BLOOM, 2005) afirmam que a falta de Boro, pode resultar em infecções nas raízes e partes aéreas por fungos e bactérias, como consequência secundária da deficiência deste nutriente.

(VIÉGAS, 2008), estudou os efeitos da omissão de macronutrientes e boro em mudas de açaí (*Euterpe oleracea*), o autor notou que omissão de boro apresentou sintomas após 102 dias o transplântio caracterizou-se por deformações nas folhas, clorose internerval e tamanho reduzido destas, segundo Lange et al. (2005), a deficiência de boro em mamoneira (*Ricinus communis*) resultou em encarquilhamento, espessamento, enrolamento das folhas mais novas, além de super brotação.

2.4 Método da diagnose por subtração

De acordo com Mascarenhas (2014), a avaliação da importância da nutrição iniciou-se com Aristóteles na Grécia antiga, sob efeito da teoria que plantas sobreviviam se alimentando de húmus e retornando ao húmus após sua morte, esta foi a primeira vez em que a preocupação com os nutrientes fossem importantes para o desenvolvimento das plantas, de acordo com o mesmo autor, nos tempos modernos, a lei do Mínimo proposta por Liebig no século XIX, estabeleceu que o desenvolvimento das plantas limita-se pela ausência ou deficiência de um dos elementos que são essenciais, mesmo que todos os outros elementos essenciais estejam presentes.

Entende-se que a diagnose por subtração é uma técnica que visa fornecer todo o conhecimento qualitativo para ser posteriormente aplicado de forma quantitativa o conhecimento acerca das necessidades químicas para absorção de nutrientes pelas plantas, também conhecida como técnica do elemento faltante (SILVA et al., 2007).

Em mudas de aroeirinha, (*Schinus terebinthifolius*), (SORREANO; ANDRADE; BOARETTO, 2012), verificaram através da diagnose por subtração a deficiência de N, P, K, Ca, Mg e B, em que os sintomas de deficiência comprometeram o desenvolvimento de plantas mais jovens, concluindo que é essencial o conhecimento das exigências desta espécie para um plantio eficiente, (SORREANO; RODRIGUES; BOARETTO, 2012), estudaram os efeitos da omissão de macronutrientes em sangra d'água, (*Croton urucuran*), avaliaram que a deficiência destes, causou alteração da morfologia das mudas com anomalias visíveis.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), localizada em Cruz das Almas, Bahia, nas coordenadas geográficas 12°39'31" S e 39°05'09" O, no período de 25 de novembro de 2015 a 30 de agosto de 2016.

Foi coletado amostra de um latossolo amarelo distrófico, localizado no campus da UFRB, próximo a antiga biblioteca, na camada superficial do solo (0 – 20 cm de profundidade). O solo foi destorroado e seco ao ar, em seguida tamisado em peneira de 4,0 mm de abertura de malha. Foi tomada uma subamostra deste solo e passado em peneira de 2

mm de abertura de malha, constituindo a terra fina seca ao ar para caracterização química (tabela 1). Porções de 3 kg de solo foram pesadas e acondicionadas em sacos de polietileno totalizando 44 unidades experimentais.

Tabela 1: Atributos químicos do solo

ATRIBUTOS	SOLO
pH H ₂ O (1;2,5) ⁽¹⁾	5,1
Al ³⁺ (cmolc.dm ⁻³) ⁽¹⁾	0,2
H + Al (cmolc.dm ⁻³) ⁽¹⁾	5,1
Ca (cmolc.dm ⁻³) ⁽¹⁾	2
Mg (cmolc.dm ⁻³) ⁽¹⁾	0,6
K (Mehlich) ⁽¹⁾	0,2
P (Mehlich) ⁽¹⁾	2,7
V%	37,8

(1) Segundo EMBRAPA (1997)

As amostras de 3 kg solos foram incubadas por 15 dias com calcário dolomítico, exceto quatro unidades, que representaram o tratamento testemunha absoluta. O critério de recomendação adotado foi o método de saturação por bases para elevá-la a 60%. Nessa fase, a umidade foi mantida em 80% da capacidade de campo. Após esse período foi aplicado os tratamentos, que consistiram de solução completa (T1), Testemunha absoluta (T2), omissão de nitrogênio (-N), (T3), omissão de fósforo (-P), (T4), omissão de potássio (-K), (T5), omissão de enxofre (-S), (T6), omissão de boro (-B), (T7), omissão de cobre (-Cu), (T8), omissão de ferro (-Fe), (T9), omissão de manganês (-Mn), (T10) e omissão de zinco (-Zn), (T11), distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 44 unidades experimentais. As soluções contendo os tratamentos foram feitas segundo Malavolta et al., (1997) , (tabela 2).

As aplicações dos tratamentos foram feitas antes do transplântio, com exceção de N e K que foram divididos em três aplicações, aos 0, 30 e 60 dias após o transplântio.

Tabela 2: Macro e micronutrientes, soluções e quantidades aplicadas nas plantas.

Elemento	Dose (mg.dm ⁻³)	Fontes	Solução estoque g/L	Quantidade aplicada (ml)/vaso
N(1)	150	NH ₄ NO ₃	14,285	10
P	200	NH ₄ H ₂ PO ₄	37,097	20
K(1)	150	KCl	9,551	10
S	30	Na ₂ SO ₄	6,656	20
B	1	H ₃ BO ₃	0,564	10
Cu	2	CuCl ₂ .2H ₂ O	0,537	10
Fe	30	FeCl ₃ .6H ₂ O	14,317	10
Mn	15	MnCl ₂ .4H ₂ O	5,407	10
Zn	4	ZnCl ₂	0,834	10

(1) Dose total dividido em 3 aplicações iguais

As Sementes de Mogno (*Switenia macrophylla* King) foram coletadas de uma planta matriz localizada na UFRB, e semeadas em areia lavada em bandejas da marca plasútil[®] medindo 40 x 80 cm. Após 45 dias da semeadura foram selecionadas 44 mudas observando, tamanho, diâmetro, quantidade de folhas e fuste reto.

Após aplicação dos tratamentos, as plantas foram observadas diariamente, realizando-se a análise visual comparando os tratamentos com omissão de nutrientes em relação ao tratamento completo.

Aos 240 dias após o transplântio foram tomadas medidas de altura, diâmetro do colmo, número de folhas, massa seca de folhas, massa seca de caule, massa seca da parte aérea, o crescimento relativo e determinado o índice de clorofila total. Para a medição do índice de clorofila total, utilizou-se um medidor da marca falker[®] modelo clorofilog[®] CFL 1030, utilizando o folíolo mais verde do quarto ramo, fazendo duas medições uma em cada extremidade do folíolo. O material vegetal das plantas foi seco em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C, até peso constante e posteriormente pesado.

O crescimento relativo foi elaborado seguindo o método de porcentagem de suficiência ou produção relativa proposto por Raij (1991), adaptado para determinação do crescimento relativo (CR), multiplicando-se a massa seca total do nutriente omitido por cem e dividindo-se pela massa seca total do tratamento completo, considerando-se o tratamento completo com crescimento relativo de 100%.

O efeito dos tratamentos foi avaliado estatisticamente por meio da análise de variância das variáveis avaliadas. A média dos tratamentos foi comparada pelo teste de Skott Knott a nível de 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Sintomatologia visual das omissões

Durante o experimento foi anotado, todo e qualquer sintoma de deficiência que surgiram dentre os tratamentos, sendo comparado com o que está descrito em literatura e em relação ao tratamento completo.

4.1.1 Tratamento Testemunha absoluta

No tratamento testemunha absoluta absoluto verificou-se sintomas de deficiências generalizado, como plantas com folhas menores, menor tamanho, caule mais fino, além de clorose generalizada (figura 1). Estes sintomas não são específicos, o que era esperado, pois o solo, substrato utilizado, possui teores de nutrientes abaixo do exigido pela maioria das culturas.

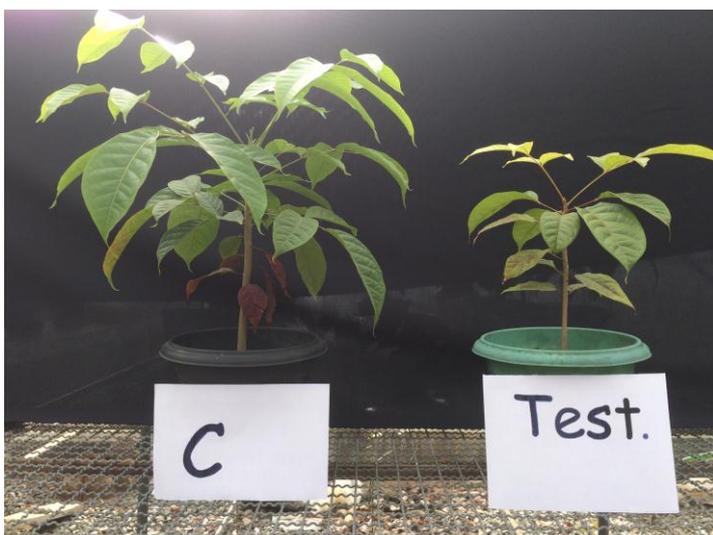


Figura 1: Plantas de mogno aos 240 dias após o transplântio no tratamento completo (C) e no tratamento testemunha absoluta (Test.). Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.2 Omissão de N

Observou-se clorose nas folhas mais velhas com sintomas começando a partir de 90 dias do transplântio, aumentando progressivamente com o passar do tempo, até chegar nas folhas novas.

O crescimento foi de lento á mediano, com o tamanho das folhas menores do que quando comparado ao tratamento completo (figura 2), estes sintomas são semelhantes ao que foi encontrado por (WALLAU et al., 2008), que estudou os efeitos da deficiência de N em mogno observando a partir do quarto mês as mudas passaram a ter crescimento limitado e senescência precoce de folhas mais velhas, assim como (BARROSO, 2005), verificou que a omissão de N em mudas de teca (*Tectona grandis*), gerou os mesmos sintomas.

