



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

BRUNA TOMAZ SANT'ANA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE SAPUCAIAS
POR ESTAQUIA E MINIESTAQUIA**

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2017

BRUNA TOMAZ SANT'ANA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE SAPUCAIAS
POR ESTAQUIA E MINIESTAQUIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais, na Área de Concentração Ciências Florestais.
Orientadora: Prof^a. Dra. Elzimar de Oliveira Gonçalves
Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre.

JERÔNIMO MONTEIRO - ES

2017

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, José Augusto Sant'Ana e Vânia Maria Silveira Tomaz, que sempre me incentivaram a estudar com todas as dificuldades e por todos os seus dias de luta no campo para tornar esse sonho possível. Dedico a vocês, Pai e Mãe, o mérito dessa conquista!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à Deus por me iluminar e me dar forças pra cumprir essa etapa de minha vida.

Aos meus pais, José Augusto e Vânia Maria e aos irmãos Cíntia Sant'Ana e Pedro Augusto, por todo apoio e amor incondicional.

À Universidade Federal de Espírito Santo e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais (PPGCFL), pela realização do curso.

À FIBRIA e à Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Às colegas Vanessa Pimentel, Marciana Christo, Thaís Felletti e Cristina Valory, pela ajuda na montagem de experimentos e aos colegas William Delarmelina e Eduardo Araújo pelo auxílio durante a escrita da dissertação.

Aos amigos Agenor Waldir e Otávio Paiva que tiveram participação fundamental durante a construção da casa de vegetação.

À Maria Christina Junger Delôgo Dardengo por sempre me acompanhar no decorrer da minha caminhada, me auxiliando sempre que preciso e pelo incentivo.

Ao coorientador Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre por toda ajuda e por sempre somar com ideias e formas de solucionar problemas.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Deborah Guerra Barroso (UENF) e ao Dr. Rafael Marian Callegaro, por aceitarem o convite de participação.

Por fim agradeço imensamente à Professora e orientadora Dra. Elzimar de Oliveira Gonçalves, pelo voto de confiança depositado em mim desde o início e por ter feito parte da conquista do doutorado.

A todos que contribuíram direta e indiretamente para a realização desse trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

SANTANA, Bruna Tomaz. Propagação vegetativa de sapucaias por estaquia e miniestaquia. 2017. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Orientadora: Prof^a. Dra. Elzimar de Oliveira Gonçalves. Coorientador: Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre.

A sapucaia e a sapucaia-mirim são espécies nativas brasileiras, que possuem baixa ocorrência nas matas, em virtude do desmatamento para uso de suas madeiras, e por servir como fonte de alimento para animais, além da rápida perda de viabilidade de suas sementes, o que dificulta a propagação sexuada. Logo, a propagação vegetativa é uma opção para produzir mudas dessas espécies, pela possibilidade de uso de partes da planta, como material para a produção das mudas. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho analisar a técnica de estaquia, miniestaquia e de revigoração, para promoção de enraizamento, com aplicação de diferentes concentrações de AIB. A pesquisa foi dividida em quatro experimentos. Experimento I: Foram utilizadas mudas de *Lecythis pisonis* com idade de dois anos e confeccionadas três tipos de estacas (apical, intermediária e ramificações), com tamanho aproximado de 8 cm e com um par de folhas reduzidas à metade, arranjadas em um esquema fatorial 3 x 4 (três tipos de estacas e quatro concentrações de AIB), com quatro repetições e 10 estacas por parcela. Experimento II: O material propagativo foi retirado de árvores matrizes com idade de seis anos. Experimento III: Mudas de dois anos de idade, passaram pelo processo de revigoração por poda do ápice, sendo que após 32 dias, as brotações foram coletadas e estaqueadas. O delineamento experimental adotado para os experimentos II e III foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos, constituídos de quatro repetições com 10 estacas cada. Para os Experimentos I, II e III, as bases das estacas foram imersas nas concentrações de 0, 1500, 3000 e 6000 mg L⁻¹ de AIB e estaqueadas em tubetes de 55 cm³ preenchidos com vermiculita expandida. Experimento IV: Formação de minijardim clonal, a partir de mudas propagadas por sementes de *Lecythis lanceolata*. As miniestacas tiveram suas bases imersas em soluções de AIB (0, 2000, 4000 e 8000 mg L⁻¹) por dez

segundos, e foram estaqueadas em tubetes de 55 cm³ com vermiculita expandida. Utilizou-se esquema fatorial 2 x 4 (duas épocas de coleta e quatro concentrações de AIB), com quatro repetições e 10 miniestacas por parcela. Aos 75 dias, as estacas e miniestacas foram avaliados quanto a sobrevivência, presença de calos e enraizamento. Os resultados mostraram que o as concentrações de AIB não implicaram em enraizamento no processo de estaquia das mudas de dois anos e das árvores de *Lecythis pisonis*. em estado de transição através da técnica de revigoramento e a aplicação de 1500 mg L⁻¹ de AIB para a espécie *Lechthis pisonis* ocorreu enraizamento adventício de estacas. O enraizamento de miniestacas de *Lecythis lanceolata* é favorecido sem a utilização do ácido indolbutírico e a técnica de miniestaquia indica a viabilidade do sistema para produção contínua de propágulos, visando à produção de mudas.

Palavras-chave: *Lecythis pisonis*, *Lecythis lanceolata*, ácido indolbutírico, enraizamento.

ABSTRACT

SANTANA, Bruna Tomaz. **Vegetative propagation of sapucaias by cutting and minicutting**. 2017. Dissertation (Master of Forest Science) – Federal University of Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, ES. Advisor: Prof^a. Dra. Elzimar de Oliveira Gonçalves. Co-adviser: Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre.

The sapucaia and sapucaia-mirim are native Brazilian species, which have low occurrence in the forests, due to deforestation to use their timber, and for serving as a source of animal feed, in addition to the rapid loss of viability of their seeds, which hampers sexual propagation. Therefore, vegetative propagation is an option to produce seedlings of these species, by the possibility of using parts of the plant, as material for the production of seedlings. Thus, the aim of this work was to analyze the technique of cutting, minicutting and reinvigoration, to promote rooting, with application of different concentrations of IBA. Experiment I: *Lecythis pisonis* seedlings at two years old were used and three types of cuttings (apical, intermediate and branches) were made, with an approximate size of 8 cm and with a pair of leaves reduced by half, arranged in a factorial scheme 3 X 4 (three types of cuttings and four concentrations of IBA), with four replicates and 10 cuttings per plot. Experiment II: Propagative material was removed from mature trees at the age of six years. Experiment III: Two-year seedlings underwent a process of reinvigoration by pruning the apex, and after 32 days, the shoots were collected and staked. The experimental design adopted for experiments II and III was completely randomized with four treatments, consisting of four replicates with 10 stakes each. For Experiments I, II and III, the bases of the cuttings were immersed in the concentrations of 0, 1500, 3000 and 6000 mg L⁻¹ of IBA and staked in 55 cm³ filled with expanded vermiculite. Experiment IV: Formation of clonal minijardim, from seedlings propagated by *Lecythis lanceolata* seeds. The minicuttings had their bases immersed in IBA solutions (0, 2000, 4000 and 8000 mg L⁻¹) for ten seconds, and were staked in 55 cm³ tubes with expanded vermiculite. It was used factorial scheme 2 x 4 (two collection periods and four IBA concentrations) was used, with four replicates and 10 minicuttings per plot.

At 75 days, cuttings and minicuts were evaluated for survival, presence of calluses and rooting. The results showed that the IBA concentrations did not involve rooting in the cutting process of the two - year - old seedlings and the trees of *Lecythis pisonis*. In a state of transition through the technique of reinvigoration and the application of 1500 mg L⁻¹ of AIB to the species *Lecythis pisonis* occurred adventitious rooting of cuttings. *Lecythis lanceolata* minicut rooting is favored without the use of indolebutyric acid and the minicutting technique indicates the viability of the system for the continuous production of propagules, aiming the production of seedlings.

Keywords: *Lecythis pisonis*, *Lecythis lanceolata*, indolebutyric acid, rooting.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
1.1. Objetivo Geral.....	11
1.2. Objetivos Específicos	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1. <i>Lecythis pisonis</i>	12
2.2. <i>Lecythis lanceolata</i>	13
2.3. Propagação assexuada de espécies lenhosas.....	14
2.4. Propagação vegetativa por estaquia	15
2.5. Propagação vegetativa por miniestaquia.....	16
2.6. Reguladores de crescimento	17
2.7. Fatores que afetam o enraizamento.....	19
2.7.1. Fatores internos.....	19
2.7.2. Fatores externos.....	20
2.8. Revigoração vegetativo	22
3. METODOLOGIA	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1. Espécie I- <i>Lecythis Pisonis</i>	32
4.2. Espécie II- <i>Lecythis lanceolata</i>	36
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

1. INTRODUÇÃO

A sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), e a sapucaia mirim (*Lecythis lanceolata* Poir.) são espécies pertencentes à família Lecythidaceae e originárias do Brasil.

A *Lecythis pisonis* ocorre naturalmente em quase toda região Amazônica, e também nos estados do Ceará até o Rio de Janeiro na floresta pluvial da Mata Atlântica e particularmente frequente no sul da Bahia e norte do Espírito Santo (BRAGA et al., 2007). A *Lecythis lanceolata* tem ocorrência no Rio de Janeiro a Pernambuco na mata pluvial Atlântica (LORENZI, 2002).

