



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

PAULO RENATO DE OLIVEIRA FAGUNDES

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE MOGNO AFRICANO**

Boa Vista - RR  
2013

PAULO RENATO DE OLIVEIRA FAGUNDES

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE MOGNO AFRICANO**

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. Edvan Alves Chagas

Coorientador: Pesq. Dr. Oscar José Smiderle

Boa Vista - RR

2013

## AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, por escutar minhas orações e me dar força para seguir em frente;

Ao Programa de Pós Graduação em Agronomia (POSAGRO) e Embrapa Roraima, pela oportunidade que tive para desenvolver minha dissertação e por ampliar meus conhecimentos na área;

À CAPES por me conceder bolsa de estudo durante o mestrado;

Ao Dr. Edvan Alves Chagas e ao Dr. Oscar José Smiderle pelo acolhimento em uma fase delicada e pela dedicação prestada sem a qual eu não teria finalizado o mestrado. E ainda pela orientação e sugestões no trabalho;

Ao corpo docente da Universidade Federal de Roraima e da Embrapa que fizeram e fazem parte do POSAGRO e que, dentro de suas disciplinas, contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação;

À equipe de Pesquisa em Fruticultura da Embrapa Roraima, em especial, ao Diego, Nilma, Ricardo, Carlos Abanto, Jeysse, Júnior, Dra Verônica, Dra Christinny e Dra Aline pela ajuda nas montagens, avaliações e análises de meus experimentos;

Ao Valdivino pela ajuda fundamental na coleta das estacas utilizadas para o desenvolvimento desta dissertação;

Ao Senhor Teles na colaboração para a realização dos experimentos de enxertia;

Ao Senhor Benedito, produtor rural, que nos apoiou inúmeras vezes, principalmente no fornecimento de material necessário para realizar os experimentos;

A minha família, principalmente meus pais, que me apoiaram, me incentivaram e se dedicaram para que eu tivesse uma educação de qualidade desde o início até a fase atual.

Aos meus companheiros de mestrado Daniel, Nayrah, Manoel e Viviana, e aos amigos pelo apoio e por não me deixar desistir desta batalha;

Ao meu amor, Marcia, pelo companheirismo e cumplicidade, e por caminhar junto a mim desde a graduação e durante o mestrado que juntos iniciamos e juntos concluiremos.

Aos membros da banca;

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

**Meu muito obrigado a todos**

## **BIOGRAFIA**

Paulo Renato de Oliveira Fagundes nasceu em 23 de dezembro de 1986 em Boa Vista – RR, onde iniciou seus estudos básicos. Em 2003 passou com mérito no Preliminary English Test (PET) da University of Cambridge terminando no ano seguinte (2004) curso avançado de inglês, mesmo ano em que concluiu o ensino médio.

Em 2005 mudou-se para Manaus onde iniciou o curso de graduação em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Amazonas, onde participou do centro acadêmico do curso, como tesoureiro na gestão 2005/06 e como diretor de patrimônio na gestão 2007/08. Participou ainda, como voluntário, de projeto de extensão universitária. Durante a graduação, no período de 2008 a 2009, participou de projeto de iniciação científica com sementes florestais, na própria instituição de ensino. Em 2009 fez parte da equipe responsável pela elaboração de mapa de sensibilidade ao derramamento de óleo no Amazonas para a Petrobras.

Graduou-se como Engenheiro Florestal em 2010. No mesmo ano foi aprovado em processo seletivo e concluiu o curso de Agente Local de Inovação do SEBRAE em parceria com a Fucapi, mas não assumiu a função para dedicar-se, em 2011, ao curso de Mestrado em Agronomia na Universidade Federal de Roraima em parceria com a Embrapa Roraima, onde desenvolveu projeto de pesquisa com propagação vegetativa assexuada de mogno africano. Em 2013 realizou trabalhos de consultoria para o SENAR no estado de Roraima. Defendeu sua dissertação em agosto de 2013.

FAGUNDES, Paulo Renato de Oliveira. **Propagação vegetativa de Mogno Africano**. Boa Vista, 2013. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima.

## RESUMO

O aumento da demanda por madeira e a exploração das florestas nativas coloca em risco a extinção de várias espécies vegetais de grande valor. Neste sentido tem crescido a utilização de espécies exóticas, especialmente no hemisfério sul, em países de clima tropical e subtropical e em especial na região Amazônica com o uso do mogno africano. Com isso, existe elevada demanda por métodos de propagação dessas espécies que garantam as características superiores da planta matriz. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de diferentes concentrações de ácido indolbultírico (AIB), tipo de estaca e substrato no enraizamento de estacas de *Khaya ivorensis* A. Chev e *Khaya senegalensis* A. Juss, em câmara de subirrigação e casa de vegetação e testar diferentes métodos de enxertia para propagação vegetativa de mogno africano. Na propagação vegetativa via estaquia foram testados o uso de diversas concentrações de AIB, diferentes tempos de imersão, procedência e tipos de estacas. Via enxertia foram testados quatro tipos de enxertia de mogno africano sob mogno africano. Foram realizadas as enxertias do tipo Fenda Cheia (FC), Fenda Lateral (FL), Inglês Complicado (IC) e Borbulhia de placa (BP). Foi possível observar nos experimentos de estaquia uma tendência a melhores percentuais de enraizamento e maior percentual de sobrevivência das estacas utilizando concentração de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB, principalmente em estacas foliares apicais. As estacas enraizadas apresentaram sistema radicular vigoroso com comprimentos de até 53 cm. A técnica de enxertia que apresentou os melhores resultados foi a do tipo FC com 16,67% de pegamento e os enxertos desenvolvendo-se de forma vigorosa alcançando até 27 cm em 30 dias.

**Palavras - chaves:** *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis*, enxertia, estaquia

FAGUNDES, Paulo Renato de Oliveira. **Vegetative propagation of African mahogany**. Boa Vista, 2013. 50f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Roraima.

### ABSTRACT

The increasing demand for wood and the exploitation of native forests endangers the extinction of high value plant specimens. Therefore, exotic species are being used, on the south hemisphere, in tropical and sub-tropical countries and especially in the Amazon Region with the African mahoganies. Along with this, there has been an increasing demand on methods of vegetative propagation of these species that guarantee the superior attributes of the stock plant. Thereby, the aim of this study was to test the efficiency of different indole-butyric acid (IBA) concentrations, cut of kind and substrate on cuttings of *Khaya ivorensis* and *Khaya senegalensis* in non-mist propagators and greenhouses and test different methods of grafting for vegetative propagation of African mahogany. In the cuttings experiments different auxin concentrations were tested as well as different immersion times, proveniences of the cuttings and types of cuttings. For the grafting, four methods were tested using African mahogany below the same species. The methods used were Saddle graft (SG), Side-veener graft (SV), Whip and tongue grafts (WT) and Patch budding (PB). It was possible to observe that there was a tendency to reach better results in rooting percentage and survival percentage using the concentration of 800 mg.L<sup>-1</sup> of IBA in cuttings especially the apical leaf cuttings. The rooted cuttings grew with vigor and achieved 53 cm length. The grafting method with bests results was SV with 16,67% success and grafts developed vigorously reaching 27 cm in 30 days.

**Key words:** *Khaya ivorensis*, *Khaya senegalensis*, grafting, cuttings

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	11
2.1 Descrição da espécie.....	12
2.1.1 <i>Khaya ivorensis</i> A. Chev. ....	12
2.1.2 <i>Khaya senegalensis</i> A. Juss .....	14
2.2 Propagação vegetativa assexuada.....	17
2.2.1 Estaquia .....	18
2.2.1.1 Fatores que afetam o enraizamento de estacas .....	18
2.2.1.2 Reguladores de crescimento .....	20
2.2.2 Enxertia.....	21
2.2.2.1 Fatores que afetam o pegamento da enxertia.....	22
2.3 Câmaras de subirrigação.....	23
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	26
3.1 Caracterização da área .....	26
3.2 Condução dos experimentos .....	27
3.2.1 Experimentos em casa de vegetação com estacas caulinares .....	27
3.2.2 Experimentos em câmara de subirrigação .....	29
3.2.2.1 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas foliares.....	29
3.2.2.2 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas caulinares.....	31
3.2.3 Experimento de enxertia .....	32
3.3 Avaliação e Análise estatística .....	33
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4.1 Experimentos em casa de vegetação com estacas caulinares .....	34
4.2 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas foliares.....	35
4.3 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas caulinares.....	41
4.3 Experimento de enxertia.....	42
5 CONCLUSÕES .....	45
REFERÊNCIAS .....	46

## 1 INTRODUÇÃO

O grande aumento da demanda por madeira e a exploração das florestas nativas feitas sem critérios técnicos coloca em risco a extinção de várias espécies vegetais de grande valor. A madeira proveniente de mata nativa, bastante utilizada no Brasil, está em rápido declínio e tende a desaparecer em função das severas restrições internacionais e dos severos problemas ambientais como o aquecimento global (GOMES, 2010). Estima-se que, em virtude da baixa velocidade com que vem ocorrendo o reflorestamento de madeiras nobres para atender a demanda futura da indústria moveleira, em médio prazo haverá problemas de abastecimento. Neste sentido tem crescido a utilização de espécies exóticas, especialmente no hemisfério sul, em países de clima tropical e subtropical (GOMES, 2010).

Para que florestas plantadas consigam atender ao mercado consumidor, há necessidade da escolha adequada da espécie e das técnicas silviculturais a serem empregadas (GOMES et al., 2006). 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. Segundo Gomes et al. (2006), dentre as espécies exóticas introduzidas e produtoras de madeiras nobres podemos destacar o Mogno africano originário da costa ocidental da África.

Segundo Carvalho et al. (2010), esta espécie foi introduzida no Brasil devido a sua alta resistência ao microlepidóptero *Hypsipyla grandella* Zeller, a principal praga do mogno brasileiro.

O mogno africano vem se tornando uma espécie de grande importância na Região Amazônica, em virtude do seu alto valor econômico no mercado internacional, a sua facilidade de produção de mudas e ao rápido crescimento, promovendo a recuperação de áreas alteradas (FALESI; BAENA, 1999). No entanto, apesar desses fatores, o custo das sementes no Brasil varia de R\$1.800,00 à R\$3.000,00 o quilo, dificultando a produção da espécie principalmente para produtores em menor escala. Além disso, há a possibilidade de um lote de sementes não germinar ou apresentar percentual de germinação baixo devido à qualidade do lote e/ou condições de armazenamento.

Diante desta realidade e dada a importância da espécie para a produção de madeira de alto valor, são necessários estudos com o objetivo de desenvolver um método prático de



reprodução vegetativa, para estabelecer uma estratégia de conservação e reprodução do germoplasma de melhor qualidade. Entre os métodos de propagação vegetativa recomendados para espécies tropicais visando a produção de madeira, destaca-se o enraizamento de estacas semilenhosas em câmara úmida e a enxertia.

Segundo Xavier; Wendling; Silva (2009), o enraizamento de estacas tem sido a técnica de propagação vegetativa mais utilizada para clonagem de plantas lenhosas. Dentre as vantagens dessa técnica pode-se citar maior economia, rapidez e simplicidade na aplicação da técnica, além disso, obtém-se maior uniformidade devido à ausência de variação genética dos progenitores (HOPPE et al., 1999). Todavia, a viabilidade da propagação comercial por estaquia depende da capacidade de enraizamento de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (NEVES et al., 2006).