Para Mengel & Kirkiby (1987), os sintomas de deficiência, são causados devido à alta mobilidade do nitrogênio nas plantas, isto se deve principalmente ao distúrbio metabólico causado pela ausência deste nutriente, que constitui as proteínas e aminoácidos, necessários para o crescimento das plantas.

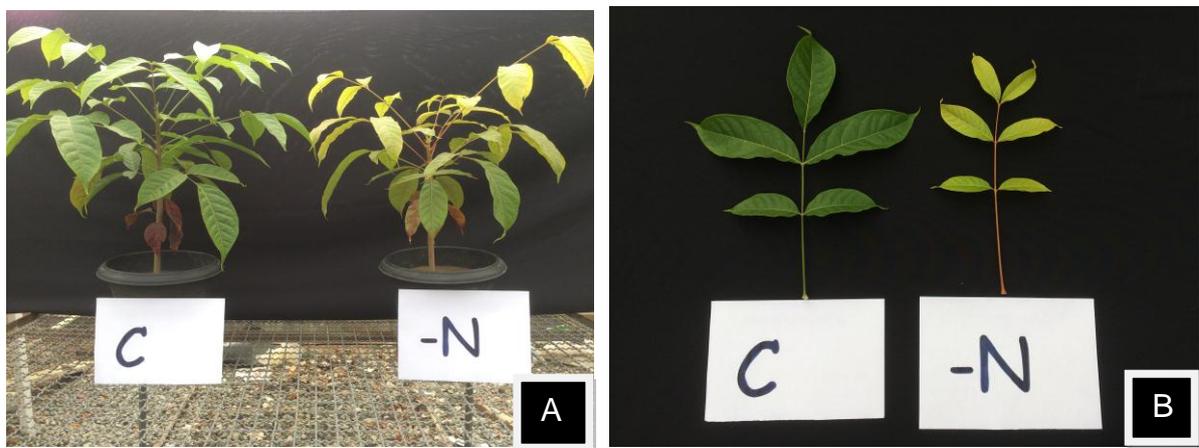


Figura 2: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de Nitrogênio (-N). A - Planta inteira, B - folhas Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.3 Omissão de P

Os sintomas de deficiência deste nutriente começaram a aparecer com apenas 60 dias após o transplântio, as plantas deste tratamento apresentaram sintomas bem característicos tais quais, tamanho reduzido das plantas, (altura e diâmetro), caule fino, crescimento lento, folhas mais velhas com verde intenso, reticuladas e clorose nas folhas mais novas evoluindo para manchas escuras com tons avermelhados na porção adaxial que progrediram para necrose. Possivelmente, isto ocorreu devido ao acúmulo de antocianina nas folhas mais velhas, isto deve-se à baixa eficiência da respiração prejudicando a fotossíntese (figura 3).

Para Flora (2010), outros sintomas podem ser notados na deficiência de fósforo, tais quais: baixa produção de folhas nos galhos e folhas em geral bastante coriáceas. Segundo Prado et al. (2010), isto ocorre devido ao fato do fósforo estar fortemente relacionado a formação das moléculas de ATP, DNA e RNA, além de formar ligações sob a forma de pirofosfato, permitindo a transferência de energia. Desta forma, a deficiência de P afeta vários processos metabólicos, como a síntese de proteínas e do ácido nucléico limitando o desenvolvimento das plantas.

Sintomas de deficiência semelhantes a este estudo foram encontrados por Maia et al. (2014), em mudas de pinhão manso. Em mogno (WALLAU et al., 2007), não encontraram tais deficiências, pois antes de serem transplantadas para vasos sem os nutrientes estas passaram 15 dias inseridas em soluções nutritivas completas para uniformização das mudas. Segundo (Grespan,1997, apud WALLAU et al., 2007, p, 5.), isto provavelmente ocorreu devido a espécies arbóreas possuírem grande capacidade absorção de P em seu crescimento inicial, acumulando P inorgânico no vacúolo das células desta forma, a quantidade P absorvida por essas mudas foi suficiente para estas adquirirem uma reserva reduzindo a deficiência das mudas.

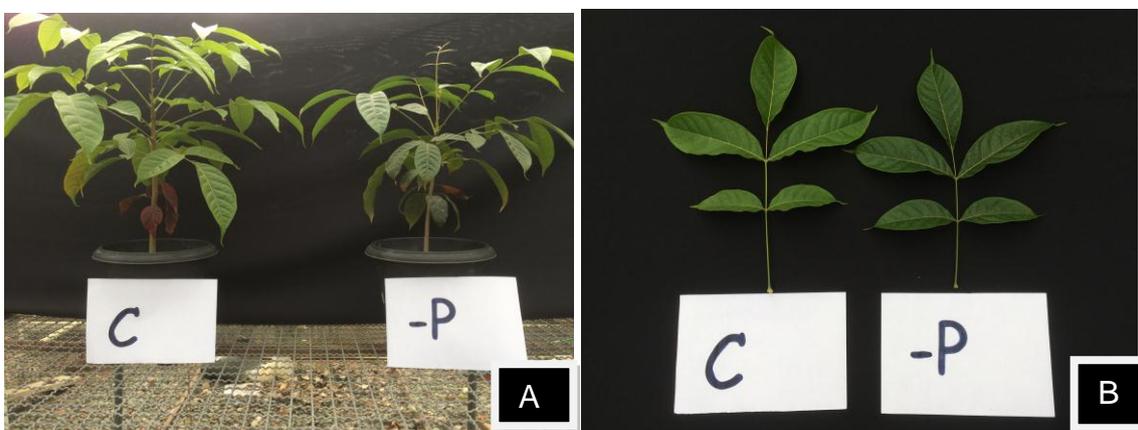


Figura 3 : Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de fosforo (-P). A - Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.4 Omissão de K

As plantas com omissão de K, apresentaram sintomas aos 105 dias após o transplante, com pouca clorose nas margens e pontas das folhas, que foi se intensificando e evoluíram para necrose começando pelas pontas e com mais 60 dias os galhos mais novos passaram a apresentar nas folhas mais jovens clorose internerval, sintomas estes, similares a deficiência de ferro.

Em relação ao seu crescimento e diâmetro, as mudas com omissão deste nutriente obtiveram bom crescimento e produção de galhos e folhas (Figura 4), estes resultados são similares ao que (SILVA et al., 2009) e (MAIA, 2014) encontram em mudas de pinhão manso, assim como (VALERI, 2014) em plantas de Pau brasil (*Paubrasilia echinata*), que apresentaram além dos sintomas acima, enrugamento das folhas. Para Marschner (2012), O K é altamente móvel na planta não precisando ser metabolizado.

As manchas que surgem em detrimento deste mineral são causadas pelo excesso de radicais livres formado pela acumulação de compostos nitrogenados causando degradação da pigmentação das folhas (EPSTEIN & BLOOM, 2005).

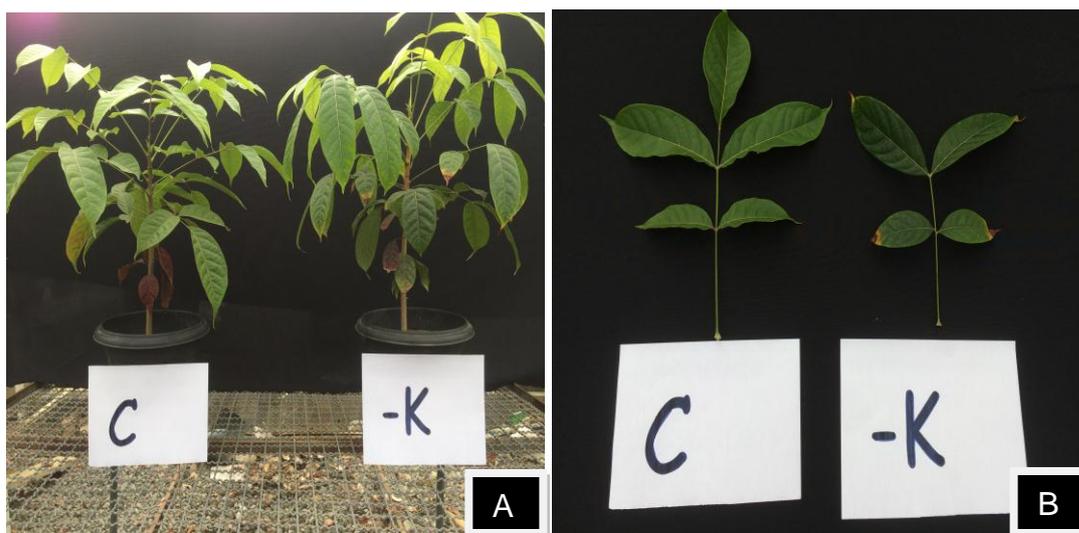


Figura 4: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de potássio (-K). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.5 Omissão de Enxofre

No tratamento omissão de S, os sintomas de deficiência começaram a aparecer após 120 dias do transplântio a folhas tiveram tamanho menor quando comparado com o tratamento completo, além de ter apresentado cor verde amarelada quando jovens, evoluindo para clorose internerval. Em relação ao seu crescimento, quando comparado ao tratamento completo, o desenvolvimento foi considerado como normal, (figura 5), isto se deve ao fato do mogno ser pouco exigente por esse nutriente, este fato coincide com a pesquisa realizada por (WALLAU et al., 2008), que verificaram que as mudas de mogno não sofreram redução no tamanho.