Segundo Desquível (2010) as espécies são muito comuns na Região Cacaueira do Sul da Bahia, especialmente deixadas como árvore de sombreamento nos cacauais mais antigos.

As castanhas de sapucaias são frutos comestíveis que podem ser comparados à castanha do Brasil. Elas apresentam altos teores de lipídios e proteínas, e podem ser indicadas como fonte de energia e proteínas em dietas (CARVALHO et al., 2012).

A baixa frequência de sapucaia nas florestas ocorre devido ao tempo que a árvore demora a atingir à fase adulta, para dar início a frutificação, e, conseqüentemente, a produção das sementes. O fato dos frutos serem saborosos chama atenção de morcegos que costumam se alimentar das sementes, levando a escassez das mesmas, tornando-se uma limitação para a propagação sexuada das espécies (WICKENS, 1991).

A estaquia é considerada uma alternativa para superação das dificuldades existentes na propagação de espécies nativas, com aplicação tanto para fins comerciais, como também no resgate e conservação de recursos genéticos florestais (DIAS et al., 2012). É uma técnica que apresenta potencial de utilização em espécies lenhosas, entretanto, são escassas as informações sobre a propagação vegetativa de sapucaia por estaquia.

Em relação a técnica de miniestaquia, segundo Oliveira et al. (2016) é possível a formação de um banco de matrizes, com fornecimento de material diversificado para produção de mudas visando à conservação da espécie, além de permitir a seleção de matrizes com características fenotípicas superiores para a produção comercial.

Dessa forma, as técnicas de propagação vegetativa via estaquia e miniestaquia se constituem em opções importantes para a produção de mudas de espécies florestais nativas (DIAS et al., 2012), surgindo como alternativa para a produção de mudas de sapucaia, onde a semente é um fator limitante.

Neste contexto, objetivou-se com este trabalho analisar a capacidade de enraizamento de estacas e de miniestacas de sapucaias, submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico.

2. OBJETIVOS

1.1. Objetivo Geral

Analisar as técnicas de propagação por estaquia e miniestaquia e a influência de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de sapucaias.

1.2. Objetivos Específicos

- Verificar a viabilidade de produzir mudas pela propagação assexuada, através da técnica de estaquia e miniestaquia;
- Analisar o enraizamento de tipos de estacas e concentrações de AIB;
- Analisar o enraizamento das miniestacas obtidas de mudas de origem seminal;
- Analisar a sobrevivência das minicepas de sapucaia produzidas a partir de brotações submetidas à diferentes concentrações de AIB;
- Verificar a concentração de AIB mais adequada;
- Analisar o enraizamento de brotações epicórmicas provenientes da decepta de mudas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. *Lecythis pisonis*

A sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess), pertencente à família Lecythidaceae, é originária do Brasil e ocorre naturalmente em quase toda região Amazônica, e também nos estados do Ceará até o Rio de Janeiro na floresta pluvial da Mata Atlântica e particularmente frequente no sul da Bahia e norte do Espírito Santo (BRAGA et al., 2007). Segundo Desquível (2010) é muito comum na Região Cacaueira do Sul da Bahia, especialmente deixada como árvore de sombreamento nos cacauais mais antigos.

É conhecida popularmente como castanha-sapucaia, marmitta-de-macaco, cumbuca-de-macaco ou simplesmente "sapucaia" (CARVALHO et al., 2012). É uma árvore que pode atingir até 12 m de altura, com tronco de 15-25 cm de diâmetro quando adulta. Sua madeira pode ser usada para confecção de pequenos utensílios domésticos e agrícolas, devido ao fato da madeira possuir pequenas dimensões (LORENZI, 2008).

A produção de mudas da sapucaia se dá por sementes, sendo que estas perdem a viabilidade em poucos meses e, além disso, são procuradas como fonte de alimento e muito apreciadas pelos macacos (Rede de Sementes do Cerrado, 2007). Sua frutificação acontece de junho a setembro, com frutos grandes de até 20 cm, estes possuem casca muito dura e uma tampa que se solta quando maduros, liberando as sementes que têm coloração marrom claro, sendo comestíveis, muito saborosas e com propriedades medicinais.

O estudo de Leão et al. (2016) evidenciaram que pode existir elevada amplitude de tamanhos de sementes de *L. pisonis* em povoamentos naturais, em virtude da grande variação de características biométricas e de massa fresca de sementes.

As sementes oleaginosas da sapucaia são ricas em proteínas e muito ricas em lipídios, não possuem colesterol, são boas fontes de fibras e possuem quantidades razoáveis de tiamina, riboflavina e niacina e de vitaminas B1 e B2 (CARVALHO et al., 2012).

O estudo de Carvalho et al. (2012) buscou analisar a composição química de castanhas de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.) e os resultados

mostraram que as castanhas apresentaram elevados teores de lipídios e proteínas, e podem, portanto, fazer parte da dieta como boa fonte energético-proteica. Os autores acrescentam que as castanhas apresentaram elevado teor de ácido linoléico, um importante ácido graxo essencial, além de um perfil lipídico favorável à saúde cardiovascular e a castanha ainda atendeu às recomendações de aminoácidos para escolares.

Já a floração ocorre nos meses de setembro a outubro e as flores são roxas e brancas (BRAGA et al., 2007).

A baixa frequência de sapucaia nas florestas, ocorre devido ao tempo que a árvore demora para atingir à fase adulta, para dar início a frutificação, e, logo, a produção das sementes. Segundo Sampaio (2000) o início da frutificação da árvore de sapucaia, ocorre após 15 anos.

O fato dos frutos serem saborosos chama atenção de morcegos que costumam se alimentar das castanhas, levando a escassez da semente de sapucaia, tornando-se uma limitação para a propagação sexuada da espécie (WICKENS, 1991).

2.2. *Lecythis lanceolata*

A sapucaia-*mirim* (*Lecythis lanceolata* Poir), também é conhecida como, sapucaia-miúda, sapucaia-branca, sapucaíu ou sapucaia. Ocorre do Rio de Janeiro a Pernambuco na mata pluvial Atlântica (LORENZI, 2002).

A espécie é uma planta decídua, clímax, característica e exclusiva da floresta pluvial Atlântica, onde apresenta frequência ocasional, com dispersão mais ou menos contínua ao longo de sua área de distribuição e é uma árvore recomendada para reflorestamentos com fins preservacionistas (LORENZI, 2002).

Sua madeira é pesada, de textura média, com boa resistência e pouco suscetível ao ataque de organismos xilófagos, sendo indicados para obras externas, como postes, moirões, estruturas de pontes e para construção civil.

Segundo Lorenzi (2002), as árvores de *Lecythis lanceolata* florescem mais intensamente durante os meses de outubro a fevereiro, entretanto, não apresenta a mesma beleza no florescimento como *Lecythis pisonis* e os frutos amadurecem de julho a setembro. Já as castanhas (sementes) são comestíveis

e muito apreciadas por macacos, o que justifica a dificuldade de obtenção de sementes.

2.3. Propagação assexuada de espécies lenhosas

A propagação vegetativa consiste em multiplicar assexuadamente partes de plantas (células, tecidos, órgãos ou propágulos), originando indivíduos geralmente idênticos à planta-mãe (WENDLING, 2003).

Em espécies lenhosas, a aptidão para o enraizamento de estacas está associada ao grau de maturação da planta doadora de propágulos (FAGANELLO et al., 2015). Entretanto, algumas características de maturação podem ser observadas somente quando a árvore encontra-se na fase adulta, o que interfere na capacidade de enraizamento (WENDLING, TREMAN e XAVIER, 2014b). Segundo Hartmann et al. (2011), materiais mais jovens possuem capacidade de formação de tecidos mais facilmente.

O fator juvenildade dos propágulos exerce grande influência no enraizamento de estacas, uma vez que a formação de raízes adventícias diminui à medida que avança a idade da planta fornecedora de propágulos (HARTMANN et al., 2002).

As principais vantagens da propagação vegetativa são a formação de plantios clonais de alta produtividade e uniformidade, a melhoria da qualidade da madeira e de seus produtos, a multiplicação de indivíduos resistentes a pragas e doenças e adaptados a sítios específicos e a transferência, de geração para geração, dos componentes genéticos aditivos e não-aditivos, o que resulta em maiores ganhos dentro de uma mesma geração de seleção (ALFENAS et al., 2009).

Em contrapartida, Wendling (2003), relata que as principais desvantagens da propagação vegetativa, seria o risco de estreitamento da base genética dos plantios clonais, quando se utiliza pequeno número de clones, a ausência de ganhos genéticos adicionais a partir da primeira geração de seleção, a dificuldade de obtenção de enraizamento em algumas espécies e a dificuldade de ocorrência de enraizamento em plantas não-juvenis.

As técnicas de propagação vegetativa constituem uma alternativa de superação das dificuldades na propagação de espécies nativas, podendo ser utilizadas para fins comerciais, assim como auxiliar no resgate e conservação

de recursos genéticos florestais (DIAS et al., 2012).