A enxertia é um dos meios de clonagem dentro da propagação vegetativa das espécies florestais e frutíferas, principalmente em espécies de difícil enraizamento, ou mesmo quando se visa à redução do porte da árvore para facilitar a colheita de frutos, indução de resistência a pragas e doenças, e apressar a produção de frutos (FILHO et al., 2000). Além disso, a técnica pode ser utilizada na formação de pomares de produção de sementes clonais e para alcançar a reversão à juvenilidade de materiais genéticos para posterior propagação comercial por técnicas de enraizamento *in vitro* e *ex vitro* (FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

Esses fatores abrem espaço para que pesquisas sejam feitas a fim de se verificar a viabilidade da produção de mudas de mogno africano via propagação vegetativa, já que as mesmas são escassas.

## 2 OBJETIVOS

Os objetivos deste estudo foram:

- 1 – Avaliar a eficiência de diferentes concentrações de ácido indolbultírico (AIB), tipo de estaca e substrato no enraizamento de estacas de *Khaya ivorensis* A. Chev e *Khaya senegalensis* A. Juss, em câmara de subirrigação e casa de vegetação;
- 2 – Testar quatro diferentes métodos de enxertia para propagação vegetativa de mogno africano.

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Descrição da espécie

##### 3.1.1 *Khaya ivorensis* A. Chev.

*Khaya ivorensis* A. Chev. é uma espécie arbórea pertencente à família Meliaceae e é, juntamente com *K. anthoteca*, *K. senegalensis* e *K. grandifoliola*, comumente conhecida e comercializada como mogno africano, no entanto, há outros nomes comuns que são destacados no Quadro 1.

Quadro 1: Nomes comuns 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 e Brasil
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.

A espécie ocorre naturalmente na 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).

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).



Figura 1: Áreas de ocorrência natural de *Khaya ivorensis* A. Chev. no continente africano. Fonte: Lemmens (2008).

A espécie é monoica, podendo ser decídua ou sempre verde. Na natureza pode chegar a 60 metros de altura e ter mais de dois metros de diâmetro, com ramificações a partir de 30 metros e tronco retilíneo.

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).

Seus frutos são constituídos por cápsulas fibrosas ou lenhosa, globosas com cerca de 4 a 7 cm de diâmetro e produzem cerca de 15 sementes em forma de disco ou ligeiramente quadrangulares, fortemente achatadas, estreitamente aladas por toda a 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).

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).

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 acastanhada de 5 cm a 7 cm de diâmetro com 5 valvas, possuem cerca de 15 sementes achatadas e aladas em cada fruto (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. A madeira do mogno africano pode ser usada em movelaria, faqueado, construção naval e construções de interiores. Essa madeira é de elevada durabilidade, fácil de trabalhar e secar, porém de difícil impregnação, o alburno tem coloração marrom-amarelada e o cerne cor marrom-avermelhado (FALESI; BAENA, 1999).

Segundo Carvalho et al. (2010), a madeira de *K. ivorensis* A. Chev. apresenta 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 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 (TAYLOR, 1960).

### 3.1.2 *Khaya senegalensis* A. Juss

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).

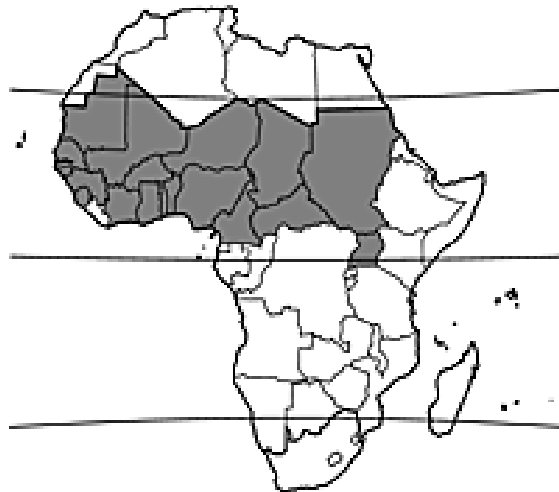


Figura 2: Áreas de ocorrência natural de *Khaya senegalensis* A. Juss no continente africano. Fonte: Nikiema; Pasternak (2008).

Também há registros da espécie na Gambia, Guiné, Togo, Gana e Nigéria. A *K. senegalensis* também é bastante utilizada em outros países, como Cabo Verde, Malawi, Índia e Indonésia, 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 *K. grandifoliola* em

florestas ripárias (BARROSO, 1987; LAMPRECHT, 1990; NIKIEMA; PASTERNAK, 2008; PINHEIRO et al., 2011).

A *K. senegalensis* é monoica, 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 (PINHEIRO et al., 2011).

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. As inflorescências são axilares, com flores unissexuais com pouca diferenciação entre os sexos (PINHEIRO et al., 2011).

Ocorre preferencialmente em solos profundos e bem drenados. É mais tolerante ao alagamento nas estações chuvosas. Suas sementes mantêm a taxa de germinação por mais tempo que as de *K. ivorensis* podendo manter sua viabilidade por até 6 a 8 meses. No entanto, se exposta à alta umidade perdem rapidamente seu poder germinativo. Segundo Pinheiro et al. (2011), as sementes podem ser armazenadas por até quatro anos em temperaturas de 0 e 10 °C e umidade de 5% (PINHEIRO et al., 2011).

Na Costa do Marfim, plantios puros de *K. senegalensis* foram atacados por *Hypsipila*, enquanto que em plantios consorciados com Teca (*Tectona grandis*) atingiram níveis satisfatórios permitindo bom desenvolvimento inicial de ambas as espécies (NIKIEMA; PASTERNAK, 2008).

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).

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 Propagação vegetativa assexuada

O mercado consumidor está cada vez mais exigente e a indústria produtora de madeira e outros produtos de origem florestal precisa se adequar a demanda em quantidade e qualidade. Logo, as sementes e/ou propágulos devem apresentar características que propiciem a qualidade exigida do produto final, com madeira de boa qualidade a um custo compatível (LANA et al., 2008; INOUE; PUTTON, 2007).

No entanto, há uma preferência no mercado por espécies já estabelecidas o que aumenta a pressão sobre as mesmas. Exemplo dessa situação é a do mogno brasileiro (*Swietenia macrophylla* King). A pressão sobre essas espécies acaba incentivando a extração e o comércio ilegal de madeira levando à escassez ou aumentando o risco de extinção dessas árvores (INOUE; PUTTON, 2007), porém, Almeida et al. (2010) afirmaram que as restrições ao corte e ao comércio internacional do mogno brasileiro permitiram o aparecimento de espécies substitutas.

A inserção de novas espécies no mercado passa por várias etapas, incluindo novas formas de propagar a espécie. Boa parte dos estudos com propagação está ligada à propagação sexuada, pela própria ausência de informações silviculturais e pelo maior domínio e menores custos iniciais dessa técnica (DIAS et al., 2012). Porém, sementes recalcitrantes, produção irregular de sementes ou baixa produção ao longo dos anos, dificuldade na definição da época ideal de colheita e heterogeneidade dos plantios são fatores que podem dificultar e ocasionar um aumento nos custos de produção (CARVALHO, 2003; SIMÃO; NAKAMURA; TAKAKI, 2007; FERRARI; GROSSI; WENDLING, 2004).

Ao contrário de espécies agrícolas, as espécies florestais demandam maior tempo para atingir sua maturidade (PINHEIRO et al., 2011) o que se torna um empecilho ao melhoramento genético dessas espécies, pois para obter uma espécie com características genéticas desejáveis levaria um tempo maior. A propagação vegetativa assexuada dessas espécies é uma maneira de diminuir esse tempo, além de ser também uma alternativa de propagação em massa independente do período do ano.

A alternativa plausível em curto prazo, que garante a conservação da espécie num sistema produtivo de silvicultura clonal, é o desenvolvimento de técnicas de propagação vegetativa assexuada.



### 3.2.1 Estaquia

A propagação vegetativa feita por meio de estacas é um dos métodos mais importantes e mais utilizados na produção e na macropropagação de espécies florestais, arbustivas ornamentais e frutíferas, visando a formação de raízes adventícias (HARTMANN; KESTER, 1972; HOPPE et al., 1999). Essas raízes podem ser formadas a partir de células já diferenciadas ou maduras de caules e folhas que entram em divisão celular, sofrendo a desdiferenciação e conseqüentemente a formação e desenvolvimento dos primórdios radiculares (KERBAUY, 2004; FACHINELLO et al., 2005). Para espécies que podem ser facilmente propagadas por estacas, esse método apresenta numerosas vantagens, dentre as quais a de ser econômico, rápido, simples e não exigir técnicas especiais, como aquelas necessárias para enxertia. Além disso, obtém-se maior uniformidade devido à ausência de variação genética dos progenitores (HOPPE et al., 1999).

Diversos trabalhos vêm sendo desenvolvidos com foco na produção por estacas devido à rápida obtenção de estacas e demais vantagens já citadas em razão da necessidade de produção de mudas em viveiros comerciais (NEVES et al., 2006).

Comparando o enraizamento de diferentes padrões de miniestacas caulinares e foliares de cedro (*Cedrella fissilis* Vell.), Xavier; Santos; Oliveira (2003) verificaram a superioridade dos tipos caulinar, caulinar apical e caulinar intermediária, com resultados acima de 70%.

Em trabalho conduzido com *Eucalyptus cloeziana*, Almeida et al. (2007) verificaram que clones com maior potencial de enraizamento apresentaram resultados de enraizamento sob menores dosagens do ácido indolbutírico, em relação àqueles com menor habilidade rizogênica. Além disso, a aplicação em pó mostrou-se mais efetiva no enraizamento de miniestacas. Entretanto, outros trabalhos demonstraram que o enraizamento ocorreu na ausência ou sob baixas concentrações do mesmo (inferiores a 1000 mgL<sup>-1</sup>) (XAVIER; SANTOS, 2002, CUNHA et al., 2003; XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003; ALCÂNTARA, 2005; FERRIANI, 2006).

#### 3.2.1.1 Fatores que afetam o enraizamento de estacas

O conhecimento dos fatores que afetam o enraizamento é importante para que se possa explicar por que uma espécie tem facilidade ou dificuldade de enraizar. Além disso, o manejo desses fatores pode ser a diferença entre o sucesso e o fracasso na produção de mudas por estacas (FACHINELLO et al., 2005). Como fatores internos temos a condição fisiológica da

matriz, a idade da planta, tipo de estaca, época do ano, potencial genético de enraizamento, sanidade, balanço hormonal e a oxidação de compostos fenólicos. Já entre os fatores externos há a temperatura, luz, umidade, substrato e condicionamento. Quanto maior a dificuldade de enraizamento de uma espécie maior será a importância dos fatores que o afetam (FACHINELLO et al., 2005).

