

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Khaya senegalensis*
A.Juss. EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO
INDOLBUTÍRICO**

Rodrigo Tenório de Vasconcelos

Engenheiro Agrônomo

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA - UNESP
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Khaya senegalensis*
A.Juss. EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO
INDOLBUTÍRICO**

Rodrigo Tenório de Vasconcelos

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Valiengo Valeri

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Unesp, Câmpus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

2012

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

RODRIGO TENÓRIO DE VASCONCELOS - nascido a 09 de abril de 1977, em Jaboticabal, SP, formou-se Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal de Lavras, MG, em 2000. Durante a graduação, foi bolsista de iniciação científica desenvolvendo pesquisas na área de manejo de irrigação. De 2000 a 2011, como profissional autônomo, atuou na área de consultoria e produção de mudas florestais. Em 2011 ingressou no mestrado na Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal (SP), na linha de pesquisa de produção de mudas florestais, estudando o enraizamento de estacas de mogno-africano (*Khaya senegalensis* A.Juss.) em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. As atividades e demais trabalhos desenvolvidos pelo autor são relacionadas à área de Silvicultura, destacando-se as publicações sobre eucalipto (*Corymbia citriodora*), guanandi (*Calophyllum brasiliense*) e mogno-africano (*Khaya senegalensis*).

EPÍGRAFE

Senhor faça-me instrumento de vossa paz.

Onde houver ódio, que eu leve o amor,

Onde houver ofensa, que eu leve o perdão,

Onde houver discórdia, que eu leve a união,

Onde houver dúvida, que eu leve a fé,

Onde houver erro, que eu leve a verdade,

Onde houver desespero, que eu leve a esperança,

Onde houver tristeza, que eu leve a alegria,

Onde houver trevas, que eu leve a luz.

Ó Mestre, fazei que eu procure mais

Consolar que ser consolado;

Compreender que ser compreendido,

Amar, que ser amado.

Pois é dando que se recebe

É perdoando que se é perdoado

E é morrendo que se nasce para a vida eterna...

São Francisco de Assis

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Lorisval Tenório de Vasconcelos e Dolores Aparecida Vitória de Vasconcelos, pela minha vida e por todo amor e carinho.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, por mais essa etapa cumprida.

Aos meus pais, Lorisval Tenório de Vasconcelos e Dolores Aparecida Vitória de Vasconcelos, fontes inexauríveis de amor e carinho.

Ao meu irmão Maico Tenório de Vasconcelos, Engenheiro Agrônomo, meu amigo e colega de profissão, por cuidar de tudo enquanto eu estive ausente.

À minha irmã Paula Tenório de Vasconcelos, pelo apoio e a certeza que sem você nada disso seria possível.

Aos meus avós, Genoveva Branco de Vasconcelos, Manoel Tenório de Vasconcelos e Conceição Palma Vitória, por terem sido a base sólida deste momento.

Aos meus tios, primos e demais familiares, por terem acreditado e fornecido condições para que eu concluísse mais uma etapa desta vida.

Ao professor e amigo Prof. Dr. Sérgio Valiengo Valeri, meu orientador, pelos ensinamentos, pelo apoio, paciência e sobretudo pela confiança depositada.

Ao Prof. Dr. Antonio Baldo Geraldo Martins, pelas contribuições, horas dispensadas no planejamento e discussão de idéias para o desenvolvimento das atividades do presente trabalho. Também por aceitar fazer parte da banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Vitor Corrêa de Mattos Barretto, Coordenador do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás, Unidade Universitária de Ipameri, por ter aceitado o convite para participar da banca examinadora.

Ao Prof. Dr. Rinaldo César de Paula, por ter aceitado o convite para participar da banca examinadora da qualificação e pelas contribuições.

Ao Prof. Dr. José Carlos Barbosa do Departamento de Ciências Exatas, pela realização das análises estatísticas.

Ao Prof. Dr. Geraldo Magela Pereira do Departamento de Engenharia da UFLA, Universidade Federal de Lavras, meu orientador durante a graduação no

período em que fui bolsista de iniciação científica, pelos ensinamentos, companheirismo e confiança.

Ao amigo, Professor da USP, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Prof. Dr. Gutemberg de Melo Rocha, por fazer parte da minha família.

A todos os professores do Departamento de Produção Vegetal da Unesp/FCAV – Câmpus de Jaboticabal pelo apoio, pelo aprimoramento técnico e exemplo de profissionalismo.

Aos meus amigos, Irmo, Terezinha, Carol, Neide, Sônia, Pina, Cássio, Fernando, Pedro, Sabrina, Rogério, Marcos, Luzia, Isabela e Tia Rosalina, nunca esquecerei dos momentos juntos e tudo que fizeram por mim e por minha família.

Aos colegas da Pós-Graduação Airon, Gabriel, Bruna, Ariadne, Cristiana e Lucas, pelo companheirismo e ajuda nos trabalhos de pesquisa.

Aos funcionários do Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais (Horto) da Unesp/FCAV - Câmpus de Jaboticabal (Fernando, Roberto Carlos e Mauro), pelo apoio nos experimentos de todos os alunos do Departamento de Produção Vegetal.

Aos funcionários da biblioteca da Unesp/FCAV - Câmpus de Jaboticabal, pela ajuda com as referências bibliográficas.

À Vasconcelos Florestal, pela doação das mudas.

Ao colega de graduação Engenheiro Agrônomo Sandro Lima de Souza, à turma de Agronomia 1995 – 2000 da UFLA, Universidade Federal de Lavras e aos demais colegas, amigos, professores e pessoas que de uma forma ou de outra colaboraram na construção desta etapa. Deixo um enorme abraço. A todos, os meus puros e sinceros agradecimentos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Características da Espécie.....	3
2.2. Propagação Vegetativa por Estaquia	5
2.2.1. Enraizamento adventício	6
2.2.2. Variabilidade genética	7
2.2.3. Condição fisiológica da planta matriz	7
2.2.4. Idade da planta matriz	8
2.2.5. Tipo de estaca	9
2.2.6. Época do ano	10
2.2.7. Balanço hormonal.....	11
2.2.8. Condições ambientais	12
3. MATERIAL E MÉTODOS	16
3.1. Local do Experimento.....	16
3.2. Plantas Matrizes e Otenção das Estacas	16
3.3. Tratamento das Estacas e Delineamento Experimental.....	17
3.4. Ambiente de Enraizamento e Avaliações	17
3.5. Formação das Mudanças e Avaliações	18
3.6. Análises Estatísticas	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	20
4.1. Sobrevivência das Estacas	20
4.2. Enraizamento das Estacas.....	21
4.3. Produção das Mudanças.....	27
5. CONCLUSÃO.....	31
6. REFERÊNCIAS.....	32

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Khaya senegalensis* A.Juss. EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi determinar a necessidade e a concentração apropriada de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de *K. senegalensis* A.Juss. para a produção de mudas. O material vegetal foi constituído de 540 estacas caulinares de mudas jovens de origem seminal. As bases das estacas foram tratadas pelo método de imersão lenta em solução de etanol a 5% durante 12 h contendo 0, 100, 200, 400 mg L⁻¹ de AIB e via imersão rápida em solução de etanol a 50% durante cinco segundos contendo 0, 3000, 6000, 9000 e 12000 mg L⁻¹ de AIB. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com um total de nove tratamentos, cinco repetições e 12 estacas por parcela. As estacas permaneceram em bandejas contendo vermiculita por 45 dias e, após este período, foi avaliado a porcentagem de sobrevivência das estacas, porcentagem de estacas enraizadas, número de raízes adventícias por estaca e comprimento total de raízes adventícias por estaca. Após essas avaliações, as estacas que enraizaram foram transferidas para vasos de plástico contendo 1500 cm³ de substrato à base de casca de pinus, sendo mantidas por 120 dias adicionais, para avaliação da porcentagem de sobrevivência das mudas, porcentagem de plantas com brotações e altura das brotações. A produção de mudas de *Khaya senegalensis* pode ser obtida pela estaquia de ramos provenientes de mudas de origem seminal, sem o uso de AIB.

Palavras-chave: auxina, mogno-africano, propagação vegetativa.

***Khaya senegalensis* A.Juss. STEM CUTTINGS ROOTING UNDER DIFFERENT
CONCENTRATIONS OF INDOLBUTIRIC ACID**

ABSTRACT - This work aim was stablish the requirement as well the appropriated concentration of Indolbutiric Acid (IBA) in the *Khaya senegalensis* A.Juss. stem cuttings to produce new plants. The vegetal material consisted of 540 seed-origin young stem cuttings. The cuttings base were treated via 5% ethanol solution slow-immersion method during 12h with 0, 100, 200, and 400 mg L⁻¹ of IBA and via 50% ethanol solution fast-immersion method during 5 seconds with 0, 3000, 6000, 9000, and 1200 mg L⁻¹ of IBA. The experimental design used was the completely randomized with nine treatments, five replications and twelve cuttings per plot. The cuttings were in trays containing vermiculite per 45 days and then the cutting surviving percentage, cutting rooting percentage, adventitious roots number per cutting, and total adventitious roots length per cutting were evaluated. Later, the rooted cuttings were transferred to plastic pots containing 1500 cm³ of pine-based substrate, staying in it 120 days to evaluate the new plants surviving percentage, budding percentage, and budding height. The production of new plants of *Khaya senegalensis* can be obtained by cutting branches from seedlings, without IBA use.