Algumas espécies apresenta dificuldade de obtenção de sementes, baixa germinação e/ou perda de viabilidade. Dessa forma, o estudo de técnicas de propagação assexuada é de grande importância para conservação de espécies nativas.

Entretanto, segundo Dias et al. (2012) existe limitações em relação a propagação vegetativa de espécies florestais nativas, como a falta de métodos eficientes de rejuvenescimento de material adulto; obtenção de material vegetativo com grau de juvenildade; técnicas de manejo do ambiente de propagação e a escassez de estudos referentes ao enraizamento de espécies nativas.

2.4. Propagação vegetativa por estaquia

A estaquia é o processo de propagação vegetativa que consiste em colocar um segmento caulinar, radicular ou foliar em meio adequado para enraizamento e desenvolvimento da parte aérea, visando à formação de uma muda (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013).

O enraizamento de estacas tem sido, uma das técnicas de propagação vegetativa mais utilizadas para a clonagem de plantas lenhosas em larga escala (OLIVEIRA et al., 2014).

A estaquia vem sendo estudada com a finalidade de contornar as dificuldades de enraizamento de espécies lenhosas. As espécies e os focos de estudo são diversos, Frassetto et al. (2010), por exemplo, com *Sebastiania schottiana*, testaram tipos de estacas, sendo basais, medianas e apicais. Hernandez et al. (2013) procuraram desenvolver uma metodologia para a propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), sendo a estaquia a técnica utilizada.

Santos et al. (2011) analisaram 20 espécies florestais nativas pela estaquia lenhosa e concluíram que as espécies *C. laevigatum* e *S. humboldtiana* podem ser facilmente propagadas por estacas lenhosas independente da aplicação de AIB e que estacas lenhosas de *Croton urucurana*, *Sebastiania scottiana*, *Ficus adathodigifolia*, *Ficus citrifolia*, *Nectandra nitidula*, *Schinus terebintifolius* e *Siparuna guianensis* apresentam-

se promissoras, sendo que essas espécies enraizaram nas condições estudadas e apresentaram percentual de até 23%.

No estudo de Martins et al. (2015), com enraizamento de estacas de gabirola, observaram que estacas lenhosas são mais aptas a serem usadas na propagação vegetativa da espécie quando comparadas com estacas herbáceas.

Dias et al. (2015a), desenvolvendo uma metodologia para a propagação vegetativa do paricá (*Schizolobium amazonicum*) por meio da técnica de estaquia e analisando o efeito do AIB no enraizamento de estacas apicais e intermediárias, concluíram que a estaquia associada à aplicação de reguladores vegetais pode ser utilizada para a propagação vegetativa da espécie.

Estudando a propagação vegetativa de cataia (*Drimys brasiliensis*) por meio da estaquia, Zem et al. (2015), verificaram que estacas caulinares herbáceas, coletadas em épocas frias, apresentaram os maiores percentuais de enraizamento, sendo a estaquia indicada para propagar a espécie. De forma semelhante, Hernandez et al. (2013), trabalhando com *Cariniana estrellensis*, verificaram que a técnica de estaquia é viável para propagação vegetativa do jequitibá-rosa.

2.5. Propagação vegetativa por miniestaquia

A miniestaquia é uma técnica recente de propagação vegetativa, derivada da estaquia convencional, cujo princípio é o aproveitamento do potencial juvenil dos propágulos para indução do enraizamento (FERRIANI et al., 2011).

Esta técnica, segundo Dias et al. (2012) possibilita a obtenção de material vegetativo mais responsivo ao enraizamento adventício, devido ao fato de usar propágulos jovens. Segundo Pires, Wendling e Brondani (2012), a técnica de miniestaquia pode ser uma grande alternativa para espécies de difícil enraizamento.

Atualmente, a miniestaquia é a técnica mais difundida entre as grandes empresas florestais, sendo responsável pela produção de milhares de mudas para o abastecimento do setor (BRONDANI et al., 2012). Além da aplicação em escala comercial, a miniestaquia pode ser uma grande alternativa para

propagar espécies nativas de difícil enraizamento (PIRES, WENDLING e BRONDANI, 2012).

O minijardim clonal pode ser definido como o conjunto de minicepas estabelecidas no viveiro e destinadas à produção de propágulos vegetativos (miniestacas) para enraizamento pela técnica de miniestaquia (ASSIS, 2001).

O estudo de Silva et al. (2016) com minicepas de cedro australiano, manejadas em sistemas de canaletões e em tubetes, ao longo das colheitas sucessivas, mostraram que a sobrevivência não foi afetada pelo sistema de minijardim e que não há diferença na qualidade das mudas entre os dois sistemas.

Corrêa et al. (2015) analisando o minijardim de *Pinus radiata*, observaram que o inverno e primavera são as melhores estações para o desenvolvimento dos brotos e o verão promoveu melhor desenvolvimento das miniestacas em casa de vegetação, a partir de matrizes cultivadas em sistema de canaletão.

Dessa forma, a miniestaquia apresenta uma opção para a propagação vegetativa de espécies nativas que possuem sementes com baixo potencial de germinação, dificuldade de armazenamento e/ou insumos limitantes (SANTOS, 2002).

Oliveira et al. (2016) obtiveram sucesso na propagação vegetativa de ipê-roxo por miniestaquia de minicepa seminal, independentemente da posição do propágulo e da aplicação de auxina. Da mesma forma, Cunha, Wendling e Souza Júnior (2008), relataram que a técnica de miniestaquia, partindo de material seminal, mostrou-se eficiente na propagação vegetativa de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata*), tornando-se uma opção para a produção de plantas dessa espécie, sobretudo nas situações em que a semente é insumo limitante, ou para a propagação de espécies com sementes de baixo índice de germinação ou de difícil armazenamento.

2.6. Reguladores de crescimento

Os reguladores de crescimento ou fitorreguladores são substâncias que apresentam efeitos similares ao de fitormônios e que podem ser sintetizadas em laboratório (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Dentre os reguladores de crescimento, as auxinas normalmente são

consideradas as principais substâncias indutoras do enraizamento adventício, principalmente em espécies de difícil enraizamento (DIAS et al., 2012).

Entre essas substâncias, o ácido indol-3-butírico (AIB) é o mais indicado para o enraizamento de estacas, por ser um composto indólico sintético que apresenta algumas características favoráveis à sua utilização em grande escala na propagação vegetativa de plantas, como, por exemplo: ser fotoestável, atóxico, e não ser atacado por ação biológica (PASQUAL et al., 2001).

Com isso, grande parte dos estudos em propagação assexuada, tem como ponto de partida, testes com diferentes doses de reguladores de crescimento, visando verificar qual a dose que promove melhores resultados de enraizamento.

O processo de propagação vegetativa é influenciado pelo uso de hormônios, e aplicações de reguladores de crescimento têm possibilitado o enraizamento de propágulos vegetativos (BRONDANI et al., 2008).

Os reguladores vegetais são compostos orgânicos que promovem, inibem ou modificam o crescimento e o desenvolvimento das plantas (STUEPP et al., 2015a). Entre os reguladores, as auxinas são consideradas as principais substâncias promotoras do enraizamento adventício, principalmente para espécies que apresentam dificuldade em enraizar (MARTINS et al., 2015).

O ácido indolbutírico é o mais empregado na propagação de plantas, por não ser tóxico para a maioria delas e por ser relativamente estável (PIRES, WENDLING e BRONDANI, 2012).

No trabalho realizado com *Cordia trichotoma*, Faganello et al. (2015), aplicando diferentes concentrações de ácido indolbutírico e do ácido α -naftaleno acético, observaram que concentrações elevadas de ácido indolbutírico resultaram na maior porcentagem de enraizamento de estacas.

Em contrapartida, o estudo de Endres et al. (2007) objetivou caracterizar o efeito de concentrações e fontes de auxinas sobre o enraizamento de estacas de pau-brasil nas concentrações de 0, 1250, 2500, 5000, 10000 mg L⁻¹ e o maior índice de enraizamento, em torno de 16%, foi registrada com a utilização do ácido indolbutírico e do ácido naftalenoacético na concentração 2500 mg L⁻¹.

2.7. Fatores que afetam o enraizamento

Vários fatores influenciam a propagação vegetativa de plantas. Dentre esses fatores, Wendling (2003), destaca os fatores internos, como a maturação/juvenilidade dos propágulos, nutrição mineral da planta matriz, reguladores de crescimento, técnica de propagação, bem como os fatores externos, relacionados as condições ambientais, principalmente a luminosidade, temperatura e umidade.

2.7.1. Fatores internos

Em espécies lenhosas, a capacidade de enraizamento de estacas está relacionada ao grau de maturação dos propágulos utilizados (FAGANELLO et al., 2015).

A juvenilidade é expressa pela capacidade de enraizamento, esta aumenta do ápice para a base da planta matriz e é maior quando se utilizam miniestacas oriundas de minicepas (ALFENAS et al., 2009).

Em experimento com estaquia de erva-mate, Stuepp et al. (2015b) analisaram matrizes de duas idades e concluíram que as brotações obtidas das mais jovens apresentaram melhores resultados de enraizamento. Amri et al. (2010) estudando a propagação vegetativa de *Dalbergia melanoxylon*, aliado aos efeitos da idade da planta doadora, tratamentos com AIB e posição de corte sobre a capacidade de enraizamento, relataram maiores percentuais de enraizamento adventício para estacas de plantas doadoras juvenis.