A condição fisiológica da planta matriz engloba as características internas da planta como, teor de água, de reservas e de nutrientes. Plantas com déficit hídrico tendem a enraizar menos, já plantas com maior reserva de carboidratos e relação C\N elevada tendem a aumentar o enraizamento. O teor de carboidratos também varia de acordo com a época do ano e diâmetro as estacas, no entanto maiores diâmetros nem sempre são indicadores de maior enraizamento. Quanto à reserva de nutrientes o equilíbrio entre os nutrientes, favorece o enraizamento. Entretanto o nitrogênio e o manganês em excesso podem prejudicar o enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

De forma geral quanto mais velha a estaca menor será o seu enraizamento, enquanto que o tipo de estaca deve ser observado com maior atenção para as espécies com maior dificuldade de enraizamento, já que a composição química do tecido varia em diferentes porções da planta, apicais ou basais por exemplo. Dependendo da época do ano as estacas podem estar em diferentes estágios de crescimento, sendo que no inverno e outono tendem a estar mais lignificadas e com crescimento vegetativo reduzido, além disso, a espécie pode ter um maior ou menor potencial para enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

A sanidade da planta influencia diretamente na estaquia. Quanto maior o grau de contaminação da estaca seja por vírus, substrato, qualidade da água e outros tratamentos fitossanitários, menor será o enraizamento das estacas. A oxidação dos compostos fenólicos pode influenciar no enraizamento, no entanto sua significância deve ser estudada em cada espécie, e o balanço hormonal tem forte influência no enraizamento, por isso deve-se obter um balanço adequado principalmente entre auxinas, giberelinas e citocininas. Uma forma de se atender o balanço hormonal é a adição de reguladores de crescimento sintéticos, como o ácido indolburtírico (AIB), o ácido naftalenacético (ANA) e o ácido indolacético (AIA) (FACHINELLO et al., 2005).

A temperatura favorece a divisão celular, mas pode levar ao murchamento das estacas, principalmente das mais herbáceas. A luz influencia a fotossíntese e a degradação de compostos fotolábeis como as auxinas e de modo geral as estacas devem ser coletadas em baixa luminosidade para reduzir tal degradação. A umidade nas estacas mantém as células túrgidas e o mesmo deve ser mantido, já que a perda da umidade é um dos fatores que mais

levam as estacas à morte (FACHINELLO et al., 2005). A principal função do substrato é sustentar as estacas, mas para algumas espécies o mesmo pode ser fator significativo no enraizamento como ocorre com *Ginkgo biloba* L. (BITENCOURT; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2010). O condicionamento das estacas também pode influenciar os resultados finais na estaquia, principalmente para aquelas espécies com maior dificuldade para enraizar (FACHINELLO et al., 2005).

### 3.2.1.2 Reguladores de crescimento

Uma técnica vastamente utilizada na propagação por estacas é a aplicação de reguladores de crescimento no enraizamento, sendo que em espécies de difícil enraizamento, essa prática pode viabilizar a produção de mudas. Os principais reguladores utilizados são as auxinas como o AIB, o AIA e o ANA (FACHINELLO et al., 2005).

Os reguladores de crescimento têm por finalidade estimular o enraizamento adventício nas estacas e seu uso é muito difundido principalmente nas plantas que tem baixas probabilidades de enraizamento, principalmente espécies florestais.

Para as espécies florestais, o regulador mais utilizado é o AIB (BITENCOURT; ZUFFELLATO-RIBAS; KOEHLER, 2010; ROCHA et al., 2004; NEVES et al., 2006; RODRIGUES; ROCHA; CHIEA, 2012; LANA et al. 2008; INOUE; PUTTON, 2007), mas há trabalhos em que se utilizam outros reguladores como o desenvolvido por Bortolini et al. (2008) com o regulador ANA.

Em estudos com as espécies *K. ivorensis* A. Chev e *K. anthotheca* Welw., Opuni-Frimpong (2008) obtiveram enraizamento de 80% das estacas com o Ácido Indolbultírico (AIB) em concentração de 0.8% da auxina. No mesmo estudo, os autores concluíram que a área foliar, a idade das estacas e a concentração de AIB são fatores importantes que afetam significativamente o enraizamento. Os mesmos autores ressaltaram a importância de se obter estacas de indivíduos mais velhos, para conseguir selecionar melhor os genótipos desejados, principalmente no que diz respeito ao ataque do microlepidóptero *Hypsipyla robusta*, praga que ataca os mognos africanos em seu habitat natural.

Em outro estudo conduzido com *K. ivorensis*, Tchoundjeu; Leakey (1995), os autores obtiveram os melhores resultados de enraizamento com uma concentração de 200 µg por estaca. Os mesmos autores encontraram afirmara haver uma interação entre o tamanho da estaca e a área foliar, sendo que quanto maior a área foliar, maior a estaca, provavelmente

devido a estacas com maiores áreas foliares requererem estacas com maior volume para armazenamento dos hormônios de enraizamento.

### 3.2.2 Enxertia

Outro meio de propagação bastante utilizado é a enxertia, que é uma forma de propagação assexuada na qual se colocam em contato dois tecidos vegetais de forma que os dois se unam, se desenvolvam e formem uma nova planta (FACHINELLO et al., 2005).

A planta propagada tem basicamente duas partes, o cavalo e o cavaleiro ou também chamados de porta-enxerto e enxerto respectivamente. O cavalo é responsável pela formação do sistema radicular da planta ao passo que o cavaleiro é o segmento de outra planta que formará a parte aérea da planta, devendo este ter pelo menos uma gema. Para que a enxertia tenha sucesso é necessário um bom contato das regiões cambiais de ambas as plantas (FACHINELLO et al., 2005).

Quando há uma conexão perfeita entre enxerto e porta-enxerto inicia-se uma multiplicação desordenada de células que formam o calo. Com a formação do calo há um entrelaçamento das células formando um tecido de calo comum as duas partes. Há também a formação de novas células cambiais, promovendo a união entre as duas partes. Com a formação do câmbio há a formação dos tecidos vasculares que permitem o fluxo de água e nutrientes (FACHINELLO et al., 2005).

Dentre os usos da enxertia, podemos citar como principais a propagação de plantas que não podem ser multiplicadas por outros meios, obter benefícios do cavalo e trocar cultivares de plantas estabelecidas, evitar problemas de juvenilidade, recuperação de partes danificadas das plantas e estudo de doenças (FACHINELLO et al., 2005). Algumas espécies possuem sementes com baixo poder germinativo e ainda há aquelas que não produzem sementes. Apesar de o cavalo ser prioritariamente responsável pela formação do sistema radicular, em muitos casos eles podem acrescentar características importantes as plantas, como conferir maior vigor à copa da planta, ou ainda na tentativa de induzir a resistência a alguma praga como testado por Filho et al. (2000) em mogno (*Swietenia macrophylla*) e Toona (*Toona ciliata*) para tornar o mogno resistente à *Hypsipyla grandella*, porém sem sucesso e no trabalho desenvolvido por Grijpma; Roberts (1975) com cedro (*Cedrela odorata*) e *T. ciliata* com o mesmo objetivo mas em que houve a indução da resistência à praga. Em casos em que há perda de produtividade, perda na qualidade dos frutos ou mesmo o ataque de pragas e doenças, tais problemas podem ser solucionados com uma nova cultivar

sem a necessidade de replantio. Muitas plantas necessitam de um período grande de tempo para superar a fase juvenil e começar a produzir frutos. A inserção de enxertos de indivíduos adultos é uma estratégia utilizada para reduzir este tempo.

Para o mogno africano, boa parte dos trabalhos desenvolvidos no Brasil com enxertia visa tornar o mogno brasileiro resistente à broca das meliáceas. Filho et al. (2008) utilizou *K. ivorensis* e *S. macrophylla* em testes com garfagem do tipo fenda cheia e borbulhia em T invertido chegando a 82% de pegamento com fenda cheia e utilizando o mogno brasileiro como cavalo, no entanto não houve indução de resistência à broca.

### 3.2.2.1 Fatores que afetam o pegamento da enxertia

Vários são os fatores que podem resultar no sucesso ou não da enxertia. Esses fatores vão desde a incompatibilidade entre cavalo e cavaleiro até a velocidade em que a enxertia é feita, caso que depende diretamente da habilidade do enxertador. Esses fatores podem atuar de forma isolada ou conjunta.

A incompatibilidade entre duas plantas ocorre quando, por motivos intrínsecos a elas, não são capazes de formar uma união perfeita, o que impede a formação de uma nova planta. Quando isto ocorre pode haver a falta de união entre cavalo e cavaleiro, diferenças no crescimento de cada um podendo ser identificado pelo diâmetro diferente em cada parte, desenvolvimento anormal próximo ao ponto de enxertia, amarelecimento das folhas com consequente queda precoce das folhas, além da morte precoce da planta (FACHINELLO et al., 2005). A forma mais fácil de identificar a incompatibilidade é pela quebra da união entre enxerto e porta-enxerto, visto que as demais podem ocorrer também devido a outros fatores. A incompatibilidade pode ser causada pelo grau de parentesco das plantas, por fatores fisiológicos e/ou bioquímicos, pela consistência dos tecidos, pela afinidade anatômica, pelo porte e vigor e pela sensibilidade a doenças.

Outro fator que afeta o pegamento dos enxertos são as condições ambientais. Temperatura, umidade, oxigênio, luminosidade e vento podem influenciar negativamente e positivamente o pegamento. Temperaturas abaixo de 4°C e acima de 32°C dificultam o processo de cicatrização, enquanto que a umidade auxilia na hidratação das células que formam o calo. Já o oxigênio é bastante exigido devido a intensa atividade respiratória, portanto utilizar ceras ou outros produtos que dificultam as trocas gasosas podem reduzir as chances de pegamento do enxerto. Luminosidade intensa e ventos fortes desidratam mais rapidamente os enxertos reduzindo a possibilidade de pegamento, além disso, ventos muito

fortes podem causar danos físicos no ponto de enxertia rompendo a ligação ou deslocando o enxerto, prejudicando a ligação com o porta-enxerto (FACHINELLO et al., 2005).

A idade do porta-enxerto também é um fator que influencia o pegamento pois indivíduos mais jovens tem atividade celular mais intensa, facilitando a cicatrização do ponto de enxertia. Algumas plantas também tendem a ter maior probabilidade de pegamento dependendo da época em que a enxertia é realizada, por exemplo, para plantas caducifólias dá-se preferência de realizar a enxertia no inverno. Além da idade do porta-enxerto e da época de realização da enxertia, a classificação botânica é um fator que deve ser levado em consideração. Quanto maior a afinidade botânica, maiores as possibilidades de sucesso na enxertia, recomendando-se utilizar plantas que no mínimo pertençam a mesma família (FACHINELLO et al., 2005).

O modo como o enxertador fará o processo bem como a técnica utilizada podem influenciar também no pegamento das enxertias. Selecionar materiais com boa sanidade e realizar o processo de forma rápida e uniforme aumentará as chances de pegamento. É recomendado também manter-se a polaridade do enxerto em relação ao porta-enxerto (FACHINELLO et al., 2005).

### **3.3 Câmaras de subirrigação**

As câmaras de subirrigação foram desenvolvidas em trabalho conjunto entre o Institute of Terrestrial Ecology (ITE) e o Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) (LEAKEY et al., 1990), cuja função é prover o substrato de água por capilaridade e evitar a sua evaporação, criando assim um microclima dentro da câmara (MESEN, 1998).

O uso das câmaras, apesar de ser uma tecnologia simples, provou ser efetiva para a propagação em grande quantidade de espécies tropicais, com as vantagens de serem baratas, podendo-se utilizar materiais disponíveis na propriedade rural, de fácil utilização e não requererem eletricidade e fornecimento de água via irrigação, sendo ideais para propriedades com baixo capital, ou ainda de agricultura familiar (LEAKEY et al., 1990; MESEN, 1998; LONGMAN, 1993).

