



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

MARCIA DE SOUZA ALVES

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO CULTIVADAS
COM SOLUÇÃO NUTRITIVA**

Boa Vista - RR

2013

MARCIA DE SOUZA ALVES

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MUDAS DE MOGNO AFRICANO CULTIVADAS
COM SOLUÇÃO NUTRITIVA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Roraima, em parceria com a Embrapa Roraima, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Pesq. Dr. Oscar José Smiderle
Coorientador: Pesq. Dr. Edvan Alves Chagas

Boa Vista - RR

2013

AGRADECIMENTOS

Ao meu Deus do impossível;

Ao POSAGRO e Embrapa Roraima, pela oportunidade em adquirir e aprimorar meus conhecimentos, além de, desenvolver minha dissertação com o mogno africano;

À CAPES pela concessão da bolsa de estudo durante o mestrado;

Ao Dr. Oscar Smiderle e Dr. Edvan Alves Chagas por aceitarem o desafio, mediante as dificuldades, na construção desse projeto e pelas orientações essenciais;

Aos professores da UFRR e da Embrapa que fizeram e fazem parte do POSAGRO e que, durante as disciplinas ministradas, ofereceram-me bases teóricas para que pudesse desenvolver minha dissertação;

Ao empresário rural, Sr. Benedito da Bioflorestal da Amazônia pela ajuda fundamental na doação das mudas e materiais utilizados para o desenvolvimento desta dissertação;

À equipe de Fruticultura da Embrapa Roraima, em especial a Dra. Aline pela ajuda e sugestões primordiais para o desenvolvimento deste projeto, Dras. Verônica e Christinny, Nilma, Diego, Junior, Andressa, Débora e Anderson pela ajuda nas avaliações de meus experimentos;

Aos meus pais José Lázaro e Maria Janeth e, meus irmãos Marcos e Marcelo. Minha família, vocês são meu esteio e fortaleza;

Ao Paulo Renato Fagundes meu esposo, namorado, parceiro, amigo e colega de curso que está sempre presente em todos os momentos alegres e tristes;

Aos meus sogros pelo apoio estrutural em Boa Vista;

Aos meus colegas do mestrado, em especial Nádía Santos pela grande ajuda literária, ao amigo de longa jornada, Daniel Luiz e ao meu seletto e eterno grupo de amigas LANCEM, vocês são demais;

Aos membros da banca;

E a todos que de forma direta ou indireta me ajudaram nessa etapa.

Meus sinceros agradecimentos

BIOGRAFIA

Marcia de Souza Alves nasceu em 10 de abril de 1982 em Manaus – AM cursou os estudos básicos na Escola Joelma e Antônio Lucena Bittencourt, concluindo o ensino médio em 2000 na Escola Técnica Federal do Amazonas no curso técnico em Meio Ambiente.

Trabalhou como técnica ambiental em 2002 e 2003 na Base Petrolífera da Petrobras em Urucu/Coari e em 2004 como auxiliar administrativa na CEAM (Companhia Energética do Amazonas).

Em 2005 ingressou no curso de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Amazonas (UFAM), onde participou do Centro Acadêmico de Engenharia Florestal como primeira secretária, projetos de iniciação científica com sementes florestais, no período de 2005 a 2007, no Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA), projeto de extensão universitária em 2008 e monitoria da disciplina de sementes florestais em 2009 na UFAM.

Graduou-se como Engenheira Florestal em 2010 e, em 2011, iniciou o curso de Mestrado em Agronomia na Universidade Federal de Roraima em parceria com a Embrapa Roraima, onde desenvolveu projeto de pesquisa com o mogno africano (*Khaya* spp). Defendeu sua dissertação em agosto de 2013.

ALVES, M. S. **Produção e qualidade de mudas de mogno africano cultivadas com solução nutritiva**. Boa Vista, 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima

RESUMO

Objetivou-se com este estudo, determinar o padrão de qualidade das mudas através dos parâmetros morfológicos da relação altura/diâmetro (ALT/DC), produção de matéria seca das folhas, caule e raízes, índice de qualidade de Dickson (IQD), bem como, determinar os teores de macronutrientes e micronutrientes do mogno africano *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*. Trinta dias após a emergência, as plantas com média de 7 cm de altura, foram transplantadas para vasos plásticos de 14 L (duas mudas/vaso), os vasos receberam uma fina camada de seixo, para melhor drenagem e, completados com o substrato ORG: Organoamazon[®]. As plantas receberam uma rega de solução nutritiva ((0,8 g de Maxsol/L), (0,5 g de Nitrato de Cálcio/L) e (0,1 g de Ferro/L)) semanal e durante as duas últimas semanas do terceiro mês cada vaso passou a receber duas regas semanalmente de solução nutritiva. No período entre o quarto e o quinto mês a concentração dos nutrientes da solução foi aumentada para 1,2 g/L (Maxsol), 0,9 g/L (Nitrato de Cálcio) e 0,1 g/L (Ferro). E, no sexto mês a solução foi concentrada em 1,3 g de Maxsol/L, 1,0 g de Nitrato de Cálcio/L e 0,1 g de Ferro/L. Para análise das variáveis altura e diâmetro utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) com três repetições em parcela subdividida. O experimento foi arranjado no esquema fatorial 2x2 composto por duas espécies (*K. ivorensis* e *K. senegalensis*), dois tratamentos (sem solução e com solução nutritiva) e na sub-parcela onze períodos de avaliações. Para qualidade das mudas analisou-se através dos índices morfológicos: a razão altura (cm)/diâmetro (mm), produção de matéria seca das folhas, caule e raízes e, índice de qualidade de Dickson e ainda, avaliou-se os teores de macronutrientes e micronutrientes. As plantas de mogno africano (*K. ivorensis* e *K. senegalensis*) apresentam rápido e vigoroso crescimento vegetativo, *K. senegalensis* atinge 24 cm de altura e 7 mm de diâmetro de coleta 60 dias após o transplântio e, *K. ivorensis* altura de 28 cm e diâmetro de 5,5 mm após 90 dias do transplântio. A espécie *K. senegalensis* com adição de solução nutritiva apresenta maior crescimento e maior produção de matéria seca. Para ambas espécies com e sem adição de solução nutritiva não houve diferença nos teores de macro e micronutrientes absorvidos.

Palavras - chave: nutrição mineral; espécie florestal; *Khaya ivorensis*; *Khaya senegalensis*.

ALVES, M. S. **Production and quality of African mahogany seedlings cultivated with nutrient solution.** Boa Vista, 2013. 64f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima

ABSTRACT

The objective of this study was to determinate the quality pattern of seedlings by morphologic parametres of height/diameter ratio, production of dry content of leaves, stem and roots, Dickson Quality Index (DQI), as well, determinate macronutrients and micronutrients content in African Mahogany *Khaya ivorensis* and *Khaya senegalensis*. Thirty days after the emergence, the seedlings with 7 cm height, were transplanted to plastic vases of 14 L (two seedlings/vase). In each vase were put a small layer of pebble, to facilitate the drainage, and completed with organic substratum (Organoamazon[®]). Every week, plants were irrigated once with nutrient solution ((0,8 g/L (Maxsol), 0,5 g/L (Calcium nitrate) e 0,1 g/L (iron)) and, on the last two weeks of the third month, the irrigation were twice per week. From fourth to fifth month the concentration of nutrient solution was increased to 1,2 g/L (Maxsol), 0,9 g/L (Calcium nitrate) e 0,1g/L (iron). And in the sixth month the solution concentration was 1,3 g/L (Maxsol), 1,0 g/L (Calcium nitrate) e 0,1 g/L (iron). Height and diameter were analyzed in completely randomized design in split plots, with two species (*K. ivorensis* e *K. senegalensis*) and two treatments (with and without the nutrient solution) in the plots and eleven periods in the sub-plots. The seedling quality was analyzed by morphologic index: height/diameter ratio, dry material production of leaves, stalk and roots, Dickson quality index (DQI). African Mahogany plants (*K. ivorensis* e *K. senegalensis*) show fast and vigorous vegetative growth, *K. senegalensis* grow 24 cm height and 7 mm of diameter in 60 days after the transplant and *K. ivorensis* 28 cm and 5,5 mm of height and diameter respectively, 90 days after de transplant. *K. senegalensis* with nutrient solution addition show superior growth and dry material production. To both species, with and without nutrient solution there is no difference in the contents of micro and macro nutrients absorbed.

Keywords: mineral nutrition; forestry specie; *Khaya ivorensis*; *Khaya senegalensis*

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. OBJETIVOS.....	11
2.1. OBJETIVO GERAL.....	11
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	11
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	12
3.1. História, botânica e morfologia do mogno africano.....	12
3.1.1. <i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.....	12
3.1.2. <i>Khaya senegalensis</i> A. Juss.....	15
3.2. Importância econômica.....	18
3.3. Produção de Mudas.....	19
3.4. Índice de qualidade de Dickson.....	21
3.5. Avaliação nutricional.....	22
3.5.1. Macronutrientes.....	23
3.5.2. Micronutrientes.....	25
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.1. Material vegetal.....	27
4.2. Delineamento experimental.....	29
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1. Incremento em altura e diâmetro de mudas de <i>K. ivorensis</i> e <i>K. senegalensis</i>	31
5.2. Análise dos parâmetros morfológicos de mudas de <i>K. ivorensis</i> e <i>K. senegalensis</i>	33
5.3. Teores de macronutrientes em mudas de <i>K. ivorensis</i> e <i>K. senegalensis</i>	37
5.4. Teores de micronutrientes em mudas de <i>K. ivorensis</i> e <i>K. senegalensis</i>	46
6. CONCLUSÕES.....	54
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
APÊNDICE.....	64

1. INTRODUÇÃO

Com o grande aumento da demanda de produtos e subprodutos florestais e o aprimoramento das indústrias do setor florestal, a procura por novas espécies com potencial econômico tem se intensificado. Neste sentido, tem crescido a utilização de espécies exóticas, especialmente no Hemisfério Sul, em países de clima tropical e subtropical (PINHEIRO; LANI; COUTO, 2003).

Uma das espécies exótica arbórea que vem ganhando destaque é o mogno africano, esta espécie ocorre naturalmente em vários países do continente africano. De acordo com Carvalho; Silva; Latorraca (2010) esta espécie foi introduzida no Brasil visando substituir o mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla*) devido a sua alta resistência ao microlepidóptero *Hypsipyla grandella*, a principal praga do mogno nativo.

O mogno de origem africana vem se tornando uma espécie de grande importância na Região Amazônica, em virtude do seu alto valor econômico, a sua facilidade de produção de mudas e ao rápido crescimento, promovendo a recuperação de áreas alteradas. O interesse comercial em plantações do mogno-africano deve-se ao fato de que nas regiões onde essa espécie é nativa e com a exploração feita no decorrer de 70 anos, reduziu-se consideravelmente a sua concentração, o que motivou os plantios organizados. O mercado é exigente e as indústrias reclamam por esta excelente madeira (FALESI; BAENA, 1999).

As madeiras provenientes de reflorestamento se revelam promissoras e o futuro reside no uso crescente das mesmas, uma vez que a antiga vantagem comparativa representada pelo uso da madeira de florestas nativas torna-se cada vez mais ineficiente (SOUZA, 2007).

Entretanto, o sucesso na formação de florestas de alta produção depende, em grande parte da qualidade das mudas plantadas que, além de terem que resistir às condições adversas encontradas em campo após o plantio, deverão sobreviver e, por fim, produzir árvores com crescimento volumétrico economicamente desejável (GOMES, 1991).

Vários são os parâmetros utilizados na avaliação da qualidade de mudas de espécies florestais dentre eles podemos citar: a altura da parte aérea, diâmetro de coleto, relação entre a altura da parte aérea e diâmetro de coleto, fitomassa seca da parte aérea e radicular e ainda os aspectos nutricionais (PAIVA; GOMES, 1993).

Na avaliação de qualidade de uma muda existe uma alternativa a ser estudada determinada de índice de qualidade de Dickson (IQD) que informa o padrão de qualidade das mudas, sendo considerada eficiente, e recomendada por diversos autores (BINOTTO, 2007).

Em relação aos aspectos nutricionais poucas são as informações sobre as necessidades nutricionais do mogno africano, podendo citar Jeyanny et al. (2009) que estudaram os efeitos das deficiências dos macronutrientes em plântulas de *Khaya ivorensis*. Vieira (2011) que trabalhou em suas pesquisas o crescimento inicial de *Khaya anthotheca* na omissão de macronutrientes e, pesquisas desenvolvidas por Pinto; Tucci; Barros (2000), Barros (2001), Silva (2004) e Santos (2006), direcionadas para recomendação de calagem, nitrogênio, fósforo e potássio na fase de produção de mudas de *Swietenia macrophylla*, não sendo encontrado nenhum trabalho sobre a exigência do mogno africano por micronutrientes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Verificar o efeito da solução nutritiva no crescimento em altura e diâmetro na produção de matéria seca de raízes, caules e folhas e teores de macro e micronutrientes em mudas de duas espécies de mogno africano até 140 dias.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a relação entre a altura e diâmetro do coleto;
- Verificar a produção de matéria seca das folhas, caule e raízes;
- Avaliar o índice de qualidade de Dickson;
- Determinar os teores de macronutrientes;
- Determinar os teores de micronutrientes.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. História, botânica e morfologia do mogno africano

A família MELIACEAE A. Juss é uma das famílias que mais tem destaque no mundo no que diz respeito a árvores tropicais, em face das apreciáveis características dos indivíduos que compõem seus diversos gêneros.

Esta família foi publicada em 1789 por Jussieu, e apresenta melhor agrupamento de gêneros descritos em “A generic Monograph of the Meliaceae” por Pennington et Styles, abrangendo um grande número de varáveis como, número de espécies examinadas, características analisadas, análise de pólen e ainda investigações na estrutura da madeira (AMARAL, 1981).

A taxonomia das Meliaceae compreende três Subfamílias: I – MELIOIDEAE, com sete Tribos, II – QUIVISANTHOIDEAE e III – SWIETENIOIDEAE, com três tribos. Esta família abrange aproximadamente 51 gêneros, sendo que as espécies pantropicais possuem cerca de 1400 espécies registradas, e poucas espécies catalogadas das regiões subtropicais e temperada (BARROSO, 1984; PINHEIRO, 1986).

De acordo com Pinheiro et al. (2011), o gênero *Khaya* está classificado dentro da segunda tribo (SWIETENIEAE) na Subfamília SWIETENIOIDEAE e, é representado por árvores em geral de porte elevado, folhas paripenadas, folíolos inteiros, flores monóicas, mas com desenvolvidos vestígios do sexo oposto e com pequena diferença externa entre os sexos, em panículas grandes, muito ramificadas.

Este gênero compreende quatro importantes espécies produtoras de madeiras comerciais na África continental e apresentam grande semelhança umas com as outras em suas flores e frutos com diferença proeminente em seus folíolos. As espécies são: *Khaya ivorensis*, *Khaya grandifoliola*, *Khaya anthoteca* e *Khaya senegalensis*. Todas conhecidas sob a designação de “mogno-africano” e não apresentam distinção substancial dos mognos latino-americanos (*Swietenia mahogany*, *Swietenia macrophylla* e *Swietenia humilis*) (PINHEIRO et al., 2011).

3.1.1. *Khaya ivorensis* A. Chev

Esta espécie não possui sinônimo e existem várias denominações em diversos países (Quadro 1).

Quadro 1: Nomes vulgares de *Khaya ivorensis* A. Chev. em vários países

Nome Vulgar	País
Acajou D'Afrique	França e Bélgica
African Mahogany	Inglaterra e EUA
Khaya Mahogani	Alemanha
Afrikaans Mahoganie	Holanda
Mogno Africano	Portugal
Dukuma, Acajou de Bassam, Kralah, Krala Ira e Acajou blane	Costa do Marfim
Dubine, Duku makokre, Duku mafufu, Ahafo Mahogany	Gana
Oganwo, Ogwango nofwa	Nigéria
N'Gollo, Acajou N'Gollon, Zamenguilla e Mangona	Camarões
Samanguilla	Guiné Espanhola
Zaminguilla, Obega	Gabão
N'Dola e Ewé	Congo
Deké	África Central
Udianuno e Quibala	Angola

Fonte: Acajou D'Afrique, 1979.

Sua área de ocorrência natural limita-se às regiões tropicais úmidas, de baixa altitude, da África Ocidental, abrangendo a Costa do Marfim, Gana, Togo, Benin, Nigéria, o sul do Camarões, a província de Cabinda em Angola e, possivelmente, também na Guiné, Libéria, República Central da África e Congo (Figura 1).



Figura 1: Áreas de ocorrência natural de *Khaya ivorensis* A. Chev. no continente africano.

Fonte: Lemmens (2008).

Ocorre de forma dispersa, em pequenos grupos ou isoladamente, com precipitação média anual entre 1600 e 2500 mm e com temperaturas médias entre 24 e 27 °C. (LEMMENS, 2008; PINHEIRO et al., 2011). Ocorre desde 0 a 450 m de altitude, normalmente em vales úmidos suportam inundações durante o período de chuvas, entretanto, é muito sensível ao período de estiagem (ACAJOU D'AFRIQUE, 1979).

A espécie é monóica, podendo ser decídua ou sempre verde. Na natureza é uma árvore de grande porte e pode chegar a 60 metros de altura e ter mais de dois metros de diâmetro, apresenta o tronco retilíneo, algumas vezes um pouco sinuoso, com fuste comercial livre de ramificações até 30 metros de altura. Estudos realizados por Castro et al. (2008) mostraram que essa espécie, aos sete anos de idade, pode alcançar altura de 12 m, correspondente à primeira ramificação da copa e diâmetro a altura do peito (DAP) de 22 cm.

Seus galhos são roliços e grossos até o seu término onde ficam agrupadas as folhas. As folhas são alternas, compostas, paripenadas, com pecíolos de 1 a 4 cm de comprimento, sem estípulas. Suas inflorescências são do tipo panícula, unissexuais com pouca diferenciação entre flores masculinas e femininas (PINHEIRO et al., 2011).

