

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE CEDRO AUSTRALIANO
(*Toona ciliata* M. Roem) POR MINIESTAQUIA

JONICÉLIA CRISTINA ARAÚJO VIEIRA DE SOUZA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
SETEMBRO – 2007

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE CEDRO AUSTRALIANO
(*Toona ciliata* M. Roem) POR MINIESTAQUIA

JONICÉLIA CRISTINA ARAÚJO VIEIRA DE SOUZA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Deborah Guerra Barroso

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
SETEMBRO – 2007

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do CCTA/UENF 064/2007

Souza, Jonicélia Cristina Araújo Vieira de

Propagação vegetativa de cedro australiano (*Toona ciliata* M. Roem) por miniestaquia / Jonicélia Cristina Araújo Vieira de Souza. – 2007.

41 f. : il.

Orientador: Deborah Guerra Barroso

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes, RJ, 2007.

Bibliografia: f. 31–38.

1. Cedro australiano 2. Silvicultura clonal 3. Ácido indolbutírico I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD– 634.9

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE CEDRO AUSTRALIANO
(*Toona ciliata* M. Roem) POR MINIESTAQUIA

JONICÉLIA CRISTINA ARAÚJO VIEIRA DE SOUZA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da
Universidade Estadual do Norte
Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das
exigências para a obtenção do título de
Mestre em Produção Vegetal.

Aprovada em 20 de setembro de 2007.

Comissão Examinadora:

Prof. José Geraldo de Araújo Carneiro (Ph.D., Silvicultura) - UENF

Prof.^a Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) - IST/FAETEC

Prof. Sílvio Lopes Teixeira (Ph.D., Botânica) - UENF

Prof.^a Deborah Guerra Barroso (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF

Orientadora

DEDICO E OFEREÇO

A meus pais José's e Ézila;

meus avós Edson e Izabel;

meus bisavós José (*in memorian*), Zeni e Elídia;

meus irmãos Carlos Eduardo, Elizabethe e Izabela;

meus Tios e Tias, Primos e Primas

meus Amigos

e a Eleodoro.

AGRADECIMENTOS

Ao meu amado Deus, que sempre esteve presente, ao meu lado, em TODOS os momentos.

A meus avós Edson e Izabel, por serem meus firmes alicerces.

Meus pais José's e Ézila, pelo imenso amor e por tudo que tiveram que suportar.

Meus bisavós: José (*in memorian*), Zeni e Elídia, pela minha origem, raízes, princípios e índole.

Meu irmão Carlos Eduardo, que sempre me apoiou, incentivou e principalmente pela parceria, colaboração e auxílio que tornaram possível a execução desse trabalho. À minha cunhada Gisely e minha sobrinha Tayssa, por fazerem parte de nossas vidas.

Minhas irmãs Elizabete e Izabela, pela imensa alegria que me concedem e por todo amor e respeito.

A todos os meus tios: Ana, Alzira, Anderson, Dalila, Dalmi, Davi, Delvani, Elias, Francisco, João, Joel, Jonito, Joseni, José Ronaldo, Lauriza, Luiz, Marcell, Marcos, Maria Helena, Marluci, Norma, Regina, Silas, Vandi, Zina...

A todos os meus primos.

A toda minha família, agradeço pela compreensão nos momentos de ausência e por serem para mim, símbolos de respeito, caráter e do mais belo e inesgotável amor e carinho. Obrigada!

A Eleodoro, por mais do que me amar, ter sido meu amparo, meu amigo, meu médico, meu fisioterapeuta e ainda pela doce e agradável companhia e por todo amor.

A orientadora e também amiga Prof. Dr. Deborah Guerra Barroso (UENF), pela orientação, amparo, confiança, amizade e incentivo.

Ao Co-orientador: Prof. Dr. José Geraldo de Araújo Carneiro (UENF), e aos Conselheiros: Prof. Dr. Sílvio Lopes Teixeira (UENF) e Rogério Dayer (UENF), e à Professora Luciana Aparecida Rodrigues (IST/FAETEC), pelo grande e indispensável auxílio na elaboração desse trabalho e pela amizade.

Ao grande e admirável amigo, Prof. Dr. Augusto César Soares Leite (CCA-UFES), que foi como um pai para mim desde a graduação.