As câmaras de subirrigação foram descritas detalhadamente por Leakey et al. (1990). Essas são basicamente uma estrutura de madeira ou ferro envolta por plástico de polietileno transparente tornando-a impermeável. A câmara recebe em sua base uma camada fina de areia para evitar que o cascalho (6 – 10 cm de diâmetro) perfure o plástico. O cascalho adicionado cria uma camada de 10 – 15 cm de altura. Acima desta camada adiciona-se mais 5 cm de rochas menores, geralmente seixo, totalizando 20 cm de camada de rochas. O seixo fornece também suporte ao substrato. A última camada (de 5 cm) é preenchida com o substrato a ser utilizado. Os primeiros 20 cm (camadas de rochas) serão preenchidos com água para que o substrato se mantenha úmido através da capilaridade. Para observar o nível de água e adicionar água quando necessário utiliza-se um cilindro de bambu ou qualquer outro material inserido verticalmente através das camadas. Podem ser adicionadas internamente ripas de madeira que além de dar apoio à estrutura, proporcionam subdivisões que permitem o uso de diferentes substratos (Figura 3).

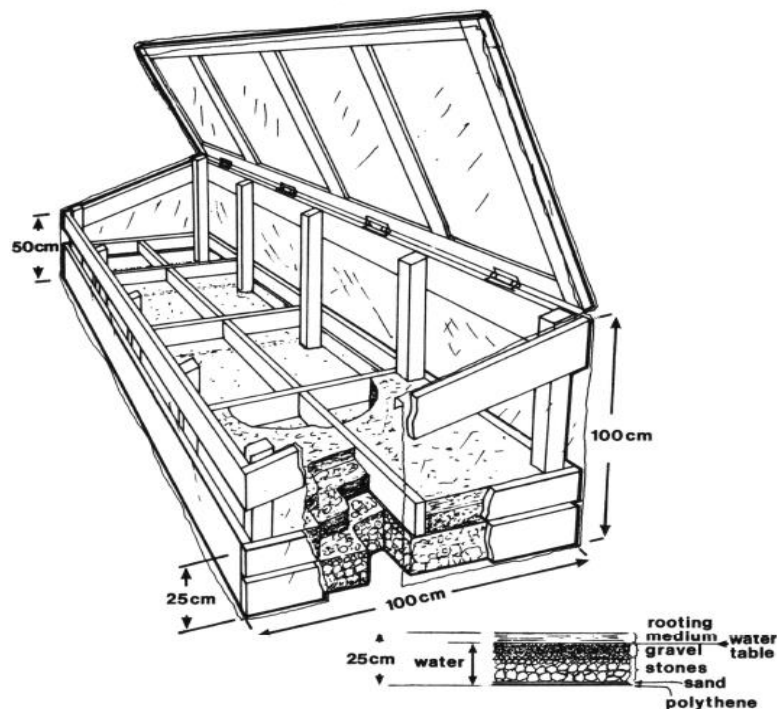


Figura 3: Esquema da câmara de subirrigação. Fonte: (LEAKEY et al., 1990).

Segundo Mesen (1998), o microclima dentro das câmaras influencia significativamente o enraizamento das estacas. O ideal seja que o microclima deverá manter níveis ótimos de irradiação, temperaturas adequadas no ar, nas folhas e no substrato e um bom balanço hídrico nas estacas (LOACH, 1988).

Algumas espécies requerem certa quantidade de luz, sendo que seu excesso pode provocar o fechamento dos estômatos diminuindo conseqüentemente as trocas gasosas, perda de turgência e ocasionando a morte da estaca. Portanto é necessário proporcionar uma área sombreada na área de propagação para reduzir a irradiação e reduzir a temperatura dentro das câmaras. Mesen (1998) afirmou que o uso de tela de sombrite proporciona resultados satisfatórios para a maioria das espécies tropicais, porém, podem-se utilizar folhas de bananeira ou outro material disponível localmente.



## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização da área

Os experimentos foram conduzidos na sede da Embrapa Roraima, situada na BR-174, Km 8 sentido Manaus – Boa Vista, no distrito industrial da cidade. As coordenadas de referência são 2° 45' 2'' N e 60° 43' 54'' W. Boa Vista encontra-se na Zona Climática Tropical, sem que haja estação extremamente seca nem temperatura média mensal inferior a 18° C e, 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).

A casa de vegetação utilizada em parte dos experimentos possui sistema de nebulização e é revestida por plástico de polietileno transparente na parte superior e telada nas laterais com sombrite 50%. A irrigação foi realizada durante 10 minutos a cada cinco horas e três vezes ao dia.

Para os experimentos realizados nas câmaras de subirrigação, as mesmas foram preparadas seguindo o modelo de Leakey et al. (1990) e adaptadas conforme necessidade. Suas estruturas foram feitas em madeira e envoltas em plástico de polietileno transparente, de forma que o plástico evitasse a saída de água. A base da câmara recebeu uma fina camada de areia para evitar que a brita perfura-se o plástico. A seguir foram adicionadas três camadas, sendo uma camada de 15 cm de brita nº 3 e, acima desta, uma camada de 5 cm de seixo. Por último, acima da camada de seixo, adicionou-se uma camada de 5 cm de areia que serviu de substrato para as estacas (Figura 4).

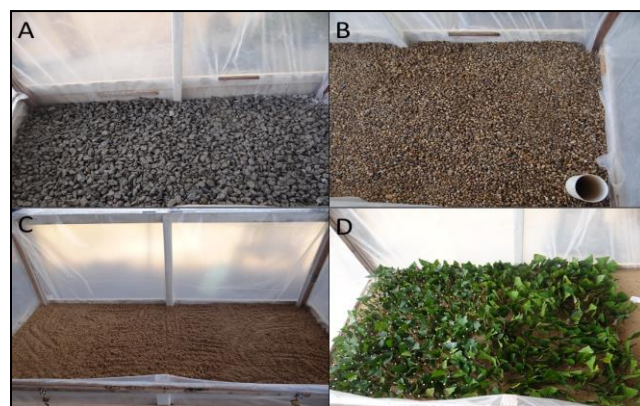


Figura 4: Sequência de montagem das câmaras sendo (A) a primeira camada de brita, (B) camada de seixo, (C) camada com substrato areia e (D) ensaio instalado.

A câmara foi preenchida com aproximadamente 30 litros de água, preenchendo-a até a linha do seixo e seu nível foi controlado adicionando-se água semanalmente. A temperatura e umidade foram acompanhadas semanalmente utilizando um termo-higrômetro digital.

## 4.2 Condução dos experimentos

### 4.2.1 Experimentos em casa de vegetação com estacas caulinares

As estacas foram coletadas em um plantio de 10 anos de *Khaya ivorensis* A. Chev. localizado no assentamento do Passarão na zona rural do município de Boa Vista (situado na BR-319) cujas coordenadas de referência são 3° 12' 14'' N e 60° 34' 46'' W. Galhos de diversas matrizes foram coletados, amarrados com barbante e enrolados em jornal umedecido e sacos de ráfia para evitar a perda de umidade das estacas. Após a coleta o material vegetal foi transferido para o local de preparo das estacas.

Para obtenção das estacas, os galhos foram podados com aproximadamente 12 cm de comprimento utilizando-se tesouras de poda. As estacas foram retiradas no período da manhã para evitar a desidratação do material propagativo e imediatamente após o corte as estacas foram acondicionadas em baldes com água.

As estacas foram classificadas, conforme o estágio de formação dos tecidos, observando-se a presença de lignificação em sua haste, em herbáceas (sem lignificação), semilenhosas (estágio intermediário com lignificação parcial da estaca) e lenhosas (totalmente ou majoritariamente lignificadas). As estacas consideradas herbáceas foram retiradas da parte apical da planta apresentando inclusive a gema terminal e as estacas semilenhosas e lenhosas tiveram seu ápice cortado em bisel. As bases de todas as estacas foram cortadas perpendicularmente ao seu eixo. O tamanho das estacas (aproximadamente 12 cm) e o corte foram padronizados em todos os experimentos.

As estacas foram transferidas para local sombreado onde foram agrupadas de acordo com o número de estacas de cada tratamento e envoltas em elástico. Cada grupo foi tratado com solução de Ácido Indolbultírico (AIB) diluído em álcool etílico 50% com variação no tempo de imersão, dependendo de cada tratamento. Esse mesmo procedimento foi adotado para os demais experimentos.

O AIB em pó foi previamente pesado de acordo com cada tratamento e diluído primeiramente em 100 ml de álcool 50% e posteriormente em 300 ml de água destilada. O álcool 50% foi preparado a partir de álcool 100% diluído com água destilada em balão

volumétrico. As medições do álcool e da água destilada foram feitas em provetas de 50 ml. Este procedimento foi realizado em laboratório e o AIB foi, em todos os estágios de preparo, acondicionado em béquer envolto em papel alumínio para evitar a exposição do produto à luminosidade. O preparo de AIB para todos os experimentos seguiu esse procedimento.

Em seguida, as estacas foram transferidas para tubetes plásticos e preenchidas com substrato areia, exceto nos casos em que se trabalhou com diferentes substratos, onde foram instalados os experimentos abaixo:

### **Ensaio 1: Enraizamento de estacas com diferentes concentrações de AIB e tempos de imersão**

Os tratamentos consistiram em testar os efeitos de duas concentrações de AIB (350 e 700 mg.L<sup>-1</sup>) em diferentes tempos de imersão das estacas (0, 30, 60 e 90 minutos). A concentração de 350 mg.L<sup>-1</sup> de AIB foi utilizada devido a resultados verificados em trabalho com a mesma espécie (*K. ivorensis*). O experimento foi instalado em esquema fatorial 2 x 4, com 4 repetições e 5 estacas por parcela, totalizando 160 estacas.

### **Ensaio 2: Enraizamento de estacas com diferentes concentrações de AIB e tipos de estacas**

Os tratamentos consistiram em testar diferentes concentrações de AIB (0, 400, 800 e 1200 mg.L<sup>-1</sup>), combinados com estacas herbáceas e lenhosas. O experimento foi instalado em esquema fatorial 4 x 2, com 4 repetições e 5 estacas por parcela, totalizando 160 estacas.

### **Ensaio 3: Enraizamento de estacas com diferentes tipos de estacas e diferentes substratos**

Os tratamentos consistiram em testar os efeitos de diferentes substratos (areia, vermiculita, serragem e a mistura de areia com serragem (1:1 v/v)) no enraizamento de três tipos de estacas (lenhosas, herbáceas e semi-lenhosas). Utilizou-se a concentração de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB para todas as estacas. O experimento foi instalado em esquema fatorial 4 x 3, com 3 repetições e 5 estacas por parcela, totalizando 180 estacas.

Os três experimentos foram conduzidos concomitantemente, testando se haveria diferença no enraizamento de estacas em diferentes estágios de lignificação, diferentes substratos e diferentes concentrações tomando como base trabalhos desenvolvidos com mogno africano e outras espécies florestais identificadas na literatura. Para esses

experimentos utilizou-se apenas a espécie *K. ivorensis*. Outro fator determinante para montagem dos experimentos foi a disponibilidade de material vegetal para coleta das estacas.

#### 4.2.2 Experimentos em câmara de subirrigação

As estacas foliares utilizadas nos experimentos conduzidos nas câmaras tiveram duas procedências: do plantio de mogno africano (*K. ivorensis*) localizado no assentamento Passarão e de uma árvore matriz de 20 anos localizada na sede da Embrapa Roraima. Para as duas espécies, galhos foram retirados das árvores matrizes e transportados para o local de preparo das estacas mantendo-se a umidade dos mesmos.