O enxofre, assim como o nitrogênio, possui vários estágios de oxidação, desta forma ele participa de várias funções metabólicas das plantas, sendo por exemplo constituinte essencial das proteínas, assim como o N, gerando sintomas de deficiências parecidos com este mineral (MASCHNER, 2012). Os sintomas de deficiência de S, acometem somente as folhas jovens, diferentemente do N, isto ocorre pois embora ele seja móvel, o S não costuma ser translocado para as porções mais novas das plantas. (EPSTEIN & BLOOM, 2005).

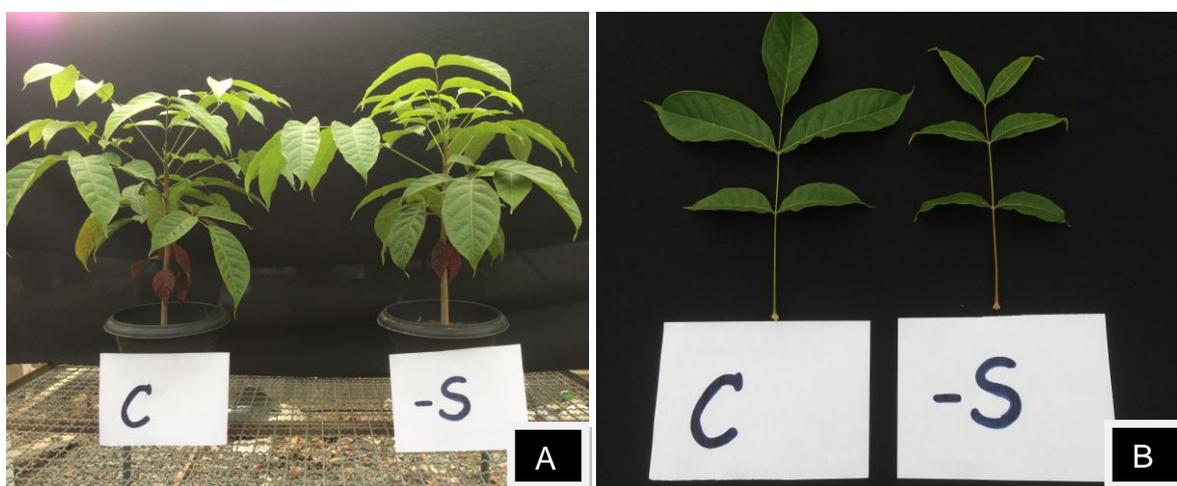


Figura 5: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de Enxofre (-S). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.6 Omissão de Boro

Na omissão de B, os sintomas surgiram após 90 dias do transplântio, houve clorose severa nas folhas mais jovens, com manchas levemente avermelhadas e morte de gemas terminais, tornando bastante ramificada (figura 6), esses resultados estão condizentes com o que (SORREANO; RODRIGUES; BOARETTO, 2012), no seu guia de nutrição de espécies nativas encontrou em mudas de Pau Pombo (*Tapirira guianensis*), inclusive com essa espécie incluiu-se além dos sintomas supracitados, nervuras suberificadas e quebradiças, com clorose também nas folhas velhas.

Os sintomas de deficiência de boro em plantas de camucamuzeiro (*Myrciaria dúbia*) segundo Viéguas et al. (2004), surgiram após 50 dias de implementados os tratamentos, eles encontraram como sintomas folhas novas com desenvolvimento prejudicado (retorcidas, atrofiadas, pequenas e grossas), que se agravaram com o passar tempo, ocorrendo morte do meristema apical.

Para Sorreano; Rodrigues; Boaretto (2012), a deficiência do boro, afeta o metabolismo dos ácidos nucleicos e de carboidrato, afetando a permeabilidade das membranas plasmáticas, o que prejudica o transporte até as folhas mais jovens pela transpiração, reduzindo a capacidade fotossintética destas. Essa deficiência foi descrita por Epstein & Bloom (2005), que constataram que as gemas apicais das plantas sofrem danos severos, promovendo a ramificação exagerada destas, caule áspero e fundido.

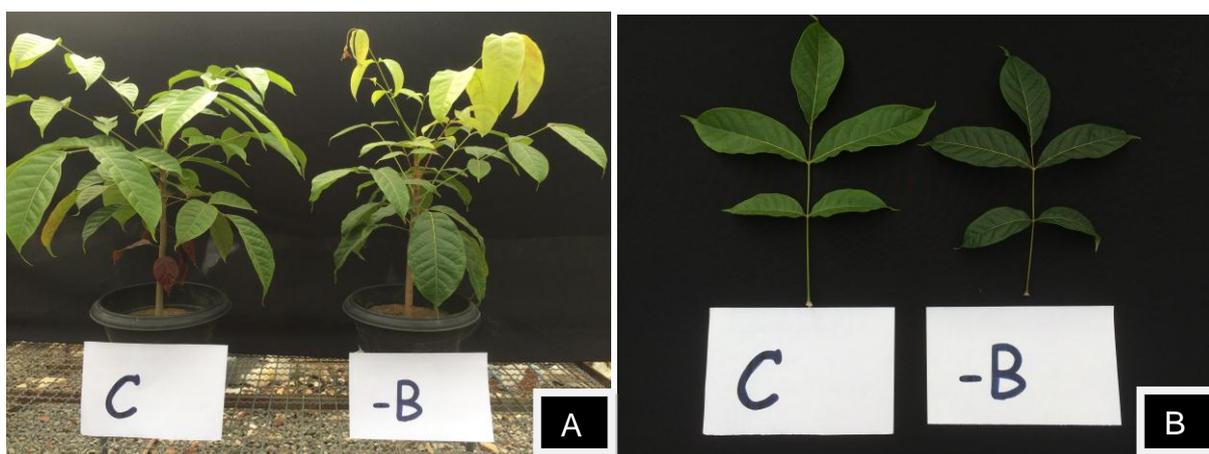


Figura 6: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de Boro (-B). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.7 Omissão de Ferro

Na omissão de Fe, constatou-se clorose internerval nas folhas jovens, morte do meristema apical, tornando-as bastante ramificadas e com aumento de folhas, com sintomas surgindo aos 90 dias após ao transplântio (Figura 7). Segundo Furlani (2004), o Fe se envolve diretamente com a síntese de citocromos de coenzimas e da clorofila. Sua deficiência, afeta diretamente a atividade fotossintética pois as cadeias de transporte de elétrons no processo são formadas, dentre outras substâncias, de hemogrupos derivados do Fe.

Para Marschner (2012), o Fe por possuir pouca mobilidade nas plantas a deficiência acomete as folhas jovens e chega a aparecer em folhas velhas, somente quando a deficiente encontra em níveis altíssimos.

O ferro na maioria das espécies vegetais é encontrado nos cloroplastos como material de reserva, a fitoferrentina. (WALLAU et al., 2008), observaram a omissão de Fe em mudas de mogno e encontraram resultados similares aos que foram vistos neste estudo com a deficiência chegando até metade superior das plantas, assim como, (OLIVEIRA et al., 2009) verificaram sintomas de deficiência de Fe em tomateiros do tipo salada, que além dos sintomas citados acima ainda notou redução do crescimento das plantas.

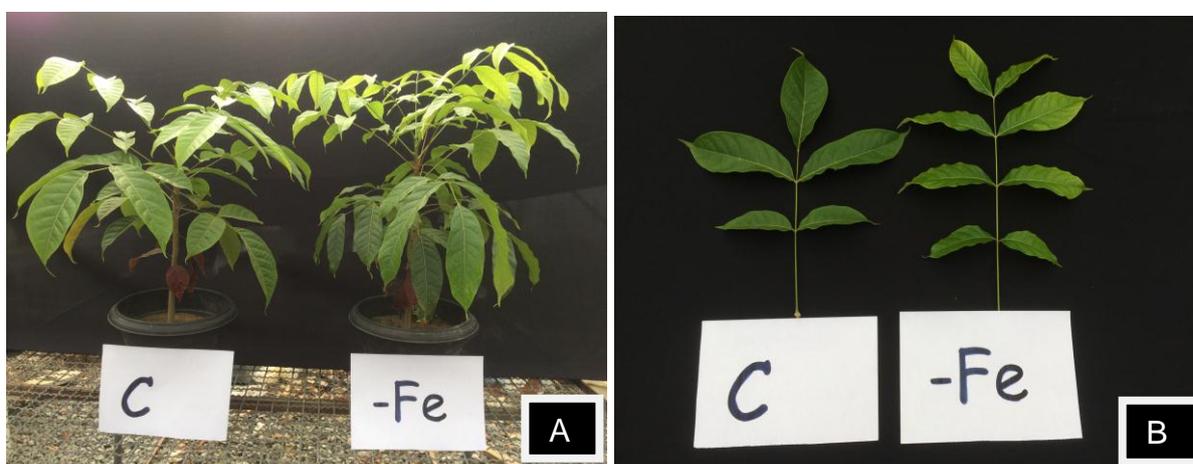


Figura 7: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de ferro (-Fe). A - Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.8 Omissão de Cobre

Após 135 dias de transplântio as plantas apresentaram sintomas de deficiência, destacando, caule tortuoso, morte de gema apical, folhas de tamanho reduzido, apresentando

folhas com bordas onduladas, como se estivessem em processo de murcha, galhos com 7 folíolos, com formação de gemas múltiplas, diferentemente do que o observado no tratamento completo, possuíam de 3 a 5 folhas, (figura 8), estes resultados se identificam com o que foi visualizado por Gontijo, Guimarães & Carvalho (2008), em que mudas de café submetidas a omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn, apresentaram os mesmos sintomas encontrados neste estudo. Assim como (WALLAU et al., 2008), que verificaram uma clorose foi mais acentuada, resultando em manchas necróticas nas folhas e no ápice das folhas.