É uma planta heliófila tolerando sombra durante a fase jovem, frutifica duas vezes ao ano, porém em plantios no Pará apresenta frutificação uma vez ao ano. A casca é espessa e rugosa de coloração marrom-avermelhada e sabor amargo. O fruto é constituído por uma cápsula fibrosas ou lenhosas, globosas e acastanhada de 5 a 7 cm de diâmetro com 5 valvas, possuem cerca de 15 sementes fortemente achatadas e estreitamente aladas por toda margem (LAMPRECHT, 1990).

A capacidade germinativa das sementes alcançam, em média, 75 a 80%, podendo chegar a 90% quando recém coletadas. Num armazenamento à temperatura ambiente, em dois a três meses a viabilidade cai drasticamente, ocorrendo o mesmo em armazenamento à baixas temperaturas, enquanto que na natureza as sementes perdem rapidamente o poder germinativo, em cerca de duas semanas (PINHEIRO et al., 2011). A rápida perda da viabilidade das sementes em condições naturais e baixo índice de sobrevivência de plântulas levam a uma regeneração natural baixa que, associada a grande pressão sobre a espécie, levaram a uma diminuição de sua população natural (OPUNI-FRIMPONG et al., 2008).

Comparando com o mogno brasileiro não se distinguem diferenças significativas, quanto ao aspecto fenotípico. Existe, porém uma diferença marcante que faz distinguir o mogno africano (*K. ivorensis*) do amazônico que é a coloração avermelhada, devido à concentração de antocianina do fluxo de lançamento apical do africano, enquanto que no amazônico é esverdeado (FALESI; BAENA, 1999).

Segundo Lamprecht (1990) a espécie prefere solos de reduzida capacidade de retenção de água em zonas de floresta higrófila perenifólia. A *K. ivorensis* é de rápido crescimento e necessita basicamente de radiação solar, água e nutrientes que são diretamente dependentes do solo (PINHEIRO et al., 2011).

Tem uma madeira bastante valorizada comercialmente devido as suas características tecnológicas e à beleza, o alburno tem coloração marrom-amarelada e o cerne cor marrom-avermelhado (FALESI; BAENA, 1999). Sua madeira é usada na indústria de movelaria, construção naval e em sofisticadas construções de interiores. O mercado europeu é o principal consumidor desta madeira (CONDE, 2006). Estudos realizados por Carvalho; Silva; Latorraca (2010) mostraram que a madeira de *K. ivorensis* A. Chev. apresentou bom comportamento para ser utilizada na indústria moveleira ou para fins de acabamento superficial em construção civil, tornando-a uma espécie de grande valor econômico. Além de seu uso comercial, a espécie também é utilizada com fins medicinais, a casca do tronco, por exemplo, é utilizada para combate à malária, repelir e matar mosquitos, além de ser usada também para tratar de gripes e resfriados aumentando ainda mais a pressão sobre a espécie (AGBEDAHUNSI; FAKOYA; ADESANYA, 2004; ABDELGALEIL; HASHINAGA; NAKATANI, 2005; IDU; ERHABOR; EFIJUEMUE, 2010; TEPONGNING et al., 2011).

A exploração do mogno africano ao longo de setenta anos, reduziu sua concentração e aumentou seu valor comercial, o que aumentou o interesse comercial e motivou os plantios organizados (FALESI e BAENA, 1999). Na África plantios de *K. ivorensis* sofrem sérios danos devido ao ataque da broca dos ponteiros (*Hypsipyla robusta*), que mata a gema apical dos ramos das árvores jovens, o sombreamento de topo de brotações laterais é uma técnica aplicada que pode reduzir os danos causados por esta praga. No Brasil a espécie é mais resistente ao ataque de *Hypsipyla grandella*, praga que inviabilizou os plantios comerciais do mogno brasileiro. Ainda não há relato da existência de outras pragas específicas que causem danos relevantes ao Mogno africano (ALBUQUERQUE et al., 2011).

3.1.2. *Khaya senegalensis* A. Juss

Esta espécie já foi classificada como *Swietenia senegalensis* Ders. Assim como a *Khaya ivorensis* A. Chev. a *Khaya senegalensis* A. Juss é conhecida e comercializada sob o nome de mogno africano, no entanto, há alguns locais em que a mesma é conhecida por outras denominações citadas no Quadro 2.

Quadro 2: Nomes vulgares de *Khaya senegalensis* A. Juss em vários países

Nome Vulgar	País
Acajou D'Afrique, Acajou de Senegal e Acajou Caïlcedrat	França
Dry Zone Mahogany	Inglaterra
Caoba Africana	Espanha
Caoba de Senegal	Cuba
Afrikanisches Mahagony	Alemanha
Bissilon	Guiné Bissal
Kahi	Guiné
Khay (dialeto Wolof)	Senegal
Mogno Africano	Brasil

Fonte: Acajou D'Afrique, 1979.

A espécie ocorre naturalmente na África, do oceano Atlântico até o Índico abrangendo a Mauritânia, Mali, Senegal, República dos Camarões e de Uganda e no Sudão.

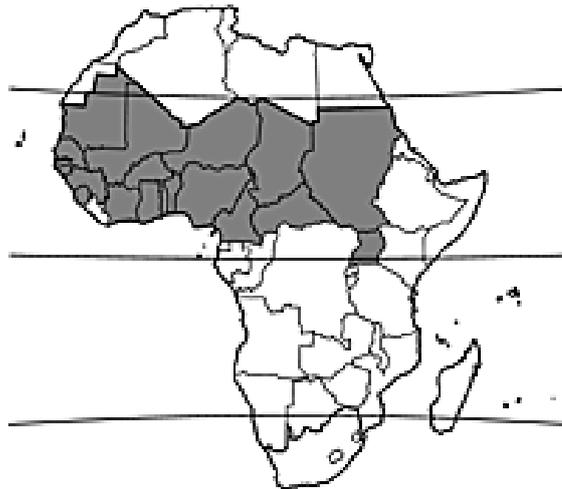


Figura 2: Áreas de ocorrência natural de *Khaya senegalensis* A. Juss no continente africano.

Fonte: Nikiema; Pasternak (2008).

Também há registros da espécie na Gambia, Guiné, Togo, Gana e Nigéria. (Figura 2). A *K. senegalensis* também é bastante utilizada em outros países, como Cabo Verde, Tanzânia, Malawi, Madagascar, Ilhas de Reunião, Egito, África do Sul, Índia, Indonésia, Java, Vietnam, Austrália e América Tropical para o uso ornamental e arborização.

K. senegalensis ocorre em bosques de savana, geralmente em locais úmidos e ao longo de cursos de água, com precipitação anual entre 650 e 1800 mm. Geralmente pode ser encontrada junto com *Khaya grandifoliola* em florestas ripárias. A dispersão vertical abrange

de 0 a 400 m de altitude (BARROSO, 1987; LAMPRECHT, 1990; NIKIEMA; PASTERNAK, 2008; PINHEIRO et al., 2011).

A espécie é monóica, mais ou menos sempre verde, de porte mediano atingindo de 30 até 35 metros de altura e podendo chegar até a 250 cm de diâmetro. Seu tronco é mais curto que o de *K. ivorensis* e geralmente torto. O fuste tem entre 10 e 16 m, livre de galhos.

Seus galhos são grossos e roliços, com coloração acinzentada. As folhas são dispostas espiraladamente e geralmente agrupadas nas extremidades dos ramos; são compostas, paripenadas com 2 a 6 pares de folíolos de 5 a 12 cm, sem estípulas. Diferentemente da espécie *K. ivorensis* que apresenta lançamento apical avermelhado, *K. senegalensis* se assemelha ao mogno brasileiro com lançamento esverdeados. As inflorescências são axilares, com flores unissexuais com pouca diferenciação entre os sexos.

Os frutos formam uma cápsula lenhosa quase globosa de 4 a 6 cm de diâmetro deiscente por quatro valvas, possuindo grande número de sementes. Estas se mostram sob a forma de disco ou quadrangulares, fortemente achatadas, estreitamente aladas em todo o seu contorno. Suas sementes mantêm a taxa de germinação por mais tempo que as de *K. ivorensis* podendo manter sua viabilidade de 6 a 8 meses. No entanto, se expostas à alta umidade perdem rapidamente seu poder germinativo (JOKER; GAMENE, 2003). As sementes podem ser armazenadas por até quatro anos em temperaturas de 0 e 10 °C e umidade de 5% (PINHEIRO et al., 2011).

A madeira é bastante utilizada para carpintaria, marcenaria, fabricação de móveis, construção de navios e laminados decorativos. Também é indicada para uso na construção, assoalhos, decoração de interiores, corpos de veículos, brinquedos e outros. Na África sua casca, raiz e sementes são utilizadas no combate de diversas doenças e na medicina tradicional (PINHEIRO et al., 2011).

A espécie prefere solos profundos e bem drenados, é mais tolerante ao alagamento nas estações chuvosas. Na Costa do Marfim, plantios puros de *K. senegalensis* foram atacados por *Hypsipyla*, enquanto que em plantios consorciados com Teca (*Tectona grandis*) atingiram níveis satisfatórios permitindo bom desenvolvimento inicial de ambas as espécies (NIKIEMA; PASTERNAK, 2008).

Atualmente o comércio de mogno africano (*K. senegalensis*) é muito limitado. Isso se deve em parte a dificuldade de encontra-lo na natureza. Há uma escassez de informações sobre as propriedades da madeira e potenciais usos dos plantios de *K. senegalensis*, torna-se importante aprender mais sobre o potencial da espécie para produção de produtos de alto valor (REILLY; ROBERTSON, 2006).

3.2. Importância econômica

Para que florestas plantadas consigam atender ao mercado consumidor, há necessidade da escolha adequada da espécie e das técnicas silviculturais a serem empregadas. Além disso, essas florestas devem produzir madeira em qualidade e quantidade compatíveis com a expectativa do mercado (GOMES et al., 2006). Conforme Stumpp (2008), a médio e longo prazo o Brasil terá que dispor de pelo menos duas a três dúzias de essências florestais diversificadas, para suprir todas as necessidades e gostos. E, o mogno africano é hoje uma das principais madeiras nobre cultivada no Brasil. Importante pelo seu valor econômico, usando-se a tecnologia adequada para plantio e condução florestal, em boas condições de clima e solo, pode-se obter receita líquida acima de R\$ 400.000,00/ha entre 15 e 20 anos. O mogno africano está com o preço médio de R\$ 3,4 mil por metro cúbico de madeira serrada, sendo superior a outras espécies brasileiras (ALBUQUERQUE et al., 2011).

Quadro 3: Custo e retorno financeiro de 1 hectare de madeira de mogno africano

Descrição	Ano 1	Ano 2 a 10	Ano 11 a 15	Total
A- custo de desembolso	R\$	R\$	R\$	R\$
1-Operação mecanizada	784,00	1. 376,00	416,00	2.576,00
2-Insumos: calcário, adubos, defensivos e mudas	3.220,00	4.090,00	0,00	7.310,00
3-Mão de obra	575,00	877,00	465,00	1.917,00
4- Colheita	0,0	1.020,19	2.295,42	3.315,60
5-Assistência técnica e Administração	137,37	1.236,33	686,85	2.060, 55
Subtotal-A	4.716,37	8.599,52	3.863,27	17.179,00
B-Custo de oportunidade: terra e capital		8.958,87		8.958,87
C-Beneficiamento da madeira		5.611, 02	12.624,80	18.235,00
D-Imposto (12%)		19.257,03	43.328,32	62.585,35
CUSTO TOTAL		47.142, 91	59.816,39	106.959,20
Receita Bruta		160.475,26	361.069,33	521.544,59
Receita Líquida	- 4.716,37	113.332,44	301.252,94	414.585,38

Fonte: Falesi (2011).

Segundo as estimativas, uma árvore de mogno africano, ao atingir o ponto de corte, em torno de 15 a 20 anos, poderá alcançar o valor de cerca de US\$ 2.000,00, não existindo

outro produto agrícola que a supere (FALESI; BAENA, 1999), sendo uma das espécies atualmente preferidas pelos reflorestadores no Norte (ALBUQUERQUE et al., 2011).

No que diz respeito aos aspectos sociais, o setor florestal é capaz de absorver mão-de-obra numerosa, colaborando assim para uma melhor distribuição de renda para a população. Há que se considerar que o setor florestal tem capacidade de geração de 600 mil empregos diretos e outros 3,5 milhões de empregos indiretos. Cerca de 7,5% da população economicamente ativa trabalha em alguma atividade vinculada ao setor florestal (BERGER; PADILHA, 2008). Vale lembrar que a exploração racional das florestas, com base no manejo sustentável, também propicia a melhoria das condições de transporte, acesso e comunicação de determinada localidade (TONELLO et al., 2008).

Conforme Silva; Castro; Xavier (2008), especialistas do setor florestal informam que um hectare de florestas plantadas corresponde, em produtividade de biomassa, a quinze hectares de florestas nativas. Portanto, conforme Tonello et al. (2008), um dos maiores desafios é a conservação das florestas nativas, evitando o desmatamento irracional, visando atender a demanda por produtos de origem florestal por meio de florestas plantadas.

3.3. Produção de Mudanças

Recentemente, devido ao incremento da demanda por mogno brasileiro, aos problemas ambientais decorrentes do extrativismo desordenado e ao valor comercial da madeira, o cultivo de espécies similares, tem aumentado significativamente. Todavia, grande parte dos cultivos isolados ou consorciados fracassou por problemas relativos às condições de cultivo, entre os quais a qualidade das mudas (TUCCI; PINTO, 2003). Desta forma, há necessidade de se investir esforços no desenvolvimento de pesquisas sobre a produção de mudas, conforme mencionado por Santos et al. (2008).

Segundo Cruz; Paiva; Guerrero (2006) vários fatores afetam a qualidade de mudas, dentre eles a qualidade da semente, o tipo de recipiente, o substrato, a adubação e o manejo das mudas em geral. Para que se tenha um bom desenvolvimento inicial das mudas de espécies perenes, estas devem ser formadas em menor tempo e com o máximo de uniformidade. A formação de mudas mais vigorosas permite maior chance de sucesso no estabelecimento da cultura, bem como maximiza seu crescimento ao diminuir o tempo de transplante para o campo (LIMA et al., 2008).

A qualidade de mudas é definida por características vegetativas, além do potencial hídrico e estado nutricional das mudas (TUCCI; PINTO, 2003). A qualidade das mudas de

espécies florestais tem uma relação direta com a qualidade e o volume do substrato, porque dele depende todo o conjunto de eventos que envolvem e antecedem à sua produção (CARNEIRO, 1995).

A qualidade das mudas florestais pode ser avaliada através de atributos morfológicos e fisiológicos. Dentre os parâmetros fisiológicos mais utilizados, está o potencial de regeneração de raízes (PRR) (LOPES, 2005). Os atributos morfológicos mais importantes na classificação de qualidade de mudas florestais são altura e massa seca da parte aérea, diâmetro do coleto e massa seca do sistema radicular, proporção entre as partes aérea e radicular, proporção entre a altura da parte aérea e o diâmetro do coleto e ainda a morfologia das raízes (CARNEIRO, 1995; PAIVA et al., 2004; GOMES et al., 2006). Entretanto nenhum atributo morfológico deve ser usado como critério único para determinar a qualidade da muda, pois há dependência entre os atributos mencionados (OMAR, 2005).

A classificação baseada apenas na altura apresenta acentuada deficiência. Com base nessa variável, mudas altas e fracas seriam incluídas, enquanto as fortes, resistentes, porém de menor altura, seriam desprezadas. Por outro lado, as relações com base na matéria seca, altura e diâmetro do coleto podem apresentar, para mudas pouco desenvolvidas, valores semelhantes àqueles apresentados por mudas de melhor padrão (FONSECA et al., 2002).

Entretanto, o diâmetro de coleto deve ser utilizado como um dos melhores indicadores de padrão de qualidade de mudas florestais. Com base no diâmetro do coleto, mudas de grande altura devem ser rejeitadas. O diâmetro do coleto está associado com um desenvolvimento mais acentuado das partes aéreas e, em especial, do sistema radicular (CARNEIRO, 1976). Gomes; Paiva (2004) observaram que além das mudas de maiores diâmetros terem maior percentagem de sobrevivência inicial, trata-se de um método não destrutivo e que se correlaciona com a maioria das características das mudas. Os trabalhos enfatizam ainda que o diâmetro do coleto combinado com a altura é uma das melhores características morfológicas para predizer o padrão de qualidade das mudas.

A massa de matéria seca da parte aérea, apesar de ser um método destrutivo, deve ser considerada em estudos científicos, pois é uma boa indicação de resistência das mudas florestais e frutíferas (CARNEIRO, 1976). O crescimento em altura da parte aérea das mudas é também o responsável por sua massa de matéria seca, visto a influência exercida sobre tais (CARNEIRO, 1976), sendo que esses dois parâmetros estão correlacionados positivamente entre si (GOMES et al., 1978). Para mudas de *Pseudotsuga menziesii* foi encontrada uma estreita relação entre a massa de matéria seca da parte aérea e a correspondente massa de matéria seca das raízes (FONSECA, 2000).

O sistema radicular, que inclui a massa seca de raiz e a fibrosidade, tem sido reconhecido como um dos melhores e mais importantes parâmetros para a sobrevivência e estabelecimento das mudas no campo (GOMES, 2001). O mesmo autor destaca que para mudas de *Pseudotsuga menziesii*, a sobrevivência foi consideravelmente maior quanto mais abundante foi o sistema radicular, independente da altura da parte aérea. A massa das raízes corresponde a valores pequenos, mesmo que as mudas apresentem um grande volume de raízes finas, com alta quantidade de pêlos absorventes, o que compromete os cálculos da porcentagem de raízes por apresentarem inerente deficiência em suas relações (CARNEIRO, 1995). Portanto, deve-se considerar os aspectos fisiológicos das raízes como sendo de função essenciais no processo de absorção de água e nutrientes do solo, o que representa grande importância na sobrevivência e desenvolvimento inicial das mudas em seu desenvolvimento (OROZCO-SEGOVIA, 1989).