Foram consideradas estacas foliares aquelas obtidas a partir de segmento da folha com um par de folíolos. Em todos os experimentos o par de folíolos foi cortado para 50% do seu tamanho original. O tamanho e o corte das estacas seguem os padrões descritos anteriormente. Para os experimentos em que foram utilizadas diferentes partes da folha, definiu-se estacas basais como sendo aquelas estacas contendo o primeiro par de folíolos a partir do ponto de inserção da folha nos galhos e estacas apicais aquelas contendo o penúltimo par de folíolos (o último par foi retirado).

As câmaras de subirrigação foram preparadas em dois ambientes diferentes dependendo do experimento, sendo eles sob teto de zinco e sob área coberta com tela de sombrite 50%.

##### 4.2.2.1 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas foliares

Para esses experimentos foram utilizadas estacas provenientes do plantio de mogno africano localizado no assentamento do Passarão situada na Rodovia RR-205, Km 25 sentido Alto Alegre – Boa Vista-RR. A coleta e transporte das estacas oriundas do plantio localizado no Passarão seguem aqueles descritos anteriormente.

#### **Ensaio 4: Enraizamento de estacas foliares com diferentes concentrações de AIB e tipos de estacas**

Os tratamentos consistiram em testar as concentrações 0, 200, 400, 600 e 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares basais e apicais. O tempo de imersão das estacas foi de 10 segundos. As câmaras de subirrigação estavam sob teto de zinco. O experimento foi instalado em esquema fatorial 5 x 2, com 3 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 300 estacas.

**Ensaio 5: Enraizamento de estacas foliares com diferentes concentrações de AIB e tipos de estacas**

Os tratamentos consistiram em testar as concentrações 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares basais e apicais. Experimento semelhante ao anterior utilizando-se concentrações dez vezes maiores. As câmaras de subirrigação estavam sob teto de zinco. O experimento foi instalado em esquema fatorial 5 x 2, com 3 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 300 estacas.

**Ensaio 6: Enraizamento de estacas foliares com diferentes tempos de imersão em AIB**

Os tratamentos consistiram em testar a concentração de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares apicais com diferentes tempos de imersão (0, 10 segundos, 10, 30 e 60 minutos). Foi utilizada a menor concentração com os melhores resultados obtidos nos experimentos 4 e 5, porém testando-se o efeito de diferentes tempos de imersão. As câmaras de subirrigação estavam sob teto de zinco. O experimento foi instalado com 5 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 200 estacas.

**Ensaio 7: Enraizamento de estacas foliares com diferentes concentrações de AIB**

Os tratamentos consistiram em testar as concentrações 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares apicais com tempo de imersão de 10 segundos. Experimento similar ao experimento 5, porém as câmaras de subirrigação estavam sob área coberta com tela de sombrite 50%. O experimento foi instalado com 5 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 200 estacas.

**Ensaio 8: Enraizamento de estacas foliares com diferentes tempos de imersão em AIB**

Os tratamentos consistiram em testar a concentração de 200 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares apicais com tempo de imersão de 0, 6, 12, 18 e 24 horas. As câmaras de subirrigação estavam em área coberta com tela de sombrite 50%. O experimento foi instalado com 5 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 200 estacas.

**Ensaio 9: Enraizamento de estacas foliares com diferentes concentrações de AIB**

Os tratamentos consistiram em testar as concentrações de 0, 800, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares basais com tempo de imersão de 10 segundos.

Experimento similar aos experimentos 4 e 5 mudando a forma da estaca basal e as câmaras de subirrigação estavam sob área coberta com tela de sombrite 50%. O experimento foi instalado com 6 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 240 estacas.

**Ensaio 10: Enraizamento de estacas foliares com diferentes tempos de imersão em AIB**

Os tratamentos consistiram em testar a concentração de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas foliares apicais com tempo de imersão de 0, 10 segundos, 30, 60, 120 e 240 minutos. Experimento similar ao experimento 6, contudo a faixa de tempo foi aumentada e as câmaras de subirrigação estavam sob área coberta com tela de sombrite 50%. O experimento foi instalado com 6 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 240 estacas.

**Ensaio 11: Enraizamento de estacas foliares com diferentes tempos de imersão em AIB**

Experimento idêntico ao experimento 10, contudo a câmara não foi preenchida com água e sim com solução nutritiva. O experimento foi instalado com 6 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 240 estacas.

**Ensaio 12: Enraizamento de estacas foliares com diferentes concentrações de AIB**

Experimento idêntico ao experimento 7, contudo a câmara não foi preenchida com água e sim com solução nutritiva. O experimento foi instalado com 5 tratamentos, 4 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 240 estacas.

Procurou-se utilizar estacas foliares devido à maior disponibilidade de material. Para os experimentos 4 e 5 utilizaram-se estacas do plantio localizado no Passarão. Para os demais experimentos utilizaram-se estacas da árvore matriz localizada na Embrapa.

**4.2.2.2 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas caulinares**

Para esses experimentos foram utilizadas estacas provenientes de mudas de mogno africano doadas pela empresa Bioflorestal da Amazônia, as quais foram transferidas de tubetes para vasos plásticos de 14L (duas mudas/vaso), contendo o substrato ORG: Organoamazon®, composto orgânico comercial (Adubo orgânico 100% natural e regional, desenvolvido por Norte Flora Paisagismo 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). Os vasos foram colocados em casa de vegetação coberta com tela de sombrite 50% do setor de Fruticultura da Embrapa Roraima, com irrigação automatizada por aspersão programada três vezes ao dia, a cada cinco horas, por 5 minutos. As mudas receberam uma aplicação de solução nutritiva semanal e durante as duas últimas semanas do terceiro mês cada vaso recebeu duas aplicações por semana de solução nutritiva adaptada de Furlani (1999), composta por (0,8 g de Maxsol.L<sup>-1</sup>), (0,5 g de Nitrato de Cálcio.L<sup>-1</sup>) e (0,1 g de Ferro.L<sup>-1</sup>). Nos dois meses subsequentes houve o aumento na concentração dos nutrientes da solução, para 1,2 g.L<sup>-1</sup> (Maxsol), 0,9 g.L<sup>-1</sup> (Nitrato de Cálcio) e 0,1 g.L<sup>-1</sup> (Ferro).

Ao atingirem 6 meses (*K. ivorensis*) e 7 meses (*K. senegalensis*) de idade e altura média de 47 cm e 63 cm, respectivamente, as mudas foram podadas e seccionadas em estacas para realização dos experimentos abaixo:

**Ensaio 13: Estaquia com duas espécies de mogno africano, diferentes tempos de imersão em AIB e diferentes tipos de estacas**

Os tratamentos consistiram em testar o efeito de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB em estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas das espécies *K. ivorensis* e *K. senegalensis* combinados com diferentes tempos de imersão (0, 10 segundos, 30, 60 e 120 minutos). As câmaras de subirrigação estavam sob área com tela de sombrite 50%. O experimento foi instalado em esquema fatorial 2 x 3 x 5, com 3 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 900 estacas.

**4.2.3 Experimento de enxertia**

Plantas de *K. ivorensis* com três meses de idade foram doadas por um produtor do Passarão. Após sua transferência para o local de condução dos experimentos, as mesmas receberam os mesmos tratamentos dados às mudas da empresa Bioflorestal da Amazônia até a data de condução dos experimentos quando atingiram nove meses de idade e média de 118 cm de altura e diâmetro médio de 13,88 mm. Essas mudas foram utilizadas para preparo dos porta-enxertos. Os enxertos foram retirados da árvore matriz de *K. ivorensis* na sede da Embrapa. Após a coleta foi feita a transferência imediata do material para o Setor de Fruticultura, onde o experimento foi instalado.

Ao todo foram feitas quatro tipos de enxertia: Fenda Cheia (FC), Fenda Lateral (FL), Inglês Complicado (IC) e Borbulhia de placa (BP). Para as enxertias FC, FL e IC a retirada do material foi feita com tesoura de poda e o preparo dos porta-enxertos foi realizado com

canivete para enxertia. Para a BP tanto a retirada das borbulhas quanto o preparo das mesmas foram realizados com canivete para enxertia.

Para união dos enxertos e porta enxertos foi utilizada fita específica para enxertia, sendo que na enxertia tipo BP a gema da borbulha não foi coberta. Além disso, as plantas com enxertias tipo FC, FL e IC tiveram seu enxertos cobertos com saco plástico para evitar a perda de umidade dos porta-enxertos.

As mudas permaneceram três dias em local coberto e foram regadas manualmente. Após esse período as mudas foram transferidas para a casa de vegetação do setor de Fruticultura da Embrapa Roraima.

#### **Ensaio 14: Avaliação de diferentes métodos de enxertia em mogno africano**

Os tratamentos consistiram em testar as técnicas de enxertia FC, FL, IC e BP utilizando plantas jovens (nove meses) e enxertos de matriz de 20 anos. O experimento foi instalado com 4 tratamentos, 3 repetições e oito enxertos por parcela.

### **4.3 Avaliação e Análise estatística**

As avaliações dos experimentos de propagação vegetativa via estaquia ocorreram aos 90 dias após a instalação para os conduzidos em casa de vegetação e aos 45 dias para aqueles em câmara de subirrigação. Avaliou-se o percentual de enraizamento, percentual de sobrevivência (estacas vivas e não enraizadas), número de raízes e tamanho da maior raiz (em centímetros). Para o experimento de enxertia foi avaliado apenas o percentual de pegamento, realizado 60 dias após a instalação.

Os dados do experimento foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e foram transformados para raiz quadrada de  $(x+1)$ . 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).



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Experimentos em casa de vegetação com estacas caulinares

Em condições de casa de vegetação foram testados diferentes concentrações de AIB, tempo de imersão, tipos de estaca e tipos de substrato. Verificou-se, porém, que em nenhum dos ensaios conduzidos em casa de vegetação, ocorreu o enraizamento das estacas.

Ao final do ensaio 1 somente 7,5% das estacas permaneceram vivas. Aos 90 dias não foi possível observar nenhuma formação de calos nem de raízes. Aos 60 dias de instalação do experimento as estacas já estavam secas ou mortas.

Encerrado o ensaio 2, apenas 1,87% sobreviveram. Durante o experimento, o tratamento com estacas lenhosas e concentração de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB foi o único em que as estacas desenvolveram brotações e lançaram folhas, no entanto tais brotações ressecaram e caíram. Esse fato ocorreu em função das brotações serem oriundas da reserva das estacas. Como o processo rizogênico não ocorreu, as reservas foram se exaurindo e as brotações secaram e morreram.

O ensaio 3 foi no qual houve maior percentual de sobrevivência, sendo que 12,92% das estacas permaneceram vivas aos 90 dias. Dos 12,92% de estacas, 6,87% pertenciam ao tratamento com estacas herbáceas e substrato serragem.