Aos Professores Prof. Dr. Antônio Pinheiro Lellis (UFV); Prof. Dr. Mauro Eloi Nappo (CCA-UFES).

Todos os professores e funcionários do CCA-UFES e UENF, que em muito contribuíram para minha formação profissional e, mais que isso, se tornaram grandes e inesquecíveis amigos.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo, e à UENF, pela oportunidade de realização do curso;

À Associação de Produtores Rurais do Sudoeste de Minas Gerais e Viveiro Bela Vista Florestal, em especial a Ricardo Vilela e sua família e ao Professor Sebastião Rosado (UFLA), pela oportunidade, a mim concedida, de dar continuidade junto a eles, ao trabalho de melhoramento do cedro australiano.

Aos grandes amigos Marcílio, Ernando, Juan, Derliane, Rejane, Marcela's, Thiago's, Dani, Kaly, Lane, Aldrin, Ciça, Marília, Cláudia, Kelly(s), Alvina, Ní, Léo, Robinho, Fernando, Vanessa, Paty, Marcelo, Gilmar, José Luis, Xande (*in memorian*), Mário, Magno, Lú, Leandro, Yaska, Chicão, Gí, Romano, Adelmo, Jallile, Ginnie, Dimmy, Silda, Janete, Edson, Flávia, Partelli, Latino, Pedro, Fabrício, Théo, Olímpio, Márcia, Jackson a família do Prof. Silvério e do Sr. Sebastião Marinho e a todas as famílias que me acolheram em Alegre, Campos e Lavras, aos amigos de disciplinas e do laboratório de Fitotecnia da UENF e a todos os amigos, pelo cuidado, zelo e carinho por mim.

Aos amigos, que de longe ou de perto, fazem parte da minha vida. Vocês, de todas as formas possíveis, me conduziram até aqui e fazem parte dessa conquista.

Obrigada, a todos vocês, pelos ótimos momentos vividos e por tornarem minha vida melhor.

À equipe médica de Vitória e Lavras, que me acompanha, e muito tem contribuído para minha reabilitação, como amigos, agradeço imensamente, com toda intimidade a Ana, Mauro, Berilurdes, Itamar, Nívea, Carla e nossos auxiliares.

E a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram na execução desse trabalho.

A todos vocês devo as vitórias sobre os meus limites.

Minha ausência pode ser por muitas vezes necessária, contudo vocês viverão eternamente em mim.

SUMÁRIO

Resumo.....	vii
Abstract.....	ix
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	4
2.1. Cedro Australiano (<i>Toona ciliata</i>).....	4
2.2. Propagação Vegetativa.....	6
2.2.1. Miniestaquia.....	12
3. Material e Métodos.....	14
3.1. Minijardim clonal de cedro australiano.....	14
3.2. Mudanças clonais de cedro australiano.....	15
4. Resultados e Discussão.....	18
4.1. Avaliação do minijardim clonal de cedro australiano.....	18
4.2. Avaliação de mudas clonais de cedro australiano.....	20
4.3. Correlações entre dados de miniestacas e brotações do minijardim clonal e dados das mudas clonais de cedro australiano.....	26
5. Resumo e Conclusões	29
6. Referências Bibliográficas	31
7. Apêndice	39

RESUMO

SOUZA, Jonicélia Cristina Araújo Vieira de; Engenheira Agrônoma, Universidade Federal do Espírito Santo, Novembro de 2004; M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Setembro de 2007; Propagação Vegetativa de Cedro Australiano (*Toona ciliata* M. Roem) por Miniestaquia; Orientadora: D.Sc., Deborah Guerra Barroso. Co-orientador: Ph.D., José Geraldo de Araújo Carneiro.