Keywords: auxin, senegal mahogany, vegetative propagation.

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Khaya*, pertencente à família Meliaceae, compreende quatro importantes espécies de madeiras comerciais, *Khaya ivorensis*, *Khaya grandifolia*, *Khaya anthotheca* e *Khaya senegalensis*, todas conhecidas como mognos-africanos. Nenhuma delas distingue-se substancialmente do mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*), nem sob o aspecto fisionômico, nem quanto à qualidade da madeira (LAMPRECHT, 1990).

Khaya senegalensis A.Juss. pode atingir até 35 m de altura em solos férteis, diâmetro de até 1,5 m e de 8 a 16 m de fuste sem ramificações laterais (JOKER; GAMÉNÉ, 2012). A espécie ocorre naturalmente na África, desde a Mauritânia e Leste do Senegal até o Norte de Uganda (NIKIEMA; PASTERNAK, 2008).

Algumas alternativas têm sido apresentadas para preservar o mogno-brasileiro (*Swietenia macrophylla*), como por exemplo, a substituição dessa madeira, em suas mais diversas aplicações, por outras espécies, cujas características sejam similares às suas propriedades físicas e mecânicas, à trabalhabilidade e aos caracteres gerais. O cultivo dos mognos-africanos do gênero *Khaya* apresenta muitas vantagens: são espécies de rápido crescimento e, em alguns sítios, crescem muito mais que o mogno nativo do gênero *Swietenia*; são normalmente resistentes (não-preferência) à broca do ponteiro (*Hypsipyla grandella* Zeller) que inviabiliza o cultivo e a exploração econômica do gênero *Swietenia* no continente Americano; a comercialização da madeira é garantida e atinge, atualmente, preço bastante elevado no mercado, tornando-se um excelente investimento em médio prazo (PINHEIRO et al., 2011).

A madeira de *K. senegalensis* é dura, pesada, durável e possui desenhos de grande beleza, o que justifica seu uso na fabricação de mobiliário, bem como na decoração de interiores (LAMPRECHT, 1990).

K. senegalensis começa a produzir sementes entre 15 a 20 anos de idade (JOKER; GAMÉNÉ, 2012). Por ser uma planta exótica e devido ao longo tempo para a produção das sementes, os reflorestamentos comerciais de *K. senegalensis*, no Brasil, têm sido feitos a partir de sementes importadas, o que cria uma dependência

dos estoques internacionais de sementes, gerando custos de importação. O uso econômico da propagação vegetativa na produção de mudas para o setor florestal é justificado quando a semente é insumo limitado (XAVIER et al., 2003).

Os trabalhos de propagação vegetativa de *K. senegalensis* estão em fase inicial de estudo e precisam ser mais investigados para que a técnica seja eficiente para a produção de mudas (PINHEIRO et al., 2011). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi determinar a necessidade e a concentração apropriada de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de *K. senegalensis* A.Juss. para a produção de mudas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características da Espécie

K. senegalensis é uma espécie da família Meliaceae e é conhecida como mogno-africano no Brasil (PINHEIRO et al., 2011). Sua distribuição natural se estende desde a Mauritânia e Leste do Senegal até o Norte de Uganda (Figura 1). É comumente plantada dentro de sua área natural de distribuição, principalmente como árvore ornamental, ao longo de estradas. É também plantada fora da área de ocorrência, como por exemplo, em Cabo Verde, Tanzânia, Malawi, Madagascar, Egito, África do Sul, Índia, Indonésia, Vietnã, Austrália e América tropical (NIKIEMA; PASTERNAK, 2008).



Figura 1. Região de ocorrência natural de *K. senegalensis* no Continente Africano. (NIKIEMA; PASTERNAK, 2008).

A espécie está incluída na lista vermelha da União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) como sendo espécie vulnerável, devido à perda de seu habitat, à degradação, ao corte seletivo de sua madeira e a larga escala de colheita de casca e ramos (PINHEIRO et al., 2011).

É uma essência arbórea típica das savanas e das florestas xerófilas caducifólias, sendo considerada uma espécie heliófila, que tolera leve sombreamento na fase juvenil. A precipitação anual na região de origem varia de

650 a 1.300 mm com períodos secos que variam de quatro a sete meses. Na região de ocorrência, prefere locais úmidos, como baixadas e margens de rios (florestas de galeria), sendo que as condições hídricas parecem ser mais importantes do que a fertilidade do solo para seu desenvolvimento. Durante os primeiros 10 anos, o crescimento em altura é bastante rápido (1,2 a 1,5 metros por ano), reduzindo-se rapidamente a partir dessa idade. Florestamentos em Java apresentavam, com 20 anos, alturas de 21 metros (LAMPRECHT, 1990).

No comércio madeireiro internacional, a espécie é conhecida como Acajou de Senegal, Acajou de Caïlcedrat e Acajou d’Afrique (França), Dry Zone Mahogany (Inglaterra), Caoba Africana e Caoba de Senegal (Espanha e Cuba), Afrikanisches Mahogany (Alemanha). Em países africanos é conhecida como Bissilon (Guiné Bissau), Kahi (Guiné), Khay (Senegal) no dialeto wolof (PINHEIRO et al., 2011).

É uma espécie caducifólia e sua floração ocorre pouco antes ou no início da estação chuvosa, sendo polinizadas por insetos. As suas flores são pequenas, com cerca de 5 mm, com pétalas brancas, unissexuais, sendo difícil distinguir flores masculinas de flores femininas. O fruto possui uma cápsula lenhosa, 4-10 cm de comprimento, com quatro válvulas que se abrem na maturidade (esta é uma distinção da *Khaya ivorensis*, com a qual está intimamente relacionada, mas tem 5 válvulas). As árvores começam a produzir sementes entre 15 a 25 anos de idade. As sementes são dispersas pelo vento e podem ser levadas por até 100 metros. Dentro das válvulas, as sementes são dispostas em fileiras, de 6 a 18 sementes por válvula. As sementes são marrons e achatadas, cerca de 2 cm x 2,5 cm, com margens aladas. Há 2500-7000 sementes por kg. As sementes são ortodoxas e devem ser armazenadas em baixas umidades. A germinação é epígea, muitas vezes pode alcançar 100% e pode acontecer em duas semanas (JOKER; GAMÉNÉ, 2012).

A madeira de *K. senegalensis* é dura, pesada, durável e possui desenhos de grande beleza. A madeira é classificada como uma das melhores madeiras entre os mognos-africanos para fabricação de mobiliário, bem como para a decoração de interiores (LAMPRECHT, 1990). A densidade média da madeira de *Khaya senegalensis* é de 0,78 g cm⁻³ (PINHEIRO et al., 2011). A coloração do cerne varia de vermelho escuro a marrom com tons arroxeados e a aparência atraente a torna uma das melhores madeiras para móveis (JOKER; GAMÉNÉ, 2012).

A casca é amarga e altamente valorizada na medicina tradicional, pois seu cozimento ou sua maceração é muito eficaz contra a febre causada pela malária, além de ser útil contra problemas de estômago, diarreia, disenteria, anemia, e como analgésico, em casos de reumatismo e dores de cabeça. Também é usada como tônico e anti-helmíntico, além de purgante e abortivo. É eficiente, também, no controle de doenças como sífilis, lepra, catarata e angina. Pode ser aplicada externamente como desinfetante em casos de inflamações e doenças de pele. É comumente usada, na veterinária, como tônico e anti-helmíntico, e para tratar tripanossomíases, vermes de fígado, diarreias e úlceras. Suas raízes são usadas contra icterícia, dores de estômago, edema e amenorreia. Em Camarões, tem sido empregada no processo de fabricação da cerveja local. Em Gana, é extraído o corante da madeira para tingimento de tecidos (PINHEIRO et al., 2011). A semente possui 67% de óleo, rico em ácido oleico, que é extraído para cozinhar na África Ocidental (JOKER; GAMÉNÉ, 2012).

2.2. Propagação Vegetativa por Estaquia

A propagação vegetativa ou assexuada é uma técnica usada para produzir uma planta genotipicamente idêntica à planta mãe. Essa técnica é viável em algumas espécies, uma vez que algumas células contêm informações genéticas necessárias para a reprodução de uma planta toda, cuja propriedade é chamada de totipotência (ONO; RODRIGUES, 1996).