3.4. Índice de qualidade de Dickson

O índice de qualidade de Dickson (IQD) é mencionado como uma promissora medida morfológica integrada (JOHNSON; CLINE, 1991). Cabe destacar que este índice tem sido utilizado em vários estudos que tratam de parâmetros morfológicos relacionados à qualidade de mudas (GOMES et al., 2002; CHAVES; PAIVA, 2004; JOSÉ; DAVIDE; OLIVEIRA, 2005; MALAVASI; MALAVASI, 2006; SILVEIRA, 2008), pois conjuga no seu cálculo diversos parâmetros morfológicos. É apontado como indicador de qualidade de mudas por considerar em seu cálculo a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa (FONSECA, 2000), sendo ponderados vários parâmetros importantes, pois, ele é determinado em função da altura da parte aérea, diâmetro do coleto, fitomassa seca da parte aérea, que é dada pela soma da fitomassa seca do caule e folhas e fitomassa seca das raízes, por meio da fórmula (DICKSON; LEAF; HOSNER, 1960):

$$IQD = \frac{MST (g)}{\frac{H(cm)}{DC(mm)} + \frac{MSA(g)}{MSR(g)}}$$

Em que MST = matéria seca total; H = altura da parte aérea; DC = diâmetro de coleto; MSPA = matéria seca aérea; MSR = matéria seca da raiz.

Segundo Gomes; Paiva (2004) o IQD é um índice bastante robusto que expressa em um único valor a qualidade das mudas. Quanto maior for o valor deste índice melhor será a qualidade da muda produzida (SILVA et al., 2013). Gomes; Paiva (2004) consideram que para uma muda apresentar padrão ideal de qualidade o valor mínimo apresentado deve ser de 0,2.

De acordo com Santos et al. (2008), até o momento são mínimas as informações relacionadas à formação e ao desenvolvimento de mudas de mogno africano. Ressalte-se que a obtenção de mudas de qualidade é uma das características importantes para o cultivo de espécies perenes.

3.5. Avaliação nutricional

A nutrição das plantas envolve a absorção de vários elementos químicos, todos ou a grande maioria dos presentes na litosfera, necessários ou não para os processos bioquímicos essenciais das plantas (LARCHER, 2004), sua distribuição dentro da planta e utilização dos elementos essenciais no metabolismo e no crescimento (RAVEN; EVERT; EICHORN, 2001; LARCHER, 2004). Sob deficiência mineral dos nutrientes considerados essenciais, as plantas têm seu crescimento limitado e seu desenvolvimento torna-se anormal (LARCHER, 2004; BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007). Além disso, existem algumas espécies que possuem exigências especiais e podem esgotar distintos recursos minerais em diferentes quantidades (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007).

Segundo Epstein; Bloom (2004), apenas cerca de 1,5% da matéria fresca das plantas é representada pelos elementos minerais, formada por macro e micronutriente que são absorvidos do ambiente, principalmente do solo. Informações sobre exigências nutricionais de espécies florestais nativas são escassas na literatura (SORREANO et al., 2008), e os poucos estudos existentes são restritos apenas a algumas formações vegetais. Há necessidade de se formar um banco de dados para as espécies nativas, estabelecendo faixas de limites padrões que indiquem seu estado nutricional, envolvendo os mais variados tipos de ecossistemas, o que permitirá comparações posteriores.

Assim, pode-se avaliar as características das espécies nativas implantadas em ambientes de baixa fertilidade ou alterados, como em áreas degradadas, buscando promover condições nutricionais próximas das ideais ao seu ambiente natural. 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. (BEGON; TOWNSEND; HARPER, 2007).

Segundo Venturin; Souza; Macedo (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. Pinheiro et al. (2011) recomendam para as espécies de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* a aplicação de 0,5 g de N-P-K (4-14-18) por muda, pois promove o crescimento em altura e diâmetro do coleto. Porém ressaltam que é necessário realizar análise química do solo em questão além de conhecer as exigências nutricionais da espécie para que se tenha maior segurança e precisão no processo de adubação.

A composição química e o acúmulo de nutrientes em folhas são informações imprescindíveis para conhecer as exigências nutricionais de uma planta (LAVIOLA et al., 2007). A análise foliar é muito usada na diagnose do estado nutricional das plantas e baseia-se no fato de existir uma correlação direta entre a taxa de crescimento e o teor de nutrientes nos tecidos foliares. Neste sentido, o diagnóstico nutricional aliado à análise do solo constitui-se num instrumento eficiente para detectar desequilíbrios e auxiliar no processo de fertilização das plantas (COELHO et al., 2010).

3.5.1. Macronutrientes

O nitrogênio (N) é o macronutriente aniônico mais abundante na planta e também é o nutriente mais exigido entre todos os demais e o que mais limita o crescimento. O nitrogênio participa de inúmeras moléculas e estruturas nos vegetais, por isso grandes quantidades de N são absorvidas pelas culturas, faz parte de muitos constituintes celulares, proteínas, ácidos nucleicos, incluindo membrana e diversos hormônios vegetais e, participa de processos como absorção iônica, fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular. Além disso, o nível de N na planta influencia a absorção ou a distribuição de praticamente todos os nutrientes. Plantas com deficiência de N apresentam amarelecimento nas folhas mais velhas porque o N é translocado para as folhas mais novas (MALAVOLTA, 1980; SOUZA; FERNANDES, 2006; CANTARELLA, 2007).

O fósforo (P) é um componente de nucleotídeos que participa de vários processos metabólicos em plantas, como a transferência de energia, síntese de ácidos nucléicos, glicose, respiração, síntese e estabilidade de membrana, ativação e desativação de enzimas, reações redox, metabolismo de carboidratos e fixação de N₂ (VANCE; UHDE-STONE; ALLEN, 2003). Esse elemento desempenha um papel importante na produção de energia para a planta, logo sua falta irá refletir num menor crescimento da mesma (TAIZ; ZEIGER, 2004). Os sintomas de deficiência de P não são tão marcantes como para outros macronutrientes, e os efeitos mais evidentes são uma acentuada redução no crescimento da planta como um todo. Mesmo assim pode se observar em plantas deficientes uma coloração verde-escura nas folhas mais velhas e em algumas espécies colorações avermelhadas em consequência da acumulação de antocianina (ARAÚJO; MACHADO, 2006).

O potássio (K) é o cátion mais abundante na planta, sendo absorvido em grandes quantidades pelas raízes. Tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais. O K não faz parte de nenhuma estrutura ou moléculas orgânicas na planta, como o N e P (MEURER, 2006). 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, 2006). 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).

A maior parte do cálcio (Ca) no tecido vegetal está localizada nas paredes celulares atua também, na absorção iônica, particularmente na correção do efeito desfavorável da concentração hidrogeniônica excessiva, sendo essencial o Ca para que tal efeito não diminua a absorção de nutrientes, pois é indispensável à manutenção da estrutura das membranas celulares (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). 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).

A função mais conhecida do magnésio (Mg) é compor a molécula de clorofila, além disso, trabalha como ativador enzimático mais do que qualquer outro elemento (MENGEL; KIRKBY, 1987; VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). Segundo Malézieux; 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).

A maior parte do Enxofre (S) no solo está na forma orgânica, que, por via microbiana é convertido à formas disponíveis para as plantas. As proteínas são os compostos nas quais a maior parte do S (e do N) se incorpora (VITTI; LIMA; CICARONE, 2006). 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; LACOEUILHE; TEISSON, 1987).

3.5.2. Micronutrientes

O boro (B) é absorvido pela planta como ácido bórico e, provavelmente como ânion borato a valores elevados de pH, tanto por via radicular como foliar. Considera-se que o B em solução mova-se até as raízes por meio do fluxo de massa. Nas plantas é imóvel e transloca-se principalmente através do xilema, tendo mobilidade muito limitada no floema (RAVEN, 1980). Tem importante função na translocação de açúcares e no metabolismo de carboidrato. Desempenha papel importante no florescimento, crescimento do tubo polínico, nos processos de frutificação, no metabolismo de N e na atividade de hormônios. Redução do crescimento e deformações nas zonas de crescimento, diminuição da superfície foliar, com folhas jovens deformadas, espessas, quebradiças e pequenas e crescimento reduzido de raízes são alguns dos sintomas de deficiência de B apresentados pela planta (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

A absorção do cobre (Cu) pelas plantas ocorre por meio de processo ativo e, existem evidências de que este elemento iniba fortemente a absorção do Zn e vice e versa (BOWEN, 1969). O Cu é absorvido como Cu^{2+} e Cu quelato, sendo baixa sua concentração nos tecidos da planta. Considera-se que este elemento não seja prontamente móvel na planta, embora existam resultados que mostram a translocação de folhas velhas para novas. De todos os micronutrientes, a deficiência de Cu é a mais difícil de diagnosticar, devido a interferência de outros elementos, como: P, Fe, Mo, Zn e S. As folhas jovens tornam-se murchas e enroladas, ocorrendo inclinação de pecíolos e talos. As folhas tornam-se quebradiças e caem (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

O manganês (Mn) ocorre na seiva das plantas na forma livre Mn^{2+} é essencial à síntese de clorofila e sua função principal está relacionada com a ativação de enzimas. Considera-se que o Mn é facilmente absorvido pelas plantas quando na forma solúvel no solo, numa relação direta entre o teor do elemento solúvel no solo e sua concentração na planta. Os sintomas de deficiência de Mn podem ocorrer tanto em folhas jovens como em folhas intermediárias e compreendem ampla variedade de formas cloróticas e manchas necróticas (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

O zinco é absorvido na forma de Zn^{2+} tanto por via radicular como foliar. Alguns autores consideram o Zn altamente móvel, enquanto que outros o consideram de mobilidade intermediária. Atua como co-fator enzimático; é essencial para a atividade, regulação e estabilização da estrutura protéica. As deficiências se manifestam em baixa atividade da gema terminal, o que se traduz num porte em forma de roseta nos cultivos herbáceos, enquanto em outros cultivos os entrenós tornam-se curtos. Os sintomas se iniciam nas folhas mais jovens, que apresentam zonas cloróticas que terminam necrosadas, afetando todo o parênquima foliar e as nervuras. O tamanho das folhas é menor, permanecendo sem se destacar da planta (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

A principal função do ferro (Fe) é a ativação de enzimas, atuando como grupo prostético. Participa em reações fundamentais de oxirredução. Em relação ao metabolismo do Fe na planta, deve-se levar em conta que este apresenta baixa mobilidade nos tecidos vegetais. Essa mobilidade é afetada, negativamente, por vários fatores, como elevado conteúdo de P, deficiência de K, quantidade elevada de Mn e baixa intensidade luminosa. Os sintomas visuais característicos de deficiência são: folhas velhas apresentando cor verde, enquanto que as jovens começam a amarelar; clorose internerval característica, em que somente os vasos permanecem de cor verde e o restante com a cor amarelada; os talos permanecem finos e curvados, levando a uma redução do crescimento (DECHEN; NACHTIGALL, 2006).

4. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na Embrapa Roraima, usando as dependências do viveiro de mudas no setor de Fruticultura localizada na BR 174, Km 8, Distrito Industrial, sob coordenadas geográficas de referência 02°45'28"N e 60°43'54"W, 90m de altitude. Boa Vista encontra-se na Zona Climática Tropical, sem que haja estação extremamente seca nem temperatura média mensal inferior a 18° C, segundo Köppen seu clima é tropical úmido do tipo Aw: clima tropical chuvoso, quente e úmido, com estação chuvosa no verão; o mês mais seco apresenta precipitação inferior a 60 mm. A precipitação média é de 1.750 mm anuais, temperatura do ar de 26,7°C e umidade relativa do ar, 79% (ARAÚJO et al., 2001).

4.1. Material vegetal

O experimento foi conduzido no período de janeiro a junho de 2013, com mudas de *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis* oriundas de sementes de plantas matrizes do Instituto Brasileiro de Florestas (IBF), as sementes foram semeadas em tubetes de polietileno contendo como substrato ORG: Organoamazon[®] e acondicionadas em casa de vegetação da empresa Bioflorestal da Amazônia situada na Rodovia RR 205-Km 25, Boa Vista. Trinta dias após a emergência, plantas com aproximadamente 7 cm de altura, foram transplantadas para vasos plásticos de 14 L (duas mudas/vaso), contendo como substrato uma fina camada de aproximadamente 5 cm de seixo para melhor drenagem e, completados com substrato ORG:Organoamazon[®], composto orgânico comercial (Adubo orgânico 100% natural e regional, desenvolvido por Norte Flora Paisagismo e analisado pela Embrapa, composto por esterco de gado, cavalo, galinha e carneiro, palha de arroz envelhecida e carbonizada, turfa, bagaço de cana, aparas de grama, galhas e folhagens) (Tabela 1).

Tabela 1: Análise química do substrato utilizado para o crescimento e desenvolvimento das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*

Sub ⁽¹⁾	pH	Complexo sortivo ⁽²⁾							V	M	P	MO	
		K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	Al ³⁺	H+Al	S	T					T
		ppm	cmol _c dm ⁻³				---	%	---	mg dm ⁻³	%		
	5,8	625	7,9	10,5	-	2,08	20	20	22,1	90,6	-	176,77	11
ORG	Micronutrientes ⁽³⁾						Granulometria						
	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S	Argila	Silte	Areia				
	mg dm ⁻³						g kg ⁻¹						
	19,47	27,08	123,96	0,34	0,33	19,40	170	290	540				

⁽¹⁾ Substrato: ORG: Organoamazon® ⁽²⁾ pH em água (1:2,5); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: extrator KCl 1 mol L⁻¹; K⁺ e P: extrator mehlich-1; H+Al: extrator SMP; M.O.: matéria orgânica – oxidação Na₂Cr₂O₇ 4N + H₂SO₄ 10N; S: soma de bases trocáveis; t: capacidade de troca catiônica (CTC) efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: índice de saturação por bases; m: índice de saturação por alumínio. ⁽³⁾ Zn, Fe, Mn e Cu: extrator mehlich-1; B: extrator água quente; S: extrator fosfato monocálcio em ácido acético (Adaptado de Venâncio, 2013).

As plantas foram convenientemente espaçadas e mantidas em viveiro com 50% de sombreamento, com irrigação por aspersão programada a cada cinco horas durante o dia, cada irrigação teve a duração de cinco minutos. As plantas receberam uma rega de solução nutritiva composta pelos produtos Maxsol[®], Nitrato de Calcio (YaraVita calcinit[™]) e ferro (YaraVita Rexolin[®] Q48) (Tabela 2).

Tabela 2: Macro e Micronutrientes do Maxsol[®] utilizado para testes do desempenho das mudas de *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*.

Macronutrientes ⁽¹⁾					Micronutrientes ⁽¹⁾						
N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S	B	Cl	Cu	Fe	Mg	Mo	Zn
%											
8	11	38	1,6	2,9	0,02	-	0,004	0,2	0,04	0,004	0,02

⁽¹⁾ Teores solúveis em água

A solução nutritiva administrada, proposta por Furlani (1999), foi de (0,8 g de Maxsol/L), (0,5 g de Nitrato de Cálcio/L) e (0,1 g de Ferro/L) semanal e durante as duas últimas semanas do terceiro mês cada vaso passou a receber duas regas semanalmente de solução nutritiva. No período entre o quarto e o quinto mês a concentração dos nutrientes da solução foi aumentada para 1,2 g/L (Maxsol), 0,9 g/L (Nitrato de Cálcio) e 0,1g/L (Ferro). E, no sexto mês a solução foi concentrada em 1,3 g de Maxsol/L, 1,0 g de Nitrato de Cálcio/L e 0,1 g de Ferro/L. A espécie *K. ivorensis*, no entanto, passou a apresentar sinais de competitividade de nutrientes, com o aparecimento de folhas amareladas no tratamento com

aplicação de solução nutritiva e, optou-se pela retirada do Nitrato de Cálcio da composição aplicada para esta espécie até o final do experimento. As pesagens dos nutrientes foram realizadas no Laboratório da Embrapa utilizando espátula e balança analítica com precisão de 0,001 g. A solução foi preparada dentro de um tonel plástico contendo 40 litros de água, misturando primeiramente o Maxsol e depois misturando o Nitrato de Cálcio e por último o Ferro, ambos previamente diluídos separadamente em recipientes diferentes para serem acrescentados ao tonel com água. Para cada aplicação cada vaso recebeu 200 mL de solução nutritiva, com auxílio de Becker de 250 mL, ao final da última irrigação para evitar lixiviação dos nutrientes.

A cada 15 dias as espécies de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* foram submetidas a coleta de dados referentes à altura e o diâmetro. A altura (cm) foi mensurada com a trena (5 m) a partir da base caulinar até a estípula terminal e o diâmetro (mm) com o auxílio de um paquímetro digital (150 mm), com precisão de duas casas decimais, mensurado na base do caule. Plantas apresentando tortuosidade na base tiveram os diâmetros mensurados a cima da sinuosidade. As espécies de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* do experimento foram colhidas, separando-se as raízes, a parte aérea (caule e folha). Essas partes foram secas em estufa de circulação de ar forçada de 60° - 65°C até peso constante e, posteriormente pesadas para obtenção da massa seca de cada parte e pela soma das partes, a obtenção da matéria seca total da muda formada. Antes da secagem, as raízes foram cuidadosamente lavadas em água corrente, para a eliminação de resíduos e nutrientes da solução nutritiva. A massa seca das partes (raízes, caule e folhas) foram moídas em moinho tipo Willey com malha de 20 mesh. Após a moagem, os teores dos macronutrientes e micronutrientes foram analisados quimicamente, de acordo com Malavolta; Vitti; Oliveira (1997) (Apêndice A).

4.2. Delineamento experimental

Para análise das variáveis altura e diâmetro utilizou-se o delineamento inteiramente ao acaso (DIC) com três repetições em parcela subdividida no tempo. O experimento foi arranjado no esquema fatorial 2x2 composto por duas espécies (*K. ivorensis* e *K. senegalensis*), dois tratamentos (sem solução e com solução nutritiva) e na sub-parcela onze períodos (avaliações quinzenais).