Possivelmente os fatores que mais contribuíram com os resultados observados nos três ensaios foram o regime de irrigação e o tipo e idade das estacas. Em trabalho conduzido por Opuni-Frimpong (2008) os autores chegaram a 80% de enraizamento de estacas de *Khaya ivorensis*, no entanto os autores utilizaram estacas de clones de 3 anos de idade, ressaltando a importância de estudos com estacas de indivíduos adultos para que se possa fazer uma melhor seleção e melhoramento da espécie. Nesses ensaios, utilizaram-se estacas de indivíduos de 10 anos de idade. A irrigação teve papel de grande importância no experimento, não pela falta, mas sim pelo excesso de água. A irrigação de 10 minutos ocasionou encharcamento dos tubetes, fato agravado pela drenagem precária dos tubetes devido à aplicação de papel higiênico na base dos mesmos para evitar a saída do substrato, principalmente a areia. O excesso de água facilitou também a ocorrência de fungos nos ensaios.

## 5.2 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas foliares

As câmaras de subirrigação em área coberta com tela de sombrite 50%, durante o período de condução dos ensaios, tiveram em média 81,94% de umidade com máximo de 95% e mínimo de 71% enquanto que a temperatura média foi de 33,36°C, com máximo de 38,80°C e mínimo de 28,30°C. Para as câmaras alocadas em sob teto de zinco a umidade média foi de 82,32% com máximo de 97% e mínimo de 67%, enquanto que a temperatura média foi de 33,20°C, atingindo máxima de 37,20°C e mínima de 28,2°C (Figura 5). Em trabalho conduzido por Opuni-Frimpong et al. (2008) os autores afirmaram que, para estacas caulinares de *K. ivorensis*, uma temperatura de 25-30°C e umidade de 85-95% são favoráveis.

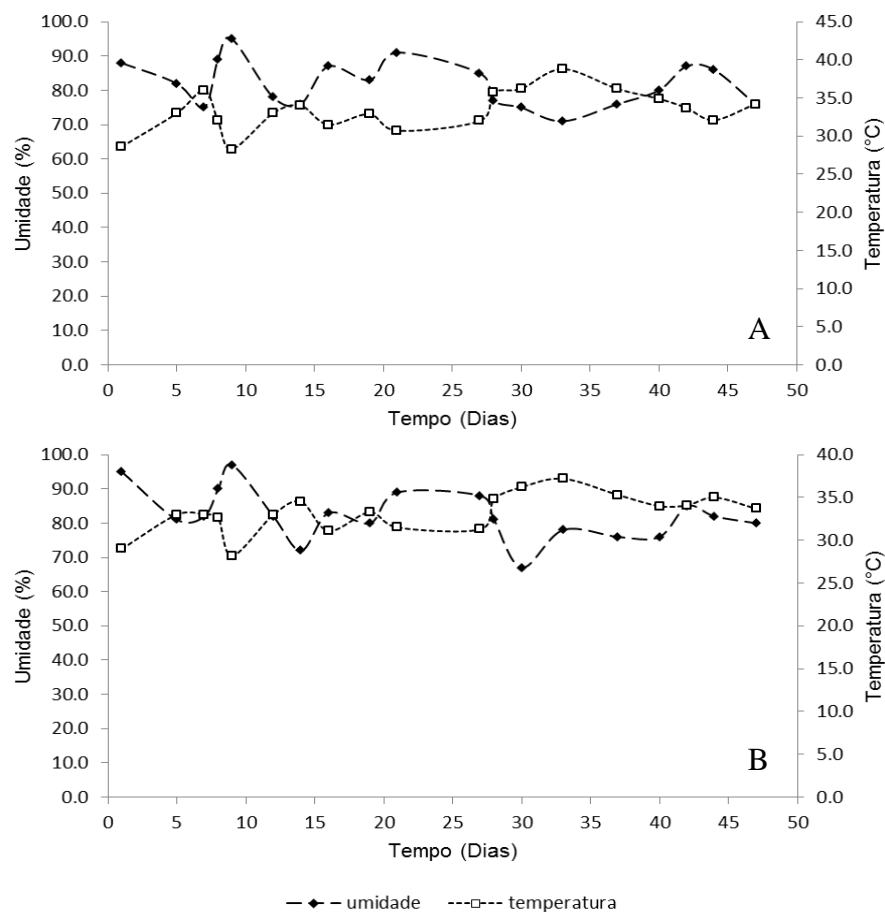


Figura 5: Médias de temperatura e umidade dentro das câmaras de subirrigação em área coberta com sombrite 50% (A) e sob teto de zinco (B).

Foram testados nestes ensaios diferentes concentrações de AIB, tempos de imersão diferenciados, o uso de solução nutritiva em substituição à água, além de diferentes tipos de estacas foliares (apicais e basais). Os ensaios 4 e 5 foram conduzidos com estacas provenientes do plantio de mogno africano localizado no assentamento do Passarão enquanto

que os demais foram conduzidos utilizando-se estacas de uma planta matriz localizada na sede da Embrapa Roraima e para estes dois ensaios, os resultados observados foram os melhores. A diferença de idade entre as árvores (10 anos de idade para as matrizes do Passarão e 20 anos para a matriz da Embrapa) pode ter tido influência no enraizamento das estacas. As estacas de plantas mais jovens enraizaram ao passo que as estacas retiradas da planta matriz de 20 anos não enraizaram, concordando com o que afirmam Fachinello et al. (2005) e Opuni-Frimpong (2008) de que quanto mais velhas as plantas das quais são retiradas as estacas, maior será a dificuldade no enraizamento, mesmo com o uso de reguladores de crescimento. Segundo estes autores, isto ocorre devido às células já estarem muito diferenciadas e seu poder de desdiferenciação é baixo, pois ocorre um aumento no conteúdo de inibidores e diminuição no conteúdo de cofatores de enraizamento (compostos fenólicos) conforme a idade da planta aumenta.

Contudo, mesmo verificando-se o enraizamento das estacas foliares, não houve o desenvolvimento da parte aérea. Após o término do experimento as estacas enraizadas foram transferidas para casa de vegetação em sacos plásticos contendo substrato Organoamazon® e após 150 dias não houve desenvolvimento da parte aérea. Isto pode ser explicado pela falta de gemas nas estacas. Como não houve o desenvolvimento da parte aérea a maioria das estacas ressecou e morreu, sendo que nas demais foi possível observar intumescimento no peciólulo possivelmente devido ao acúmulo de nutrientes (Figura 6).



Figura 6: estaca foliar enraizada com destaque para a área (peciólulo) entumescida pelo acúmulo de nutrientes.

O ensaio 4 foi o que dentre todos os conduzidos apresentou os melhores resultados para enraizamento de estacas conforme pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1: Percentual de sobrevivência (%S), percentual de estacas vivas não enraizadas (%EVNE), percentual de estacas enraizadas (%EE), número médio de raízes (NR) e comprimento médio da maior raiz (CR) de estacas foliares de *Khaya ivorensis* quando utilizadas diferentes partes da folha (Basais e Apicais) e sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolbultírio ([AIB]). UFRR, Boa Vista-RR, 2013

[AIB] (mgL <sup>-1</sup> )	%S		%EVNE		%EE		NR		CR	
	Basais	Apicais	Basais	Apicais	Basais	Apicais	Basais	Apicais	Basais	Apicais
0	0.00 bB	20.00 aA	0.00 bA	16.67 aA	0.00 aA	3.33 aC	0.00 aB	1.00 aB	0.00 aA	13.00 aB
200	0.00 bB	20.00 aA	0.00 bA	10.00 aA	0.00 aA	10.00 aBC	0.00 bB	3.00 aA	0.00 bA	21.00 aA
400	6.67 aB	16.67 aA	0.00 aA	6.67 aA	6.67 aA	10.00 aBC	4.00 aA	1.67 aAB	13.50 bA	26.67 aA
600	0.00 bAB	26.67 aA	0.00 aA	3.33 aA	0.00 bA	23.33 aAB	0.00 bB	2.00 aAB	0.00 bA	20.71 aA
800	0.00 bA	43.33 aA	0.00 bA	10.00 aA	0.00 bA	33.33 aA	0.00 bB	1.80 aAB	0.00 bA	26.20 aA

Para cada variável, médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e letra maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste ensaio as estacas apicais combinadas com a concentração de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB foram as que apresentaram maior percentual de sobrevivência (43,33%) bem como maior percentual de enraizamento (33,33%). No tratamento com estacas apicais e concentração de 600 mg.L<sup>-1</sup> de AIB, os resultados também foram próximos aos observados no tratamento com 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB com percentual de sobrevivência de 26,67% e percentual de estacas enraizadas de 23,33%. Pode-se observar na Figura 7 a diferença entre os tratamentos com estacas apicais e basais. Destaca-se ainda uma tendência de que quanto maior a concentração melhor os resultados no enraizamento, evidenciados pelo maior número de estacas verdes na área mais à direita da Figura 7.



Figura 7: Vista geral do ensaio 4, com destaque para a diferença entre as estacas apicais que enraizaram (à direita) e estacas basais que apresentou apenas uma estaca enraizada.

Conforme pode ser verificado na Figura 8, o sistema radicular das estacas enraizadas formou-se de forma vigorosa no tratamento com  $800 \text{ mg.L}^{-1}$  de AIB e estacas apicais. As raízes formadas possuíam boa estrutura, com desenvolvimento de radículas. O comprimento médio das raízes foi de  $26,20 \text{ cm}$ , variando de  $6$  a  $53 \text{ cm}$ . Para o tratamento com estacas apicais e AIB na concentração de  $600 \text{ mg.L}^{-1}$  as raízes também desenvolveram-se de forma vigorosa com tamanho médio de  $20,71 \text{ cm}$  e variando de  $12$  a  $29 \text{ cm}$ .

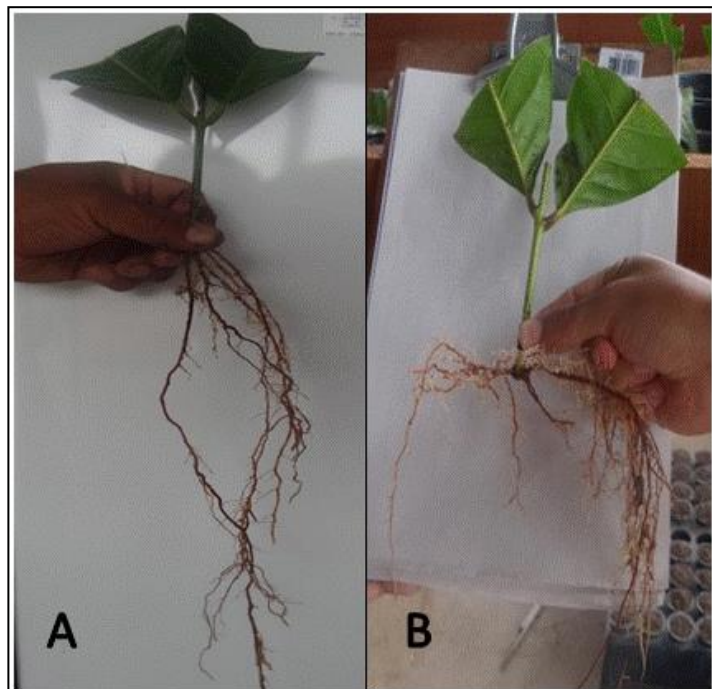


Figura 8: Aspecto geral de estacas foliares enraizadas com uso de ácido indolbutírico nas concentrações de  $800 \text{ mg.L}^{-1}$  (A) e  $600 \text{ mg.L}^{-1}$  (B).