Pena, Zanette e Biase. (2015), relataram que o elevado percentual de enraizamento em miniestacas de pitangueira pode estar associado à idade da planta matriz, o que demonstra o efeito positivo da juvenilidade no desenvolvimento do sistema radicial adventício.

O estudo de Alcantara et al. (2007), com o enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* analisadas em relação ao efeito da idade aos 60, 90, 120 e 150 dias e das quatro estações do ano, mostrou que a idade das mudas influenciou o enraizamento e a maior porcentagem (85%) foi obtida com mudas mais jovens, aos 60 dias, sendo que o inverno mostrou-se o período mais favorável para a coleta das miniestacas.

Segundo Xavier, Wendling e Silva (2013) a nutrição mineral pode

influenciar o enraizamento de estacas em decorrência do vigor vegetativo da planta matriz da qual se coletam as brotações e do próprio status nutricional do propágulo coletado.

A condição fisiológica da planta doadora de estacas juntamente com a nutrição equilibrada, determinará a concentração de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos, entre outras substâncias promotoras do enraizamento (CUNHA et al., 2009).

No estudo de Souza et al. (2015) com minicepas de cedro-australiano, conduzidos em canaletão e tubetes, analisando a produtividade em função do teor inicial de nutrientes, observou-se que níveis elevados de nutrientes nas minicepas favorecem o ganho em produtividade.

Como exemplo, tem-se o trabalho realizado por Albertino et al. (2012), em que analisaram o efeito da adubação das plantas matrizes no enraizamento de estacas de guaranazeiro e observaram que a adubação das plantas matrizes aumentou em 11,15% o percentual de enraizamento e reduziu em 11,05% a mortalidade das estacas, relataram ainda que a adubação aumenta o número, o volume e a massa seca da raiz.

Outro estudo realizado por Souza et al. (2014) buscou analisar dois sistemas de minijardim multiclonal de *Toona ciliata*, conduzidos em tubete e canaletão, quanto à produtividade e remoção de nutrientes ao longo do tempo pelas minicepas, submetidas a coletas sucessivas de miniestacas. Foi observado através dos resultados, que a produtividade e o conteúdo de nutrientes removidos pelas minicepas manejadas em canaletão foram superiores à dos tubetes e o nitrogênio e o potássio foram os nutrientes mais removidos pelas minicepas em ambos os sistemas de manejo.

2.7.2. Fatores externos

Os fatores externos são aqueles ligados as condições ambientais, dentre estes, cita-se a temperatura, umidade e luminosidade, sendo que, as condições ambientais durante o período de enraizamento são considerados fatores importantes para o sucesso da propagação vegetativa (GATTI, 2002).

A literatura não é clara quanto aos efeitos de diferentes intensidades luminosas sobre o enraizamento, em virtude, principalmente, das condições

ambientais de cada local e das diferenças quanto às exigências de cada espécie/clone. Porém, nas condições brasileiras, a maioria dos estudos mostra que a diminuição nos níveis de luz promove aumento no enraizamento de estacas (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013).

Sabe-se que altas intensidades de radiação podem degradar as moléculas de auxinas via ação enzimática, através de peroxidases ou por fotoxidação, promovida pelo pigmento riboflavina (TAIZ e ZEIGER, 2013).

De forma semelhante Alfenas et al. (2009) aconselha-se evitar ambientes de enraizamento com valores inferiores a $150 \mu\text{M}$ de fótons $\text{s}^{-1} \text{m}^{-2}$, na maior parte do período diurno.

Damiani et al. (2009) analisando o efeito da luminosidade na fase inicial do enraizamento das microestacas de mirtilheiro (14 dias de escuro ou luminosidade natural) observaram que a presença de luz na fase inicial do enraizamento não interfere na capacidade de enraizamento das microestacas e que o tratamento com escuro na fase inicial do enraizamento reduz a formação de calos, promovendo diminuição da sobrevivência das microestacas e do percentual de enraizamento.

A temperatura tem função regulatória no metabolismo das plantas e afeta o enraizamento das estacas. Para as espécies florestais, um bom enraizamento pode ser conseguido em um amplo intervalo de temperatura, variando entre 15 e 35 °C (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013).

Segundo Santos (2012) temperaturas ao redor de 25-30 °C são favoráveis ao enraizamento, enquanto temperaturas entre 35-40 °C limitam o crescimento de raízes da maioria das espécies. Sendo que, a flutuação de temperatura é prejudicial à sobrevivência das estacas, atrasando o seu desenvolvimento.

Ressalta-se que as temperaturas baixas diminuem o metabolismo das estacas, levando a um maior tempo para o enraizamento ou até mesmo não proporcionam condições adequadas para indução, desenvolvimento e crescimento radicial (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013). Por outro lado, altas temperaturas favorecem o desenvolvimento da parte aérea, com o aparecimento de brotos.

Em relação à umidade, segundo Wendling (2005) a condição ambiental fornecida aos propágulos para que ocorra a indução de raízes é

essencialmente baseada em alta umidade relativa do ar (acima de 80%).

As variações de umidade são prejudiciais ao enraizamento e responsáveis pela desidratação dos tecidos, levando muitas vezes à morte das estacas (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013).

2.8. Revigoroamento vegetativo

O revigoroamento refere-se à restauração do vigor de uma planta, através de tratamentos culturais como irrigação, aplicação de nutrientes, poda ou controle de pragas ((WENDLING, TRUEMAN e XAVIER, 2014a).

A técnica de revigoroamento caracteriza-se pela utilização de práticas culturais e tem o objetivo de propiciar maior vigor fisiológico em brotações da planta, de forma que proporcione propágulos vegetativos vigorosos e responsivos à propagação clonal (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013).

O revigoroamento de uma planta pode ser realizado por meio da indução de brotações juvenis, que são fisiologicamente mais aptas ao enraizamento e têm maior vigor de crescimento (WENDLING, TRUEMAN e XAVIER, 2014a). Segundo Silva et al. (2011), o revigoroamento pode ser a alternativa para melhorar a capacidade das espécies que não enraizaram ou que o fizeram em baixas proporções.

Rickli et al. (2015), ao estudarem o efeito de diferentes origens de brotações epicórmicas na propagação vegetativa de estacas semilenhosas de *Vochysia bifalcata*, notaram que, o uso das brotações induzidas por decepa de caule proporciona melhor enraizamento adventício.

No trabalho realizado com *Anadenanthera macrocarpa*, Dias et al. (2015b), utilizando duas técnicas de resgate vegetativo, pela decepa da árvore e anelamento do caule, relataram que o resgate e a propagação vegetativa de árvores adultas de angico vermelho foi tecnicamente eficiente, sendo que a decepa proporcionou maior emissão de brotações.

Navroski et al. (2014) estudando o resgate vegetativo de *Sequoia sempervirens* oriundos da decepa de indivíduos adultos e enraizamento de estacas, concluíram que o resgate vegetativo através da decepa das árvores apresentou potencialidade para produção de estacas e revigoroamento do material e o minijardim clonal de sequoia mostrou ser uma boa opção para a

multiplicação clonal da espécie.

Em *Toona ciliata*, Pereira et al. (2015), estudaram o resgate vegetativo e a estaquia da espécie e observaram potencial para multiplicação clonal de árvores adultas, sendo que, estacas obtidas do semianelamento apresentaram maior sobrevivência e enraizamento.

3. METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida em casa de vegetação situada na área experimental do Departamento de Ciências Florestais e da Madeira do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias pertencente à Universidade Federal do Espírito Santo (DCFM-CCAUE-UFES) no município de Jerônimo Monteiro, ES. A área experimental possui como coordenadas geográficas 20° 47' 30,3" de Latitude Sul e 41° 23' 21,8" de Longitude Oeste.

Segundo a classificação Internacional Köppen, o clima predominante na região é o Cwa, caracterizado por apresentar verão chuvoso e inverno frio e seco, temperatura média de 23,1 °C e precipitação total média de 1341 mm (LIMA et al., 2008).

A casa de vegetação (mini estufa) possui estrutura de alumínio galvanizado, teto em capela, revestida com polietileno transparente de baixa densidade (PEBD). O sistema de irrigação, do tipo intermitente, constava de uma linha de 12 m de comprimento, com bicos nebulizadores dispostos a cada 1 m, controlado por um *timer* e acionado a cada três minutos, com período de molhamento de 15 segundos ininterruptos.

A pesquisa foi dividida em quatro experimentos, de acordo com a espécie de sapucaia e o tipo de técnica de propagação utilizada, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Experimentos realizados na pesquisa, com o tipo de técnica e a espécie de sapucaia.