O método de propagação atual do cedro australiano, *Toona ciliata*, é via seminal. Entretanto, a oferta sazonal das sementes e sua curta viabilidade ao longo do tempo, representam um problema para a oferta contínua de mudas para implantação de povoamentos. O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade da propagação vegetativa da espécie por miniestaquia e a necessidade da aplicação de auxina para o enraizamento das miniestacas. A partir de um minijardim clonal de origem seminal foram obtidas brotações para produção de mudas clonais, em três diferentes épocas de coleta (2,5; 4,5 e 5,5 meses após a coleta das mudas). Foram avaliados diâmetro das minicepas, número, altura e diâmetro das brotações, em cada época de coleta. Antes do estaqueamento, as miniestacas tiveram suas bases imersas em quatro diferentes concentrações de auxina (0; 1500; 3000 e 4500 mg L⁻¹). Foram avaliados altura, diâmetro de colo, matéria seca da parte aérea, comprimento e diâmetro médio de raízes das mudas clonais, aos 40 dias. Durante o experimento obteve-se 100% de sobrevivência das minicepas e das miniestacas. Houve 100% de enraizamento das miniestacas nas três coletas, não havendo diferença quantitativa de raízes em função das doses de auxina aplicadas. Quanto maior o tamanho das brotações, maior a velocidade de

crescimento das mudas clonais originadas. O cedro australiano possui capacidade de enraizamento e brotação possibilitando a clonagem da espécie pelo processo de miniestaquia.

Palavras-chaves: cedro australiano, silvicultura clonal, ácido indolbutírico

ABSTRACT

SOUZA, Jonicélia Cristina Araújo Vieira de; Agricultural Engineer, Universidade Federal do Espírito Santo, November, 2004; M.Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; September, 2007; Vegetative Propagation of Australian Red Cedar (*Toona ciliata* M. Roem) by Minicuttings Technique.; Advisor: D.Sc., Deborah Guerra Barroso. Co-advisor: Ph.D., José Geraldo de Araújo Carneiro.

The current method of propagation of the australian red cedar, *Toona ciliata*, is made by seminal way. However, the offers of seasonal seeds and short viability, are a concern for continuous offer of seeds. The objectives of this work were to evaluate the viability and vegetative propagation of this specie, through minicutting and evaluate auxin application aiming the rooting of the cuttings. Starting from a seminal miniclonal garden were obtained sprouts for clonal minicutting production, in three different harvest times (2,5; 4,5 and 5,5 months after minicutting cut). Minicutting diameter, number, height and diameter sprout, in each harvest time were evaluated. Before staking, bases of the minicutting were submerged in four different auxin concentrations (0; 1500; 3000 and 4500 mg L⁻¹). Height, lap diameter, stem dry matter, length and diameter of minicutting roots at 40 days were evaluated. During the experiment was obtained 100% of minicutting survival. There were 100% of minicutting rooting, in the three harvest times, not showing quantitative differences in roots by auxin dosis application. With larger time interval among harvest in minicutting production, great speed of growth of minicutting were observed. The australian red cedar have high rooting capacity and sprout production becoming possible the specie cloning by minicuttings technique.

Key words: Australian Red Cedar, clonal forestry, indolbutiric acid.

1. INTRODUÇÃO

A implantação de florestas de produção é importante, pois, além de diminuir o déficit florestal (Abraf, 2006), contribui para a proteção de matas nativas (Abracave, 2001), que suprem hoje alguns dos principais setores de consumo florestal, como os de serraria e laminação (Pinheiro *et al.*, 2003). Destaca-se, ainda, a importância dos povoamentos florestais para a fixação de carbono (Alfenas *et al.*, 2004).

Entre as espécies que vêm sendo plantadas em alguns Estados brasileiros, visando à produção de madeira serrada, está o cedro australiano, *Toona ciliata* M. Roem. var. *australis* (F. Muell.) Bahadur, uma espécie da família Meliaceae, cuja origem estende-se da Índia e Malásia ao norte da Austrália. Sua madeira é nobre e de boa qualidade e, segundo Lorenzi *et al.* (2003) e Pinheiro *et al.* (2003), com qualidade comparável a dos cedros nativos do gênero *Cedrella* e à do mogno (*Swietenia macrophylla*), que são espécies produtoras de madeira com alto valor de mercado, sendo essas duas espécies pertencentes à mesma família e sub-família do cedro australiano. O cedro australiano é considerado a nona de 43 espécies em ordem de Avaliação do Valor da Terra (AVT - índice econômico), em estudo sobre as perspectivas de árvores da floresta úmida da Austrália para produção de móveis (Ares e Fownes, 2000).