Para Malavolta et al. (1997), o Cobre é de mobilidade reduzida no floema, com murcha e clorose acentuada, além de necrose, o cobre é um mineral semimóvel, tendendo a fixo, por isso seus sintomas acometem primeiramente as folhas mais jovens, a grande maioria do cobre encontrado em células foliares pode ser encontrada associada à plastocianina, que é doador imediato para o FS I, (EPSTEIN & BLOOM, 2005).

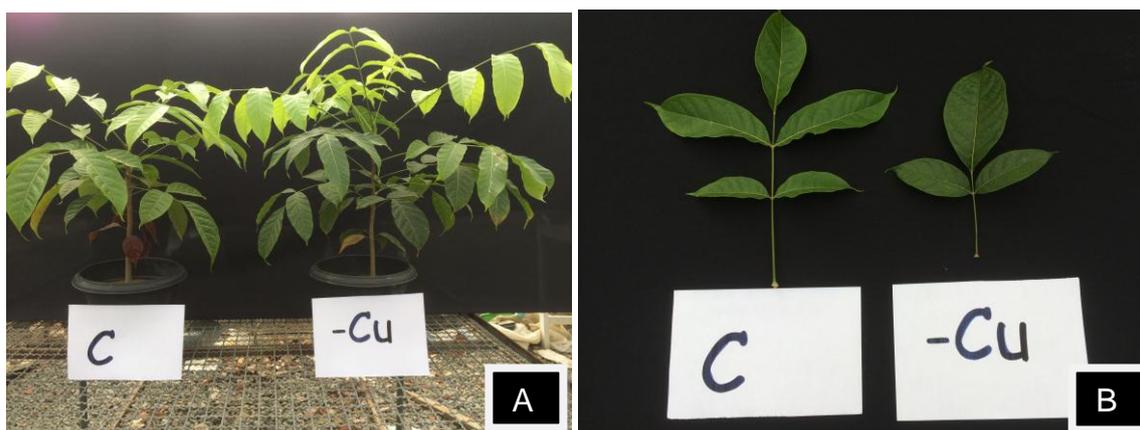


Figura 8: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de cobre (-Cu). A- Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.9 Omissão de Manganês

Na omissão de Mn, foi detectado sintomas com 75 dias após o transplante, clorose internerval geral, cor em geral das folhas verde desbotado, incluindo-se manchas necróticas nas folhas mais velhas, até senescência precoce de folhas, mas com crescimento visualmente equivalente com o tratamento completo (figura 09). (CORCIOLLI, 2013), estudou a omissão deste nutriente em mogno africano encontrou além das deficiências supracitadas, diminuição do ritmo de crescimento, ondulações nas lamina foliar e folhas deformadas.

(WALLAU et al., 2008), não observaram sintomas característicos deste nutriente apenas coloração verde acentuada e tamanho condizente com o tratamento com solução nutritiva completa, em Antúrio, (*Anthurium andraeanum*). (PINHO et al., 2011), também não conseguiu notar sintomas característicos de deficiência deste micronutriente, com exceção do crescimento reduzido.

O Mn participa ativamente dos processos de oxirredução nas plantas nos processos no fotossistema II, sendo ele importantíssimo para a fotossíntese, sendo a clorose apresentada como a deficiência energética causada pela deficiência deste mineral, causando a necrose devido ao excesso de compostos nitrogenados acumulados com a diminuição das sínteses de proteínas (EPSTEIN & BLOOM, 2005), (MARSCHNER, 2012).

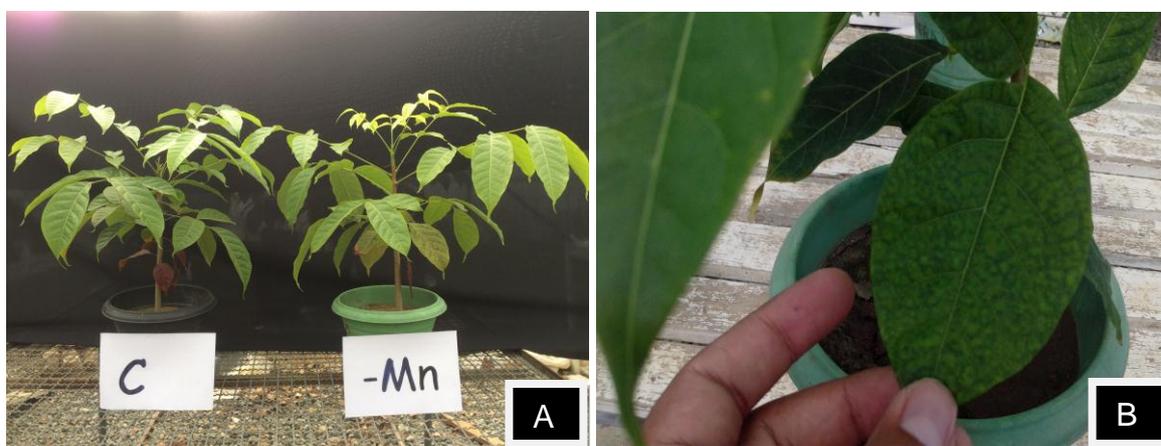


Figura 9: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de manganês (-Mn). A - Planta inteira e B - folhas com deficiência de manganês. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.1.10 Omissão de Zinco

No tratamento com a Omissão de zinco, os primeiros sintomas de deficiência surgiram após 60 dias o transplantio. Ocorreu clorose internerval do meio até a ponta das folhas jovens, produção excessiva de folíolos chegando até a 9 por galho, além de super brotação de galhos, e folhas estreitas, quando comparado ao tratamento completo. (figura 10), resultado condizente encontrado por (VALERI et al., 2014), atestaram que a omissão de Zn, causou super brotação, folhas cloróticas, necrose nas folhas velhas além de margens reduzidas, em mudas de Pau brasil (*Paubrasilia echinata*). (WALLAU et al., 2008), notaram manchas

amarelas nas folhas entre as nervuras, mas as mudas possuíam crescimento maior do que as plantas que se desenvolveram em tratamento completo, (PINHO et al., 2012) estudando a omissão de nutrientes em antúrio encontrou redução do porte das plantas e do número de folhas.

Para Epstein & Bloom (2005), o super brotamento pode ser creditado ao fato do Zn participar do metabolismo das auxinas que regulam o crescimento, causando várias brotações laterais, (FURLANI, 2004), afirma que a clorose pode ser creditada a redução da fotossíntese creditada a desestruturação dos cloroplastos e por subsequência redução da divisão celular e da síntese proteica pela redução da produção da enzima polimerase do RNA, prejudicando o desenvolvimento natural das plantas.

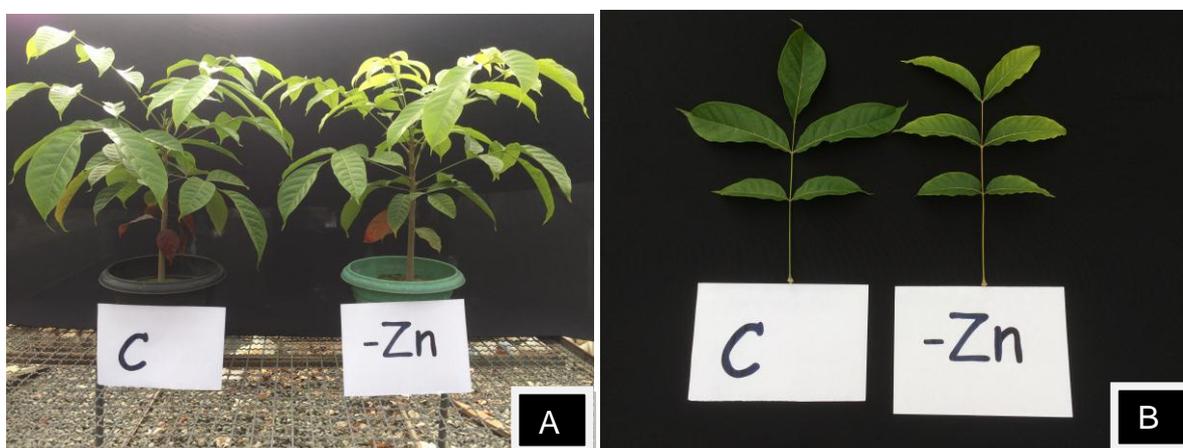


Figura 10: Plantas de mogno no tratamento completo (C) e com a omissão de zinco (-Zn). A - Planta inteira e B - folhas. Foto: Paula Ângela Alcoforado (2016).

4.2 Avaliação visual do crescimento radicular

Em relação ao crescimento radicular a maioria dos tratamentos não se diferenciaram visualmente entre si, ocorreu bastante produção de radículas e envelopadas devido ao tamanho do recipiente e ao tempo de cultivo, porém destaca-se que dentre os macronutrientes a omissão de P reduziu muito o desenvolvimento radicular, assim como o tratamento testemunha absoluta (figura 11). Segundo Furlani (2004) e Malavolta et al. (1997), o P compõe as moléculas de ATP, sendo importante para o metabolismo das plantas. Entre os micronutrientes a omissão de Zn proporcionou menor crescimento das raízes principais e

maior produção da radícula (figura 12), devido a participação do Zn em processos metabólicos e produção de enzimas, (MARSCHNER, 2012).



Figura 11: Raízes das plantas de mogno no tratamento completo (C), tratamento com omissão de Fósforo (- P) e testemunha absoluta (test.). Foto: Jonas Santos Silva (2016).



Figura 12: Raízes das plantas de mogno no tratamento completo (C), no tratamento com omissão de enxofre e tratamento omissão de zinco (-Zn) Foto: Jonas Santos Silva (2016).