Espécies	Experimento
<i>Lecythis pisonis</i>	I- Estaquia de mudas com dois anos de idade
	II- Estaquia de árvores em estado de transição
	III- Estaquia de brotações após a poda do ápice
<i>Lecythis lanceolata</i>	IV- Miniestaquia de mudas de origem seminal

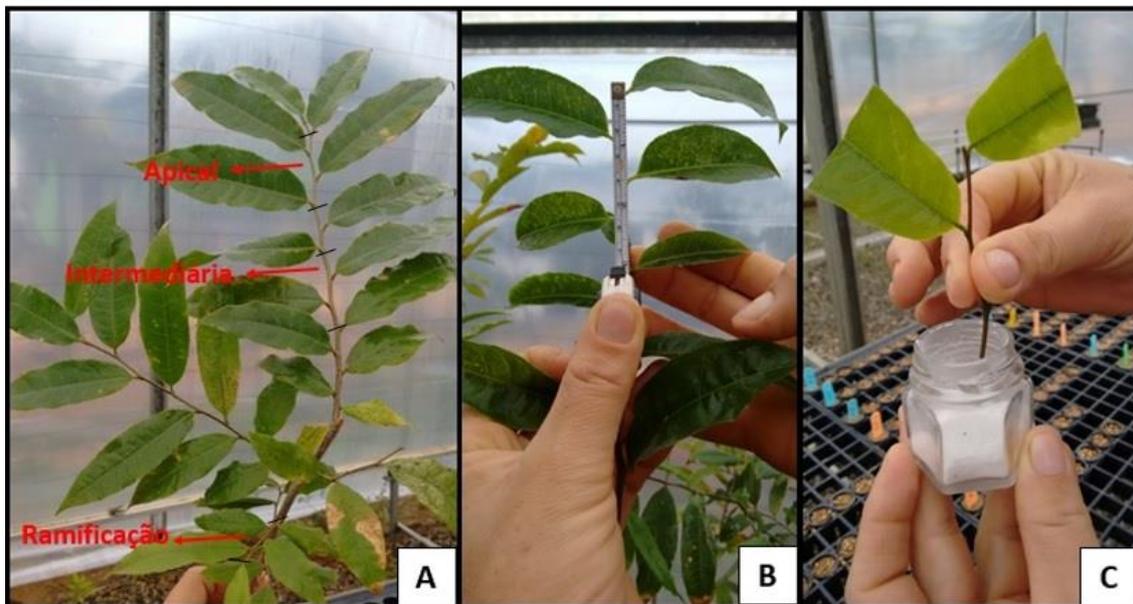
Fonte: a autora.

Experimento I- Enraizamento de estacas de mudas de *Lecythis pisonis*.

As plantas matrizes foram constituídas de mudas de *L. pisonis* com idade de dois anos, produzidas em caixas de leite e preenchidas com areia. Foram retiradas três tipos de estacas nos ramos das mudas, sendo estas, apicais, intermediárias e ramificações (Figura 01).

As estacas apicais, intermediárias e as ramificações foram preparadas com aproximadamente 8 cm de comprimento, mantendo-se um par de folhas reduzidas à metade.

Figura 1- Etapa de confecção e preparo para o estaqueamento de estacas de sapucaia. A: Posição da estaca na planta (apical, intermediária e ramificação). B: Confecção da estaca com 8 cm de comprimento. C: Aplicação de AIB na base da estaca.



Fonte: a autora

As estacas foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 10 minutos e lavadas em água corrente. Em seguida, as bases das estacas foram tratadas com fungicida Captan 0,1% por 10 minutos.

Posteriormente suas bases foram imersas em soluções de AIB nas concentrações, constituindo-se os tratamentos: T1: 0 mg L⁻¹ AIB; T2: 1500 mg L⁻¹ AIB; T3: 3000 mg L⁻¹ AIB e T4: 6000 mg L⁻¹, por dez segundos e em seguida foram estaqueadas e mantidas em casa de vegetação, sob nebulização

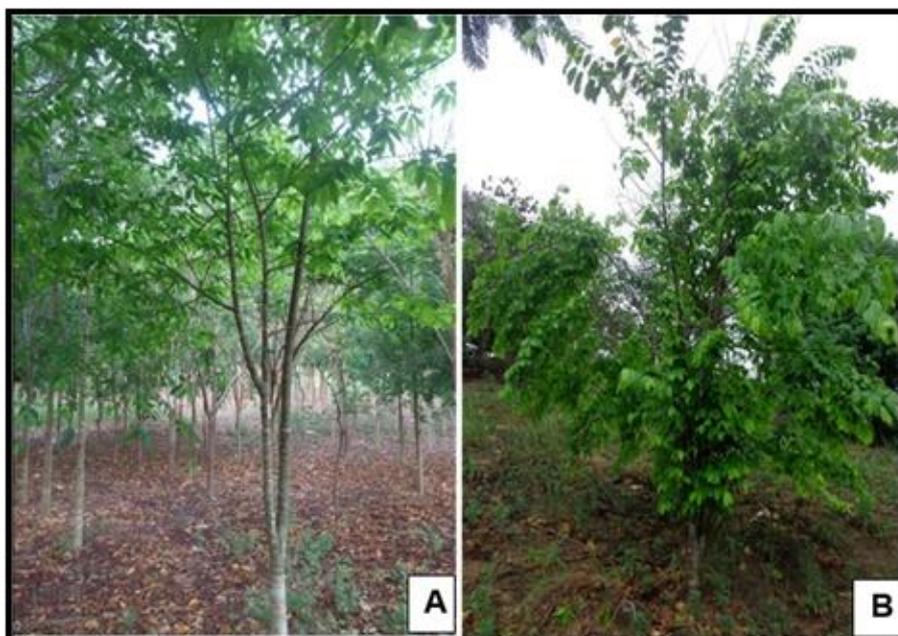
intermitente, com pulverizações de 15 segundos, a cada 15 minutos, mantendo-se assim, a umidade constante acima de 80%.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3 x 4 (três tipos de estacas x quatro concentrações de AIB), com quatro repetições contendo 10 estacas por parcela.

Experimento II- Potencial de enraizamento de estacas de *Lecythis pisonis* em idade de transição.

As árvores de *L. pisonis* utilizadas como matrizes para o processo de estaquia (Figura 02), estão localizadas no município de Jerônimo Monteiro- ES, encontram-se ontogeneticamente em estado de transição da fase juvenil para adulta, possuem idade cronológica de seis anos e aproximadamente 2,5 e 4 metros de altura. Sendo que, a fase de transição caracteriza-se pela passagem da planta da fase juvenil para uma condição madura (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2013).

Figura 2- Árvores matrizes de sapucaia utilizadas como fonte de material no experimento. A: Matriz 1 e B: Matriz 2, localizadas no município de Jerônimo Monteiro.



Fonte: Bernardes (2016).

Na coleta selecionou-se os galhos localizados na parte mais próxima da base da árvore, por se tratar de um material mais juvenil (HARTMANN et

al., 2011). O material retirado das plantas matrizes foi coletado pela manhã e imediatamente acondicionado em caixas de isopor com água para posterior preparo das estacas. As estacas foram preparadas com aproximadamente 8 cm de comprimento, mantendo-se um par de folhas reduzidas à metade. Durante o processo de preparo, as estacas foram mantidas em recipientes com água, e em seguida foram tratadas com o regulador vegetal.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, constituído de quatro tratamentos (concentrações de AIB), com quatro repetições e 10 estacas por parcela, sendo: T1: 0 mg L⁻¹ AIB; T2: 1500 mg L⁻¹ AIB; T3: 3000 mg L⁻¹ AIB e T4: 6000 mg L⁻¹ AIB.

Experimento III- Revigoração de *Lecythis pisonis* através de poda do ápice.

Logo após a montagem do experimento I, as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade de 12 litros, adubadas com uréia e cloreto de potássio e passaram pelo processo de poda do ápice da muda com a finalidade de induzir brotações, de acordo com a Figura 3.

Após 32 dias da poda, foram coletadas as brotações epicórmicas e confeccionadas as estacas, com aproximadamente 8 cm. As estacas tiveram suas bases imersas nas concentrações de AIB conforme os tratamentos, T1: 0 mg L⁻¹ AIB; T2: 1500 mg L⁻¹ AIB; T3: 3000 mg L⁻¹ AIB e T4: 6000 mg L⁻¹, posteriormente foram tratadas com bactericida, fungicida e estaqueadas em tubetes de 55 cm³ preenchidos com vermiculita expandida.

Figura 3- Processo de revigoração das mudas de sapucaia. A: Mudas com idade de dois anos antes da decepa. B: Muda após a poda, com brotações epicórmicas emitidas após 32 dias.



Fonte: a autora

Experimento IV- Miniestaquia de *Lecythis lanceolata* através de mudas originadas por sementes.

As mudas que formaram o minijardim clonal foram produzidas a partir de sementes, provenientes de matrizes localizadas na Região de Carangola-MG. As sementes foram escarificadas de forma mecânica, para a quebra de dormência e semeadas em tubetes de polipropileno, com capacidade de 280 cm³, contendo substrato comercial à base de casca de pinus decomposta.

Dez meses após a semeadura, as mudas atingiram aproximadamente 12 cm de altura e tiveram o ápice podado para a emissão de novas brotações, cada muda constituiu uma minicepa e o conjunto de minicepas formou-se o minijardim clonal para a produção de miniestacas (Figura 4).

Figura 4- Minijardim clonal de *Lecythis Lanceolata* em tubetes.



Fonte: a autora

O manejo do minijardim foi realizado com adubações de cobertura

quinzenalmente, com 5 mL de solução nutritiva por minicepa, com 200 g de N e 150 g de K₂O por m³ de substrato (Gonçalves, 2002).