Para qualidade das mudas analisou-se através dos índices morfológicos: a razão altura (cm)/diâmetro (mm), produção de matéria seca das folhas, caule e raízes e, índice de qualidade de Dickson (IQD).

Obedecendo a normalidade e homogeneidade, os dados do experimento foram submetidos à análise de variância ($P < 0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade com o auxílio do software estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2011). Para valores que não obedeceram a normalidade e homogeneidade os dados médios foram transformados em $(x^{0,5})$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Incremento em altura e diâmetro de mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*

De acordo com a análise de variância dos dados obtidos para *K. ivorensis* e *K. senegalensis*, não houve influência significativa para as características de crescimento altura (ALT) e diâmetro do coleto (DC) para os tratamentos com e sem adição de solução nutritiva até aos 150 dias após o transplântio. Já para a interação tempo e espécies houve efeito significativo ($P < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 3: Análise de variância (ANOVA) da altura e do diâmetro de mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*, com e sem adição de solução nutritiva submetidas à 11 avaliações até aos 150 dias após o transplântio

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	F
ALTURA				
Espécie (E)	1	1921,494579	1921,494579	69,485**
Solução (S)	1	2,780398	2,780398	0,101 ^{ns}
E x S	1	6,109016	6,109016	0,221 ^{ns}
Resíduo a	8	221,226726	27,653341	
Tempo (T)	10	44833,247457	4483,324746	1298,379**
T x S	10	20,029685	2,002968	0,580 ^{ns}
T x E	10	1618,750128	161,875013	46,879**
T x E x S	10	11,874353	1,187435	0,344 ^{ns}
Resíduo b	80	276,241323	3,453017	
Total	131	48911,753665		
DIÂMETRO				
Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Somas de Quadrados	Quadrados Médios	F
Espécie (E)	1	364,091570	364,091570	582,174**
Solução (S)	1	4,099762	4,099762	6,555 ^{ns}
E x S	1	1,522853	1,522853	2,435 ^{ns}
Resíduo a	8	5,003204	0,625400	
Tempo (T)	10	1435,039244	143,503934	2614,829**
T x S	10	3,717353	0,3717353	6,774**
T x E	10	67,244578	6,7244578	122,528**
T x E x S	10	0,860024	0,0860024	1,567 ^{ns}
Resíduo b	80	4,390464	0,054881	
Total	131	1885,969152		
Altura - C.V. 1: 17,12% - C.V. 2: 6,05%		Diâmetro - C. V. 1: 11,45% - C. V.2: 3,39%		

** - significativo a 0,01% de probabilidade, pelo Teste F; ns – não significativo.

Na Figura 3 (A e B) é descrito graficamente seguindo as equações polinomiais o crescimento das espécies *K. senegalensis* e *K. ivorensis* com relação à altura de plantas e diâmetro do coleto. Verificou-se resposta quadrática significativa ($p < 0,01$) em relação aos períodos de avaliação.

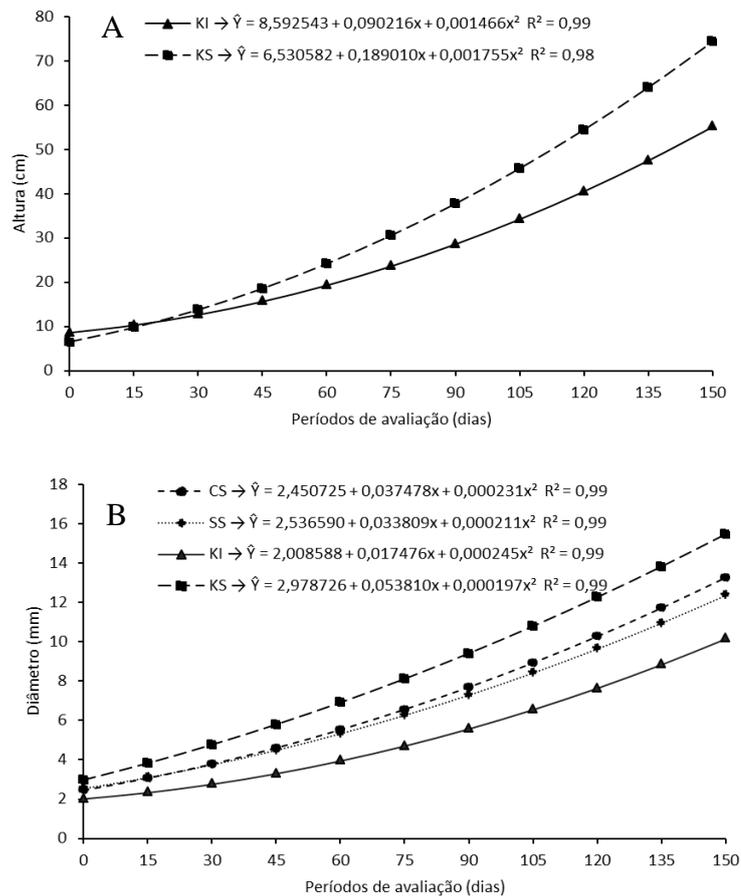


Figura 3: Altura das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* (A) e diâmetro de caule (B) obtidos nas épocas de avaliação em função dos tratamentos com e sem solução nutritiva até aos 150 dias após o transplântio.

Observou-se precocidade na avaliação das mudas de *K. senegalensis* com altura média de 75 cm (DAT), comparadas com as mudas de *K. ivorensis* com altura média de 55 cm (DAT). No primeiro mês de idade as mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* apresentavam diâmetro médio de coleto de 2,0 mm e 2,5 mm respectivamente. Aos 150 DAT a espécie *K. ivorensis* teve um incremento de 80% (8 mm) e *K. senegalensis* incremento de 79% (9,5 mm). Apesar de *K. ivorensis* apresentar o maior incremento em diâmetro em cinco meses esse resultado pode ser explicado pelo ataque intenso de insetos durante a condução do experimento. O ataque nas gemas apicais retardou o incremento em altura e possivelmente

direcionou as reservas para maior incremento em diâmetro. A espécie *K. senegalensis* obteve os maiores diâmetros, aproximadamente 15 mm em 150 DAT. Plantas com adição de solução nutritiva tiveram maior crescimento no DC aos 150 DAT (13 mm) em relação às plantas sem adição de solução nutritiva (12 mm).

Segundo Gonçalves et al. (2005) uma muda florestal de boa qualidade aparenta vigor e bom estado nutricional, com folhas de tamanho e coloração típicas da espécie, diâmetro do coleto com aproximadamente 2 mm; o sistema radicular bem desenvolvido, com boa formação, sem enovelamento, com raiz principal reta, com raízes secundárias bem distribuídas e com boa agregação ao substrato; uma boa rigidez da haste e um bom aspecto fitossanitário. Porém, Davide; Faria (2008), ressaltam que mudas que apresentam diâmetro do coleto menor que 3 mm são facilmente danificadas por formigas ou por chuvas torrenciais.

Carneiro (1995) considera que a altura das mudas na ocasião do plantio exerce importante papel na sobrevivência e desenvolvimento nos primeiros anos e, para se obter com segurança uma muda de boa qualidade conclui que a altura tem que ser compatível com o diâmetro mínimo. Gomes et al. (2002) consideram que para espécies florestais, a muda ideal deve apresentar altura entre 20 e 35 cm e diâmetro do coleto entre 5 e 10 mm.

As variáveis altura e diâmetro do coleto aos 150 DAT encontraram-se à cima do limite ideal proposto por Gomes et al. (2002). Com isso, através dos resultados obtidos no presente experimento e comparando com as pesquisas dos autores citados acima, juntamente com a altura mínima estipulada de 20 cm e diâmetro mínimo de 5 mm, pode-se considerar que, as mudas de mogno africano (*K. senegalensis*), alcançou os aspectos ideais de mudas com boa qualidade aos 60 DAT com ALT de 24 cm e DC de 7 mm e, as mudas de *K. ivorensis* apresentou o padrão desejado aos 90 DAT com ALT de 28 cm e DC de 5,5 mm. Resultado semelhante foi observado por Venturin; Souza; Macedo (2005) para a candeia (*Eremanthus erythropapus*).

5.2. Análise dos parâmetros morfológicos de mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*

Os resultados apresentados na tabela 4 mostram pequeno incremento em matéria seca e crescimento (altura e diâmetro) nas duas espécies estudadas. Evidencia-se também, a tendência crescente no índice de qualidade de Dickson (IQD) ao longo do período de avaliação das mudas de *K. ivorensis* com e sem adição de solução nutritiva e *K. senegalensis* com adição de solução nutritiva. Observa-se aos 140 DAT que o IQD apresentou uma tendência à estabilização para *K. senegalensis* sem adição de solução nutritiva. Binotto (2007)

avaliando mudas de *Pinus elliottii* observou que aos 150 dias após a emergência o IQD apresentou tendência à estabilização, possivelmente pelo início de restrição ao crescimento radicular dentro do vaso e, conseqüentemente prejudicando o crescimento em altura da muda.

Tabela 4: Dados médios do diâmetro (DC, mm), altura (ALT, cm), matéria seca da raiz (MSR/g), matéria seca aérea (MSA/g), matéria seca total (MST/g), relação da altura/diâmetro (ALT/DC), matéria seca da parte aérea/matéria seca da raiz (MSA/MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*, com (CS) e sem (SS) adição de solução nutritiva até aos 140 dias após o transplântio

TEMPO	ESP/TRAT	ALT	DC	MSR	MSA	MST	ALT/DC	MSA/MSR	IQD
0	KI-SS	9,50	2,00	0,04	0,25	0,29	4,75	5,83	0,03
	KI-CS	9,50	2,00	0,04	0,25	0,29	4,75	5,83	0,03
	KS-SS	8,20	3,50	0,26	0,27	0,53	2,34	1,03	0,16
	KS-CS	8,20	3,50	0,26	0,27	0,53	2,34	1,03	0,16
60	KI-SS	13,75	3,77	0,32	0,85	1,17	3,65	2,66	0,19
	KI-CS	15,25	3,56	1,08	1,41	2,49	4,29	1,30	0,44
	KS-SS	26,00	7,11	1,41	3,89	5,29	3,66	2,77	0,82
	KS-CS	19,00	5,95	0,84	3,82	4,66	3,19	4,54	0,60
80	KI-SS	17,75	3,80	0,74	1,85	2,59	4,67	2,52	0,36
	KI-CS	21,00	5,11	1,44	4,63	6,07	4,11	3,22	0,83
	KS-SS	33,00	8,27	1,99	9,24	11,23	3,99	4,65	1,30
	KS-CS	32,50	8,26	2,80	9,91	12,71	3,94	3,55	1,70
100	KI-SS	30,50	5,35	1,23	3,93	5,16	5,70	3,20	0,58
	KI-CS	35,00	8,08	2,43	9,21	11,64	4,33	3,80	1,43
	KS-SS	45,25	10,16	4,25	13,90	18,14	4,45	3,27	2,35
	KS-CS	44,75	12,94	4,85	15,40	20,24	3,46	3,18	3,05
120	KI-SS	45,00	7,11	3,06	10,29	13,35	6,33	3,36	1,38
	KI-CS	43,25	9,49	3,73	16,50	20,23	4,56	4,43	2,25
	KS-SS	48,75	11,87	5,75	21,74	27,49	4,11	3,78	3,48
	KS-CS	65,75	13,71	8,49	35,47	43,96	4,80	4,18	4,90
140	KI-SS	62,00	11,35	5,41	25,35	30,75	5,46	4,69	3,03
	KI-CS	51,50	10,17	6,50	25,98	32,48	5,06	4,00	3,58
	KS-SS	74,25	13,35	5,96	27,85	33,81	5,56	4,67	3,30
	KS-CS	91,00	16,99	12,37	52,30	64,67	5,36	4,23	6,75

KI-SS= *K. ivorensis* sem solução; KI-CS= *K. ivorensis* com solução; KS-SS= *K. senegalensis* sem solução; KS-CS= *K. senegalensis* com solução.

Com relação à avaliação realizada aos 140 dias após o transplântio, foi possível verificar que os parâmetros morfológicos avaliados para altura (91 cm), diâmetro (16,99 mm), matéria seca da raiz (12,37 g), matéria seca da parte aérea (52,30 g) e matéria seca total (64,67

g) da espécie *K. senegalensis* com adição de solução nutritiva foram maiores, comparados com a espécie *K. ivorensis*. Sendo assim, para *K. senegalensis* com a adição de solução nutritiva aos 140 DAT obteve-se a maior média no índice de Dickson.

Para *K. senegalensis*, com e sem adição de solução nutritiva (KS-CS; KS-SS) e *K. ivorensis* com adição de solução (KI-CS) verifica-se que aos 60 DAT as mudas obtiveram IQD com valor superior a 0,2 portanto devem ser consideradas de boa qualidade segundo o padrão mínimo estipulado por Gomes; Paiva (2004). E, para *K. ivorensis* no tratamento sem adição de solução nutritiva, observou-se um dos menores índices de qualidade de Dickson, chegando ao valor desejado apenas aos 80 DAT. Silva et al. (2013) determinaram que quanto maior for o valor do IQD melhor será a qualidade da muda produzida.

Quanto à relação entre a altura e o diâmetro de coleto (ALT/DC), as duas espécies de mogno africano, sem adição de solução nutritiva, foram semelhantes. Segundo Carneiro (1995), a ALT/DC exprime o equilíbrio de crescimento das mudas, conjugando dois parâmetros em um só índice. O mesmo autor concluiu que mudas de eucalipto apresentando 20 a 30 cm de altura e relação ALT/DC de 5,40 a 8,10 apresentaram bom equilíbrio, o que caracteriza uma muda de boa qualidade. Mudas com alta relação H/DC apresentaram estiolamento e menor índice de sobrevivência no campo para espécies de *Calophyllum brasiliense* (CASTRO, 2007). De acordo com a Tabela 4, todos os tratamentos apresentaram a relação ALT/DC abaixo de 10, padrão considerado bom, citado por José; Davide; Oliveira (2005).

Segundo Owston (1990), uma boa distribuição entre a matéria seca aérea e a matéria seca de raízes é de fundamental importância para a sobrevivência das mudas, quando plantadas no campo. Assim, todas as práticas culturais no viveiro devem promover o maior acúmulo de matéria seca nas raízes das mudas. Gomes et al. (2003), concluíram que a matéria seca constituiu uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas em condições de campo, mesmo em se tratando de um método destrutivo de análise. Em relação à matéria seca aérea (MSA), observa-se que somente para o tratamento com solução nutritiva para *K. senegalensis*, os resultados dos valores médios foram superiores aos demais tratamentos (Tabela 4).

Na Figura 4 (A, B e C) são apresentadas as curvas de tendências da produção de matéria seca de folhas, caule e raízes de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com e sem adição de solução nutritiva até aos 140 DAT. Observa-se maior incremento nas espécies com adição de solução nutritiva em relação às espécies que não receberam adição de solução nutritiva. O menor incremento ocorreu em *K. ivorensis* sem adição de solução nutritiva (KI-SS) obtendo

quantidade de matéria seca foliar de 4,1g, matéria seca do caule 2,9 g e matéria seca radicular de 2,3 g aos 140 DAT. E, o maior incremento foi para *K. senegalensis* com adição de solução nutritiva (KS-CS) obtendo quantidade de matéria seca foliar de 6 g, matéria seca do caule 4,5 g e matéria seca radicular de 3,5 g até aos 140 DAT.

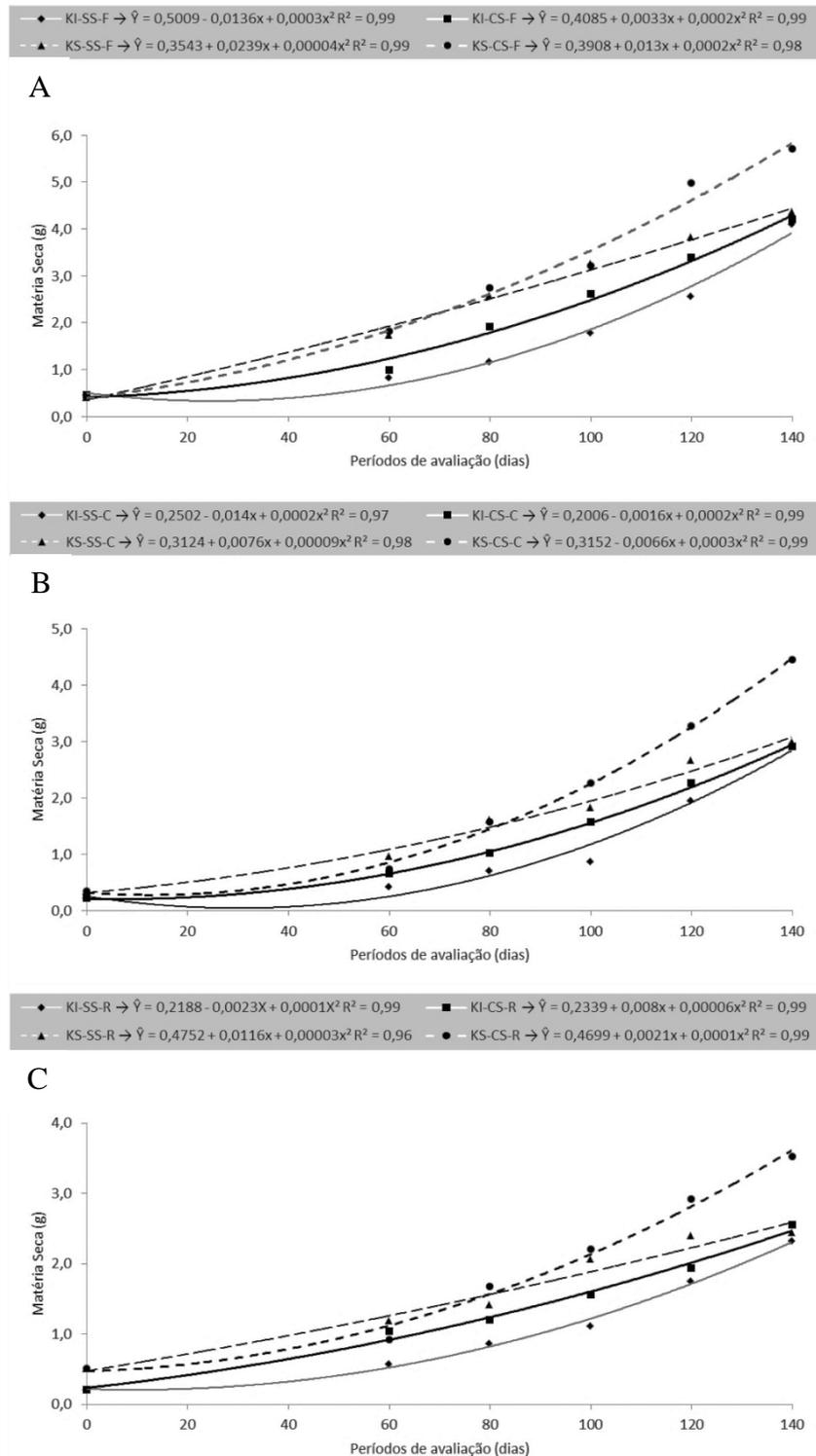


Figura 4: Curvas de tendências da produção de matéria seca de folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com e sem adição de solução nutritiva até aos 140 DAT. (dados transformados em $x^{0,5}$).