4.3 Avaliação nutricional referente à massa seca do caule, folhas, raízes, crescimento em altura, diâmetro, número de folhas, e índice de clorofila

Para os parâmetros massa seca das folhas e da parte aérea, percebe-se que a omissão de P e a testemunha absoluta apresentaram menores médias, também se percebe que a omissão de N, afetou o desenvolvimento e produção de massa seca, os demais tratamentos não apresentaram diferença estatística. Observa-se que o Coeficiente de variação (CV), para o parâmetro massa seca da parte aérea foi de 11,70% e para o parâmetro massa seca das folhas o CV foi de 11,54% indicando que há homogeneidade entre médias, este fato indica que os resultados encontrados são consistentes (figuras 13 e 14). Isto mostra a importância do N e P no ganho de massa de espécies tropicais, tais como a *Paubrasilia echinata* (VALERI et al., 2014), *Spondias Tuberosa*, (GONÇALVES; NEVES; CAVALHO, 2006) e a *Switenia macrophylla* (SILVA, 2017).

O nitrogênio possui importante função dentre outras de ser elemento estrutural, causando sintoma redução do número e tamanho das folhas, assim como descrito por Prado & Leal (2006), observaram que a deficiência de N em girassol var. cartissol-01 resultou na diminuição da matéria seca da parte aérea devido ao tamanho reduzido de suas folhas com perdas chegando a 90% comparando com o tratamento completo. (VIEIRA et al., 2011), observaram que a deficiência de N em mudas de cerejeira (*Amburana acreana*) causou 30,49% de perda de massa da parte aérea quando comparados com o tratamento completo.

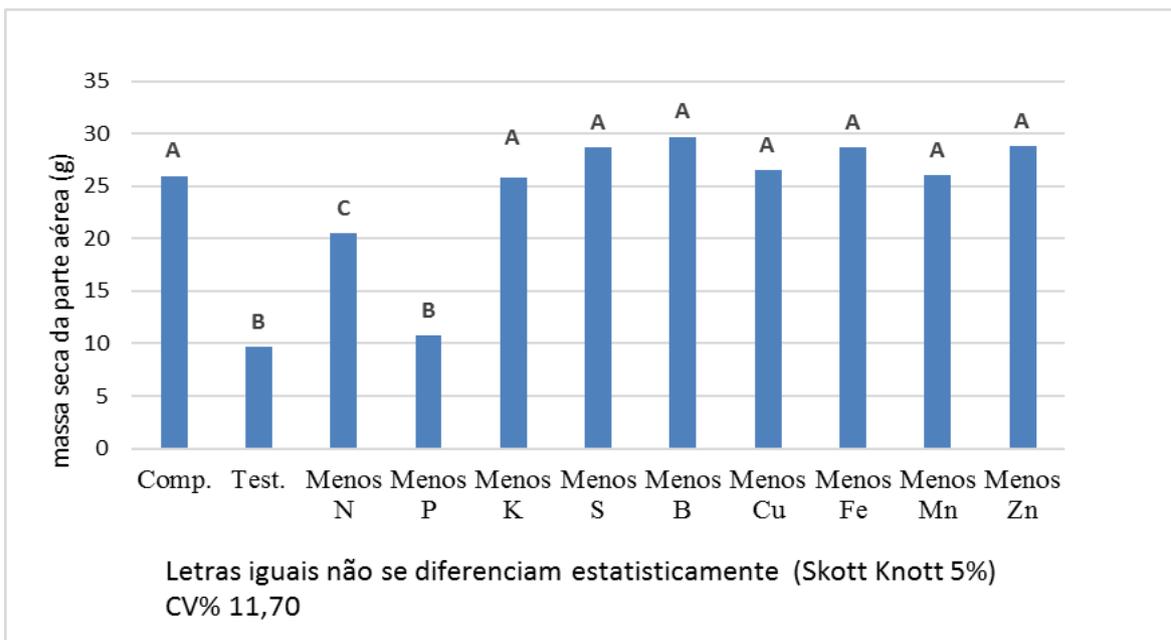


Figura 13: Massa seca da parte aérea, em (g), de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplantio.

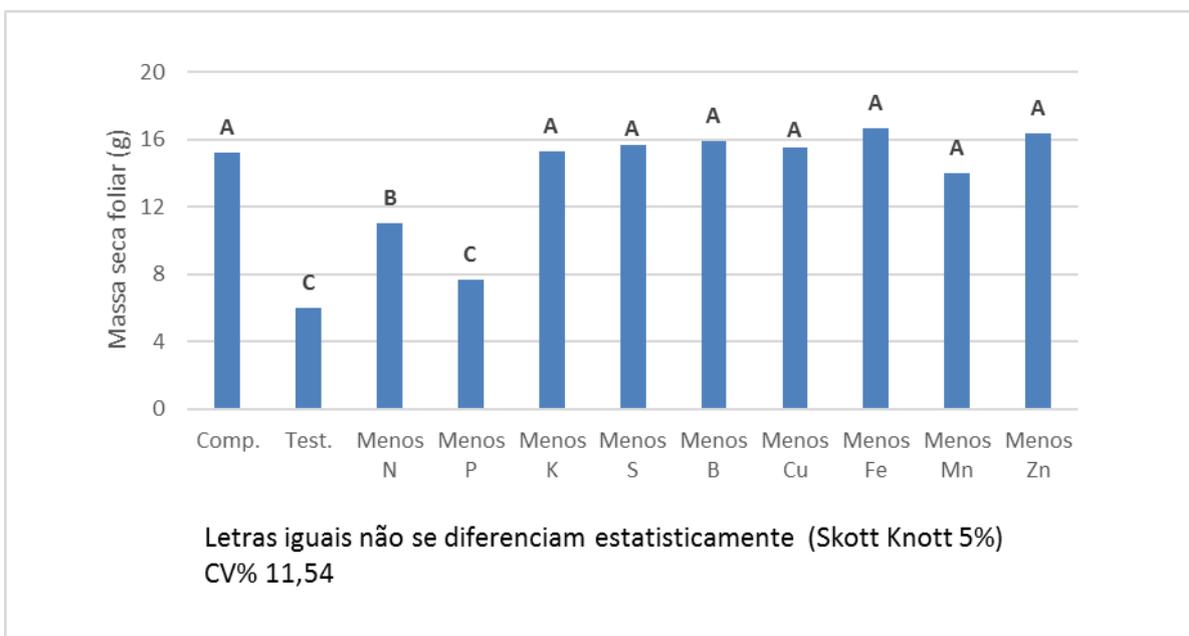


Figura 14: Massa seca das folhas de mogno , em (g), brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplantio.

Avaliou-se o efeito da omissão de nutrientes para a massa seca do caule, foi constatado que a deficiência de P e a testemunha absoluta apresentaram diferenças em relação aos demais tratamentos que não se diferenciaram entre si, evidenciou-se que a massa seca do tratamento

com omissão de fósforo chegou a ser 70,73% menor do que o tratamento completo onde que este parâmetro apresentou CV de 7,97% indicando que assim como os parâmetros massa seca da parte aérea e massa seca das folhas, os dados possuem uma forte homogeneidade, indicando baixo desvio padrão (figura 15).

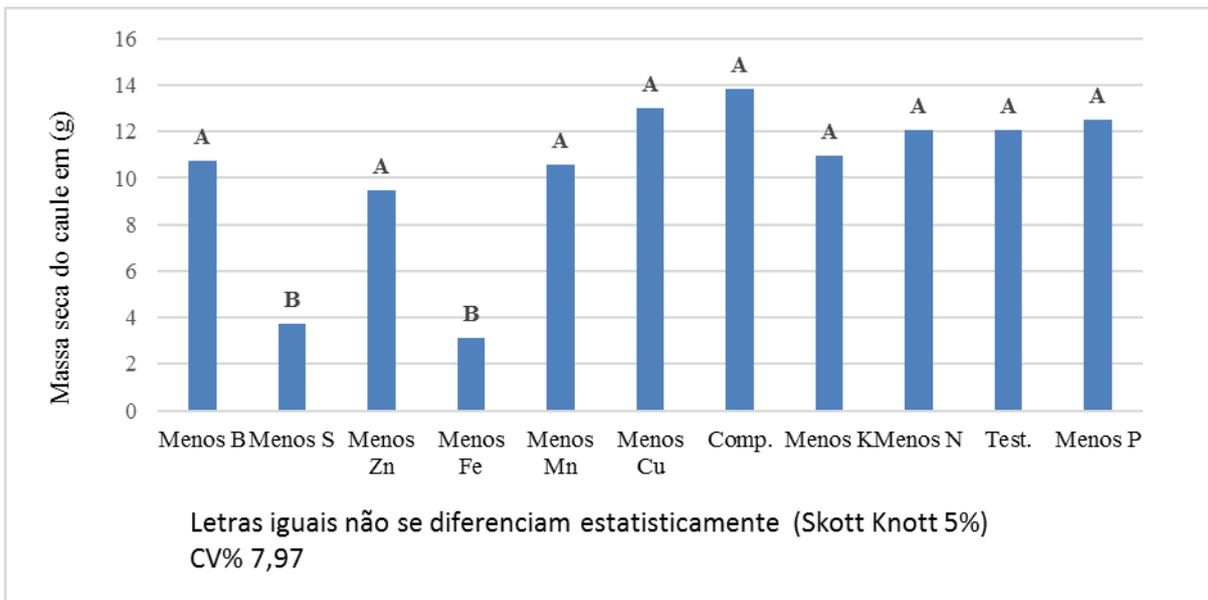


Figura 15: Massa seca do caule , em (g), das mudas de mogno brasileiro (*Switenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplântio

Nota-se que a produção de massa seca das raízes do tratamento com omissão de fósforo, foi 58,83% menor do que o tratamento Completo (figura 16).