Os tratos culturais das minicepas constituíram-se de irrigações diárias (quatro vezes por dia), podas seletivas de manutenção e coleta das estacas necessárias à experimentação. As minicepas foram mantidas com altura em torno de 15 cm para obtenção das brotações destinadas ao fornecimento de miniestacas.

Figura 5- Etapa de estaqueamento. A: Minicepa que dará origem as miniestacas. B: Miniestaca confeccionada.



Fonte: a autora

As miniestacas foram confeccionadas com aproximadamente 5 cm de comprimento, deixando um par de folhas reduzidas à metade (Figura 5). Durante o processo de preparo, as estacas foram mantidas em recipientes com água, no intervalo de tempo menor que 30 minutos.

Posteriormente, as estacas foram desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio a 0,5% por 10 minutos e lavadas em água corrente. Em seguida, as bases das estacas foram tratadas com fungicida Captan 0,1% por 10 minutos.

As miniestacas tiveram suas bases imersas em soluções de AIB nas concentrações, constituindo-se os tratamentos: T1: 0 mg L⁻¹ AIB; T2: 2000 mg L⁻¹ AIB; T3: 4000 mg L⁻¹ AIB e T4: 8000 mg L⁻¹, por dez segundos.

O estaqueamento foi realizado em tubetes de polipropileno de 55 cm³,

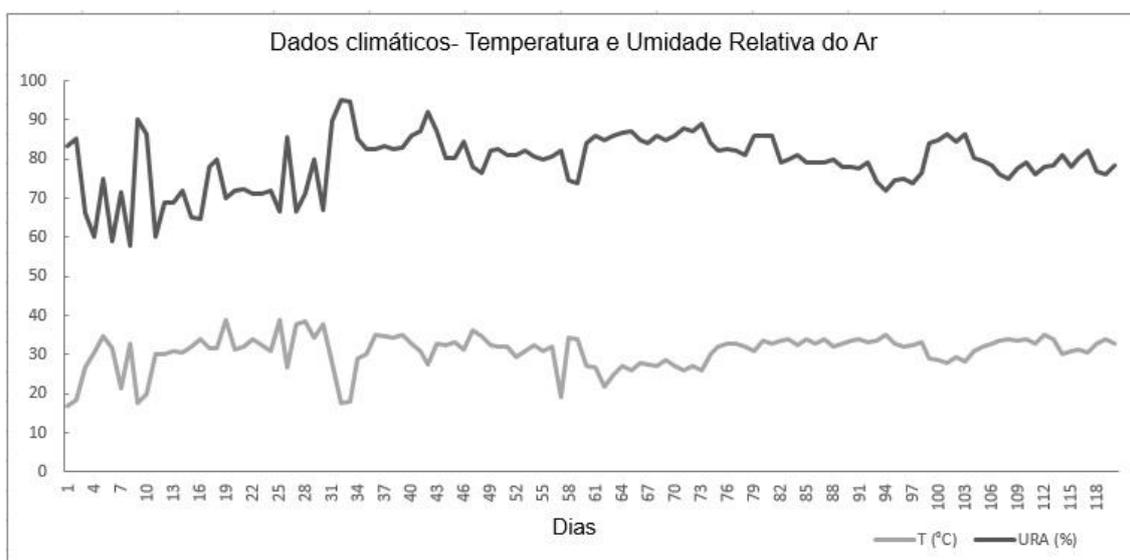
preenchidos com vermiculita expandida permanecendo em câmara de nebulização com cobertura plástica de polipropileno de 150 μm , sob nebulização intermitente, com pulverizações de 15 segundos, a cada 15 minutos, mantendo-se assim, a umidade constante acima de 80%.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 2 x 4 (duas coletas de brotações e quatro concentrações de AIB), com quatro repetições, compostas por 10 miniestacas por repetição.

Após 90 dias da instalação do experimento, foram analisadas a porcentagem de enraizamento (estacas vivas que apresentavam raízes de, pelo menos, 2 mm de comprimento), o número de raízes/estaca, o comprimento das três maiores raízes/estaca (cm), a porcentagem de estacas com calos (estacas vivas, sem raízes, com formação de massa celular indiferenciada na base), porcentagem de estacas mortas e produção de minicepas (STUEPP et al., 2015b).

Foram realizadas medições diárias de temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação, através de uma mini estação climática. As medidas foram tomadas sempre as 15 horas do período da tarde. Na Figura 6 são apresentados os valores de temperatura e de umidade relativa do ar durante o período de condução do experimento.

Figura 6- Dados climáticos da casa de vegetação durante o período de execução dos experimentos.



Fonte: a autora

A temperatura mínima registrada foi de 18,8 °C e a máxima de 35,2 °C no período, já a umidade relativa do ar variou entre 64,8 e 89,8%. Para espécies florestais, a temperatura pode variar entre 15 e 35 °C refletindo em um bom enraizamento e a umidade do ar deve ser mantida acima de 80% (XAVIER, WENDLING e SOUZA, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Espécie I- *Lecythis Pisonis*

Experimento I:

Os resultados obtidos para a porcentagem de sobrevivência das estacas de *Lecythis pisonis* após 75 dias de experimento mostram que as estacas de ramificações apresentaram maior sobrevivência em relação às apicais e as intermediárias (Tabela 2). As estacas intermediárias e as apicais, se apresentaram mais lenhosas, devido ao seu tecido tenro Já as ramificações apresentaram maior sobrevivência e maior percentual de calos, o que pode ter ocorrido por ser um material mais jovem fisiologicamente, no entanto, devido a consistência tenra dessas estacas, apresentaram mais sensíveis a desidratação, não promovendo a indução de raízes.

Tabela 2. Sobrevivência, mortalidade e estacas com calo de *Lecythis pisonis*, submetidas a diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB), oriundas de mudas de dois anos, aos 75 dias após estaqueamento.

AIB mg L ⁻¹	Tipos de estacas								
	Apicais			Intermediárias			Ramificações		
	Vivas	Mortas s (%)	Calo	Vivas	Mortas (%)	Calo	Vivas	Mortas (%)	Calo
0	0	100	0	0	100	3,57	17,86	82,14	25,0
1500	3,57	96,43	3,57	0	100	0	7,14	92,86	7,14
3000	3,57	96,43	3,57	0	100	0	10,71	89,29	10,71
6000	3,57	96,43	3,57	0	100	0	10,71	84,29	10,71

Fonte: a autora.

Segundo Xavier, Wendling e Souza (2013), estacas lenhosas por apresentarem maior grau de lignificação possuem maior dificuldade em enraizar e estacas herbáceas em razão da sua juvenilidade fisiológica, possuem maior capacidade para regeneração de uma nova planta.

Ainda pela análise da Tabela 2, observa-se que o experimento com a espécie *Lecythis pisonis* de dois anos de idade, mostrou que a capacidade de formação de raízes nas estacas e a sobrevivência possivelmente podem ter

sido prejudicadas pela influência do vigor do material propagativo, isso pode ser explicado pela aparência das folhas com tons verdes amarelados, indicando baixo vigor nutricional dos propágulos, sendo importante ressaltar que foram realizadas adubações de cobertura nas plantas meses antes da coleta, porém as mudas estavam em recipientes de tamanho incompatível com a altura das mesmas, o que pode ter prejudicado o seu desenvolvimento e conseqüentemente a condição nutricional do material propagativo, podendo ter influência no enraizamento das estacas.

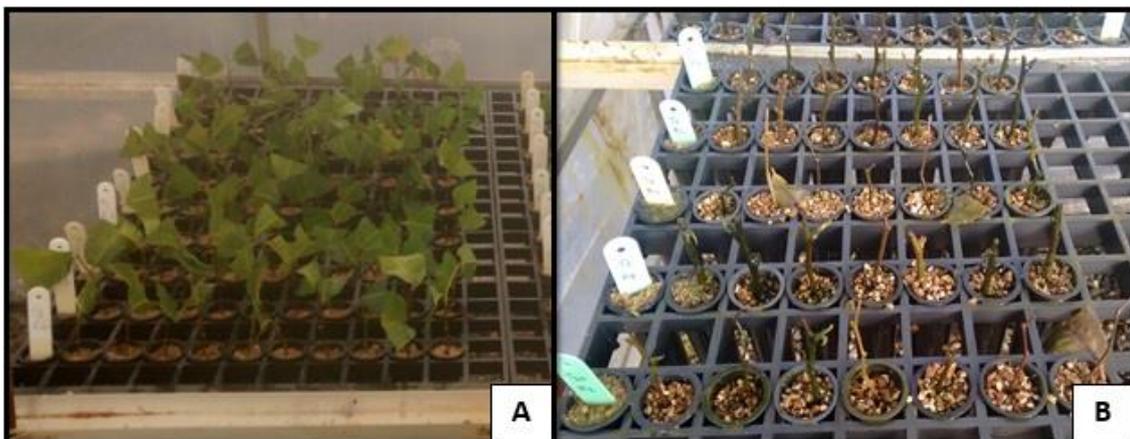
Como pode ser observado na Figura 2, a porcentagem de formação de calos foi maior nas estacas oriundas de ramificações, esse comportamento pode ser resultado da utilização de material revigorado, por ser brotações novas. Em algumas espécies, segundo Hartmann et al. (2011) a formação do calo e raízes são processos independentes para a maioria das plantas, entretanto, para algumas espécies, a formação de calo pode ser precursora da formação de raízes.