A estaquia constitui-se em uma das principais técnicas de propagação vegetativa de clones selecionados, visando atender aos objetivos da silvicultura clonal, dada sua aplicabilidade técnica, operacional e ao custo de produção competitivo em relação às demais técnicas de propagação assexuada (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Dentre os tipos de propágulos geralmente usados na propagação vegetativa estão as estacas, que podem ser caulinar, foliar ou radicular. A propagação por estaca caulinar, geralmente, requer apenas que um novo sistema radicular seja formado, dado ao potencial da regeneração das gemas pré-formadas já existentes (XAVIER; SANTOS; OLIVEIRA, 2003).

Os fatores que afetam o enraizamento de estacas foram estudados por vários pesquisadores e classificados em fatores internos e fatores externos. Entre os fatores internos, destacam-se a variabilidade genética, condição fisiológica da planta matriz, idade da planta, tipo de estaca, época do ano e balanço hormonal. Quanto aos fatores externos, as condições ambientais (FACHINELLO et al., 2005).

2.2.1. Enraizamento adventício

Diferenciação celular é o processo pelo qual as células adquirem propriedades metabólicas, estruturais e funcionais distintas daquelas das suas células progenitoras. Em plantas, ao contrário dos animais, a diferenciação celular é reversível. Essa capacidade de desdiferenciar demonstra que as células vegetais diferenciadas retêm a informação genética necessária para o desenvolvimento da planta completa (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Durante o processo de enraizamento, os seguintes estádios podem ser identificados: 1 – desdiferenciação de células; 2 – formação de raízes iniciais; 3- desenvolvimento das raízes em primórdios radiculares; 4 – crescimento, emergência e surgimento dos primórdios radiculares (HARTMANN et al., 2002).

Xavier, Wendling e Silva (2009) conceituam essas fases:

- **Desdiferenciação:** processo de alcançar um estado meristemático não diferenciado em células previamente diferenciadas, ou seja, é a capacidade de células diferenciadas para iniciar divisão e formar um novo ponto meristemático de crescimento.
- **Formação de raízes iniciais:** a partir das células diferenciadas no estágio 1, ocorre a formação de raízes iniciais, ainda não perceptíveis.
- **Desenvolvimento dos primórdios de raiz reconhecíveis:** as raízes iniciais se desenvolvem das raízes reconhecíveis e tornam-se perceptíveis, as quais proporcionarão o crescimento radicial.
- **Crescimento e emergência radicular:** constitui-se no último estágio do enraizamento de estacas, em que ocorre a formação radicial suficiente para a sustentação da nova planta.

Segundo Hartmann et al. (2002), existem dois padrões de formação de raízes adventícias: a formação de raiz direta, em proximidade ao sistema vascular (geralmente espécies mais fáceis de enraizar) e a formação de raízes indireta, onde células se dividem, incluindo a formação de calos, em um período transitório antes das células se dividirem num padrão organizado para iniciar os primórdios das raízes adventícias (geralmente espécies mais difíceis de enraizar).

As estacas podem ser produzidas de porções vegetais de caules, caules modificados (rizomas, tubérculos e bulbos), folhas ou raízes. Muitas espécies podem ser propagadas por um ou mais tipos de estacas, selecionando-se o tipo de acordo com a disponibilidade do material vegetativo e facilidade de sua obtenção (ONO; RODRIGUES, 1996).

2.2.2. Variabilidade genética

O potencial que uma estaca apresenta, para a formação de raízes, é variável com a espécie e com a cultivar. Assim, pode ser feita uma classificação como espécie ou cultivar de fácil, médio ou difícil enraizamento, ainda que a facilidade de enraizamento seja resultante da interação de diversos fatores e não apenas do potencial genético (FACHINELLO et al., 2005).

Para espécies e cultivares que apresentam facilidade de formar raízes, não há necessidade de cuidados especiais durante o enraizamento, porém naquelas de difícil enraizamento deve-se ter maior atenção em outros fatores que afetam o processo de estaquia (PITA JÚNIOR, 2010).

2.2.3. Condição fisiológica da planta matriz

Propagadores de plantas recomendam a retirada das estacas no início da manhã, quando o material está em condições túrgidas. Estacas são particularmente vulneráveis ao estresse hídrico, pois a reidratação do tecido é muito difícil sem um sistema radicular. Após a coleta, os ramos devem ser mantidos em sacos de polietileno, pulverizando-os com água até o momento da confecção das estacas

(ONO; RODRIGUES, 1996). Estacas desidratadas são mais propensas a problemas de doenças e pragas (HARTMANN et al., 2002).

O estado nutricional da planta matriz e a quantidade de nutrientes acumulados na estaca é um dos muitos fatores que influenciam o seu enraizamento (BLAZICH, 1988).

A importância dos carboidratos refere-se ao fato de que a auxina requer uma fonte de carbono para a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas, para a formação das raízes. Além do teor de carboidratos, a relação carbono/nitrogênio (C/N) é importante. Relações C/N elevadas induzem a um maior enraizamento, mas com produção de uma pequena parte aérea, ao passo que estacas com baixa relação C/N, devido a um elevado teor de nitrogênio, são pobres em compostos necessários ao enraizamento e mostram pouca formação de raízes. Relações C/N adequadas permitem que se obtenha um bom equilíbrio entre as raízes e a parte aérea formada, além de maior enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Uma das formas de se manter alto o carboidrato e baixo a moderado nitrogênio em plantas matrizes é reduzir a fertilização de nitrogênio, para evitar o crescimento de ramos e permitir o acúmulo de carboidratos nos mesmos (HARTMAN et al., 2002).

2.2.4. Idade da planta matriz

O conhecimento do gradiente de juvenilidade em plantas lenhosas é de grande importância em um processo de propagação clonal, uma vez que a origem dos propágulos vegetativos usados possui efeito marcante na produção de mudas e no comportamento da futura planta. Os propágulos vegetativos de diferentes posições da planta retêm níveis específicos de juvenilidade (ou maturidade) quando são retirados da planta e propagados vegetativamente. Como resultado, a morfologia e a fisiologia das plantas resultantes dos propágulos oriundos das diferentes partes da planta matriz podem apresentar diferenças significativas dentro das três categorias de fase: juvenil, juvenil/adulta e adulta (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

As estacas provenientes de plantas jovens enraízam com mais facilidade e isso se manifesta com mais frequência em espécies de difícil enraizamento. Possivelmente, esse fato esteja relacionado com o aumento no conteúdo de inibidores e com a diminuição no conteúdo de cofatores do enraizamento, à medida que aumenta a idade da planta. É recomendável a obtenção de brotações jovens em plantas adultas, pois, mesmo não estando em condição verdadeira de juvenilidade, apresentam maior potencial de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Em espécies que se propagam facilmente por estaquia, a idade fisiológica da planta matriz não exerce influencia significativa no enraizamento. Em contraste, naquelas difíceis de enraizar, incluindo várias arbóreas e a maioria das espécies de *Eucalyptus*, é fundamental garantir a juvenilidade dos propágulos (ALFENAS et al., 2004).

Em escala operacional, o rejuvenescimento da matriz adulta é normalmente conseguido a partir de brotações epicórmicas oriundas da touça, após o corte efetuado a 15 cm do solo da árvore selecionada. No entanto, em muitos casos alguns indivíduos não brotam e faz-se necessários outras técnicas como: o anelamento da base do caule, o uso do fogo na base da árvore e o uso de galhos podados, mantidos em casa de enraizamento, sob nebulização intermitente de água, visando à sua brotação para produção de estacas (ALFENAS et al., 2004).

2.2.5. Tipo de estaca

A composição química do tecido varia ao longo do ramo e estacas provenientes de diferentes porções do mesmo tendem a diferir quanto ao enraizamento. Assim, em estacas lenhosas, o uso da porção basal geralmente proporciona melhores resultados. Isso pode ser devido ao acúmulo de substâncias de reserva e um menor teor de nitrogênio, resultando uma relação C/N mais favorável, e à presença de raízes iniciais pré-formadas nessa região. Fato inverso se observa com estacas semi-lenhosas, para as quais os maiores percentuais de enraizamento são obtidos com a porção mais apical. Nesse caso, isso pode ser atribuído a uma maior concentração de promotores do enraizamento, pela proximidade dos sítios de síntese de auxinas, e à menor diferenciação dos tecidos.

Estacas com gemas floríferas tendem a enraizar menos que aquelas provenientes de ramos vegetativos em fase de crescimento ativo, o que mostra um antagonismo entre a floração e o enraizamento, pois as flores mobilizam as reservas da estaca e abrem antes que o processo de iniciação de raízes tenha ocorrido. Estacas mais lignificadas geralmente apresentam maior dificuldade de enraizamento do que estacas de consistência mais herbácea e semi-lenhosa (FACHINELLO et al., 2005).