O desenvolvimento reduzido de plantas na ausência do nutriente fósforo pode ser creditado, segundo Epstein & Bloom (2005) ao fato do fósforo compor moléculas de DNA e RNA, além de ser tradutor de transportador de energia química, reduzindo, por tanto, seu metabolismo causando lentidão no seu crescimento e produção de massa seca tanto da parte aérea quanto das raízes.

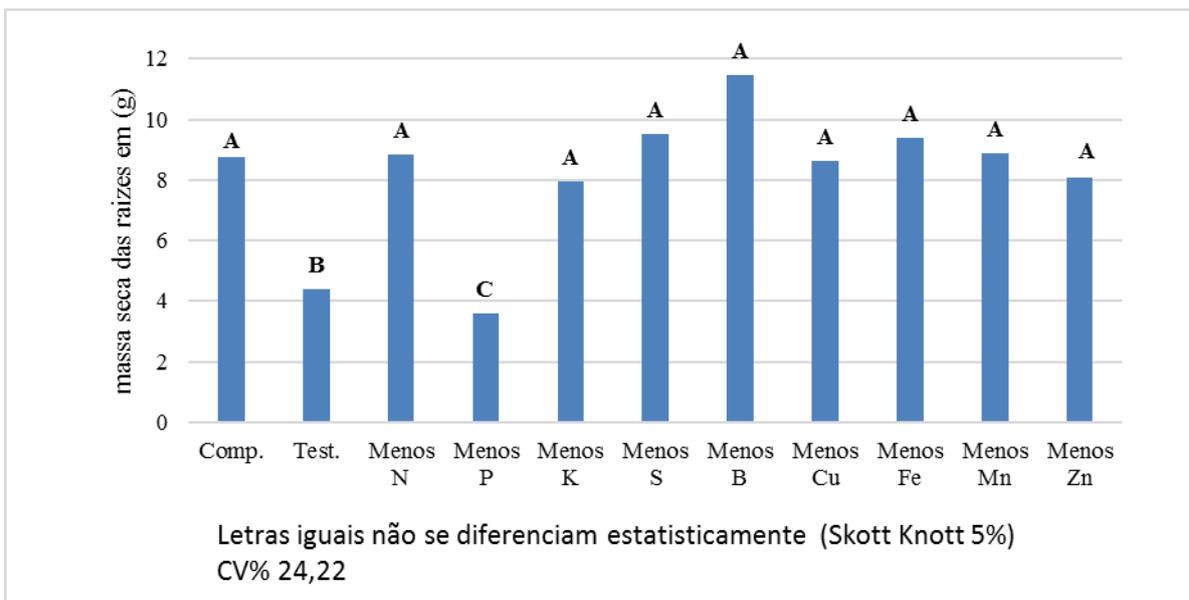


Figura 16: Massa seca das raízes, em (g), de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplantio.

As omissões de N, K, S, B, Cu, Fe e Zn não afetaram o crescimento em altura enquanto que a omissão de P apresentou altura 22,8% menor quando comparado com o tratamento completo e o tratamento testemunha absoluta apresentou crescimento em altura 23,1% menor do que o completo, estes dados evidenciam a limitação causada pela deficiência nutricional (figura 17).

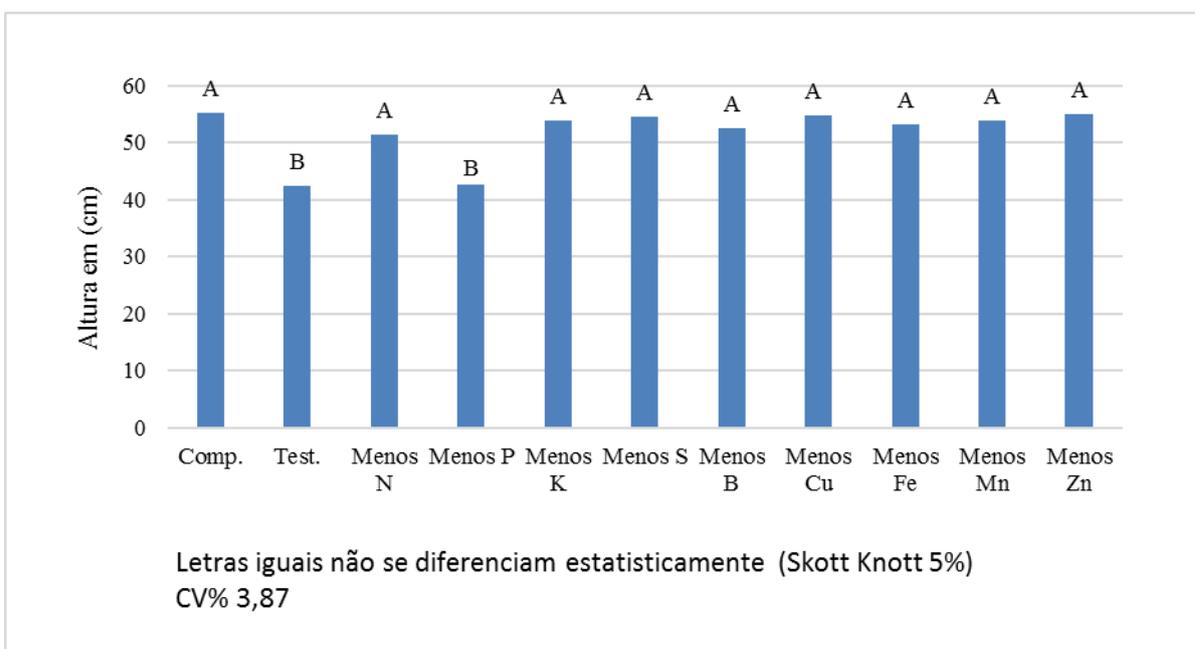


Figura 17: Altura média , em (cm) , das mudas de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplantio.

O diâmetro do caule das mudas cultivadas com omissão de P e a testemunha absoluta também foram as quais obtiveram menor desenvolvimento não havendo diferença significativa entre si, tendo o diâmetro do tratamento sem fósforo de cerca de 30,72% menor do que o tratamento completo (figura 18). Os demais tratamentos não afetaram o desenvolvimento do diâmetro de forma que não diferiram do tratamento completo.

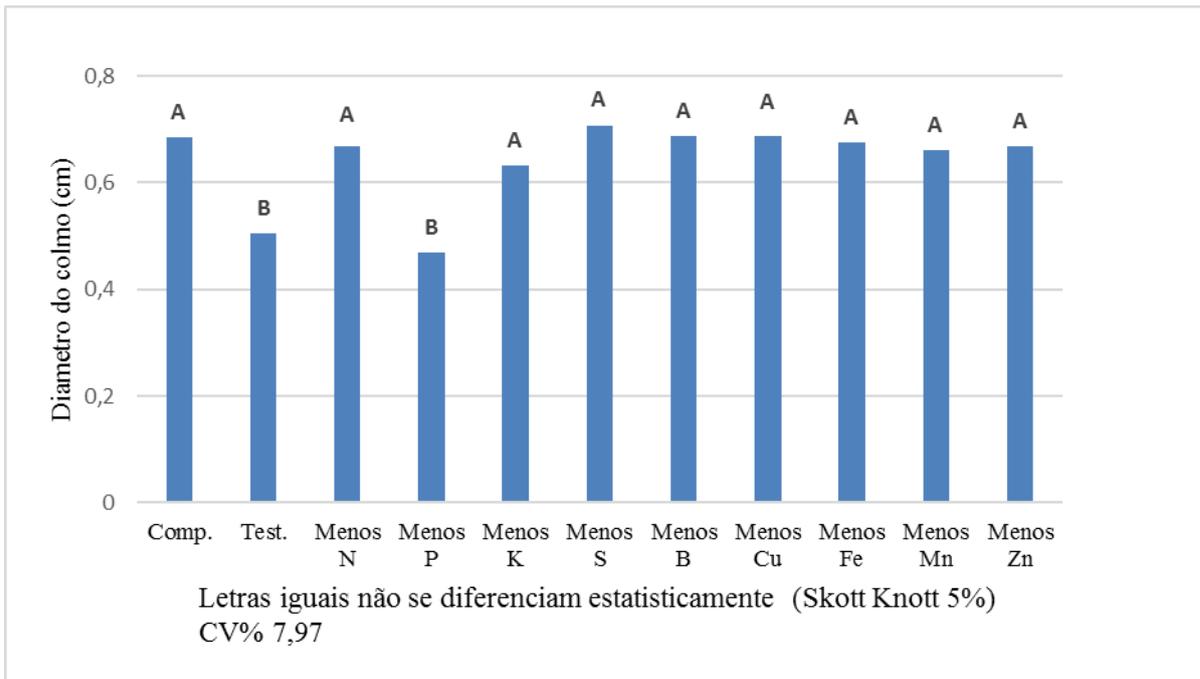


Figura 18: Diâmetro médio dos colmos , em (cm), das mudas de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) aos 240 dias após o transplantio.

O número de folhas produzidos pelas plantas em geral não se diferenciaram estatisticamente com exceção do tratamento testemunha absoluta e o tratamento sem fósforo que apresentou uma produção 42,89% menor do que o tratamento completo (figura 19).