Em experimentos realizados por Souza; Venturin; Macedo (2005) verificaram que o maior incremento em massa seca da parte aérea (folhas e caule) e massa seca radicular em mudas de Ipê-roxo foram encontrados em tratamentos com solução nutritiva completa em relação às plantas que não receberam esta solução, corroborando com o presente estudo.

5.3. Teores de macronutrientes em mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*

Na figura 5 (A, B e C) é descrito graficamente seguindo as equações polinomiais os teores do nitrogênio (N) nas folhas, caule e raízes das espécies *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com e sem adição de solução nutritiva. Para ambas as espécies verifica-se maior tendência dos teores de N nas folhas (2,5%), caule (1%) e raízes (1,4%) aos 120 DAT, o que indica alta mobilidade desse nutriente. Resultados semelhantes foram encontrados por Duboc; Venturin; Vale (1996) trabalhando com *Hymenaea courbaril* obtiveram teores médios de 2,1% folha e 1,5 % na raiz. Observa-se ainda, que *K. senegalensis* (CS) apresentou maiores teores de N nas folhas (2,94%), seguido caule (1,39%) e raízes (1,47%). Esse fato ocorreu, provavelmente, devido a associação de altas temperaturas da casa de vegetação e a amplitude da umidade, desse modo, as raízes e o caule não apresentaram alta capacidade mobilizadora de assimilados. Esses fatores podem ter promovido variação no processo de translocação interna do N para o desenvolvimento de folhas novas.

Considerando-se a eficiência de transporte como a capacidade da planta em transportar os nutrientes das raízes para a parte aérea, verificou-se que os teores de P nas raízes, no caule e nas folhas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* foram translocados, de forma significativa nas plantas (Figura 6 A, B e C). De acordo com Dell; Malajczuk; Grove (1995), os teores de P nas plantas podem variar entre 2 a 6 g.kg⁻¹ o que equivale a 0,2 a 0,6%. Portanto, no presente estudo ambas espécies apresentaram teores dentro da faixa propostos por Dell; Malajczuk; Grove (1995), demonstrando sua importância para a espécie em fase de muda.

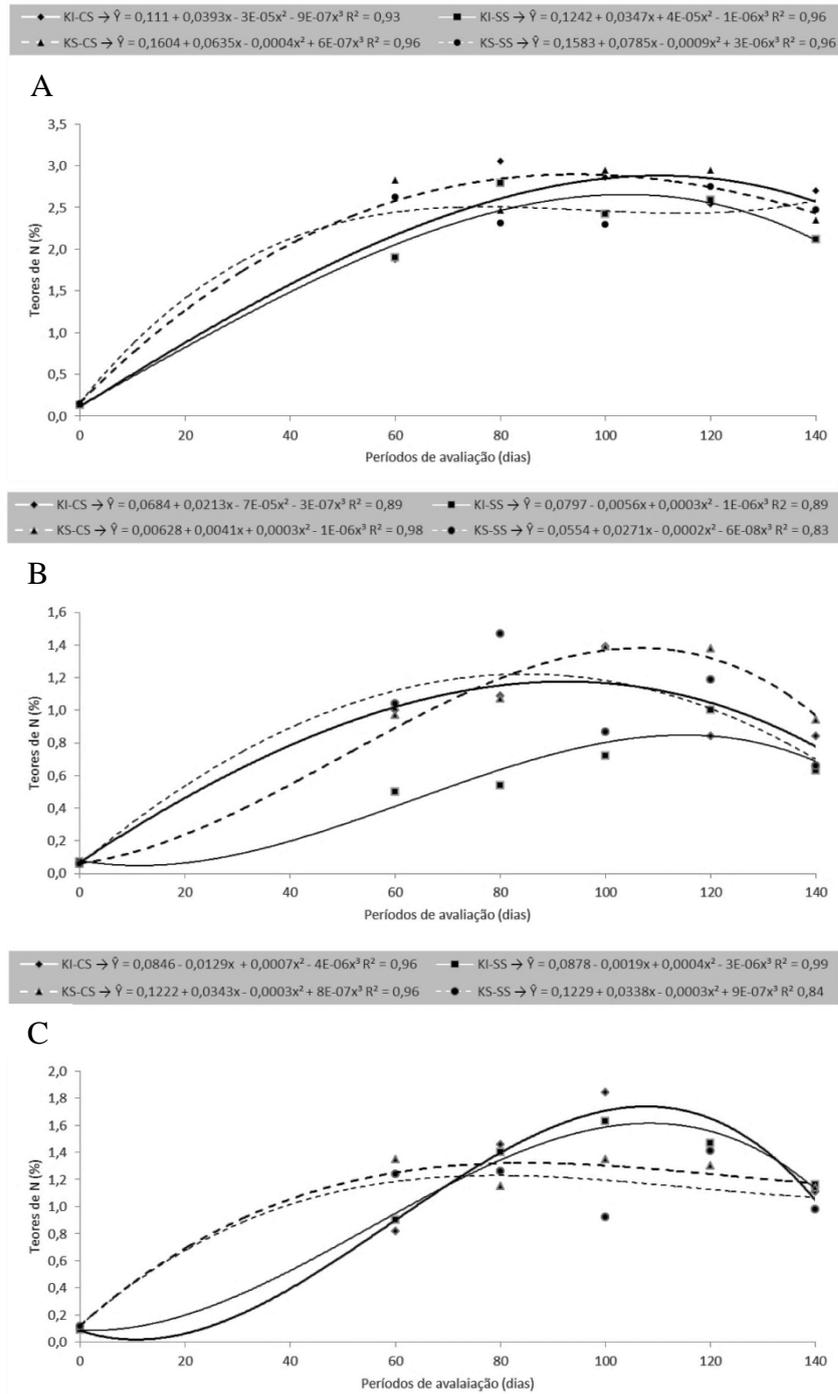


Figura 5: Curvas de tendências dos teores de N (nitrogênio) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

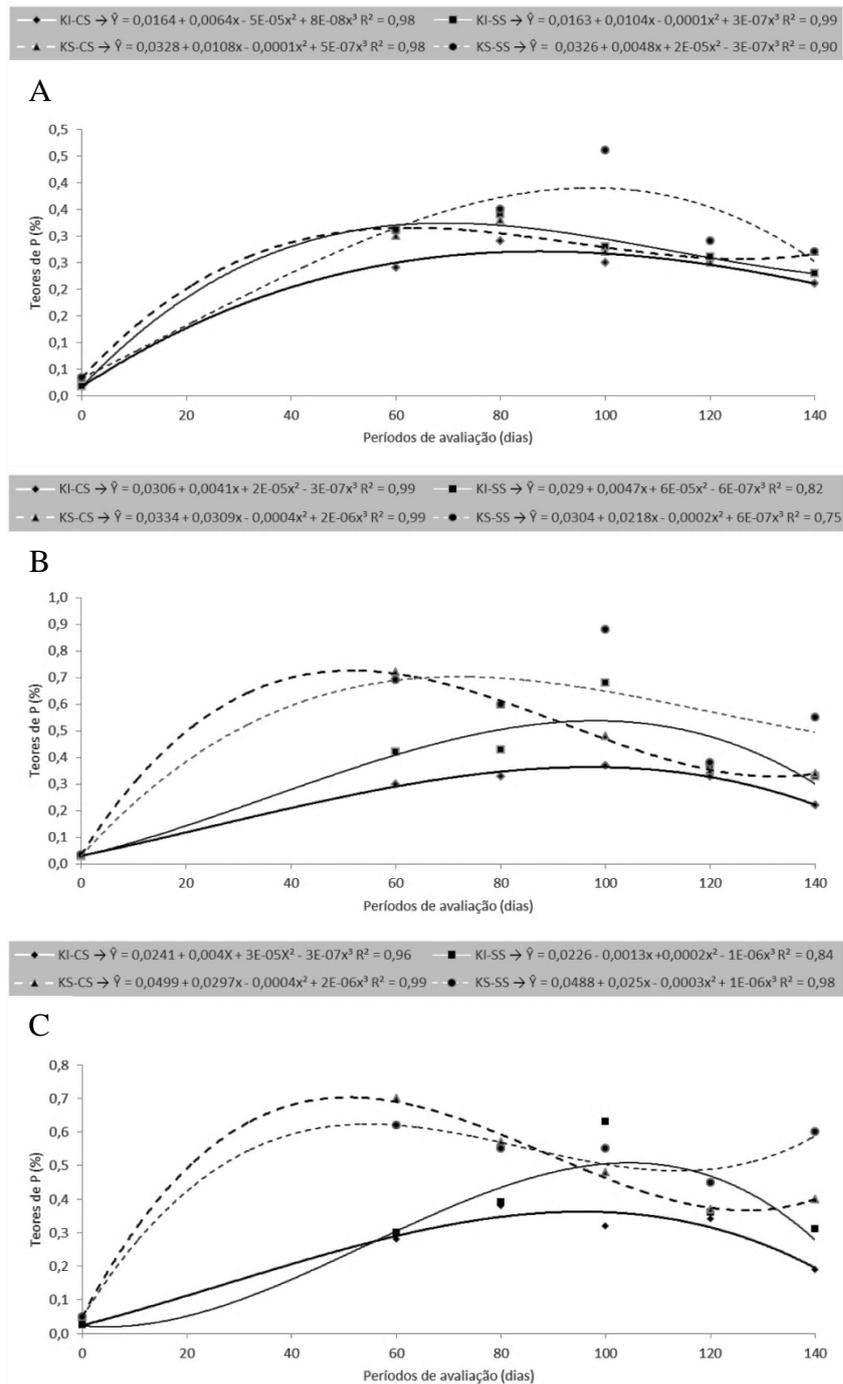


Figura 6: Curvas de tendências dos teores de P (fósforo) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

Os maiores teores de K foram obtidos entre 1,2% a 1,6% para ambas as espécies de mogno africano aos 140 DAT não diferindo entre tratamento com e sem adição de solução nutritiva (Figura 7 A, B e C). Vieira (2011), trabalhando com mogno africano (*K. anthotheca*), aroeira e cumbaru obtiveram teores semelhantes ao do presente estudo. De acordo com Mendonça et al. (1999), os teores adequados de K nas folhas, variam entre 2 a 18,5 g.kg⁻¹ o equivalente a 0,2 a 1,85% , corroborando com presente estudo. É conhecida a atuação do potássio em processos osmóticos, na síntese de proteínas e na manutenção de sua estabilidade, na permeabilidade das membranas (MARSCHNER, 1995). Essa alta exigência dos nutrientes da planta, possivelmente, deve-se à intensa atividade metabólica nesta fase inicial do desenvolvimento.

Os maiores percentuais de teores de Ca foram observados nas folhas e no caule para ambas espécies, indicando uma alta mobilidade do nutrientes nas mudas (Figura 8 A e B). Segundo Dell; Malajczuk; Grove (1995) os teores ideais de Ca para espécies florestais estão entre 0,8 a 7,5 g.kg⁻¹ o que equivale a 0,08 a 0,75%. Portanto, todos os tratamentos do presente estudo apresentam teores semelhantes ao estipulado por esses autores.

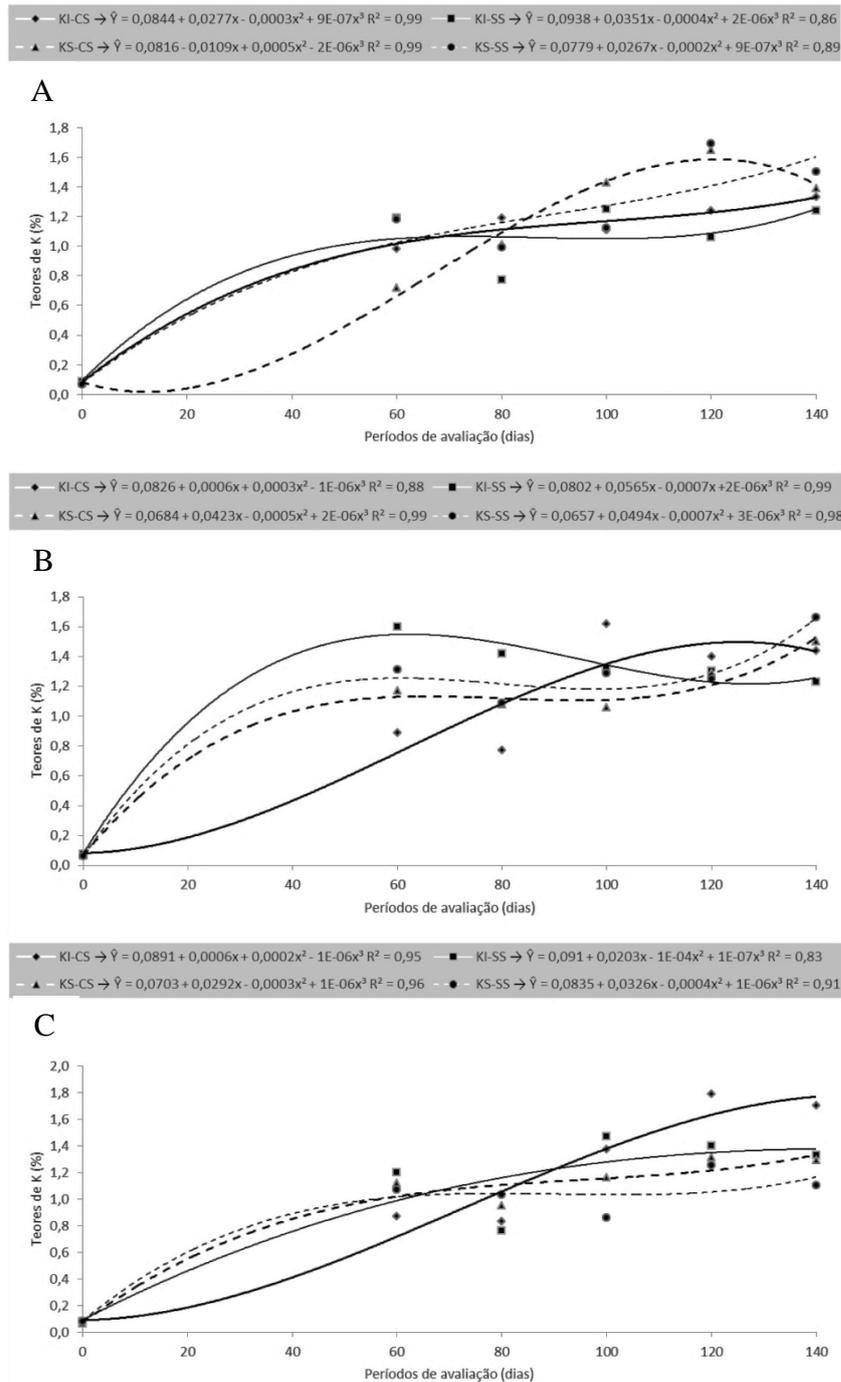


Figura 7: Curvas de tendências dos teores de K (potássio) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