Além do tipo de estaca, um fator primordial para o enraizamento é a presença ou não de folhas e gemas, pois além do teor de reservas e nutrientes nas estacas, há a presença de auxinas endógenas, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas que são provenientes das folhas e gemas e que se acumulam na zona de regeneração das raízes (PITA JÚNIOR, 2010). Folhas produzem auxinas e os efeitos do transporte polar basípeto de auxina são observados no enraizamento na base da estaca (HARTMANN et al., 2002).

Gontijo et al. (2003), estudando estacas semilenhosas de aceroleira (*Malpigia glabra* L.), concluíram que a presença de folhas é importante para o enraizamento de estacas da espécie. Em estacas sem folhas não ocorreu a formação de raízes.

Outro fator que afeta o enraizamento é o tamanho das estacas (ONO; RODRIGUES, 1996). O comprimento das estacas pode variar entre 10 e 76 cm para estacas de ramos lenhosos, dependendo da espécie, enquanto estacas caulinares semilenhosas variam entre 7,5 e 15 cm (HARTMANN et al., 2002). Porém, Kydembele et al. (2011) verificaram que diferentes comprimentos de estacas de *K. senegalensis* de 5, 10, 15 e 20 cm não influenciaram o enraizamento.

2.2.6. Época do ano

A época do ano em que a estaquia é realizada é fator determinante de sucesso, uma vez que está relacionada com o estágio do ramo e com o grau de atividade dos processos fisiológicos da planta. Isto explica o motivo de algumas plantas serem propagadas na estação de crescimento e outras durante o repouso. A época ótima para a propagação de cada planta, em especial, deve ser determinada regionalmente e experimentalmente (PITA JÚNIOR, 2010).

Duarte, Fachinello e Santos Filho (1992) estudaram as estações do outono e verão e a coleta de estacas semilenhosas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*) objetivando avaliar a indução do enraizamento. Os índices de enraizamento observados no outono foram 10% maiores do que os obtidos no verão.

A condição fisiológica da planta é o resultado da interação entre o genótipo (espécies e cultivares) e fatores ambientais (luz, temperatura, água, CO₂ e nutrição), sendo que as condições ideais para um fator nem sempre são ótimas se algum ou outro fator for alterado. Mudanças sazonais no enraizamento foram verificadas em vários estudos. Esse fenômeno parece estar relacionado com variação sazonal na temperatura, nível de irradiância e/ou interação entre radiação solar e fotoperíodo (MOE; ANDERSEN, 1988).

Bastos (2002) comprovou a influência significativa da época de coleta no enraizamento de caramboleira. O melhor resultado de enraizamento (63,0%) foi obtido quando o estaqueamento foi realizado no verão. Contudo, as estacas apresentaram baixos índices de sobrevivência, fato, parcialmente, atribuído à suscetibilidade das estacas herbáceas às condições ambientais.

2.2.7. Balanço hormonal

O equilíbrio entre os diversos fitohormônios tem forte influência no enraizamento de estacas. Assim, é necessário que haja um balanço adequado, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas (FACHINELLO et al., 2005).

Os reguladores de crescimento endógenos das plantas, (auxinas, citocininas, giberelinas, etileno, ácido abscísico), bem como compostos auxiliares, tais como inibidores, retardadores de crescimento, influenciam na iniciação de raíz, quer direta ou indiretamente. No entanto, auxinas têm o maior efeito sobre a formação de raízes em estacas (HARTMANN et al., 2002).

A auxina é sintetizada nas gemas apicais e folhas novas, de onde é translocada para a base da planta, por um mecanismo de transporte polar. Embora o alongamento da raiz primária seja inibido por concentrações de auxina maiores do que 10^{-8} M, a iniciação de raízes laterais (ramificadas) e raízes adventícias é estimulada por altos níveis de auxina. A auxina estimula as células do periciclo a se

dividirem. As células em divisão gradualmente formam o ápice radicular e a raiz cresce através do córtex e da epiderme da raiz. Na horticultura, o efeito de estímulo da formação de raízes adventícias tem sido muito útil para a propagação de plantas por estaquia (TAIZ; ZEIGER, 2004).

Uma das formas mais comuns de favorecer o balanço hormonal, para o enraizamento, é a aplicação exógena de fitorreguladores sintéticos, tais como o ácido indolbutírico (AIB), o ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido indolacético (AIA), que elevam o teor de auxinas no tecido. A aplicação exógena do fitorregulador ácido indolbutírico (AIB), por tratar-se de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica, em comparação às demais auxinas sintéticas, pode, em muitas espécies de difícil enraizamento, viabilizar a produção de mudas por meio da estaquia. O aumento da concentração de auxina exógena, aplicada em estacas, provoca efeito estimulador de raízes até um valor máximo, a partir do qual qualquer acréscimo de auxinas tem efeito inibitório. O teor adequado de auxina exógena, para estímulo do enraizamento, depende da espécie e da concentração de auxina existente no tecido (FACHINELLO et al., 2005).

Normalmente, existem dois tipos básicos de aplicação exógena de auxina: o uso de baixas concentrações (0 a 500 mg L⁻¹) num tempo de imersão prolongado (aproximadamente 24 horas), que constituem os tratamentos mais baratos, e o uso de altas concentrações (500 a 10000 mg L⁻¹), num tempo de imersão bastante rápido (5 a 10 segundos), resultando em tratamentos mais caros (ONO; RODRIGUES, 1996). A concentração a ser utilizada também deve ser estudada experimentalmente, sendo fator determinante na taxa de sucesso para o enraizamento (PITA JÚNIOR, 2010).

2.2.8. Condições ambientais

Temperatura, luminosidade, umidade e tipo de substrato podem influir no enraizamento de estacas. Para as espécies de eucalipto e seus híbridos acredita-se que a temperatura ótima gire em torno de 25 a 30 °C na zona de emissão de raízes, e de 20 a 25 °C nas folhas. Amplas oscilações térmicas são altamente deletérias ao enraizamento. O controle da temperatura tem sido realizado por meio de sistemas

automatizados de climatização, uso de pé-direito com altura adequada das casas de enraizamento, irrigação e, ou, por abertura e fechamento de janelas laterais e zenitais. Em regiões mais frias, temperaturas excessivamente baixas são evitadas com a implantação de sistemas de aquecimento (ALFENAS et al., 2004).

O consenso sobre a média ótima de temperatura para a maioria das espécies de clima temperado é de 18 a 25 °C e 7 °C mais elevada para espécies de clima quente. Temperaturas noturnas de cerca de 15 °C são satisfatórias para a maioria das espécies, embora algumas espécies enraízem melhor a temperaturas mais baixas. Altas temperaturas do ar tendem a promover o crescimento do ramo antes da iniciação da raiz e aumentam a perda de água pelas folhas, o que poderá levar à dessecação das estacas. Nesta situação, é importante que seja mantido um adequado estado de umidade pelo sistema de propagação, de modo a que as estacas ganhem o potencial benefício da maior temperatura basal (HARTMANN et al., 2002).

No controle da temperatura, os altos valores podem ser reduzidos pelo uso de tela de polietileno (sombrite) ou malhas termorrefletoras sobre a estrutura de casa de vegetação, buscando minimizar a quantidade de energia que entra em seu interior. Todavia, o uso de sombreamento como forma de diminuir a temperatura no interior da casa de vegetação, diminui-se também a radiação solar e, por consequência, a capacidade fotossintética da planta, podendo prejudicar o enraizamento das estacas (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Em algumas espécies, o fotoperíodo em que as mudas são enraizadas pode afetar a iniciação de raiz (HARTMANN et al., 2002). Deve-se fornecer luminosidade satisfatória, de modo a obter níveis adequados de fotossíntese e, consequentemente, acúmulos de reservas e substâncias indutoras do enraizamento. Além dos efeitos diretos sobre as plantas, a luminosidade também exerce influencia sobre a temperatura e umidade relativa do ar. Na prática, tem-se empregado coberturas em casa de enraizamento com valores inferiores a 150 μM de fótons $\text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$, pela maior parte do período diurno, abaixo do ponto de compensação de plantas do tipo C3, como o eucalipto (ALFENAS et al., 2004).

A perda de água a partir das folhas pode reduzir o teor de água das estacas a um valor limite de sobrevivência. O status de água das estacas é um equilíbrio entre

a perda transpiracional e a absorção de água. Excesso de água, porém, pode causar estresses nos propágulos e promover o desenvolvimento de fungos e musgos (HARTMANN et al., 2002).