As estacas basais apesar de terem enraizado quando tratadas com  $400 \text{ mg.L}^{-1}$  apresentaram uma tendência a não enraizar fato observado nos demais experimentos. No

entanto, as estacas basais ficaram em determinados horários, expostas à luz solar direta, o que pode ter sido um fator importante para os resultados observados neste experimento. Outro fator que talvez tenha influência nos resultados é a composição das estacas conforme afirmam Fachinello et al. (2005) e Franzon; Antunes; Raseira (2004). Mesmo que as estacas sejam foliares pode ser que as partes mais apicais tenham maior facilidade de enraizamento.

No ensaio 5 também houve enraizamento de estacas foliares, no entanto, o percentual de enraizamento foi menor que o observado no ensaio 4 e apenas estacas apicais enraizaram conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Percentual de sobrevivência (%S), percentual de estacas vivas não enraizadas (%EVNE), percentual de estacas enraizadas (%EE), número médio de raízes (NR) e comprimento médio da maior raiz (CR) de estacas foliares de *Khaya ivorensis* quando utilizadas diferentes partes da folha (Basais e Apicais) e sob o efeito de diferentes concentrações de ácido indolburtúrio ([AIB]). UFRR, Boa Vista-RR, 2013

[AIB] (mgL <sup>-1</sup> )	%S		%EVNE		%EE		NR		CR	
	Basais	Apicais	Basais	Apicais	Basais	Apicais	Basais	Apicais	Basais	Apicais
0	0.00 aA	13.33 aAB	0.00 bA	10.00 aA	0.00 aA	3.33 aB	0.00 aA	1.00 aB	0.00 aA	27.00 aB
2000	0.00 aA	13.33 aAB	0.00 aA	0.00 aB	0.00 bA	13.33 aAB	0.00 aA	3.50 aAB	0.00 aA	25.00 aA
4000	0.00 bA	26.67 aA	0.00 aA	0.00 aB	0.00 bA	26.67 aA	0.00 bA	6.63 aA	0.00 bA	27.88 aA
6000	0.00 aA	13.33 aAB	0.00 aA	0.00 aB	0.00 bA	13.33 aAB	0.00 bA	7.00 aAB	0.00 bA	36.00 aA
8000	0.00 aA	3.33 aB	0.00 aA	0.00 aB	0.00 aA	3.33 aB	0.00 aA	9.00 aAB	0.00 aA	23.00 aA

Para cada variável, médias seguidas de uma mesma letra minúscula nas linhas e letra maiúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O tratamento que apresentou os melhores percentuais de enraizamento foi o que combinou estacas apicais com 4000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB. Ao todo 26,67% das estacas enraizaram, formando raízes robustas com comprimentos de raiz variando de 14 a 44 cm (Figura 9).

Assim como no ensaio 4, as estacas basais tenderam ao não enraizamento e da mesma forma que no experimento anterior as estacas basais ficaram expostas a luz solar direta, o que pode ter sido fator determinante para os resultados obtidos.

Os resultados alcançados nestes dois ensaios (4 e 5) foram cruciais na decisão de quais experimentos seriam montados a seguir com estacas foliares. Optou-se por dar preferência a concentrações mais próximas de  $800 \text{ mg.L}^{-1}$  de AIB na maioria dos experimentos, principalmente aqueles em que trabalhou-se com tempos de imersão. Para a parte da folha das quais as estacas foram retiradas, deu-se preferência para as estacas apicais já que os resultados para estacas basais foi praticamente nulo.



Figura 9: Aspecto geral de estaca foliar enraizada com uso de ácido indolbutírico na concentração de  $6000 \text{ mg.L}^{-1}$ .

Nos ensaios 6 à 12 procurou-se utilizar, em sua maioria, estacas apicais devido aos melhores resultados alcançados nos ensaios 4 e 5. No entanto, diferentemente dos resultados observados nos primeiros ensaios instalados, as estacas não tiveram sucesso e nenhuma delas enraizou. Um dos fatos que provavelmente contribuiu para tais resultados foi a idade da planta matriz de onde as estacas foram retiradas. Em outros trabalhos, como os conduzidos por Opuni-Frimpong (2008) e por Tchoundjeu; Leakey (1995) com *K. ivorensis*, os autores utilizaram estacas de plantas com três anos ou menos. Em espécies nativas o enraizamento de estacas também mostra dificuldades, principalmente devido à idade das plantas matrizes, como em estudo conduzido por Nazário; Wendling; Souza (2007) com a espécie açoita-cavalo (*Luehea divaricata*). Neste estudo os autores concluíram que nenhuma das concentrações estudadas mostrou-se viável para a produção de mudas. Algumas espécies tem grande dificuldade de enraizamento e esta pode ser uma característica presente no mogno africano, no entanto, os motivos que levam à essa característica e como superá-los ainda devem ser esclarecidos. A goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.) é uma espécie com dificuldades de enraizamento e mesmo utilizando concentrações de  $11.000 \text{ mg.L}^{-1}$  de AIB não obteve-se

resultados satisfatórios (FIGUEIREDO, 1993). Resultados semelhantes também foram constatados por Franzon; Antunes; Raseira (2004) utilizando concentrações que variaram de 0 (testemunha) à 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB.

Tanto em tratamentos com concentrações mais altas como com concentrações mais baixas o comportamento observado foi o mesmo. As estacas permaneciam esverdeadas até aproximadamente 15 dias após a montagem dos experimentos dependendo do ambiente. Após esse período as estacas de uma forma geral perdiam seus folíolos e começavam a morrer, fato evidenciado pelo dessecamento e apodrecimento das estacas. Nos ensaios cujas câmaras de subirrigação eram mantidas em área coberta com sombrite 50%, foi possível destacar uma tendência de dessecamento mais rápido das estacas do que no observado nos experimentos conduzidos em área coberta. Possivelmente as médias de temperatura maiores e médias de umidade menores observadas nas câmaras em área coberta com tela de sombrite tenham contribuído para um dessecamento mais rápido das estacas. Além disso, em ambos os ambientes as médias de temperatura e umidade ficaram abaixo do recomendado por Opuni-Fimpong (2008) o que pode ter tido influência nos resultados obtidos.

### 5.3 Experimentos em câmara de subirrigação com estacas caulinares

Durante a condução do ensaio 13 a câmara em que estavam localizadas as estacas da espécie *Khaya senegalensis* foi inundada durante chuvas ocorridas na área. O nível da água chegou ao nível do substrato comprometendo todo o experimento. Medidas remediativas

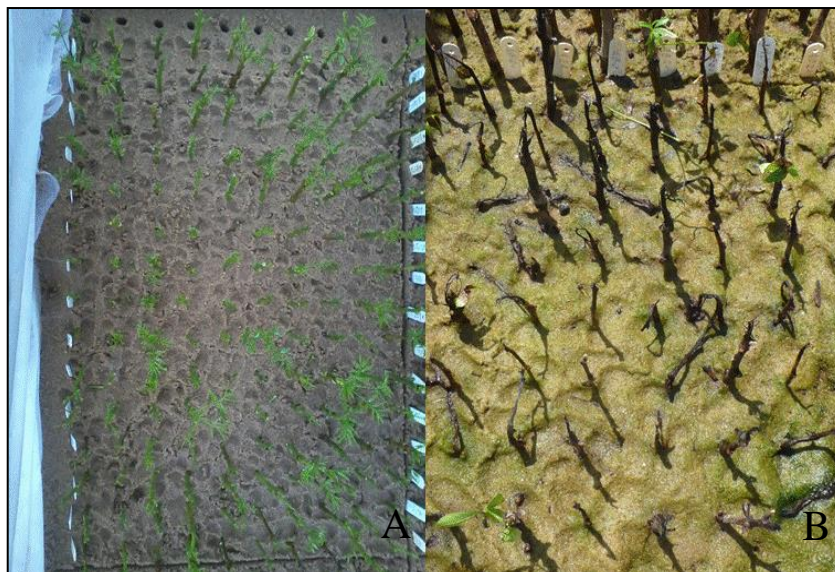


Figura 10: Estacas herbáceas de *Khaya senegalensis* antes do encharcamento da câmara (A) e três dias após o encharcamento (B).



foram tomadas, porém não foram suficientes para reverter o quadro. No período anterior ao acidente as estacas permaneceram verdes e com brotações novas até a data do ocorrido (Figura 10). As estacas lenhosas foram as que tiveram melhor desempenho estando mais vigorosas, com várias brotações e apresentando maior predisposição para o enraizamento.

A parte do ensaio com a espécie *Khaya ivorensis* foi conduzido em outra câmara e não houve problemas estruturais na mesma. Contudo os resultados obtidos não foram significativos e apenas 2% das estacas enraizaram, sendo que 0,67% de cada tipo de estaca (herbáceas, semilenhosas e lenhosas). Apesar disso, houve predisposição das estacas lenhosas a permanecerem mais tempo vivas chegando a 19,33% de estacas vivas ao fim da condução do ensaio (Figura 11), enquanto que estacas herbáceas e semilenhosas tiveram respectivamente 5,33% e 8,67% de sobrevivência. Foi possível observar que quanto mais lignificada a estaca maior a sobrevivência das mesmas, fato também observado para *Khaya senegalensis*, porém esta teve desempenho melhor que *K. ivorensis* comparando-as no mesmo período, anterior ao acontecido com *K. senegalensis*.

Para os tempos de imersão de AIB não houve nenhum comportamento diferenciado para nenhuma das espécies e tampouco para os tipos de estacas.



Figura 11: Vista geral das estacas lenhosas do ensaio 14.

#### 5.4 Experimento de enxertia

No ensaio 14 verificou-se o efeito do tipo de enxertia no pegamento. Os tipos de enxertia testados foram Fenda Cheia (FC), Fenda Lateral (FL), Inglês Complicado (IC) e Borbulhia de placa (BP). Nas condições do ensaio o tipo de enxertia que apresentou os

melhores resultados foi o tipo FL com 16,67% de pegamento apresentando também diferença estatística dos demais tipos após 30 dias de montado o ensaio. Na tabela 3 podem ser observados os valores médios obtidos para o percentual de pegamento.

Tabela 3: Percentuais de pegamento de diferentes tipos de enxertia realizada em plantas de *Khaya ivorensis* após 30 dias. UFRR, Boa Vista-RR, 2013

<b>Tipo de enxertia</b>	<b>Pegamento (%)</b>
Fenda Lateral (FL)	16,67a
Fenda Cheia (FC)	2,08b
Inglês Complicado (IC)	0,00b
Borbulhia de Placa (BP)	2,08b

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

No trabalho conduzido por Filho et al. (2008) buscando a indução da resistência do mogno brasileiro à *Hypsipyla grandella*, a enxertia do tipo fenda cheia os autores chegaram a 65% de pegamento entre duas plantas de *Khaya ivorensis*, no entanto, tanto enxerto quanto porta-enxerto possuíam a mesma idade, o que pode explicar o maior percentual em comparação com o ensaio conduzido neste trabalho. Na tabela 3 pode-se observar que a enxertia do tipo FL diferiu significativamente dos demais tipos de enxertia. Entre as plantas em que houve pegamento, as brotações formaram-se vigorosas chegando a comprimentos entre 17 e 27 cm.