Esta espécie encontrou no Brasil condições favoráveis ao seu crescimento e possui importante resistência contra a broca da gema apical

(*Hypsiphila grandella*), encontrada na América, que ataca outras meliáceas como os cedros do gênero *Cedrella* e o mogno (Oiano, 2000). Porém, o cedro australiano é atacado pela *Hypsiphila robusta*, praga florestal que não tem ocorrência natural na América (Cunningham *et al.*, 2005).

O material genético da espécie introduzido no Brasil apresenta grande variabilidade, o que é nitidamente observado pela irregularidade dos povoamentos implantados.

As principais empresas florestais brasileiras vêm usando, amplamente, para a produção comercial de mudas, a propagação vegetativa por miniestaquia, que consiste na utilização de brotações novas, coletadas em mudas propagadas vegetativamente e conduzidas em minijardim clonal (Teixeira, 2001).

As empresas Votorantin, Suzano, Ripax (SP), Aracruz, Viveiro Ducampo (ES), Cenibra, Viveiro Bela Vista (MG), Suzano (BA) são algumas das empresas que utilizam a técnica de miniestaquia na produção clonal de mudas.

A utilização desta técnica tem possibilitado rejuvenescimento de alguns materiais, suficiente para eliminar a utilização de reguladores de crescimento e reduzir a variabilidade durante a multiplicação (efeito de clonagem) (Higashi *et al.*, 2000; Titon *et al.*, 2002).

A utilização da propagação vegetativa de espécies florestais, associada a programas de melhoramento, tem como finalidades acelerar o crescimento, aumentar a produtividade e gerar madeira de qualidade e homogênea (Alfenas *et al.*, 2004).

Para algumas espécies, como para a maioria do gênero *Eucalyptus*, há conhecimento científico suficiente para implementação do processo produtivo de mudas florestais, através de clonagem. No entanto, isso não ocorre para um grande número de espécies florestais de interesse, como é o caso do cedro australiano.

Hoje, o processo de propagação comercial do cedro australiano é exclusivamente através de sementes (Lorenzi *et al.*, 2003 e Pinheiro *et al.*, 2003).

Entretanto, fatores como a oferta sazonal de sementes, a curta viabilidade das mesmas (Scocchi *et al.*, 2006) e, especialmente, a grande

variabilidade dos povoamentos implantados no país, com manifestação de características genéticas indesejáveis, justificam a necessidade do início de um processo de melhoramento para o cedro australiano, bem como do uso da propagação vegetativa para a implantação contínua e homogênea de povoamentos comerciais.

A propagação vegetativa permite contornar os problemas inerentes à multiplicação seminal do cedro australiano, garantindo a produção durante todo ano e permitindo rápida seleção e multiplicação de indivíduos superiores, tornando os plantios mais produtivos e uniformes.

A clonagem comercial em nível de famílias, via material juvenil de origem seminal, é uma ferramenta potencial para obtenção de melhorias da qualidade do produto final obtido, pois, mesmo que não se tenha certeza do genótipo a ser multiplicado, têm-se estimativas de superioridade dos progenitores, bem como, maior uniformidade dos plantios obtidos.

Embora a técnica de miniestaquia mostre-se promissora para a produção de mudas clonais de diferentes espécies florestais, para a adoção do processo de miniestaquia na propagação comercial do cedro australiano, são necessárias informações sobre a produtividade e longevidade das minicepas em sucessivas coletas e, quanto às miniestacas, com relação à capacidade de enraizamento, estabelecimento e à influência da época de produção e intervalos de coleta sobre as mesmas.

Objetiva-se com este trabalho avaliar a viabilidade da técnica de miniestaquia como método de propagação vegetativa de cedro australiano.

Objetivos específicos

- Avaliar a produção e sobrevivência das minicepas de cedro australiano em sucessivas coletas;
- Determinar a capacidade de enraizamento das miniestacas em diferentes coletas e a necessidade de reguladores de crescimento;
- Avaliar o crescimento das miniestacas, originadas de coletas sucessivas, na fase de enraizamento;
- Determinar a existência de correlações entre características das minicepas e suas brotações com as características das mudas clonais, na fase de enraizamento.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Cedro australiano

O cedro australiano é uma espécie florestal, da família Meliaceae, que apresenta grande potencial para silvicultura comercial (Ares e Fownes, 2000). O gênero *Toona*, segundo Bygrave e Bygrave (2005), destaca-se, pelo seu rápido crescimento e potencial produtivo, entre os gêneros pertencentes à sub-família Swietenioideae, que engloba as mais valiosas espécies de árvores das florestas tropicais, como as espécies dos gêneros *Cedrela*, *Swietenia*, *Khaya* e *Chukrasia*.