Em relação à umidade do ar no interior de uma casa de vegetação, é recomendada que seja mantida sempre alta, a fim de minimizar a perda de água pelas folhas das estacas coletadas para enraizar. Em geral, valores superiores a 80% são recomendados, sendo, porém, necessários refinamentos em cada condição ambiental e de estrutura. Para manutenção de condições de alta umidade do ar, são adotados sistemas de nebulização intermitente, com bicos de alta e baixa pressão, controlados automaticamente por umidostato, interligados com *timer*, de forma a não permitir umidade excessiva, que é prejudicial ao enraizamento (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Outro fator externo e que pode afetar o enraizamento de estacas é o substrato. Um bom substrato de enraizamento deve, ao mesmo tempo, permitir adequadas condições de enraizamento e crescimento das mudas. Assim, sua escolha depende de suas características físico-químicas e do comportamento da espécie empregada. Assim, o substrato ideal deve apresentar uniformidade em sua composição, baixa densidade, estabilidade volumétrica e granulométrica, boa porosidade, elevada capacidade de troca catiônica, boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, isenção de pragas, além de ser de fácil preparo e de baixo custo. A maioria dos substratos usados atualmente é a base de casca de arroz carbonizada, composto de casca de eucalipto ou de pinus, misturados com vermiculita, em diferentes proporções (ALFENAS et al., 2004). Não há consenso quanto o melhor, sendo recomendável testar nas condições ambientais e com a espécie a ser propagada (XAVIER; WENDLING; SILVA, 2009).

Stumpf, Grolli e Sczepanski (2001) avaliaram os substratos vermiculita e casca de arroz no enraizamento de tuia-maçã (*Chamaecyparis lawsoniana*) e encontraram maior rendimento em número de raízes e de matéria seca usando vermiculita, que proporciona elevada porosidade e maior retenção de água que o outro substrato testado pelos autores.

Vermiculita é um mineral micáceo, que se expande quando aquecida. Quando expandida, a vermiculita é muito leve em peso (90 a 150 kg m⁻³). Neutra, com boas

propriedades tamponantes e insolúvel em água. É capaz de absorver grandes quantidades de água (40 a 54 litros m^{-3}). Possui uma capacidade de troca de cátions relativamente alta e, portanto, pode conter nutrientes em reserva para a liberação, como magnésio e potássio, mas são necessárias quantidades adicionais de fontes de outros fertilizantes (HARTMANN et al., 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local do Experimento

O experimento foi conduzido no Viveiro Experimental de Plantas Ornamentais e Florestais da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, situado a 21° 14' 05" S e 48° 17' 09" W.

3.2. Plantas Matrizes e Obtenção das Estacas

As plantas matrizes foram constituídas de mudas de origem seminal. As sementes para formação das mudas que originaram as estacas foram procedentes da Aldeia de Tiakane, Burkina Faso (África), coordenadas: 11° 11' 10" N e 1° 12' 14" W. As mudas foram produzidas no Viveiro São Gabriel, na cidade de Monte Alto (SP). Os recipientes usados na formação da muda foram tubetes de plástico, com volume de 120 cm³, contendo substrato Plantmax® (composição média: 60% de casca de pinus, 15% de vermiculita granulometria fina, 15% granulometria superfina e 10% de húmus) sendo incorporado ao substrato, de cada tubete, 1,2 g de Osmocote Plus® (adubo de liberação lenta à base de NPK 15-09-12 com 1,0% Mg; 2,3% S; 0,012% B; 0,05% Cu; 0,45% Fe, 0,06% Mn, 0,02% Mo, 0,05% Zn).

As mudas tinham 80 dias de idade quando foram obtidas as estacas. O material vegetal básico foi constituído de estacas coletadas de 540 mudas de origem seminal. De cada uma das 540 mudas foi coletada uma estaca do ramo apical. Para o método de imersão lenta as estacas foram coletadas às 18 h do dia 24/01/2012 e para o método de imersão rápida às 6 h do dia 25/01/12. No preparo da estaca, foi descartado o primeiro par de folhas do ápice para evitar desidratação e mantidas três folhas inteiras subsequentes. As estacas apresentavam, em média, 4 mm de diâmetro de caule, 8 cm de comprimento e três folhas inteiras com área foliar de 48 cm². A base da estaca foi cortada em bisel, logo abaixo da gema, para aumentar a superfície de contato com as concentrações de ácido indolbutírico (AIB).

3.3. Tratamentos das Estacas e Delineamento Experimental

As bases das estacas foram tratadas pelo método de imersão rápida (IR), durante cinco segundos, em solução hidroalcoólica (50% de etanol) nas seguintes concentrações de AIB: 0, 3000, 6000, 9000 e 12000 mg L⁻¹ e pelo método de imersão lenta (IL), por 12 horas, em solução de etanol a 5% nas seguintes concentrações de AIB: 0, 100, 200, 400 mg L⁻¹. Após o período dos tratamentos, as bases das estacas foram lavadas em água corrente e foram transferidas para bandejas de plástico, com dimensões internas de 49,5 cm de comprimento x 30,5 cm de largura x 11 cm de profundidade contendo 9,5 litros de vermiculita expandida textura média, inseridas a 3 cm de profundidade e no espaçamento de 8 cm x 8 cm.

O delineamento usado foi o inteiramente casualizado, com um total de nove tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi constituída por doze estacas.

3.4. Ambiente de Enraizamento e Avaliações

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob tela, com 50% de redução de luz solar. As estacas foram mantidas sob nebulização durante 20 segundos em intervalos de 40 segundos. Foi instalado um termo-higrômetro no interior da casa de vegetação (Figura 2).



Figura 2. Ambiente de enraizamento de estacas. Jaboticabal. 2012.

As médias das temperaturas mínimas e máximas durante todo o período do experimento foram de 17 °C (noite) e 35 °C (dia), respectivamente. As médias das

umidades relativas do ar mínimas e máximas foram de 45% e 95%, respectivamente.

Aos 45 dias da estaquia, foram feitas avaliações não destrutivas de porcentagem de sobrevivência, porcentagem de estacas enraizadas, comprimento total de raízes adventícias por estaca, número de raízes adventícias por estaca.

3.5. Formação das Mudanças e Avaliações

Após as avaliações, as estacas que enraizaram foram transferidas para vasos de plástico contendo 1500 cm³ de substrato Plantmax®. Em cada vaso foi adicionado 15 g de Osmocote Plus® e levados para a área de crescimento com redução de 30% de luz, onde permaneceram por 120 dias adicionais. As mudas foram mantidas sob irrigação por microaspersão por 15 minutos em intervalos de 45 minutos (Figura 3). Aos 165 dias do experimento, foram feitas as avaliações de porcentagem de sobrevivência, altura das brotações e porcentagem de plantas com brotações.



Figura 3. Ambiente de formação das mudas de mogno-africano, após 45 dias da estaquia. Redução de 30% da luz solar. Jaboticabal. 2012.

3.6. Análises Estatísticas

Para as análises estatísticas, foram considerados dois fatores: formas de aplicação (imersão lenta e imersão rápida) e concentrações de AIB dentro de cada forma de aplicação, em esquema hierárquico. Os efeitos das concentrações dentro

de cada forma de aplicação, nas características avaliadas, foram estudados por análise de regressão polinomial.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Sobrevivência das Estacas

A porcentagem de sobrevivência das estacas foi de 100% aos 45 dias da estaquia, não havendo, portanto, efeitos dos tratamentos nesta variável. Isto se justifica, entre vários fatores, à presença de três folhas inteiras nas estacas, que por serem fontes de carboidratos, forneceram energia suficiente para sua manutenção (ALFENAS et al., 2004).

Ferriani et al. (2008), trabalhando com enraizamento de estacas de vassourão-branco (*Piptocarpha angustifolia* Dusén), uma espécie nativa arbórea, observaram que houve mortalidade geral das estacas no inverno, sendo registrada a queda maciça de folhas e necrose das bases das estacas, sugerindo que a manutenção das folhas pode contribuir como aparato fotossintético necessário à iniciação radicial.

Estacas caulinares herbáceas sem folhas de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) apresentaram elevada mortalidade e ausência de enraizamento na primavera e no outono. A ausência de folhas pode ter contribuído para esses resultados negativos, uma vez que as folhas são fontes de fotoassimilados, auxinas e fonte de cofatores de enraizamento (BETANIN; NIEWNOW, 2010).

Ky-dembele et al. (2011), estudando enraizamento de estacas de *K. senegalensis* provenientes de mudas de um ano de idade, mostraram que, em estacas sem folhas, a mortalidade foi maior do que as com folhas. Esse trabalho mostra que a presença de folhas é fundamental para a propagação da espécie. O mesmo foi observado no enraizamento de estacas semi-lenhosas do porta-enxerto de videira IAC 572-Jales (FARIA et al., 2007).

A alta porcentagem de sobrevivência das estacas na casa de vegetação também pode estar ligada as condições ambientais, as quais são controladas de modo a garantir a manutenção da sobrevivência dos propágulos vegetativos para formação das raízes (Wendling e Xavier, 2005).

4.2. Enraizamento das Estacas

Aos 45 dias da estaquia, a porcentagem média de estacas enraizadas foi de 95,74%. Essa boa porcentagem de enraizamento, provavelmente, deve-se à presença de três folhas inteiras (48 cm² de área foliar) nas estacas. Segundo Hartmann et al. (2002), as folhas exercem grande estímulo à iniciação de raízes. Este efeito está relacionado à translocação de carboidratos para a base da estaca, além de auxina e outros cofatores importantes para o enraizamento.