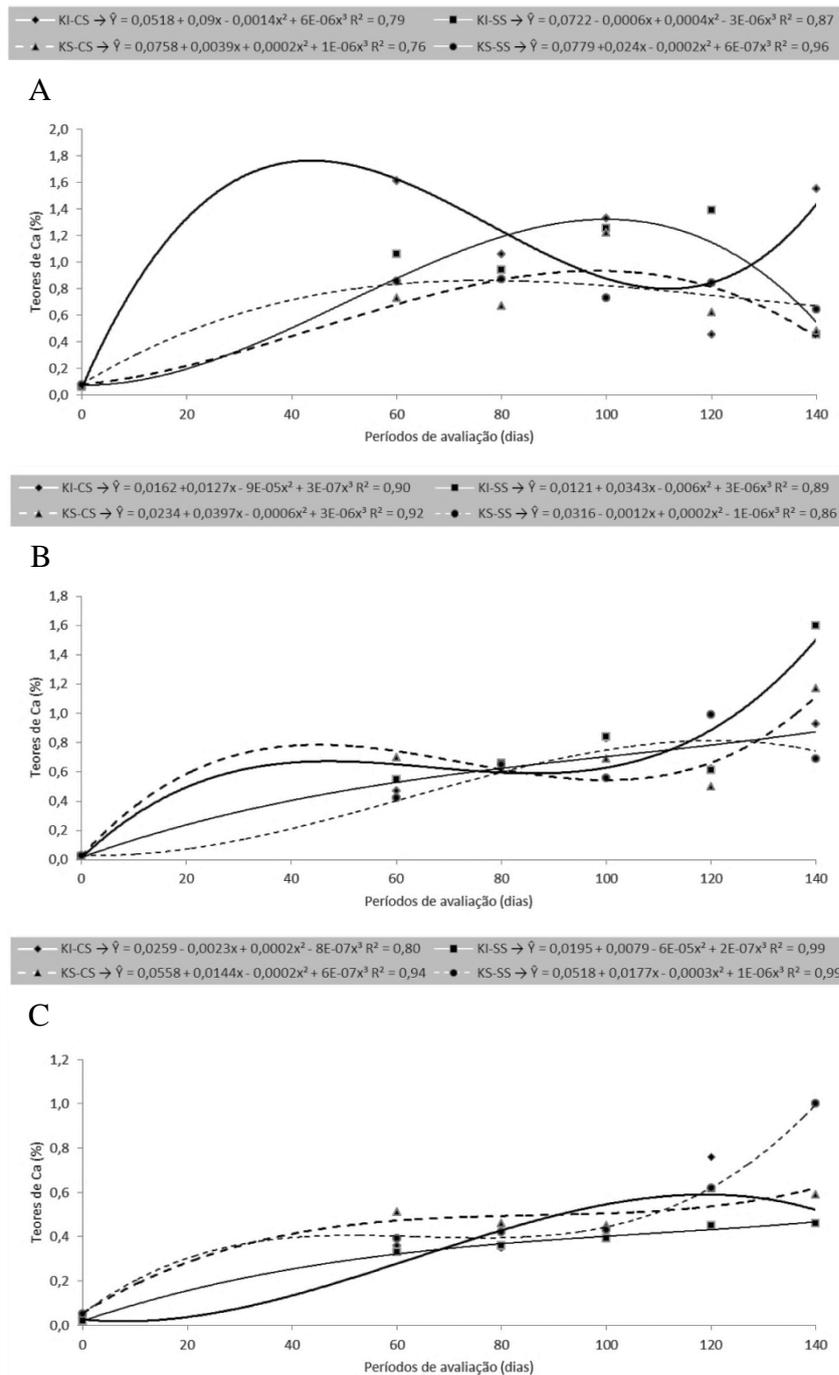


Figura 8: Curvas de tendências dos teores de Ca (cálcio) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

Os maiores teores de magnésio Mg foram obtidos nas folhas (0,34%) aos 60 DAT para *K. ivorensis* com adição solução nutritiva (Figura 9 A). O magnésio, semelhante ao ocorrido com o cálcio, apresentou maior teor nas folhas; muito provavelmente, por fazer parte da molécula de clorofila, indicando mobilidade desse nutriente nas mudas. De acordo com Marschner (1995), dependendo do teor de Mg na planta, pode ocorrer que grande parte do magnésio esteja ligada à molécula de clorofila, restando uma pequena quantidade ligada a pectatos na parede celular ou depositados como sal insolúvel no vacúolo. Segundo Dell; Malajczuk; Grove (1995) a faixa adequada de teores de Mg esta entre 1,1 a 3,6 g.kg⁻¹ equivalente a 0,11 a 0,36% . Observou-se nesse experimento, teores semelhantes à essas faixas.

Observou-se na Figura 10 A para *K. senegalensis* o tratamento sem adição de solução nutritiva aos 40 até 60 DAT apresentou maiores teores de S nas folhas. Porém, após 60 DAT foram observadas um decréscimo na folha e raízes para ambas as espécies (Figura 10 A e C). De acordo com Vitti; Lima; Sacarone (2006) a faixa ideal deste elemento está entre 1 a 5 g.kg⁻¹, portanto, para todos os tratamentos do presente estudo os teores estavam dentro dos limites aceitáveis para um bom desenvolvimento das plantas.

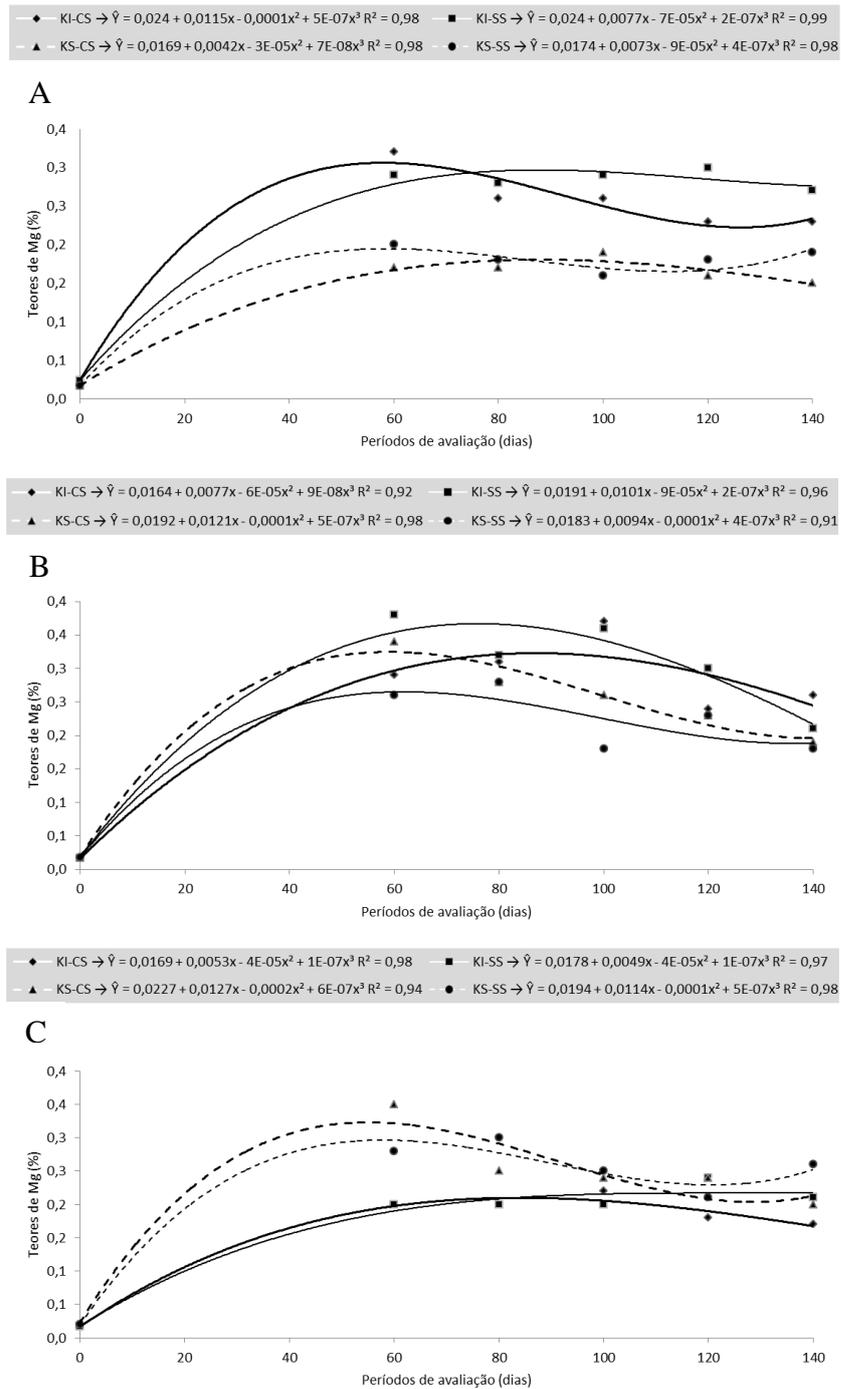


Figura 9: Curvas de tendências dos teores de Mg (magnésio) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

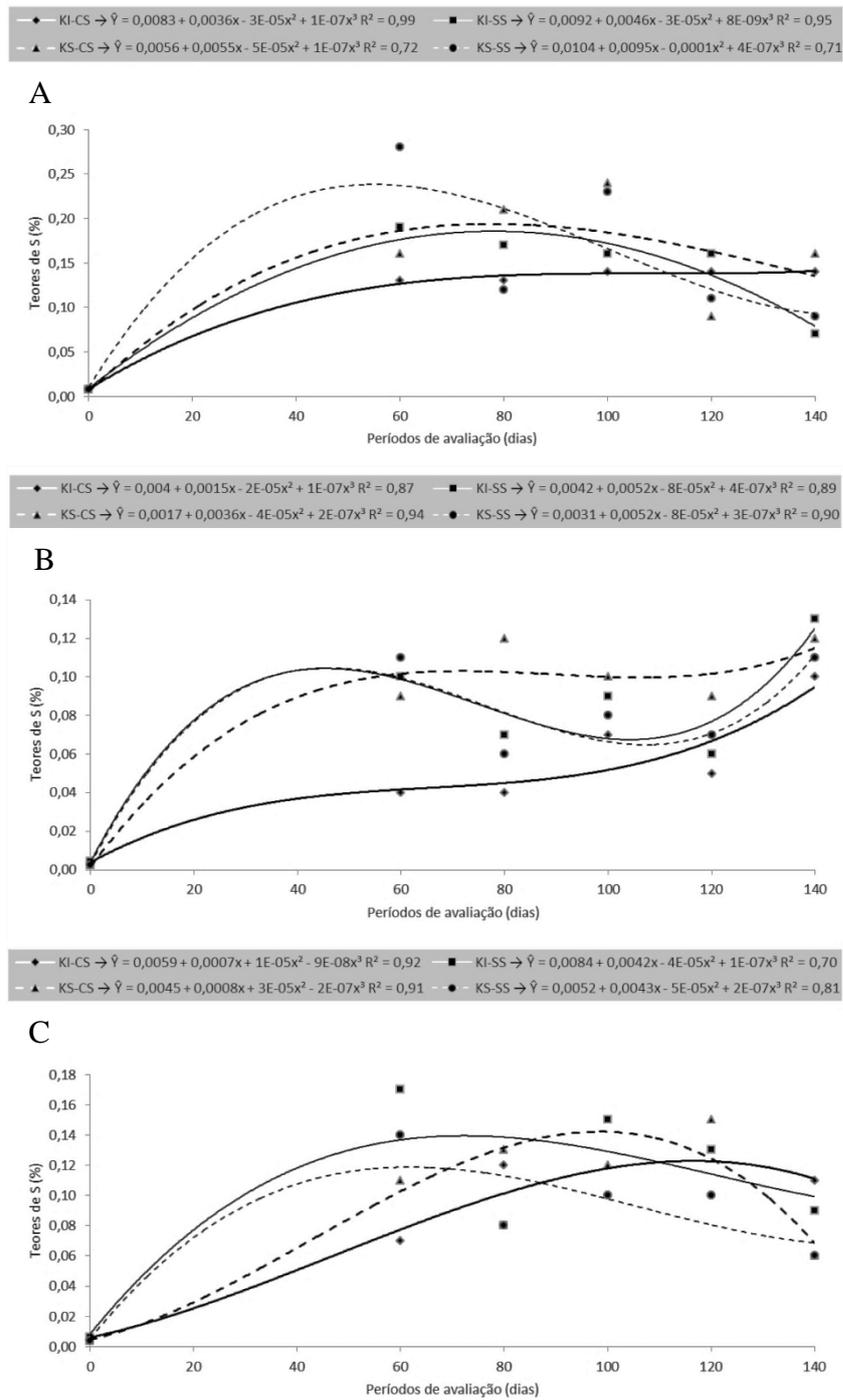


Figura 10: Curvas de tendências dos teores de S (enxofre) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

5.4. Teores de micronutrientes em mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis*

Na figura 11 (A) a espécie *K. senegalensis* com adição de solução nutritiva aos 120 DAT apresentou maiores teores de boro (60 mg.kg^{-1}) nas raízes enquanto a espécie *K. ivorensis* (CS) no mesmo período obtiveram menores teores (20 mg.kg^{-1}).

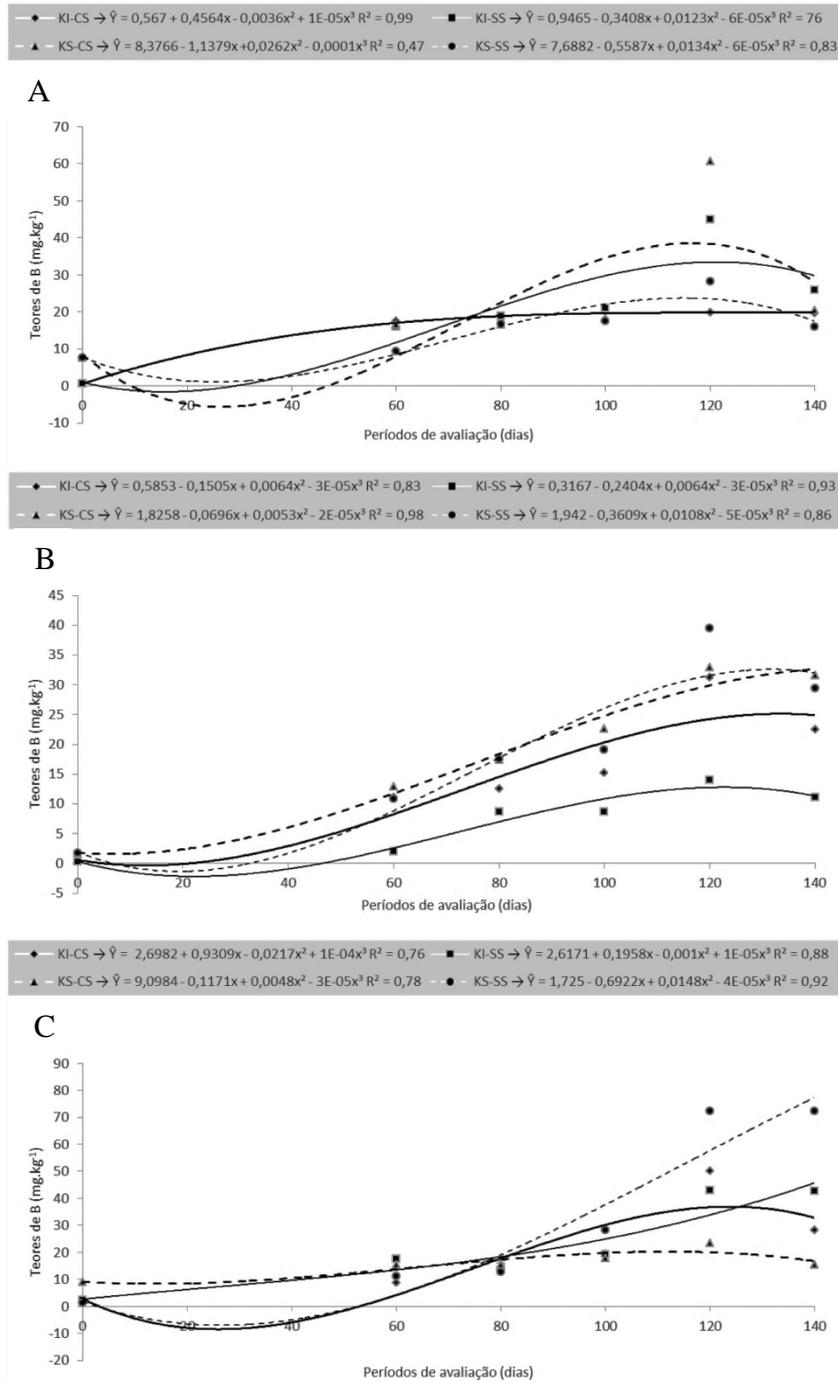


Figura 11: Curvas de tendências dos teores de B (boro) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

De acordo com Dechen; Nachtigall (2006), o nível adequado deste nutriente para espécies vegetais, varia de 12 a 50 mg.kg⁻¹, faixa encontrada a partir dos 120 DAT para ambas espécies.

Para *K. senegalensis* (CS) e (SS), (Figura 12 A e B) os teores de cobre (Cu) tiveram maior direcionamento para as folhas e caule aos 120 DAT, indicando mobilidade desse nutriente na planta. Resultados semelhantes foram observados por Haag; Martinez; Moraes (1991) em mudas de *Pinus caribaea* e por Marques et al. (2004) em mudas de *Schizolobium amazonicum* (paricá). De acordo com Bowen (1969) os teores normais de Cu nas plantas florestais podem variar de 2 a 250 mg.kg⁻¹ resultados semelhantes foram obtidos no presente estudo.

Observa-se na figura 13 (A) que os teores de manganês nas folhas das mudas de *K. ivorensis* (CS) foi de 37 mg.kg⁻¹ aos 120 DAT indicando mobilidade desse nutriente nas mudas. Resultados semelhantes foram encontrado por Mendonça et al. (1999), em estudos de casa de vegetação com mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) observaram teores foliares de 36 mg.kg⁻¹ aos 130 DAT. A faixa ideal deste nutriente para o bom desenvolvimento das espécies vegetais segundo Dechen; Nachtigall (2006) está entre 20 a 500 mg.kg⁻¹, teores parecidos foram constatados no presente estudo.