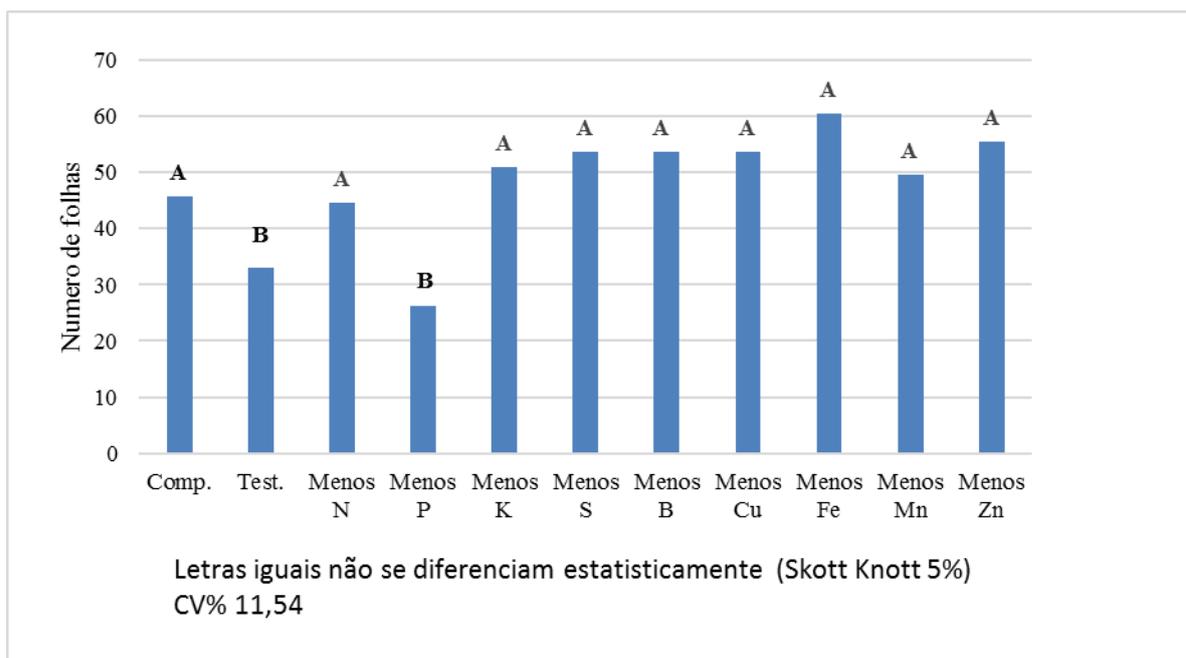


Figura 19: Número médio de folhas das mudas de mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* KING) aos 240 dias após ao transplante.

As medições de clorofila total dos tratamentos não diferenciaram estatisticamente entre si exceto o tratamento com a omissão de P, (figura 20), Segundo Marschner (2012), esta quantidade de clorofila na omissão de P é resultado do baixo desenvolvimento foliar causado pela falta deste nutriente, pois, segundo o mesmo as células de expansão foliar são mais lentas do que a formação da clorofila. Este fato de acordo com Sorreano; Rodrigues; Boaretto, (2012), implica em baixa eficiência fotossintética, resultado da inibição da expansão foliar e diminuição do metabolismo causado pela ausência de P.

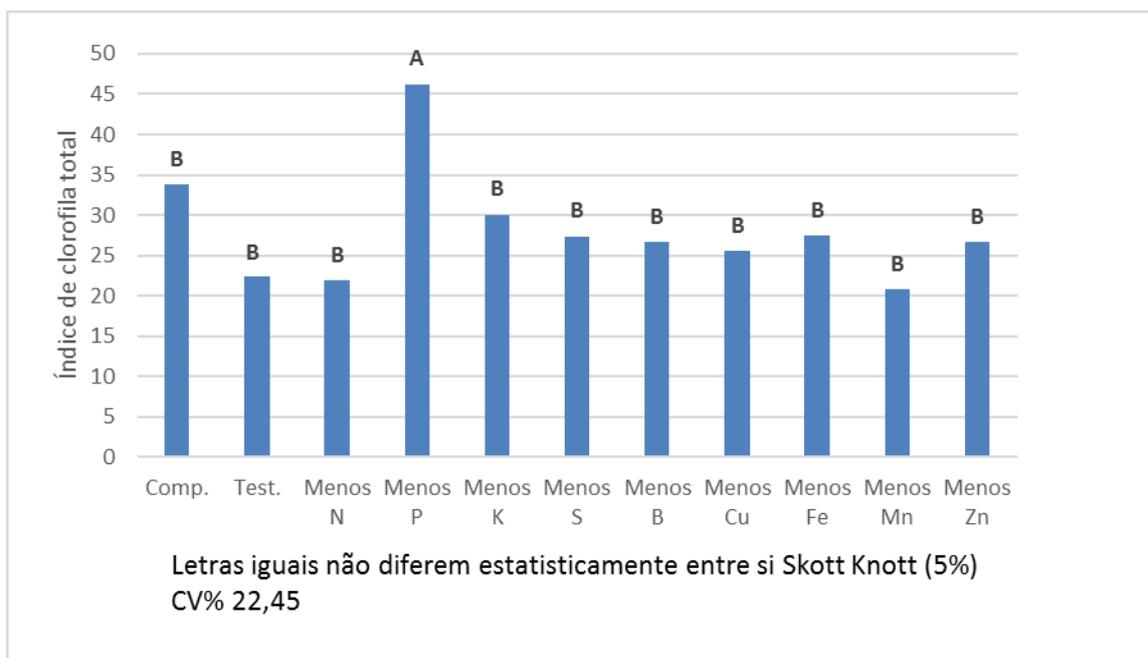


Figura 20: índice de clorofila total em mudas de mogno brasileiro (*Switenia macrophylla* King) aos 240 dias do experimento.

Analisando-se o crescimento relativo (CR) dos tratamentos (Tabela 3), constatou-se que o Enxofre e todos os micronutrientes apresentaram CR maior que o tratamento completo, indicando que houve toxidez por parte destes nutrientes, isto mostra que a quantidade que existia previamente no solo era suficiente para o desenvolvimento normal das plantas.

Observa-se que a massa seca total do tratamento testemunha absoluta foi a mais afetada com redução de 59,35% seguido das mudas submetidas à omissão de Fósforo (58,55%), do tratamento omissão de N (15,52%) e do tratamento omissão de K (2,76%).

De acordo com (Sanchez,1976, apud Silva et al., 2007, p, 4.), a deficiência de um nutriente é considerada severa, quando a o crescimento relativo é 40% menor quando comparado ao tratamento completo. Fato este ocorrido com a omissão de fósforo.

Tabela 3: Crescimento Relativo (CR), de acordo com a massa seca total

Crescimento Relativo %										
Comp	Test.	Menos N	Menos P	Menos K	Menos S	Menos B	Menos Cu	Menos Fe	Menos Mn	Menos Zn
100	40,65	84,47	41,45	97,24	109,99	118,55	101,11	109,50	100,60	106,32

5. CONCLUSÕES

A ausência de fósforo seguido do nitrogênio se mostraram ser altamente limitantes ao desenvolvimento de mudas de mogno brasileiro;

Todas as omissões de nutrientes afetaram negativamente o aspecto visual das mudas;

A sintomatologia visual apresentou a seguinte Ordem $P = Zn < Mn < B = N = Fe < K < S < Cu$;

Tanto macronutrientes quanto micronutrientes afetaram o crescimento relativo, o primeiro com Deficiência no solo e o segundo causando toxidez, indicando que a quantidade existente no solo já era suficiente para as mudas de mogno;

O tratamento testemunha absoluta foi limitante pela pobreza de nutrientes do latossolo amarelo distrófico de Cruz das Almas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. L. F.; ABORETTO, A. E.; Deficiência nutricional em plantas jovens de aroeira-pimenteira (*Schinus terebinthifolius* Raddi), **Revista Scientia Forestalis**, vol.40, ed.95, p.383-392, 2012.

BRITEZ, M. R.; ALGER, K.; BAUMGARTEN, E. J.; CASTELLA, R. P.; CULLEN JR., L.; FARIA, M. D.; FELFILI, J.; FERNANDES, U. R.; FONSECA, B. A. G.; LANDAU, C. E.; LIMA, F. J.; MORATO, I. M.; ORTIZ, V. J.; PADUA, V. C.; PADUA, M. S.; RADOMSKI, I. M.; SAMPAIO, B. A. **Manejo do entorno**. In: Fragmentação de ecossistemas, causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. Ministério do Meio Ambiente, p. 348 – 365, Brasília, 2003.

CARVALHO, P. E. R.; **Mogno - *Swietenia macrophylla* (KING)**. Colombo: Embrapa, 12 p. (Circular Técnica, 140), 2007.

CORCIOLI, G.; Borges, J. D.; JESUS, R. P.; deficiência de macro e micronutrientes em mudas maduras de *Khaya ivorensis* estudadas em viveiro, **Cerne**, v. 22 n. 1, p. 121-128, Lavras, 2016.

CORCIOLI, G.; **Indução de deficiências nutricionais em mudas de mogno africano (*khaya ivorensis* a. chev.)**. [Tese], 125p. Universidade federal de Goiás, Goiânia, 2013.

COSTA, R. J.; MORAIS, R. R.; CAMPOS L.S.; **Cultivo e Manejo de *Swietenia macrophylla* King**, Documentos 114, Embrapa Amazônia ocidental, Manaus, 2013.

EMBRAPA. SERVIÇO NACIONAL DE LEVANTAMENTO E CONSERVAÇÃO DO SOLO, **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro: Ministério da agricultura, 212p., 1977.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J.; **Mineral nutrition of plants: principles and perspectives**, 2. Ed. Sinauer Associates, Sunderland, 2005.

FAQUIN, V.; Nutrição mineral de Plantas. **Editora UFLA/FAEPE**, fundação de apoio de ensino, pesquisa e extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

FRAZÃO, D. C. A.; VIÉGAS, I. de J. M.; LIRA, R. S.; ALENCAR SOBRINHO, R. J.; NAIFF, A. P. M, **Avaliação do efeito da omissão de macronutrientes na sintomatologia de deficiências nutricionais e na produção de massa seca em plantas de teca (*Tectona grandis*)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31., 2007, Gramado. Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: anais. Porto Alegre: SBCS, 2007.