Ky-Dembele et al. (2011) verificaram que o enraizamento de estacas de *K. senegalensis* provenientes de mudas com um ano de idade variou em função da área foliar. No tratamento com 22-28 cm² de área foliar, houve 80% de enraizamento e nos tratamentos de 12-16 cm² e de 6-8 cm² de área foliar, o enraizamento foi, respectivamente, de 50% e 57%, sugerindo que a área foliar deve ser superior a 22 cm².

Outro fator que contribuiu para a boa porcentagem de enraizamento foi a idade das mudas (80 dias) das quais foram obtidas as estacas, que conferiram características juvenis aos propágulos. O sucesso obtido na porcentagem de enraizamento pode ser atribuído também às características juvenis da planta matriz. Com a passagem da fase juvenil para a fase adulta de uma planta, muitas mudanças ocorrem, sendo as principais relacionadas ao hábito de crescimento, a forma e retenção das folhas, a anatomia foliar e caulinar, a capacidade de enraizamento e ao vigor de crescimento (WENDLING; XAVIER, 2001). Dentre os fatores que afetam a formação de raízes em estacas, a idade da planta matriz é de extrema importância para o enraizamento. Estacas provenientes de plantas jovens enraizam com mais facilidade e esse fato está relacionado com o maior número de cofatores do enraizamento e menor conteúdo de inibidores (FACHINELLO et al., 2005).

Ky-Dembele et al. (2011) avaliaram os efeitos da maturação da planta matriz e concentrações de AIB pelo método de imersão rápida (0, 2500, 5000, 10000 mg L⁻¹) em quatro tipos de plantas matrizes de *K. senegalensis*: brotações de mudas de três meses de idade, brotações de 5 meses de árvores antigas podadas (100 anos) e brotações das copas de árvores de 15 e 5 anos de idade. Estacas provenientes de mudas enraizaram significativamente melhor (99%) do que estacas de brotações

de árvores 100 anos podadas (11%) e brotos das copas de 5 e 15 anos (2%). Os autores concluíram que a maturação das plantas matrizes afeta a propagação vegetativa de *K. senegalensis*.

Alcantara et al. (2007) avaliaram o efeito da idade da muda no enraizamento de *Pinus taeda*, usando estacas de 60, 90, 120 e 150 dias. A maior porcentagem de enraizamento (85%) foi o das estacas mais jovens (60 dias), enquanto as estacas mais velhas apresentaram índices de formação de raízes de 33,75%; 8,75% e 17,50%, respectivamente. Segundo os autores, o maior enraizamento das mudas mais jovens, de *P. taeda*, está relacionado com o balanço adequado entre os diferentes reguladores vegetais, facilitando, assim, o processo de iniciação radicial.

Os efeitos das formas e concentrações de aplicações de ácido indolbutírico na porcentagem de enraizamento, número de raízes e comprimento total de raízes são apresentados nas Tabelas 1, 2 e 3.

As estacas que tiveram suas bases tratadas pelo método de imersão rápida obtiveram melhores resultados de porcentagem de enraizamento em comparação às estacas tratadas pelo método de imersão lenta (Tabela 1).

Tabela 1. Média e resumo das análises de variância dos dados de porcentagem de enraizamento (ENR), número de raízes adventícias por estaca (NR) e comprimento total de raízes adventícias por estaca (CTR) de *Khaya senegalensis* aos 45 dias da estaquia, em função das formas de aplicação e concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Jaboticabal. 2012.

causas de variação	Médias		
	ENR (%)	NR	CTR (cm)
Imersão Rápida	98,33a	5,96a	57,24a
Imersão Lenta	92,50b	6,41a	53,09a
	Teste F		
	ENR (%)	NR	CTR (cm)
Formas de Imersão	9,80**	2,05 ^{ns}	2,07 ^{ns}
[AIB]/Imersão Rápida	0,54 ^{ns}	3,68*	2,12 ^{ns}
[AIB]/Imersão Lenta	1,56 ^{ns}	8,37**	5,42**
Coefficiente variação (%)	6,49	17,05	17,37

Em que: (a,b) = Na mesma coluna, médias acompanhadas de mesma letra, não diferem entre si ($P > 0,05$); (^{ns}) = Não significativo; (* e **) = Significativos, respectivamente ($P < 0,05$) e ($P < 0,01$).

Tabela 2. Médias e resumo das análises de regressões dos dados de porcentagem de enraizamento (ENR), número de raízes adventícias por estaca (NR) e comprimento total de raízes adventícias por estaca (CTR) de *Khaya senegalensis* aos 45 dias da estaquia, em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB) aplicadas pelo método de imersão rápida. Jaboticabal. 2012.

Concentrações de AIB mgL ⁻¹	Médias		
	ENR (%)	NR	CTR (cm)
0	100,00	6,28	63,87
3000	98,33	6,96	63,78
6000	95,00	4,89	50,93
9000	98,33	5,15	51,92
12000	100,00	6,53	55,70
Causas de Variação	Teste F		
	ENR (%)	NR	CTR (cm)
Regressão Linear	0,00 ^{ns}	0,78 ^{ns}	4,29 [*]
Regressão Quadrática	1,64 ^{ns}	4,56 [*]	1,80 ^{ns}
Regressão Cúbica	0,00 ^{ns}	6,82 [*]	1,30 ^{ns}

Em que: (^{ns}) = Não significativo; (*) = Significativo(P<0,05).

Tabela 3. Médias e resumo das análises de regressões dos dados de porcentagem de enraizamento (ENR), número de raízes adventícias por estaca (NR) e comprimento total de raízes adventícias por estaca (CTR) de *Khaya senegalensis* aos 45 dias da estaquia, em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB) aplicadas pelo método de imersão lenta. Jaboticabal. 2012.

Concentrações de AIB mgL ⁻¹	Médias		
	ENR (%)	NR	CTR (cm)
0	91,67	5,27	41,43
100	88,33	5,54	51,65
200	96,67	6,57	53,41
400	93,33	8,27	65,86
Causas de Variação	Teste F		
	ENR (%)	NR	CTR (cm)
Regressão Linear	0,83 ^{ns}	24,48 ^{**}	15,61 ^{**}
Regressão Quadrática	0,28 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Regressão Cúbica	3,57 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,58 ^{ns}

Em que: (^{ns}) = Não significativo; (**) = Significativo(P<0,01).

Não houve efeito das concentrações de AIB na porcentagem de enraizamento das estacas tratadas pelo método de imersão rápida (Tabela 2). A Figura 4 ilustra as estacas enraizadas, de uma parcela aos 45 dias, referente ao tratamento de imersão rápida sem o uso de AIB. No tratamento em imersão lenta, a quantidade do fitorregulador absorvida depende das condições ambientais que circundam o local do tratamento, do tipo de estaca e da espécie (FACHINELLO et al., 2005). Devido ao longo tempo do tratamento, os resultados são variáveis com as mudanças do ambiente (HARTMANN et al., 2002). Valeri et al. (2012), estudando o enraizamento de estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*) em hidroponia, obtiveram melhores resultados pelo método da imersão lenta (39%) do que imersão rápida (16%).



Figura 4. Estacas de *Khaya senegalensis* enraizadas aos 45 dias da estaquia do tratamento de imersão rápida sem o uso de ácido indolbutírico. Jaboticabal. 2012.

Tofanelli, Rodrigues e Ono (2003) concluíram que o método de imersão rápida proporcionou os melhores resultados de enraizamento de estacas semilenhosas das cultivares de pessegueiro estudadas. Uma das explicações, segundo os autores, pode ser o efeito do ambiente durante o tratamento de imersão lenta, pois a ausência de um sistema de nebulização, por exemplo, pode ter favorecido a absorção excessiva das soluções de AIB pelas mesmas que, em vez do regulador estimular, inibiu o enraizamento.

Não houve diferenças significativas entre as formas de imersão para a característica número de raízes por estaca (Tabela 1).

No método de imersão rápida, houve uma oscilação do número de raízes em função das doses crescentes de AIB, que foi melhor ajustadas por equação de

terceiro grau (Tabela 2). Essa oscilação é resultado das pequenas diferenças entre as médias, que variou de 4,89 a 6,96 e que se aproxima de uma reta com média de 5,96 raízes adventícias por estaca.

Ky-Dembele et al. (2011), usando o método de imersão rápida com AIB (0, 2500, 5000 e 10000 mg L⁻¹) em estacas de *K. senegalensis*, verificaram que para estacas provenientes de brotações de árvores de 100 anos, a aplicação de altas doses de auxina aumentou o número de raízes secundárias. Entretanto, para as estacas provenientes de mudas de três meses, a aplicação de auxina não influenciou o número de raízes por estaca.