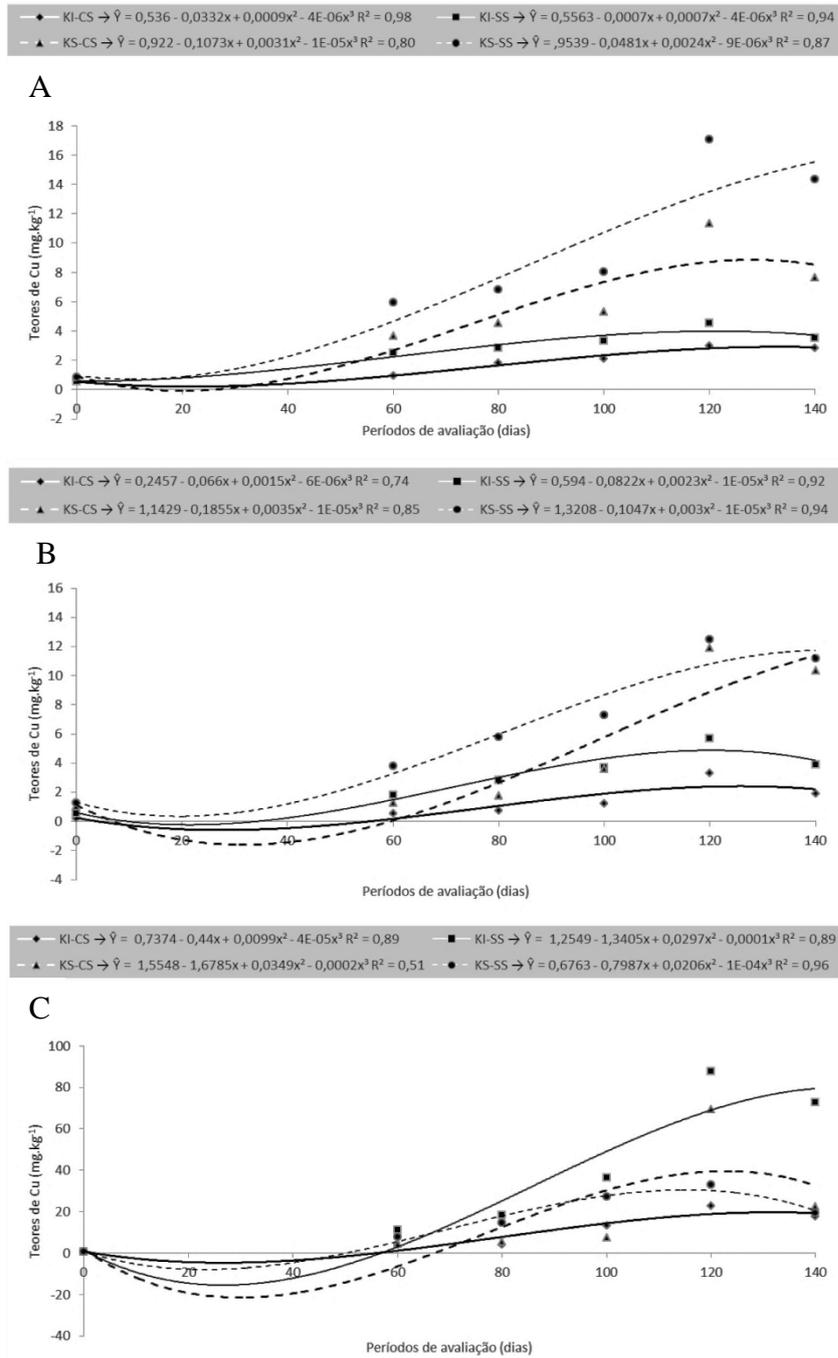


Figura 12: Curvas de tendências dos teores de Cu (cobre) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

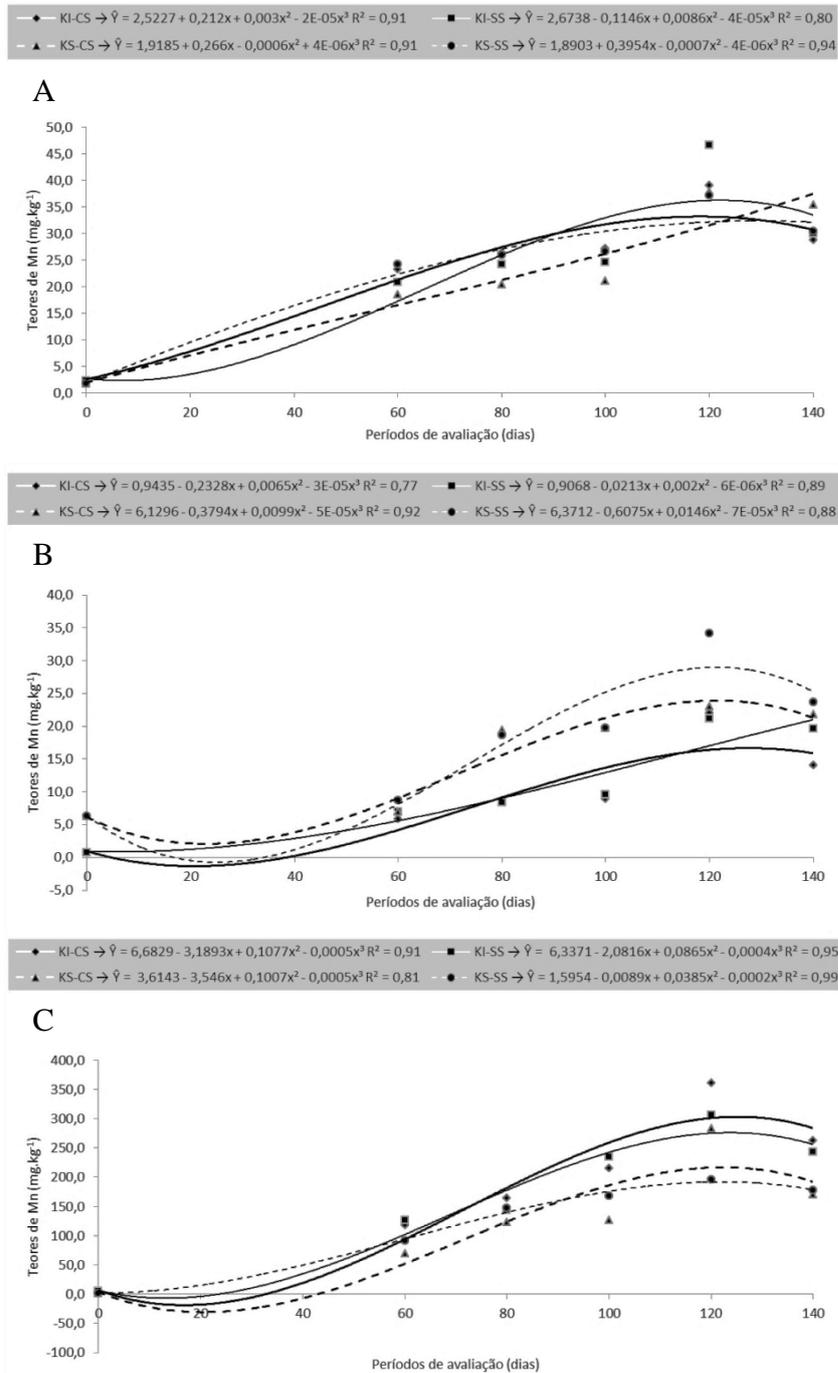


Figura 13: Curvas de tendências dos teores de Mn (manganês) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

Considerando-se a eficiência de transporte como a capacidade da planta em transportar os nutrientes das raízes para a parte aérea, verificou-se que os teores de Zn nas raízes, no caule e nas folhas *K. ivorensis* e *K. senegalensis* foram translocados, de forma significativa nas mudas (Figura 14 A, B e C). Silveira et al. (2005), estudando a nutrição de diferentes espécies de *Eucalyptus* sp., relataram que valores adequados de Zn no tecido foliar variaram entre 10 e 25 mg.kg⁻¹, tendo-se todas as espécies dentro desse intervalo.

Para o Fe a *K. ivorensis* sem adição de solução (SS) e (CS), em geral, os maiores teores desse nutriente estavam nas raízes do que na parte aérea (Figura 15 A, B e C). Observa-se na mesma figura, que a translocação desse nutriente na planta foram suficientes para que esse elemento transloca-se das raízes para folhas em níveis adequados como ocorreram para ambas espécie. A translocação refere-se ao movimento ou à transferência do íon, do local de absorção na raiz para outro ponto qualquer da planta (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997), portanto a quantidade absorvida na raiz foi transferida para a folha numa proporção média de 50%, indicando mobilidade satisfatória desse nutriente nas mudas. Fato este foi observado por Soares (2005) em mudas de eucalipto, e por Yang et al. (1996), em diferentes espécies florestais. Para Dechen; Nachtigall (2006), a variabilidade do teor de Fe nas plantas pode ocorrer entre 10 e 1500 mg.kg⁻¹ de matéria seca, considerando-se concentrações adequadas ao bom crescimento das plantas as que ocorrem entre 50 e 100 mg.kg⁻¹, podendo-se considerar deficientes as plantas com menos de 10 mg.kg⁻¹ de Fe.

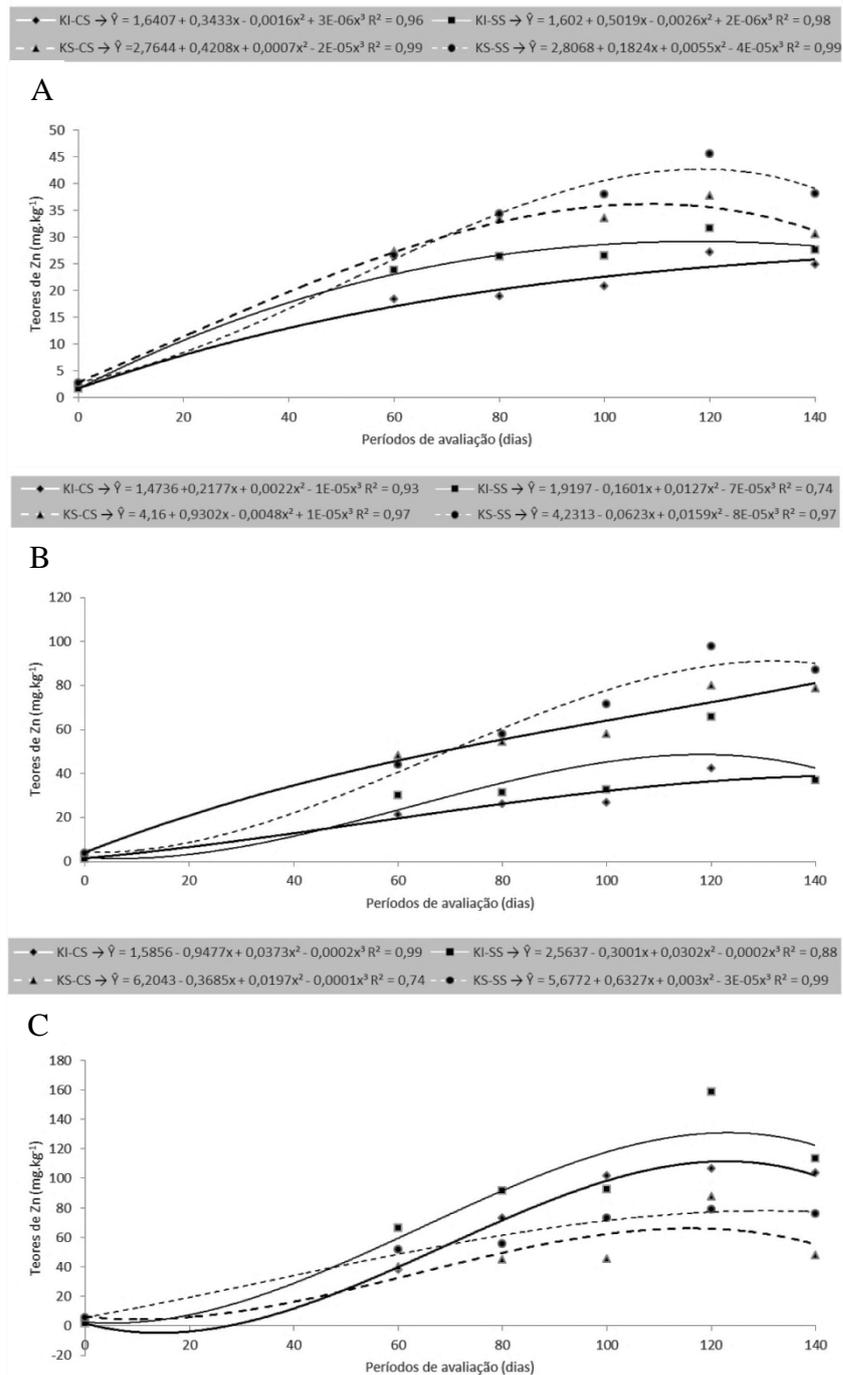


Figura 14: Curvas de tendências dos teores de Zn (zinco) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

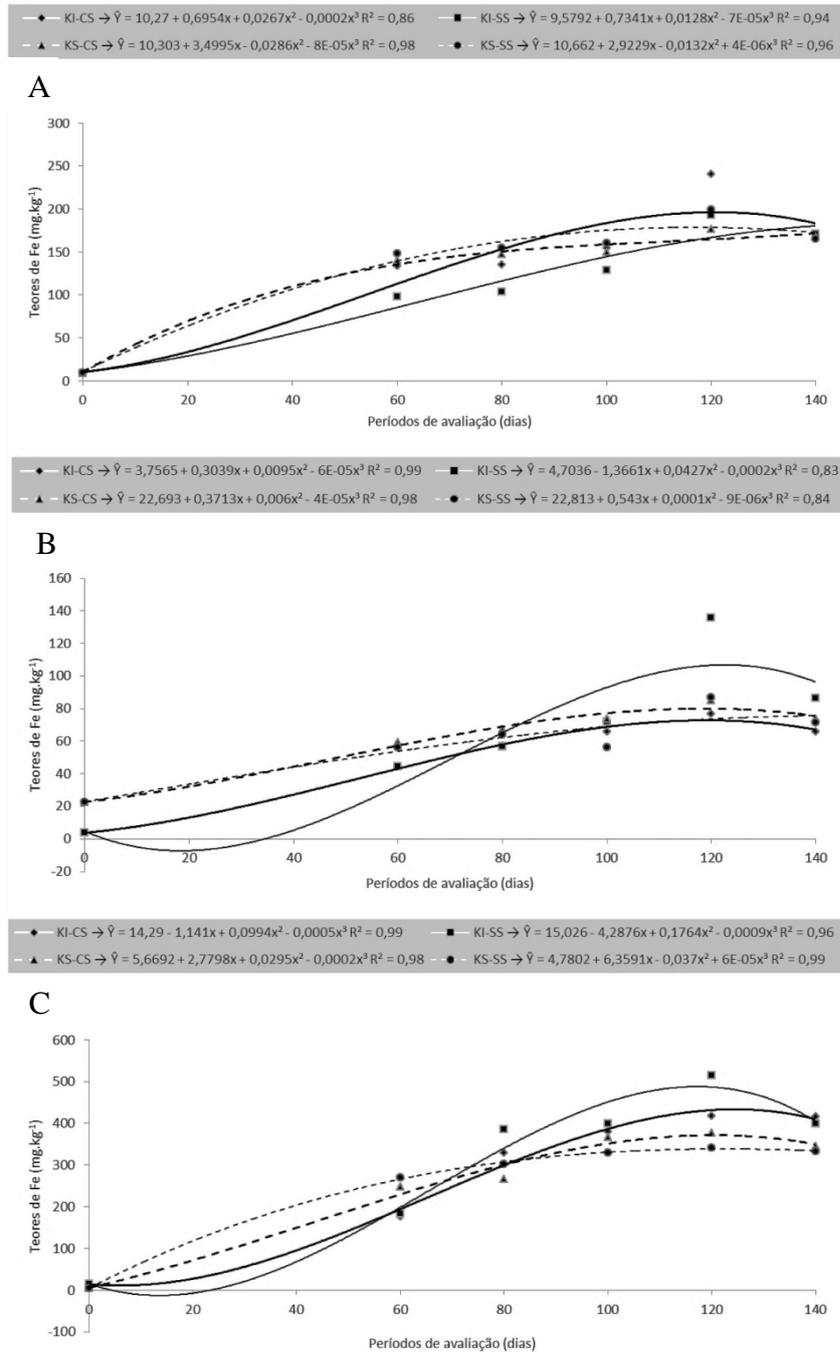


Figura 15: Curvas de tendências dos teores de Fe (ferro) em folhas (A), caule (B) e raízes (C) das mudas de *K. ivorensis* e *K. senegalensis* com solução (CS) e sem solução (SS) nutritiva até aos 140 DAT.

Em relação à distribuição percentual dos teores de micronutrientes nas raízes e na parte aérea das mudas de mogno africano todos os micronutrientes, acumularam em maior quantidade nas raízes (B, Cu, Mn, Zn, Fe), o que demonstra que as estas tornaram-se órgão de armazenamento do excesso do nutriente absorvido pela planta. Resultados semelhantes foram observados por Soares et al. (2005), trabalhando com *Eucalyptus* sp. demonstrando que a análise das raízes seja a maneira mais correta para diagnóstico e identificação da toxicidade destes elementos. Marschner (1995) afirma que o maior acúmulo de micronutrientes nas raízes está relacionado a sua ligação aos fosfolipídeos encontrados no sistema radicular das plantas, e a adsorção de Fe e Mn na rizosfera por ácidos orgânicos formando quelatos.