Tanto para a enxertia do tipo FC quanto para a enxertia do tipo IC o percentual de pegamento foi baixo (2.08% para FC e 0,00% para IC). Possivelmente a remoção da parte aérea do porta-enxerto tenha influenciado nos resultados visto que para FL o percentual de pegamento foi maior. Na enxertia do tipo BP apenas em uma das enxertias houve pegamento. O tamanho das borbulhas pode ter influenciado no pegamento devido às reservas nutritivas das borbulhas, isto combinado com a idade da árvore da qual foram retiradas as borbulhas (20 anos) podem ter sido fatores cruciais para os resultados alcançados. Segundo Fachinello et al. (2005) plantas mais jovens tendem a ter percentuais de pegamento maiores devido à uma maior atividade celular, portanto em todos os tipos de enxertia aplicados no experimento este fator pode ter sido aquele de maior importância nos resultados. Entretanto vale ressaltar que o objetivo da enxertia neste trabalho foi utilizar enxertos de plantas já estabelecidas para reduzir

o período de juvenilidade das mudas enxertadas visando a produção precoce de sementes visto que a espécie normalmente produz sementes após 10 anos de idade, além de utilizar indivíduos enxertados para a formação de pomar para coleta de sementes.

Outro fator que pode ter influenciado nos resultados é a condição fisiológica da árvore de onde foram extraídos os enxertos. Possivelmente os enxertos foram retirados em uma época em que a árvore não estava propícia ao lançamento e desenvolvimento de ramos, estando suas gemas em atividade reduzida já que foi observado durante a condução do ensaio um processo de lançamentos cíclicos das brotações.

## 6 CONCLUSÕES

Quanto à concentração de ácido indolbutírico, há uma maior tendência para o uso de 800 mg.L<sup>-1</sup> de AIB, no entanto, deve-se realizar novos estudos para obter uma metodologia mais consistente de multiplicação vegetativa.

Quanto à estaquia foliar, apesar do não desenvolvimento da parte aérea, verificou-se predisposição das folhas ao enraizamento e talvez a cultura de tecidos possa ser uma solução na superação deste problema.

Para a estaquia caulinar, novos estudos podem ser conduzidos com estacas de indivíduos mais jovens, apesar de não ser o mais recomendado. O uso de estacas de rebrotes de árvores matrizes e, portanto, tendo maior atividade celular, pode ser uma alternativa viável.

Novos experimentos também são necessários utilizando outros substratos e/ou com uso de solução nutritiva já que o mesmo não foi tão explorado neste estudo, porém são recursos bastante utilizados em outros estudos, inclusive com *Khaya ivorensis*.

No que diz respeito ao experimento com enxertia, os resultados indicam que o uso da técnica de Fenda Lateral é mais viável. Porém podem-se examinar outras técnicas de enxertia e/ou uso de diferentes tipos de enxertos quanto ao seu estado de maturação ou ainda com a época do ano em que são extraídos visando buscar seu melhor momento fisiológico já que em condições de irrigação foi observado o lançamento cíclico das brotações.

Embora os resultados alcançados não tenham sido positivos, o conhecimento adquirido ao longo do estudo permite indicar para novos experimentos em busca de maior sucesso no enraizamento de estacas e na enxertia de *Khaya ivorensis* e *Khaya senegalensis*.

## REFERÊNCIAS

- ACAJOU d'Afrique. **Revue bois et forêts des tropiques**. n.183, p.33-48, 1979.
- ALCÂNTARA, G.B. **Miniestaquia de *Pinus taeda* L.** 2005. 77p. Dissertação de mestrado em Botânica. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná. 2005.
- ALMEIDA, A.N.; ANGELO, H; SILVA, J.C.G.L. DA; HOEFLICH, V.A. Mercado de madeiras tropicais: substituição na demanda de exportação. **Acta Amazonica**, v.40, n.1, p.119-126, 2010.
- ALMEIDA, F.D.; XAVIER, A.; DIAS, J.M.M.; PAIVA, H.N. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista árvore**, v.31, n.3, p.455-463, 2007.
- 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.
- BARROSO, A.B. **Silvicultura especial de arboles madeirables tropicales**. Habana: Editorial Científico-Técnica. 1987. 427p.
- BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C.; KOEHLER, H.S. Estaquia de *Ginkgo biloba* L. utilizando três substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.12, n.2, p.135-140, 2010.
- BORTOLINI, M.F.; LIMA, D.M.; ALCANTARA, G.B.; FANTI, F.P.; BIASI, L.A.; QUOIRIN, M.; KOEHLER, H.S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Enraizamento de estacas de *Ficus benjamina* L. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.539-543, 2008.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: Embrapa-CNPQ; Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, 1039p.
- CARVALHO, A.M.; SILVA, B.T.B.; LATORRACA, J.V.F. Avaliação da usinagem e caracterização das propriedades físicas da madeira de mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.). **Cerne**. Lavras, v.16, Suplemento, p.106-114, jul.2010.
- CUNHA, A.C.M.C.M.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da presença ou ausência de folhas no enraizamento de miniestacas de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth) obtidas em sistema hidropônico. **Comunicado Técnico**: Embrapa Florestas, Colombo, n.89, 2003.
- DIAS, P.C.; OLIVEIRA, L.S.; XAVIER, A.; WENDLING, I. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, v.32, n.72, p.453-462, out/dez 2012.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília, DF, Embrapa Informações Tecnológicas. 221p. 2005.

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.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de espécies florestais.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004, 22p.

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

FERRIANI, A. P. **Estaquia de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia*) com uso de ácido indol-butírico.** 2006. 100p. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Amazonas. Curitiba, Paraná.

FILHO, A.N.K.; HOFFMANN, H.A.; GRAÇA, M.E.C.; TAVARES F.R. Enxertia de mogno em toona para a indução de resistência à *Hypsipyla grandella* (Zeller, 1948) no mogno sul-americano (*Swietenia macrophylla*). **Boletim de Pesquisas Florestais**, Colombo, n. 41, jul./dez. 2000 p.74-78.

FILHO, A.N.K.; HOFFMANN, H.A.; SANTANA, D.L.Q.; TRACZ, A.L. Avaliação de combinações enxerto/porta-enxerto visando à indução de resistência à broca das meliáceas por enxertia. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento.** Embrapa Florestas, n. 41, dez. 2008. ISSN 1676-9449. 22p.

FIGUEIREDO, S.L.B. **Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de ramos de goiaba serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.).** Pelotas, 1993. 71f. Dissertação de mestrado. Faculdade de agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas.

FRANZON, R.C.; ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. Efeito do AIB e de diferentes tipos de estaca na propagação vegetativa da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* Berg). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.4, p.515-518, out-dez, 2004.

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

GOMES, D.M. **Análise de viabilidade técnica, econômico-financeiro para implantação da cultura do mogno africano (*Khaya ivorensis* A. Chev.) na região oeste de minas gerais.** 2010. 70p. Pós-graduação em Gestão Florestal. Universidade Federal do Paraná, 2010.

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.

GRIPJMA, P.; ROBERTS, S.C. Studies on the shootborer *Hypsipyla grandella* (Zeller) (Lepidoptera, Pyralidae). **XXXVII Biological and chemical screening for the basis of resistance of *Toona ciliata* M.j. roem. var. *australis*.** Turrialba, San Jose, v.25, n.2, p.152-159, 1975.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D. **Propagación de plantas: principios y prácticas**. La Habana, Cuba. Instituto Cubano del Libro, 1972, 693p.

HOPPE, J. M.; SCHUMACHER, M. V.; MIOLA, A. C.; OLIVEIRA, L. S. Influência do diâmetro de estacas no desenvolvimento dos brotos de *Platanus x acerifolia*. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v.9, n.1, p.25-28, 1999.

INOUE, M.T.; PUTTON, V. Macropropagação de 12 espécies arbóreas da floresta ombrófila mista. **Revista Floresta**. Curitiba-PR, v.37, n.1, jan/abr 2007.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia vegetal**. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 2004. 452p.

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.

LANA, R.M.Q; LANA, A.M.Q.; BARREIRA, S.; MORAIS, T.R.; FARIA, M.V. Doses do ácido indolbultírico no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). **Bioscience Journal**. Uberlândia, MG, v.24, n. 3, p. 13-18, July/Sept 2008.

LEAKEY, R.R.B.; MESEN, J.F.T.; TCHOUNDJEU, Z.; LONGMAN, K.A.; DICK, J. McP.; NEWTON, A; MATIN, A.; GRACE, J.; MUNRO, R.C.I; MUTHOKA, P.N. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. **Commonwealth Forest Review**, v.3, n.69, p.247-257, 1990.

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. Disponível em: <<http://database.prota.org/search.htm>> Acesso em: 09/06/2013.

LONGMAN, K.A. Rooting Cuttings of Tropical Trees: Propagation and Planting Manuals.. Illustrated by Wilson RHF. **Commonwealth Science Council**, London, UK. v.1, 138p. ISBN-10: 0-85092-394-8. ISBN-13: 978-0-85092-394-0. Disponível em: <<http://www.fao.org/DOCREP/006/AD231E/AD231E00.HTM>> Acesso em: 09/06/2013.

LOACH, K. Characterization of optimal environments for rooting leafy cuttings. **Acta Horticulturae**, n.226, p.403-412, 1988.

MESEN, F. **Enraizamiento de estacas juveniles de especies forestales: Uso de Propagadores de sub-Irrigación**. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica. 1998. 33p.

NAZÁRIO, P.; WENDLING, I.; SOUZA, L.P. Enraizamento de estacas de *Luehea divaricata* sob diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, n.54, p.139-143, jan/jun 2007.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v.41, n.12, p.1699-1705, 2006.

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. Disponível em: <<http://database.prota.org/search.htm>> Acesso em: 10/06/2013.

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.

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. 102p.

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.

ROCHA, S.C.; QUISEN, R.C.; QUEIROZ, J.A.L.; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C. Propagação vegetativa de espiroleira pela técnica da estaquia. **Scientia Agraria**, v.5, n.1-2, p.73-77, 2004.

RODRIGUES, D.S.; ROCHA, C.O.; CHIEA, S.A.C. Utilização de reguladores vegetais na propagação vegetativa de *Clidemia blepharodes* DC. e *C. suffruticosa* O.Berg (Melastomataceae). **Interciência**. [On-line] 37 de agosto de 2012: Disponível em: <<http://estudiosterritoriales.org/articulo.oa?id=33925396012>> ISSN 0378-1844. Acesso em: 04/05/2013.

SIMÃO, E.; NAKAMURA, A.T.; TAKAKI, M. Época de colheita e capacidade germinativa de sementes de *Tibouchina mutabilis* (Vell.) Cogn. (Melastomataceae). **Biota Neotropica**. São Paulo, v.7, n.1, p.67-73, 2007.

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

TAYLOR, C.J. **Synecology and silviculture in Ghana**. Thomas Nelson and Sonstd. Edinburgh, 417p.

TCHOUNDJEU, Z.; LEAKEY, R.R.B. Vegetative propagation of African mahogany: effects of auxin, node position, leaf area and cutting length. **New Forests**, n.11, p.125-136, 1996.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A. Clonagem de espécies florestais nativas. *In*: ROCHA, M.G.B. **Melhoramento de espécies arbóreas nativas**. Minas Gerais, Instituto Estadual de Florestas, 2002, 171p.



XAVIER, A.; SANTOS, G.A.; OLIVEIRA, M.L. Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**. Viçosa-MG, v.27, n.3, p.351-356, 2003.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R.L. **Silvicultura clonal: princípios e técnicas**. Viçosa, MG. Ed. UFV, 2009. 272 p.