FLORA, A.P.; BRUGGER, B.P.; SANTOS, F.R. dos; COUTO, F. P.; NEGRÃO, R.G.; **Estresse nutricional em plantas**. 2010. Disponível em: <<http://www.webartigos.com/articles/34518/1/ESTRESSE-NUTRICIONAL-EM-PLANTAS/pagina1.html>>. Acesso em: 01 de outubro de 2016.

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

GONÇALVES, C. F.; NEVES O. S. C.; CARVALHO, J. G.; Deficiência nutricional em mudas de umbuzeiro decorrente da omissão de macronutrientes, **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.41, n.6, p.1053-1057, Brasília, jun. 2006.

GONTIJO, R. A. N.; GUIMARÃES, R. J.; CARVALHO J. G.; Crescimento e teor foliar de nutrientes em cafeeiro decorrente da omissão isolada e simultânea de Ca, B, Cu e Zn, **Coffee Science**, v. 3, n. 2, p. 124-132, Lavras, jul/dez. 2008.

GRESPLAN, S. L.; **Produção e eficiência nutricional de clones de eucalipto no norte do Espírito Santo e suas relações com características de solo**. 1997. 81 f. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

GROGAN, J.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; **Mogno na Amazônia Brasileira: ecologia e perspectivas de manejo**. (Relatório de Pesquisa), 56 p. Imazon, Belém, 2002.

GRUSAK, M. A.; **Plant Macro and Micronutrient Minerals**, *ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES*, Nature Publishing Group, 2001.

HARPER, J. E.; **Nitrogen metabolism**. In: BOOTE, K.J., BENNETT. J.M., SINCLAIR, T.R., et al., *Physiology and determination of crop yield*. Madison: Captitulo 11A, 1994.

LAMB, F. B.; **Mahogany of Tropical America: its Ecology and Management**. University of Michigan, Ann Arbor, 220p. Michigan, EUA 1966.

LANGE, A.; MARTINES, A. M.; SILVA, M. A. C.; SORREANO, M. C. M.; CABRAL, C. P.; MALAVOLTA, E.; Efeito de deficiência de micronutrientes no estado nutricional da mamoneira cultivar Iris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 1, p.61-67, 2005.

LORENZI, H.; **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**, v. 1, 4 ed, Nova Odessa, Instituto Plantarum, São Paulo, 2002.

KIRKBY, E. A.; ROMHELD, V.; Micronutrientes na fisiologia de plantas: micronutrientes na fisiologia de plantas: funções, absorção e mobilidade funções, absorção e mobilidade (boletim informativo), Versão em português do boletim Micronutrients in plant physiology: functions, uptake and mobility. Kirkby E. A e Römheld, V.; Proceedings 543, The International Fertiliser Society, P. O. Box 4, York, YO32 5YS, Reino Unido. Tradução: Suzana Oellers Ferreira, Engenheira Agrônoma, Goiânia, GO, informações agrônômicas nº 118 – jun, 2007.

MAIA, J. T. L. S.; BONFIM, F. P. G.; GUANABENS, R. E. M.; TRENTIM, R.; MARTINEZ, H. E. P.; PEREIRA, P. R. G.; FONTES, P. C. R.; Omissão de nutrientes em plantas de pinhão-mansão cultivadas em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 61, n.5, p. 723-731, set/out, Viçosa, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A.; **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Agrônômica Ceres 2. ed. Piracicaba; 1997.

MALAVOLTA, E.; **Manual de nutrição mineral de plantas**. Agrônômica Ceres, 638p. Piracicaba, 2012.

MASCARENHAS, S. Y.; **Diagnose por subtração de nutrientes em mudas de tomate para processamento industrial (dissertação)**. Escola de agronomia, Universidade Federal de Goiás; Goiânia, 2014.

MARSCHNER, H.; **Mineral nutrition of higher plant**. San Diego: Academic Press, 3.ed, 649 p., Londres, 2012.

MENDES, A. M. S.; Introdução a fertilidade do solo. Departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa, Curso de Manejo e Conservação do Solo e da Água, 2007.

MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S.; exigências nutricionais de *myracrodruon urundeuva* FR. All (aroeira do sertão). **Cerne**, v.5, n.2, p.065-075, Lavras, 1999.

MENGEL, K.; KIRKBY, E. A.; **Principles of plant nutrition**. 4.ed. Worblaufen-Bern: International Potash Institute, 687p., 1987.

OLIVEIRA, R. H.; LIMA M. J. S.; PEREIRA-JUNIOR, H. A.; REBOUÇAS, T. N. H.; MORAIS, O. M.; GUIMARÃES, B. V. C.; NOLASCO, C. A.; **Caracterização de sintomas visuais de deficiência de micronutrientes em tomateiro do grupo salada**. Seminário: Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, suplemento 1, p. 1093-1100, 2009.

PRADO, R. M.; FRANCO, C. F.; PUGA, A. P.; Deficiências de macronutrientes em plantas de soja cultivada em solução nutritiva. cv. BRSMG 68 (Vencedora). **Comunicata Scientiae**, v.1, n.2, p.114-119. 2010.

PRADO, R. M.; LEAL, R. M.; Desordens nutricionais por deficiência em girassol var. catissol-01, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, ed.3, p.187-193, 2006.

PINHO, P. J.; FRAZÃO, J. E. M.; SOUZA, G. A.; CARVALHO, J. G.; BASTOS, A. R. R.; OLIVEIRA, N. P.; Sintomas visuais de deficiências simples e múltiplas de micronutrientes em Antúrio. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental** V. 18, Nº.1, 2012.

RAIJ, B. V.; Fertilidade do solo e adubação. **Agrônômica. Ceres**, 343p., São Paulo, 1991.

ROMUALDO, L. M.; Modos de aplicação de zinco no crescimento inicial de plantas de milho e de sorgo em casa de vegetação, Jaboticabal, 2008.

SANTOS, R. A.; TUCCI, C. A. F.; HARA, F. A. S.; SILVA, W. G.; Adubação fosfatada para a produção de mudas de mogno (*Switenia macrophylla* King). **Acta Amazônica**, Manaus, v.38, n.3, p.453-458, 2008.

SILVA, J. S.; **Diagnose por subtração em mudas de mogno brasileiro**, (monografia), 40 f, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, Março, 2017.

SILVA, E. B.; TANURE, E. P. P.; SANTOS, S. R.; RESENDE JUNIOR, P. S.; Sintomas visuais de deficiências nutricionais em pinhão-manso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Bv.44, n.4, p.392-397, Brasília, abr. 2009.

SILVA, R. C. B.; **macronutrientes em plantas de nim (*azadirachta indica*) cultivadas em solução nutritiva**. (Dissertação), programa de pós-graduação em agricultura tropical, universidade federal de Mato Grosso, 46 p., Cuiabá, 2009.

SILVA, W. G.; TUCCI C. A. F.; HARA F. A. S.; SANTOS, R. A. C.; Efeitos de micronutrientes sobre o crescimento de mudas de (*Switenia macrophylla* King). **Revista Acta amazônica**, vol. 37, 3 ed., p. 371-376, Manaus, 2007.

SILVEIRA, R. L. V. A.; MOREIRA, A., TAKASHI, E. N.; SGARBI, F. BRANCO, E. F.; Sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em clones híbridos de *Eucalyptus grandis* com *Eucalyptus urophylla*. **Cerne**, v8, n.22, p107-116, Lavras, 2002.

SORREANO, M. C. M.; MALAVOLTA, E.; SILVA, D.; CABRAL, C. P.; RODRIGUES, R. R.; Deficiência de micronutrientes em mudas de sangra d'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Cerne**, v. 14, p. 127-132, Lavras, 2008.

SORREANO, M. C. M, RODRIGUES, R. R, BOARETTO, A.E.; **Guia de nutrição para espécies florestais nativas**. Editora oficina de textos, v.1. 256p, São Paulo, 2012.

SANGINGA, N.; GWAJE, D; SWIFT, M.J. 1991. Nutrient requirements of exotic tree species in Zimbabwe. **Plant and Soil**, The Hague, p. 197-205

SARCINELLI, T. S; RIBEIRO JÚNIOR, E. S.; DIAS, L. E.; LYNCH, L. S. 2004. Nutrient deficiency symptoms in seedlings of *Acacia holosericea* in response to the omission of macronutrients. **Revista Árvore**, 2 ed. p.173-181

TORMENA, C. A.; BARBOSA, M. C.; COSTA, A. C. S. Densidade, porosidade e resistência a penetração em latossolo cultivado sob diferentes sistemas de preparo do solo. **Scientia agrícola**, v.59, n.4, p.795-801, 2002.

VIEGAS, I. J. M.; THOMAZ, M. A. A.; SILVA, J. F.; CONCEIÇÃO, H. E. O; NAIFF, A. P. M.; Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências

nutricionais e na composição mineral de plantas de camucamuzeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**. v, 26, n. 2, p. 315-319, 2004.

VIEGAS, I. J. M.; GONÇALVES, A. A. S.; FRAZÃO, D. A. C.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; Efeitos das omissões de macronutrientes e boro na sintomatologia e crescimento em plantas de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Mart), **Revista ciências agrárias**, Belém, n. 50, p. 129-141, jul/dez. 2008

VALERI, S.V.; PIZZAIA, L. G. E, SÁ A. F L.; CRUZ M. C. P.; Efeitos da omissão de nutrientes em plantas de *Paubrasilia echinata*. **Cerne**, v. 20, n. 1, p. 73-80, Lavras, jan/mar. 2014

WHITMORE, T. C. A.; A review of some aspects of tropical rain forest seedling ecology with suggestions for further enquiry. In: SWAINE, M.D.(Ed.).The ecology of tropical forest tree seedlings. Paris: Unesco and the Parthenon Publishing group, 1996. P.3-39. (Man and Biosphere Series, 18).

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