6. CONCLUSÕES

Khaya senegalensis alcança os aspectos ideais de mudas com boa qualidade aos 60 dias após o transplântio com altura de 24 cm e diâmetro de coleto de 7 mm;

Khaya ivorensis apresenta o padrão desejado aos 90 dias após o transplântio com altura de 28 cm e diâmetro de coleto de 5,5 mm;

A relação altura/diâmetro obtida pelas mudas é inferior a 10, padrão considerado bom, independente do tratamento;

Khaya senegalensis com e sem adição de solução nutritiva e *Khaya ivorensis* com adição de solução resultam em IQD superior ao padrão mínimo estipulado de 0,2 aos 60 DAT;

Khaya ivorensis no tratamento sem adição de solução nutritiva obtém o valor mínimo estipulado aos 80 DAT;

Os macronutrientes (N, Ca, Mg e S) apresentam teores elevados nas folhas indicando a alta mobilidade dos mesmos nas plantas;

Os micronutrientes apresentam maiores teores nas raízes indicando baixa mobilidade na planta e, as raízes atuam como órgão de armazenamento;

Para ambas espécies com e sem adição de solução nutritiva não há diferença nos teores absorvidos para macro e micronutrientes.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELGALEIL, S. A. M.; HASHINAGA, F.; NAKATANI, M. Antifungal activity of limonoids from *Khaya ivorensis*. **Pest Management Science** v. 61, p. 186–190, 2005.
- ACAJOU d’Afrique. **Revue Bois et Forêts des tropiques**. n. 183, p. 33-48, 1979.
- AGBEDAHUNSI, J. M.; FAKOYA, F. A.; ADESANYA, S. A. Studies on the anti-inflammatory and toxic effects of the stem bark of *Khaya ivorensis* (Meliaceae) on rats. **Phytomedicine** v. 11, p. 504–508, 2004.
- ALBUQUERQUE, C. P. **Levantamento bibliográfico sobre Mogno Africano**. Consultoria Florestal Jr - CONFLOR JR. FCA. UNESP. 2011. 24p.
- AMARAL, L. G. Flora do Estado de Goiás. **Coleção Rizzo**, v. 2, n. 37, p. 1-56, 1981.
- ARAÚJO, A. P.; MACHADO, C. T. T. Fósforo. *In*: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 10. 2006. 432 p.
- ARAÚJO, W. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; MEDEIROS, R. D.; SAMPAIO R. A. Precipitação pluviométrica provável em Boa Vista, Estado de Roraima, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 3, p. 563-567, 2001.
- BARROS, J. G. **Adubação e calagem para formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King)**. 2001. 63p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, Amazonas, 2001.
- BARROSO, A. B. **Silvicultura especial de arboles madeirables tropicales**. Habana: Editorial Científico-Técnica. 1987. 427p.
- BARROSO, G. M. **Sistemática das angiospermas do Brasil**. Viçosa: Imprensa universitária. UFV, 1984. 377p.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas**. 4 ed. Porto Alegre: Artemed, 2007.
- BERGER, R; PADILHA, J. B. **Administração estratégica da produção**. Universidade Federal do Paraná – UFPR. Setor de Ciências Agrárias – SCA. Depto de Economia Rural e Extensão – DERE. Curso de Pós-Graduação em Gestão Florestal: Curitiba. Paraná. p. 153, 2008.
- BINOTTO, A. F. **Relação entre variáveis de crescimento e o índice de qualidade de Dickson em mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid e *Pinus elliottii* var. *elliottii* – Engelm.** 2007. 56 p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.
- BOWEN, J. E. Absorption of cooper, zinc and manganese by sugarcane tissue. **Plant Physiology**, v. 44, p. 255-261, 1969.

BRAGA, J. M. **Avaliação da fertilidade do solo: ensaios de campo**. UFV, Viçosa. 1983. 102p.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVARES V.; V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds.). **Fertilidade do Solo**. 1º ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. cap. 7. 2007. 1017 p.

CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. - Curitiba: UFPR/FUPEF; Campos: UENF, 1995. 451p.

_____. **Determinação da qualidade de mudas de *Pinus taeda* L. para plantio definitivo**. 1976.70p. Dissertação (Mestrado)-Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1976.

CARVALHO A. M.; SILVA, B. T. B.; LATORRACA, J. V. F. **Cerne**, Lavras, v. 16, Suplemento, p. 106-114, 2010.

CASTRO, A. C.; LOURENÇO, J. J. B.; SANTOS, N. F. A.; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, M. A. B.; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

CASTRO, D. N. **Produção de mudas de *Calophyllum brasiliense* Cambess. (guanandi) em diferentes recipientes**. 2007. 13 f. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2007.

CHAVES, A. S.; PAIVA., H. N. Influência de diferentes períodos de sombreamento sobre a qualidade de mudas de fedegoso (*Senna macranthera* (Collad.) Irwin et Barn.). **Scientia Forestalis**, n. 65, p. 22-29, 2004.

COELHO, R. I.; CARVALHO, A. Jr. C.; THIEBAUT, J. T. L.; SOUZA, M. F. Teores foliares de nutrientes em mudas do abacaxizeiro 'cv. smooth cayenne' em resposta à adubação. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v. 33, n. 2, p. 173-179, 2010.

CONDE, R. A. R. **Controle Silvicultural e Mecânico da broca do mogno *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1948) (Lepidoptera Pyralidae) em Sistema Agroflorestal**, 2006. 73 p. Dissertação de mestrado em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Pará, 2006.

CRUZ, C. A. F.; PAIVA, H. N.; GUERRERO, C. R. A. Efeito da adubação nitrogenada na produção de mudas de sete-cacas (*Samanea inopinata* (Harms)Ducke). **Revista Árvore**, v. 30, p. 537-546, 2006.

DAVIDE, A. C.; FARIA, S. L. Produção de mudas de aroeira *Schinustere binthifolia* Radd para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, v. 11, n. 2, p.187-203, 2008.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Micronutrientes. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 13. 2006. 432 p.

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

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry Chronicle**, v. 36, p. 10-13, 1960.

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

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Planta. 2ª Edição, 2004.

FALESI, I. C. Palestra do I Workshop do Mogno-africano. Goiânia: **Mudas Nobres**, (19 e 20 de Agosto de 2011). 2011. 26 p.

FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. **Mogno africano *Khaya ivorensis* A. Chev em sistema silvipastoril com leguminosa e revestimento natural do solo**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 1999. 52p.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**. UFLA, MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FONSECA, E. P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523, 2002.

FONSECA, E. P. **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume., *Cedrela fissilis* Veli. e *Aspidosperma polyneuron* Müll Arg.** produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. 2000. 113 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Jabotical, 2000.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. 3ª Ed. Viçosa: UFV, 2006. 122p.

FURLANI, P. R. Hydroponic vegetable production in Brazil. **Acta Horticulturae**, Maringá, v. 2, n. 481, p. 777-778, 1999.

GOMES, J. M.; BRANDI, R. M.; COUTO, L. ; LELLES, J. G. Influência do tratamento prévio do solo com Brometo de Metila no crescimento de mudas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, em viveiros. **Brasil Florestal**, Brasília, v. 9, n. 35, p. 18-23, 1978.

GOMES, J. M. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, em "Win-Strip". **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 15, n. 1, p. 35-42, 1991.

_____. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K.** 2001.166f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, MG, 2001.

GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, **Revista Árvore**, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.

_____. Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K. **Revista Árvore**, Viçosa. v. 27, n. 2, p. 113-127, 2003.

GOMES, J. M; PAIVA, H. N. **Viveiros Florestais: propagação sexuada.** 3 ed. – Viçosa: UFV, 2004.

GOMES, S.; GOMES, S. J.; GOMES, D. M. GOMES, M. M. **Análise de viabilidade técnica, econômico-financeira para implantação da cultura do Mogno-africano (*Khaya ivorensis* A.Chev.).** Belo Horizonte: Projeto Fazenda Estiva, 2006.

GONÇALVES, J. L. de M.; SANTARELLI, E. G; NETO, S. P. M.; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. de M. et al. **Nutrição e fertilização florestal.** Piracicaba: IPEF, 2005. p. 427.

HAAG, H. P; MARTINEZ; H. E. P; MORAES, M. L. T. **Micronutrientes em *Pinus caribaea*. Níveis interno de cobre e boro sob suficiência e sob omissão.** Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 26, n. 3, p. 419-430, 1991.

IDU, M. D.; ERHABOR, O. J.; EFIJUEMUE, M. H. Documentation on medicinal plants sold in markets in Abeokuta, Nigeria. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research.** v. 9, p. 110–118, 2010.

JEYANNY V; RASIP, AB. AG.; RASIDAH, W. K.; AHMAD ZUHAI, K & Y. Effects of macronutrient deficiencies on the growth and vigour of *Khaya ivorensis* seedlings. **Journal of Tropical Forest Science.** Forest Research Institute Malaysia, 52109 Kepong, Selangor Darul Ehsan, Malaysia, v. 21, n. 2, p. 73–80, 2009.

JOHNSON, J. D.; CLINE, M. L. Seedling quality of southern pines. Seedling Quality of southern pines, pp. 143–159. In: Duryea, M. L. and Dougherty, P. M. (Eds) **Forest Regeneration Manual**, Kluwer Academic Publishers, the Netherlands, 1991.

JOKER, D.; GAMENE, S. *Khaya senegalensis* A. Juss. Disponível em <<http://www.dfcs.dk>> Acesso em: 10 jun., 2013.

JOSÉ, A. C.; DAVIDE, A. C.; OLIVEIRA, S. L. Produção de mudas de aroeira *Schinusterebinthifolia* Radd para recuperação de áreas degradadas pela mineração de bauxita. **Revista Cerne**, v. 11, n. 2, p. 187-203, 2005.

LARCHER, W. A. Utilização dos elementos minerais. In: **Ecofisiologia Vegetal.** São Carlos: Rima, p. 183-230, 2004.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Dt. Ges. fur. Techn. usammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschoborn. (Trad. de Guilherme de Almeida- Sedas e Gilberto Calcagnotto). 1990. 343p.

LAVIOLA, B. G.; MARTINEZ, H. E. P.; SOUZA, R. B.; SALOMÃO, L. C. C. e CRUZ, C. D. Acúmulo de macronutrientes em frutos de cafeeiros em Viçosa-MG. *In: Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Água de Lindóia, 2007. Anais...* 2007.

LEMMENS, R. H. M. J. 2008. *Khaya ivorensis* A. Chev. [Internet] Dados do Protabase. Louppe, D., Oteng-Amoako, A. A; Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa/ Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://database.prota.org/search.htm>> Acesso em: 09 jun., 2013.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ExTul. (Leguminosae, Caesalpinioideae). *Acta Amazonica*, v. 38, p. 5-10, 2008.

LOPES, E. D. **Qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora* produzidas em blocos prensados e em dois modelos de tubetes e seu desempenho no campo**. – Vitória da Conquista: UESB, il. Color. 2005. 82p.

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

MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. de M. Efeito do volume do tubete no crescimento inicial de plântulas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud e *Jacaranda micranta* Cham. *Ciência Florestal*, v. 16, n. 1, p. 11-16, 2006.

MALAVOLTA, E. **Nutrição Mineral das Plantas**. *In: Curso de Atualização em Fertilidade do Solo*. Campinas: Fundação Cargill, 1980. p. 33-101.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 201 p.

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

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. **Comparative studies on the sensitivity of six rootstock varieties of grapevine to phosphate induced Zn deficiency**. *Vitis*, v. 16, p. 79-88, 1995.

MENDONÇA, A. V. R.; NOGUEIRA, F. D.; VENTURIN, N.; SOUZA, J. S. Exigências nutricionais de *Myracrodruon urundeuval* (aroeira do sertão). **Cerne**, n. 5, v. 2, p. 65-75, 1999.

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

MEURER, E. J. Potássio. *In*: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 11. 2006. 432 p.

NIKIEMA, A.; PASTERNAK, D. 2008. *Khaya senegalensis* (Desr.) A Juss. [Internet] Dados do Protabase. Louppe, D., Oteng-Amoako, A. A; Brink, M. (Editors). PROTA (Plant Resources of Tropical Africa/ Ressources végétales de l'Afrique tropicale), Wageningen, Netherlands. <<http://database.prota.org/search.htm>> Acesso em: 10 jun, 2013.

OMAR, D. **Indicadores de qualidade de mudas**. Capítulo III. Dourados, 2005. Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Agronomia, Santa Maria, p. 1-4, 2005.

OPUNI-FRIMPONG, E.; KARNOSKY, D. F.; STORER, A. J.; ABENEY, E. A.; COBBINAH, J. R. Relative susceptibility of four species of African mahogany to the shoot borer *Hypsipyla robusta* (Lepidoptera: Pyralidae) in the moist semideciduous forest of Ghana. **Forest Ecology and Management**. v. 255, p. 313–319, 2008.

OROZCO-SEGOVIA, A.; VÁZQUEZ-YÁNES, C. Light effect on seed germination in *Piper* L. **Acta Oecologia Plantarum**, v. 10, p. 125-146, 1989.

OWSTON, P. Target seedling specifications: are stocktype designations useful. *In*: Target seedling symposium; meeting of the western forest nursery association, 1990.

PAIVA, A. N.; CARVALHO, J. G.; SIQUEIRA, J. O.; MIRANDA, J. R. P; FERNANDES, A. R. Absorção de nutrientes por mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standl.) em solução nutritiva contaminada com cádmio. **Revista Árvore**. v. 28, n. 2, p. 189-197, 2004.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Viveiros florestais**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa. 1993. p. 56.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. C. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos africanos** (*Khaya* spp.). 2011. 102 p.

PINHEIRO, A. L.; LANI, J. L.; COUTO, L. **Cedro Australiano** – cultivo e utilização. Viçosa: Neput. 2003. 42p.

PINHEIRO, A. L. **Estudos de características dendrológicas, anatômicas e taxonômicas de Meliaceae na microrregião de Viçosa – Minas Gerais**. 1986. 192p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 1986.

PINTO, F. P. da S.; TUCCI, C. A. F.; BARROS, J. G. Calagem e adubação na formação de mudas de mogno. *In*: IX Jornada de Iniciação Científica da Universidade do Amazonas. Manaus, AM. **Resumos**. p. 5, 2000.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J.; TEISSON, C. **The pineapple: cultivation and uses**. Paris: G. P. Maison Neuve et Larose, 1987. 568p.

RAVEN, J. A. Short and long distance transport of boric acid in plants. **New Physiol.**, v. 84, p. 231-249, 1980.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2001. 906 p.

REILLY, D.F.; ROBERTSON, R.M. Evaluation of the Wood Quality and Utilisation Potential of Plantation grown *Khaya senegalensis* (African Mahogany). **Information Booklet**. I.B., v. 6, 2006.

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, p. 211-212, 1993.

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

SANTOS, R. A. **Efeito de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio na produção de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) e pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale*) e seleção de extratores de fósforo e potássio**. 2006. 63p. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, 2006.

SILVA, A. R. M. **Calagem para formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King) e sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn)**. 2004. 63p. Dissertação de mestrado, Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Amazonas. Manaus, Amazonas, 2004.

SILVA, J. C.; CASTRO, V. R.; XAVIER, B. A. **Manual prático do fazendeiro florestal. Produzindo madeira com qualidade**. 2ª Ed. Viçosa, Minas Gerais, 2008.

SILVA, P. M. C.; P. M. C.; UCHÔA, S. C. P.; BARBOSA, J. B. F.; BASTOS, V. J.; ALVES, J. M. A.; FARIAS, L. C. Efeito do potássio e do calcário na qualidade de mudas de cedro doce (*Bombacopsis quinata*). **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 7, n. 1, p. 63-69 janeiro-abril, 2013.

SILVEIRA, E. L. **Morfometria, morfologia de frutos, sementes e plântulas e produção de mudas de macacaporanga (*Aniba fragrans* Ducke-Lauraceae)**. 2008. 92p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2008.

SILVEIRA, R. L. V. A.; HIGASHI, E. N.; GONÇALVES, A. N.; MOREIRA, A. Avaliação do estado nutricional do Eucalyptus: Diagnose visual, foliar e suas interpretações. *In*: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2005, p. 79-104.

SOARES, C. R. F. S.; SIQUEIRA, J. O.; CARVALHO, J. G. de; MOREIRA, F. M. S. Fitotoxicidade de cádmio para *Eucalyptus maculata* e *E. urophylla* em solução nutritiva. *Revista Árvore*, v. 29, p. 175-183, 2005.

SOUZA, M. O. A. **Madeira de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e *Eucalyptus urophylla* S. T. Blake visando seu uso na indústria moveleira.** 2007. 91p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2007.

SOUZA, P. A.; VENTURIN, N.; MACEDO, R. L. G. Adubação mineral do Ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 3, p. 261-270, 2005.

SOUZA, S. R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. *In*: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 9, 2006. 432 p.

SORREANO, M. C. M.; MALAVOLTA, E.; SILVA, D. H.; CABRAL, C. P.; RODRIGUES, R. R. Deficiência de micronutrientes em mudas de Sangra D'água (*Croton urucurana*, Baill.). **Cerne**, Lavras, v. 14, n. 2, p. 126-132, 2008.

STUMPP, E. O futuro das madeiras de reflorestamento. **Revista da madeira**. Curitiba, abr. 2008. 112 p.

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

TEPONGNING, R. N.; LUCANTONI, L.; NASUTI, C. C.; DORI, G. U.; YERBANGA, S. R.; LUPIDI, G.; MARINIC, C.; ROSSIC, G.; ESPOSITO, F.; HABLUTZEL, A. Potential of a *Khaya ivorensis* – *Alstonia boonei* extract combination as antimalarial prophylactic remedy. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 137, p. 743– 751, 2011.

TONELLO, K. C.; COTTA, M. K.; ALVES, R. R.; RIBEIRO, C. F. A.; POLLI, H. Q. O desenvolvimento do setor florestal brasileiro. **Revista da madeira**. Curitiba, abr. 2008. 112 p.

TUCCI, C.; PINTO, F. Adubação nitrogenada na produção de mudas de mogno. *In*: 29º Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. Ribeirão Preto. **CD-ROM** do 29º CBCS, 2003.

VANCE, C. P.; UHDE-STONE, C.; ALLEN, D. L. Phosphorus acquisition and use: Critical adaptations by plants for securing a nonrenewable resource. **New Phytol.**, v. 157, p. 423-447, 2003.

VENÂNCIO, J. B. **Desenvolvimento da cultura do abacaxizeiro em Roraima: produção de mudas e cultivo no campo sob adubação potássica e lâminas de irrigação.** Boa Vista, 2013. 126f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima, 2013.

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.

VIEIRA, C. R. **Crescimento inicial de espécies florestais na omissão de macronutrientes.** 2011. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, Mato Grosso, 2011.

VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. *In*: FERNANDES, M. S. (Ed.) **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Cap. 12. 2006. 432 p.

YANG, X.; BALIGAR, V. C.; MARTENS, D. C.; CLARK, R. B. Cadmium effects on influx and transport of mineral nutrients in plant species. **Journal of Plant Nutrition**, v. 19, p. 643-656, 1996.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Etapas da instalação e execução do experimento.



Viveiro na Empresa Bioflorestal da Amazônia (A); Mudas de mogno africano utilizadas no experimento (B); Vasos contendo camada de seixo e seixo mais substrato (C); Transplântio (D); Mensuração quinzenal das variáveis altura e diâmetro do coleto de mudas (E).



Separação das partes: raiz, folhas e caule para determinação da matéria seca (A); Acondicionamento em sacos de papel (B); Estufa de secagem (C); Moinho (D).