A espécie foi introduzida no Brasil onde encontrou condições edafo-climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento. A implantação da cultura é economicamente viável e confere um investimento rentável ao produtor, segundo análise econômica de Pinheiro *et al.* (2003).

A madeira apresenta densidade moderada e ampla utilização, como por exemplo, na construção de mobílias de luxo e embarcações, na produção de compensados, laminados, ornamentos de interior, marcenaria, instrumentos musicais, caixas e engradados, entre outros. Relata-se também a extração de taninos e de substâncias de uso na produção de inseticidas, essência para a indústria de perfumaria e cosméticos e medicamentos (World Agroforestry Centre, 2007).

Por esses motivos, o cultivo da espécie tem se expandido no país, com a finalidade de produção de madeira nobre para serraria e indústria moveleira. Os plantios estão concentrados nos Estados da região sudeste, com destaque para os Estados do Espírito Santo e Minas Gerais.

O crescimento da exploração comercial da cultura, comentado por Castro-Gamboa (2000) e também por Hasse (2005), determina a importância do conhecimento e estudos sobre a espécie, com geração de novas técnicas que possibilitem avanços tecnológicos para produção e propagação da mesma.

De acordo com Brandão L. (2005¹), o único registro da introdução da espécie no país é da empresa Aracruz Celulose (ES), em 1973, denominada na época de Aracruz Florestal. Nesse determinado ano, vários lotes de sementes de diferentes espécies de eucalipto e de outras espécies vegetais foram importados e introduzidos do Timor Leste e Austrália. A empresa efetuou pequenos plantios em áreas da empresa, formando assim um banco de germoplasma dessas espécies de interesse, e um desses foi constituído por cedro australiano, do qual originaram-se as demais populações implantadas no país.

Em 1989, a empresa Aracruz Celulose começou a fazer a distribuição mudas de cedro australiano, de eucalipto e de algumas espécies nativas, provenientes de sementes colhidas de seu banco de germoplasma, para agricultores, escolas de ciências agrárias e demais interessados, iniciando assim, a multiplicação de plantios de cedro australiano no Brasil (Hasse, 2005).

A espécie possui similaridade botânica com o cedro nativo, do gênero *Cedrela*, espécies das mais conhecidas da Mata Atlântica e com o mogno, da Floresta Amazônica (Lorenzi *et al.*, 2003 e Hasse, 2005). O mogno, *Swietenia macrophylla*, consta na lista do IBAMA das espécies ameaçadas de extinção, segundo a portaria número 37, de 3 de abril de 1992, do IBAMA.

O cedro australiano apresenta resistência aos ataques da broca da gema apical (*Hypsipyla grandella*), que causa grandes danos ao cedro e ao mogno brasileiro (Oiano, 2000). A espécie é susceptível à *Hypsiphila robusta*,

¹ Comunicação pessoal - Presidente da Aracruz Florestal em 1973.

que causa danos semelhantes ao do ataque de *H. grandella*, porém não há relatos de ocorrência de *H. robusta* no Brasil (Cunningham *et al.*, 2005).

Pelas semelhanças com o cedro nativo e o mogno, a madeira do cedro australiano atinge altas cotações no mercado interno e externo. O elevado valor comercial das madeiras, provenientes de árvores desses gêneros, decorre da alta qualidade de suas madeiras e da diversificação de seus usos industriais (World Agroforestry Centre, 2007).

A estimativa para o mercado interno e externo é de que o valor da madeira do cedro australiano seja semelhante aos dos cedros nativos, devido as suas semelhanças nas propriedades tecnológicas da madeira, mencionadas por Lorenzi *et al.* (2003) e por Pinheiro *et al.* (2003). Segundo Gonçalves *et al.* (2006), ao compararem diferentes espécies florestais, quanto ao desgaste e à susceptibilidade ao ataque de cupim-de-madeira seca (*Cryptotermes brevis*), observaram que a madeira do cedro australiano não apresentou furos e se apresentou menos desgastada que o guapuruvú e o *Pinus*, entretanto, mostraram mais desgaste que a cacunda, cupiúba, cedro-rosa e pequi.