Os resultados encontrados, em imersão rápida, podem ser explicados pela juvenildade do material vegetal, que possui balanço hormonal endógeno favorável ao enraizamento. Este material pode sofrer respostas negativas às aplicações exógenas de reguladores vegetais (SOUZA JÚNIOR; QUOIRIN; WENDLING, 2008).

O aumento da concentração de AIB, via imersão lenta, aumentou linearmente o número de raízes por estaca (Tabela 3 e Figura 5).

Da mesma forma, Vale et al. (2008), estudando as concentrações de AIB de 0, 100, 200 e 300 mg L⁻¹, em estacas de goiabeira, cultivar paluma, verificaram que o aumento nas doses de AIB favoreceu o aumento do número de raízes de maneira linear. O mesmo foi observado em estacas de alecrim-do-campo (*Lippia alba*), quando tratadas pelo método de imersão lenta, sendo que as maiores concentrações (500 e 1000 mg L⁻¹ de AIB) proporcionaram maior número médio de raízes por estaca (PINTO; FRANCO, 2009).

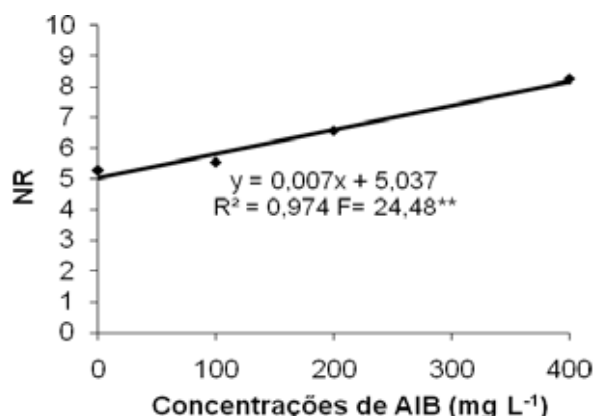


Figura 5. Número de raízes adventícias por estaca (NR) de *Khaya senegalensis* em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB) aos 45 dias da estaquia após o tratamento em imersão lenta.

Nas estacas que tiveram suas bases tratadas pelo método de imersão rápida, houve um decréscimo linear do comprimento total de raízes com o aumento das concentrações de AIB (Tabela 2 e Figura 6). Souza Júnior, Quoirin e Wendling (2008), avaliando enraizamento de miniestaca de *Grevillea robusta* a partir de propágulos juvenis, concluíram que o comprimento total de raízes sofreu efeito negativo do AIB aplicado em concentrações superiores a 2000 mg L⁻¹. A aplicação exógena do regulador vegetal AIB pode estimular a iniciação de raízes na propagação vegetativa, mas pode ser tóxico em certas estacas herbáceas (HARTMANN, 2002).

Ky-Dembele et al. (2011), usando o método de imersão rápida com AIB (0, 2500, 5000 e 10000 mg L⁻¹) em estacas de *K. senegalensis* observaram que o comprimento da maior raiz não diferiu entre estacas provenientes de mudas de três meses e das provenientes de brotações após poda de árvores de 100 anos de idade, porém o comprimento da maior raiz desses dois tipos de estaca foi maior do que o das estacas provenientes de árvores de cinco anos de idade. Esses resultados mostram que propágulos juvenis, incluindo brotações após poda de árvores de 100 anos, favorecem o crescimento das raízes de *K. senegalensis*.

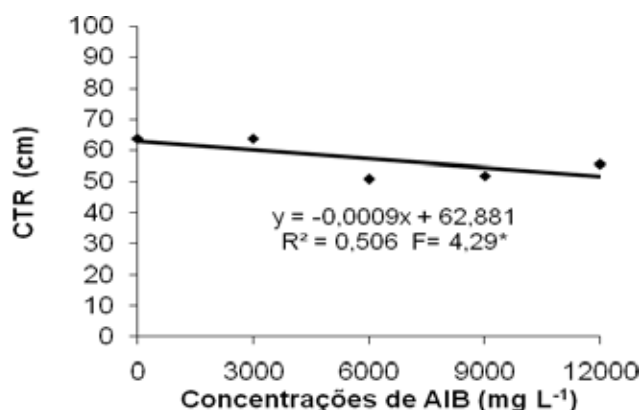


Figura 6. Comprimento total de raízes adventícias por estaca (CTR) de *Khaya senegalensis* em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB) aos 45 dias da estaquia após o tratamento em imersão rápida.

Nas estacas que tiveram suas bases tratadas pelo método de imersão lenta, houve um acréscimo linear do comprimento total de raízes com o aumento das concentrações de AIB (Tabela 3 e Figura 7).

Tonietto, Fortes e Silva (2001), estudando miniestacas de duas cultivares de ameixeira (Reubennel e Puma 7), concluíram que o AIB aumenta o enraizamento, o número e comprimento de raízes das duas cultivares. Possivelmente, o que ocorreu segundo os autores, é que com a indução e provável antecipação da formação de raízes com o uso do AIB, houve um período maior para o crescimento das raízes dentro do substrato, tendo assim o AIB um efeito indireto sobre o comprimento de raiz.

Para pau-de-leite (*Sapium glandulatum*), as variáveis comprimento total de raízes e comprimento da maior raiz aumentaram conforme o incremento das concentrações de AIB, indicando que maiores concentrações do regulador promoveram antecipação de emissão de raízes, que pode ser constatado nas características comprimento total de raízes e comprimento da maior raiz (CUNHA; WENDLING; SOUZA JÚNIOR, 2004).

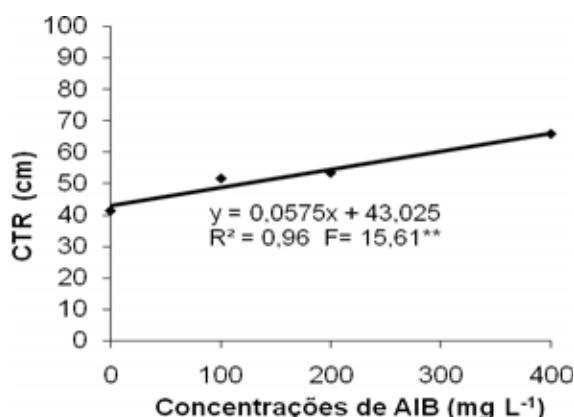


Figura 7. Comprimento total de raízes adventícias por estaca (CTR) de *Khaya senegalensis* em função das concentrações de ácido indolbutírico (AIB) aos 45 dias da estaquia após o tratamento em imersão lenta.

4.3. Produção das Mudras

A porcentagem de sobrevivência das mudras foi de 100% aos 165 dias da estaquia (Figura 8). Não houve efeito dos tratamentos na porcentagem de sobrevivência das plantas. Assim como na fase de enraizamento, também na fase de formação de mudras, um dos fatores que podem ter contribuído para as altas taxas de sobrevivência, além da presença de folhas que são fontes de carboidratos e auxinas, foram as ótimas condições de temperatura, umidade e manejo que as

plantas foram submetidas. Xavier et al. (2003) atribuíram a manutenção da sobrevivência dos propágulos vegetativos de cedro-rosa à correta adequação do controle do ambiente na casa de vegetação. Wendling e Xavier (2003) relacionaram as altas taxas de sobrevivência, obtidas no seu experimento, às boas condições ambientais aos quais os propágulos foram submetidos, aliado ao potencial genético favorável dos clones de *Eucalyptus* na propagação vegetativa.

Para melhorar a propagação de plantas, é importante não apenas gerenciar o ambiente durante a propagação, como também o sombreamento e a rustificação para assegurar o crescimento e a sobrevivência de plantas enraizadas após a propagação (HARTMANN et al., 2002).



Figura 8. Mudas de *Khaya senegalensis* aos 165 dias da estaquia. Jaboticabal. 2012.

Não houve diferença entre os métodos de imersão com relação à característica porcentagem de plantas com brotações (Tabela 4). Mesmo com o estudo de regressão não foi encontrado efeito das concentrações de AIB em ambos os métodos para essa característica.

Dias et al. (2011), estudando estacas de cerejeira (*Prunus serrulata*), verificaram que concentrações de AIB de 0, 1000 e 2000 mg L⁻¹, não influenciaram a porcentagem de plantas com brotações. Em umezeiro (*Prunus mume*), uma frutífera arbórea japonesa, concentrações de 0 e 2000 mg L⁻¹ também não influenciaram na porcentagem de plantas com brotações (MAYER; PEREIRA; NACHTIGAL, 2001).