Em contrapartida, para erva-mate, a formação de calo é um indicativo de baixa juvenilidade dos propágulos, quando se observa a ausência e presença de calo em propágulos juvenis e adultos, respectivamente (WENDLING e SOUZA JUNIOR, 2003).

Experimento II:

Os resultados do experimento II, na estaquia de *L. pisonis* proveniente de plantas matrizes em estado de transição da fase juvenil para adulta, mostraram que não houve enraizamento, com ou sem tratamento de AIB nas concentrações utilizadas. A média de mortalidade foi de aproximadamente 100%, conforme mostra a Figura 7. Devido à ausência de enraizamento das estacas, as avaliações geraram valores iguais a zero, e não foi realizado análise estatística. Segundo Dias et al. (2012), o baixo índice de enraizamento adventício de estacas oriundas de árvores adultas pode ocorrer em virtude da diminuição da capacidade de formar raízes com o aumento da idade, pois, ramos maduros tendem a ter menor concentração de auxina devido a maior idade ontogenética.

Figura 5- Estaquia de árvores em fase de transição. A: Experimento nos primeiros dias após o estaqueamento. B: Índice de mortalidade das estacas.



Fonte: a autora

O estudo de Bastos et al. (2009) verificaram a influência da idade biológica da planta (juvenil e adulta) na capacidade de formação de raízes adventícias em estacas de caramboleira e concluíram que as estacas juvenis se mostraram mais eficientes na formação de raízes adventícias, quando comparadas com as retiradas de plantas com idade biológica adulta. Este resultado indica que a *L. pisonis*, perde a capacidade de enraizar bem antes de atingir a idade adulta, ou seja, já na fase de transição o enraizamento de estacas é nulo.

Bernardes (2016) analisando a capacidade de enraizamento das mesmas matrizes de *L. pisonis* do presente estudo, relatou que não ocorreu enraizamento adventício, sendo que, em seu trabalho foi utilizado areia como substrato para estaqueamento, dessa forma, mesmo optando por usar vermiculita expandida, observou que não ocorreu enraizamento de estacas, inferindo assim, que a espécie na fase de transição de juvenil para adulto é difícil de se propagar pela estaquia.

Experimento III:

No experimento III, após a poda apical de *L. pisonis* e obtenção de brotações epicórmicas, observa-se que ocorreu enraizamento adventício em todos os tratamentos testados, porém estes não diferiram estatisticamente, dessa forma, a formação de raízes não foi influenciado pela aplicação de AIB, conforme mostra a Tabela 3.

****Tabela 3.** Porcentagem de estacas enraizadas, com brotos, número de raízes formadas por miniestaca, comprimento médio das raízes e massa seca de raízes por miniestaca de *Lecythis pisonis*, oriundas de mudas revigoradas, aos 75 dias.

AIB mg L ⁻¹	Estacas enraizadas ¹ (%)	Estacas com brotos ^{**} (%)	Nº raízes/ miniestaca ^{**}	Comprimento da raiz [*] (cm)	Massa seca da raiz (g)
0	27,5 ^{ns}	100,0 a	2,00 ab	2,08 ab	2,7 ^{ns}
1500	45,0 ^{ns}	100,0 a	3,50 a	1,97 a	4,3 ^{ns}
3000	22,5 ^{ns}	97,5 a	1,50 b	2,03 b	0,8 ^{ns}
6000	5,0 ^{ns}	85,0 b	0,25 b	0,38 b	0,5 ^{ns}

Fonte: a autora.

^{1ns}= Não significativo segundo o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

^{*} = Significativo segundo o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

= Significativo segundo o teste de Tukey ($p \leq 0,01$)

Possivelmente a técnica de revigoração influenciou no índice de enraizamento e na formação de brotações em todos os tratamentos. Segundo Wendling et al. (2014), o revigoração refere-se a uma diminuição na idade fisiológica da planta, o que ocasiona na obtenção de propágulos mais propensos ao enraizamento adventício.

Nota-se que não houve diferença estatística para estacas enraizadas, no entanto o enraizamento chegou a 45% com a utilização de 1500 mg L⁻¹ de AIB nas estacas. Resultados semelhantes foram verificados por Paulus et al. (2014) com estacas de cidró (*Aloysia triphylla*). Os autores constataram que estacas submetidas à concentração de 1500 mg L⁻¹ de AIB apresentaram a maior percentagem de enraizamento e as maiores médias para o comprimento do sistema radicular, número de brotações, massa fresca e seca da parte aérea.

Observou-se efeito significativo na porcentagem de estacas com brotos, na qual a maior concentração do regulador (6000 mg L⁻¹) diferiu-se das demais, com 85%. De forma geral, houve elevada presença de brotos nas estacas, segundo Xavier, Wendling e Souza. (2013), altas temperaturas promovem a brotação da parte aérea antes do enraizamento, levando a um consumo das reservas e perda de água pelas folhas, influenciando no enraizamento, entretanto no presente estudo a temperatura manteve-se numa faixa aceitável para o enraizamento de estacas.

Ainda pela análise da Tabela 3, observa-se que para massa seca da raiz

não ocorreu efeito significativo em função das concentrações avaliadas. Entretanto, o comprimento do sistema radicular apresentou diferenças entre os tratamentos, sendo que, as menores concentrações de AIB promoveram maior comprimento de raíz.

Por sua vez, em *Paulownia fortunei*, Stuepp et al. (2015a) avaliaram o enraizamento de estacas provenientes de brotações epicórmicas de árvores adultas decepadas, em diferentes estações do ano (outono, primavera e verão), submetidas a cinco concentrações de AIB (0, 500, 1000, 1500 e 2000 mg L⁻¹) e verificaram que o uso de AIB foi eficiente para a indução de raízes, sendo recomendada a concentração de 2000 mg L⁻¹.

4.2. Espécie II- *Lecythis lanceolata*

Experimento IV:

As minicepas *Lecythis lanceolata* de origem seminal, cultivadas em tubetes de 180 cm³, no minijardim apresentaram alta sobrevivência após duas coletas sucessivas de brotações durante o período do experimento. Os resultados da produção de brotações (miniestacas) provenientes de minicepas de *Lecythis lanceolata* (Tabela 4).

Tabela 4. Número de minicepas, intervalo entre coletas de brotações e produtividade de miniestacas por minicepa de *Lecythis lanceolata*.

Coletas	Datas	Intervalo entre coletas	Número de minicepas	Brotações/ coleta (Miniestacas)	Média Brotações/ Minicepa
1	22/08/2016	-	80	141	1,76
2	05/10/2016	43	150	470	3,13

Fonte: a autora.

De forma semelhante, Oliveira et al. (2015), analisaram a produtividade de minicepas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos e relataram que as minicepas toleraram a poda apical com 100% de sobrevivência. Entretanto, segundo Oliveira et al. (2016), a alta sobrevivência das miniestacas não é garantia de sucesso no enraizamento.

Tabela 5. Porcentagem de miniestacas enraizadas, vivas e com a presença de calos de *Lecythis lanceolata*, aos 75 dias.

AIB mg L ⁻¹ Coleta 1	Miniestacas enraizadas ¹ (%)	Miniestacas vivas (%)	Miniestacas com calo ¹ (%)
0	10,0 ^{ns}	62,5 ^{ns}	12,5 ^{ns}
2000	0,0 ^{ns}	47,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}
4000	0,0 ^{ns}	60,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}
8000	0,0 ^{ns}	42,5 ^{ns}	0,0 ^{ns}
Coleta 2			
0	0,0 ^{ns}	42,5 ^{ns}	8,5 ^{ns}
2000	0,0 ^{ns}	30,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}
4000	0,0 ^{ns}	35,3 ^{ns}	0,0 ^{ns}
8000	0,0 ^{ns}	22,0 ^{ns}	0,0 ^{ns}

Fonte: a autora.

¹ns= Não significativo segundo o teste de Tukey ($p \leq 0,05$)

Nas minicepas de sapucaia provenientes de mudas originadas de tubete, obteve-se uma produtividade variando de 1,76 a 3,13 miniestacas por minicepa em cada coleta (Tabela 5), no intervalo de 43 dias em duas coletas. Resultados próximos foram encontrados por Ferreira et al. (2010), que observaram uma produção de miniestacas por minicepa de 1,4 a 2,2 no enraizamento *Sapium glandulatum* (leiteiro), provenientes de mudas originadas por via seminal.

Os resultados também confirmam aos verificados por Pena et al. (2015), trabalhando com pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), na qual relataram uma produtividade 2,5 miniestacas por minicepa a cada 51 dias e sobrevivência 99,28% das minicepas.

A partir dos dados do estaqueamento realizado com miniestacas de *Lecythis lanceolata* (Tabela 6), observou-se que o não houve diferença estatística entre os tratamentos testados, entretanto o tratamento sem o regulador de crescimento (0 mg L⁻¹ AIB) foi o único que apresentou miniestacas com raízes e maior porcentagem de estacas vivas para a primeira coleta, sendo superior aos demais tratamentos estudados. Nos tratamentos com 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L⁻¹ de AIB não houve formação de raízes nas miniestacas e também não ocorreu formação de calos. Provavelmente, as maiores concentrações de AIB e o material propagativo muito tenro, podem ter influenciado na ausência de miniestacas com calo e o baixo índice de

sobrevivência de miniestacas, já que as condições ambientais da casa de vegetação estavam controladas durante o período do experimento, conforme mostra a Figura 6.