Tabela 4. Porcentagem de plantas com brotações e altura das brotações das mudas de *Khaya senegalensis* aos 165 dias da estaquia, em função das formas de aplicação e concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Médias e resumo das análises de variância. Jaboticabal. 2012.

causas de variação	Médias	
	% de plantas com brotações	Altura da brotação (cm)
Imersão Rápida	96,94a	8,04a
Imersão Lenta	95,88a	6,47b
Teste F		
	% de plantas com brotações	Altura da brotação (cm)
Formas de Imersão	0,44 ^{ns}	8,02 ^{**}
[AIB]/Imersão Rápida	0,89 ^{ns}	0,36 ^{ns}
[AIB]/Imersão Lenta	0,52 ^{ns}	0,73 ^{ns}
Coefficiente variação (%)	5,45	25,27

Em que: (a,b) = Na mesma coluna, médias acompanhadas de mesma letra não diferem entre si ($P > 0,05$); (^{ns}) = Não significativo; (^{**}) = Significativo ($P < 0,01$).

O método de imersão rápida promoveu maior crescimento em altura das brotações em relação ao método da imersão lenta (Tabela 4). Para essa variável, o estudo de regressão mostrou que não houve efeito das concentrações de AIB de ambos os métodos.

Para a espécie pau-de-leite (*Sapium glandulatum*), as alturas das brotações emitidas das estacas enraizadas, não diferiram com as doses de AIB utilizadas (CUNHA; WENDLING; SOUZA JÚNIOR, 2004). Na produção de mudas de *Eucalyptus grandis*, as doses de AIB usadas não tiveram influência no crescimento das mudas (TITON et al., 2003). Porém, essa característica pode ser explicada pelo fato da altura ser uma característica facilmente modificada em razão do manejo adotado na produção das mudas (CARNEIRO, 1995).

Pio et al. (2008), analisando o enraizamento de estacas apicais de figueira (*Ficus carica* L.), verificaram que os ganhos promovidos pelo uso de AIB, na qualidade do sistema radicular e da parte aérea em mudas obtidas de estacas apicais de figueira, não promoveram melhorias no desenvolvimento inicial das plantas. Nota-se que, mesmo podendo haver diferenças na fase de enraizamento no momento da iniciação da promoção radicular, essas diferenças são amenizadas posteriormente no desenvolvimento das mudas no campo.

O método de imersão rápida, em comparação ao método de imersão lenta, proporcionou os melhores resultados de porcentagem de enraizamento e altura das brotações. Não houve diferença entre os métodos nas características de porcentagem de sobrevivência das estacas, comprimento total de raízes por estaca, número de raízes por estaca, porcentagem de sobrevivência das mudas e porcentagem de plantas com brotações. No método de imersão rápida, não houve favorecimento efetivo da indução radicial pelas concentrações de AIB estudadas.

Plantas que enraizam facilmente podem justificar a não necessidade do uso de auxinas. O melhor uso de auxinas é com espécies de moderado a difícil enraizamento. Embora o tratamento de estacas com auxinas seja útil para a propagação de plantas, e pode aumentar o tempo e a eficiência da produção, o tamanho final e vigor de tais plantas tratadas não é maior do que a obtida com as plantas não tratadas (HARTMANN et al., 2002).

A metodologia de estaquia adotada sem o uso de AIB é viável para a produção de mudas da espécie, visto a dificuldade de importação das sementes de origem africana e da inexistência de áreas e pomares de sementes no Brasil (PINHEIRO et al., 2011), bem como o longo tempo para produção de sementes das árvores matrizes (JOKER; GAMÉNÉ, 2012).

5. CONCLUSÃO

A produção de mudas de *Khaya senegalensis* pode ser obtida pela estaquia de ramos provenientes de mudas de origem seminal, sem o uso de AIB.

6. REFERÊNCIAS

ALCANTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S. Efeito da idade da muda e da estação do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L.. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 399-404, 2007. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622007000300005>>.

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: Editora UFV, 2004. p. 30, 41, 43, 86-87, 104.

BASTOS, D. C. **Efeito da época de coleta, estágio do ramo e do tratamento com IBA no enraizamento de estacas de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.)**. 2002. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

BETANIN, L.; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, 2010.

BLAZICH, F. A. Chemical and formulations used to promote adventitious rooting. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland, Oregon: Dioscorides Press, 1988. cap. 10, p. 132-149.

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

CUNHA, A. C. M. C. M. da; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Influência da concentração do regulador de crescimento para enraizamento aib na formação de mudas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax por estaquia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 49, p. 17-29, 2004.

DIAS, M. M.; CHALFUN, N. N. J.; COELHO, S. J.; SANTOS V. A. dos. Meios de diluição e concentrações de ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de cerejeira ornamental. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 5, n. 4, p. 39-43, 2011.

DUARTE, O. R.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS FILHO, B. G. Multiplicação da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.) através de estacas semilenhosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 3, p. 513-516, 1992.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2005. p. 44-48

FARIA, A. P.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V.; SACHS, P. J. D.; CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K. Enraizamento de estacas

semilenhosas do porta-enxerto de videira 'IAC 572-Jales' tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: ciências agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 393-398, 2007.

FERRIANI, A. P.; MAYER, J. L. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; KOEHLER, H. S.; CESCHMAPS, C.; CARPANEZZI, A. A.; OLIVEIRA, M. C. Estaquia e anatomia de vassourão-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 159-166, 2008.

GONTIJO, T. C. A.; RAMOS, J. D.; MENDONÇA, V.; PIO, R.; ARAÚJO NETO, S. E.; CORRÊA, F. L. O. Enraizamento de diferentes tipos de estacas de aceroleira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 290-292, 2003.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. p. 41, 45, 75, 85, 282, 284, 292-293, 294, 307, 310, 313, 326-327, 345, 349, 367-369, 371.

JOKER, D.; GAMÉNÉ, S. *Khaya senegalensis*. Humlebaek: Danida Forest Seed Centre, (Seed Leaflet, 66). Disponível em: < http://curis.ku.dk/portal-life/files/20648230/khayasenegalensis_int.pdf>. Acesso em: 20 out. 2012.

KY-DEMBELE, C.; TIGABU, M.; BAYALA, J.; SAVADOGO, P.; BOUSSIM, I. J.; ODÉN, P. C.; Clonal propagation of *Khaya senegalensis*: the effects of stem length, leaf area, auxins, smoke solution, and stockplant age. **International Journal of Forestry Research**, New York, v. 2011, 2011. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1155/2011/281269>>.

LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas- possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Rossdorf: TZ – Verl-Ges. (GTZ), 1990. p. 297 ou 299-300.

MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Propagação do umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 673-676, 2001.

MOE, R.; ANDERSEN, A. S. Stock plant environment and subsequent adventitious rooting. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland, Oregon: Dioscorides Press, 1988. cap. 16, p. 214-234.

NIKIEMA, A.; PASTERNAK, D. *Khaya senegalensis* (Desr.) A.Juss. Wageningen, Netherlands, 2008. Prota 7(1): timbers/bois d'oeuvre.1 CD-ROM.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. p. 1-2, 4, 24.

PINHEIRO, A. L.; COUTO, L.; PINHEIRO, D. T.; BRUNETTA, J. M. F. **Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilização dos mognos-africanos (*Khaya* spp.)**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura, 2011. p. 12, 25, 64, 69, 72, 73, 98.

PINTO, F. A.; FRANCO, E. T. H. Propagação vegetativa de *Lippia alba* (Mill.) N. E. Brown, (Verbenaceae). **Caderno de Pesquisa Série Biológica**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 2, p. 61-75, 2009.

PITA JÚNIOR, J. L. **Propagação do rambutanzeiro (*Nephelium lappaceum* L.)**. 2010. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J.; CHAGAS, E. A.; DALASTRA, I. M.; CAMPAGNOLO, M. A.; CHALFUN, M. Z. H. Enraizamento de estacas apicais de figueira e desenvolvimento inicial das plantas no campo, **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 147-152, 2008.

SOUZA JÚNIOR, L.; QUOIRIN, M.; WENDLING, I. Miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. a partir de propágulos juvenis. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 4, p. 455-460, 2008.

STUMPF, E. R. T.; GROLLI, P. R.; SCZEPANSKI, P. H. G. Efeito do ácido indolbutírico, substrato e tipo de estaca no enraizamento de *Chamaecyparis lawsoniana* Parl. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 7, n. 2, p. 101-105, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 382, 476.

TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. dos. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2003.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Método de aplicação do ácido indolbutírico na estaquia de cultivares de pessegueiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 5, p. 1031-1037, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542003000500009>>.

TONIETTO, A.; FORTES, G. R. L.; SILVA, J. B. Enraizamento de miniestacas de ameixeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 643-646, 2001.

VALE, M. R. do; CHALFUN, N. N. J.; MENDONÇA, V.; MIRANDA, C. S. de; COELHO, G. V. A. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 69-74, 2008.

VALERI, S. V.; SÁ, A. F. L. de; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C. Enraizamento de estacas de *Caesalpinia echinata* Lam. em hidroponia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 241-250, 2012.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.4, p. 475-480, 2003.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do ácido indolbutírico e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.6, p. 921-930, 2005. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622005000600011>>

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa, MG: Editora UFV, 2009. p. 13, 36, 90-92,108, 113.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 2, 2003. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622003000200003>>.