Ferriani et al. (2011) avaliaram o enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia* e observaram enraizamento adventício de 45% das miniestacas sem a utilização do ácido indolbutírico.

Os resultados também confirmam aos verificados por Oliveira et al. (2015), em que a utilização de AIB não foi condicionante para o enraizamento de miniestacas apicais de ipê-roxo. Entretanto, os autores verificaram maior comprimento de raízes de primeira ordem e número de raízes de segunda ordem na concentração de 8000 mg L⁻¹.

Pena, Zanette e Biase (2015) avaliaram a viabilidade da técnica de miniestaquia na propagação vegetativa de pitangueira e verificaram melhores resultados com a aplicação de AIB nas concentrações de 2.500 mg L⁻¹.

5. CONCLUSÕES

- As diferentes concentrações de AIB não influenciaram no processo de estaquia das mudas de dois anos e das árvores em estado de transição;
- A técnica de revigoração para a espécie *Lechthis pisonis* é viável, devido à ocorrência de enraizamento adventício de estacas;
- A sobrevivência e a produção de miniestacas de *Lecythis lanceolata* nas coletas indicam a viabilidade técnica do sistema para produção contínua de propágulos, visando à produção de mudas.
- O enraizamento de miniestacas de *Lecythis lanceolata* pode ocorrer sem a utilização do ácido indolbutírico.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMRI, E; LYARUU, H. V. M.; NYOMORA, A. S.; KANYEKA, Z; L. Vegetative propagation of African Blackwood (*Dalbergia melanoxylon* Guill. & Perr.): effects of age of donor plant, IBA treatment and cutting position on rooting ability of stem cuttings. **New Forests**, v. 39, p. 183-194, 2010.

BASTOS, D. C. et al. Influência da idade biológica da planta matriz e do tipo de estaca caulinar de caramboleira na formação de raízes adventícias. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, Edição Especial, p. 1915-1918, 2009.

BERNARDES, V. P. ***Lecythis pisonis* Cambess (Sapucaia)**. 2016. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Espírito Santo, Jerônimo Monteiro, 2016.

BRAGA, L. F. et al. Caracterização morfométrica de sementes de castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess - Lecythidaceae). **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 5, n. 1, p. 111-116, 2007.

BRONDANI G. E. et al. Ácido indolbutírico em gel para enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden e Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia Agrária**, v. 9, p. 151-164, 2008.

CARVALHO, I. M. M. de. et al. Caracterização química da castanha de sapucaia (*Lecythis pisonis* Cambess.) da região da zona da mata mineira. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 971- 977, 2012.

CORRÊA, P. R. R. et al. Efeito da planta matriz, estação do ano e ambiente de cultivo na miniestaquia de *Pinus radiata*. **Floresta**, v. 45, n. 1, p. 65-74, 2015.

CUNHA, A. C. M. C. M. da.; WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 1, p. 85-92, 2008.

DESQUIVEL, K. S. **Ficha dendrológica da murta**. Ceplac/Cepec. Itabuna, 11 p. 2010.

DIAS, P. C. et al. Propagação vegetativa de *Schizolobium amazonicum* por estaquia. **Cerne**, v. 21, n. 3, p. 379-386, 2015a.

DIAS, P. C. et al. Resgate vegetativo de árvores de *Anadenanthera macrocarpa*. **Cerne**, v. 21, n. 1, p. 83-89, 2015b.

DIAS, P. C. et al. Estaquia e miniestaquia de espécies florestais lenhosas do Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 32, n. 72, p. 453-462, 2012.

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 886-889, 2007.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTGAL, J. C. (Eds.). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2013. p. 69-109.

FAGANELLO, L. R. et al. Efeito dos ácidos indolbutírico e naftalenoacético no enraizamento de estacas semilenhosas de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steud. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 863-871, 2015.

FERREIRA, B. G. A. et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indolbutírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 19-31, 2010.

FERRIANI, A. P. et al. Produção de brotações e enraizamento de miniestacas de *Piptocarpha angustifolia*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 67, p. 257-264, 2011.

FRASSETTO, E. G. Enraizamento de estacas de *Sebastiania schottiana* Müll. Arg. **Ciência Rural**, v. 40, n. 12, p. 2505-2509, 2010.

GATTI, K. C. SOUZA, J. C. A. V. **Propagação vegetativa de pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tecyona grandis* Linn. F.) por miniestaquia**. 2002. 72 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 8th. Ed. New Jersey: Englewood Clippis, 2011. 900 p.

HERNANDES, W. et al. Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) KUNTZE) por estaquia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 955-967, 2013.

FERRIANI, A. P.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I. Miniestaquia aplicada a espécies florestais. **Revista Agro@ambiente**, v. 4, n. 2, p. 102-109, 2010.

LEÃO, N. V. M. et al. Características biométricas e massa de frutos e sementes de *Lecythis pisonis* Cambess. **Enciclopédia Biosfera**, v. 13, n. 24, p. 167-175, 2016.

LIMA, J. S. de S.; SILVA, S. de A.; OLIVEIRA, R. B. de; CECÍLIO, R. A.; XAVIER, A. C. Variabilidade temporal da precipitação mensal em Alegre, ES. **Ciência Agrônômica**, v. 39, n. 2, p. 327-332, 2008.

MARTINS, W. A. et al. Estaquia e concentração de reguladores vegetais no enraizamento de *Campomanesia adamantium*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 38, n. 1, p. 58-64, 2015.

OLIVEIRA, T. P. de. F. et al. Aplicação de AIB e tipo de miniestacas na produção de mudas de *Handroanthus heptaphyllus* Mattos. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 313-320, 2016.

OLIVEIRA, T. P. de. et al. Efeito do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de miniestacas de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus* MATTOS). **Ciência Florestal**, v. 25, n. 4, p. 1043-1051, 2015.

OLIVEIRA, D. M. de. et al. Estaquia para propagação vegetativa do mofumbo. **Revista Verde**, v. 9, n. 1, p. 163-167, 2014.

PAULUS, D. et al. Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton em função da concentração de AIB e do comprimento das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n. 1, p. 25-31, 2014.

PENA, M. L.; ZANETTE, F.; BIASE, L. A. Época de coleta e ácido indolbutírico no enraizamento de miniestacas de pitangueira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 3055-3068, 2015.

PEREIRA, M. de. O. et al. Resgate vegetativo e propagação de cedro-australiano por estaquia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 4, p. 282-289, 2015.

PIRES, P. P.; WENDLING, I.; BRONDANI, G. Ácido indolbutírico e ortotropismo na miniestaquia de *Araucaria angustifolia*. **Revista Árvore**, v. 37, n. 3, p. 393-399, 2013.

Rede de sementes do cerrado. Disponível em: http://www.rededesementesdocerrado.com.br/Especies/Lecythidaceae/Lecythis/pisonis_270. Acesso em: 20 out. 2016.

RICKLI, H. C. et al. Origem de brotações epicórmicas e aplicação de ácido indolilbutírico no enraizamento de estacas de *Vochysia bifalcata* Warm. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 2, p. 385-393, 2015.

SAMPAIO, P. de T. B. Castanha-sapucaia (*Lecythis pisonis*). In: CLAY, J. W.; SAMPAIO, P. T.B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Manaus: Programa de Desenvolvimento Empresarial e tecnológico, 2000. p. 141-147.

SANTOS, J. de. P. et al. Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais, **Cerne**, v. 17, n. 3, p. 293-301, 2011.

SILVA, M. P. S. da. et al. Growth and quality of australian cedar saplings originated from different multiclonal minigarden systems. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 37, n. 3, p. 1127-1134, 2016.

SOUZA, J. S. de. et al. Produtividade de minicepas de cedro-australiano em função do teor inicial de nutrientes. **Floresta**, v. 45, n. 3, p. 617-624, 2015.

STUEPP, C. A. et al. Estaquia de árvores adultas de *Paulownia fortunei* var. *mikado* a partir de brotações epicórmicas de decepa. **Ciência Florestal**, v. 25, n. 3, p. 667-677, 2015a.

STUEPP, C. A. et al. Propagação de erva-mate utilizando brotações de anelamento e decepa em matrizes de duas idades. **Cerne**, v. 21, n. 4, p. 519-526, 2015b.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S. J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry - part I: concepts, regulation and consequences of phase change. **New Forests**, v. 45, p. 449-471, 2014a.

WENDLING, I.; TRUEMAN, S.J.; XAVIER, A. Maturation and related aspects in clonal forestry-part II: reinvigoration, rejuvenation and juvenility maintenance. **New Forests**, v. 45, p. 473-486, 2014b.

WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: Congresso sul-americano da erva-mate, 3., 2003, Chapecó; Feira do agronegócio da erva-mate, 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.

ZEM, L. M. et al. Estaquia caulinar herbácea e semilenhosa de *Drimys brasiliensis*. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, p. 396-403, 2015.