A indicação para o corte raso do cedro australiano é de 15 anos, podendo ser antecipada ou adiada conforme as condições específicas do sítio de plantio, dos objetivos e da necessidade do produtor. Sua atual produtividade média é de cerca de $15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ no Brasil (Pinheiro *et al.*, 2003), alcançando assim uma produção acima de 100 m^3 de madeira serrada por hectare, sem seleção ou melhoramento genético.

2.2. Propagação vegetativa

A propagação vegetativa ou clonagem é utilizada, visando principalmente à uniformização dos plantios, maior produtividade e adaptação dos clones aos sítios de implantação, aliado a um custo competitivo. Além disso, essa técnica tem possibilitado a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas, devido à limitação de material genético seminal para atender a esse propósito (Xavier, 2002). Desta forma, podem ser obtidos talhões uniformes, de rápido crescimento e produção de matéria-prima homogênea (Alfenas *et al.*, 2004). Isso justifica o aumento do

interesse pela propagação vegetativa de espécies florestais nos últimos anos (Xavier, 2002) e pela grande maioria dos povoamentos comerciais de eucalipto, atualmente, serem provenientes de mudas clonais (Tonello, 2004).

A propagação vegetativa só é possível devido à capacidade que células, partes de órgãos ou órgãos têm para regenerar órgãos ou plantas, dada a totipotência das células, ou seja, capacidade de qualquer célula do organismo vegetal encerrar em seu núcleo toda a informação necessária à regeneração de uma planta completa, através da reprodução somática (reprodução assexuada ou vegetativa), baseada exclusivamente na mitose. Para que a reprodução aconteça na estaquia e também na miniestaquia, é necessário que as células do propágulo se diferenciem, regenerando cada um dos tecidos da planta adulta, processo chamado de organogênese, iniciado pelas raízes e se manifestando de maneira diferente, conforme a espécie em questão (Xavier, 2002).

Na propagação por estaquia ou miniestaquia buscam-se materiais juvenis que favoreçam o enraizamento das estacas ou miniestacas e garantam, ainda, a manutenção das características da planta-mãe, diminuindo a heterogeneidade das plantas, pelo uso da clonagem (Alfenas *et al.*, 2004).

A técnica de rejuvenescimento consiste em lançar mão de alguns tratamentos ou técnicas que tragam a planta de um estado maduro para um estado juvenil (Wendling e Xavier, 2001).

O uso da propagação vegetativa na área florestal é vasto, desde a produção em massa de plantas melhoradas até a obtenção de floração precoce de plantas destinadas à produção de sementes e frutos; todavia cuidados devem ser tomados para que não ocorra a redução da base genética e segregação genética em mudas provenientes de sementes de pomares instalados por estaquia de híbridos ou enxertados com híbridos (Brune, 1982).

No Brasil, segundo Teixeira (2001), o uso do processo de clonagem florestal em grande escala iniciou-se em 1979, com eucalipto no Espírito Santo. Desde a introdução da clonagem, a eucaliptocultura brasileira vem sofrendo grandes avanços, responsáveis pelo estabelecimento de florestas homogêneas de elevada produtividade (Ramalho *et al.*, 2004; Alfenas *et al.*, 2004).

Além do eucalipto, outras espécies florestais são propagadas vegetativamente, como o louro (*Laurus nobilis* L.), que, segundo Herrera *et al.* (2004), a propagação pode ser realizada por via seminal e também vegetativa, mas no Brasil se dá a partir de processos vegetativos, por não completar seu ciclo reprodutivo natural.

A propagação do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) é viável por sementes, por estacas e por mudas de regeneração natural. A irregular produção de sementes, a dificuldade de acesso às populações remanescentes, a elevada predação por pássaros aliados à baixa porcentagem de germinação das sementes tem limitado a produção de mudas seminais, visando à recomposição das populações naturais e os plantios *ex-situ*. Assim, o desenvolvimento e os avanços de técnicas de propagação vegetativa constituem alternativa de reprodução de genótipos superiores desta espécie, como foi observado por Handa *et al.* (2005), ao estabelecer metodologia para a assepsia dos explantes de pau-rosa para viabilizar a sua cultura *in vitro*.

Com o aumento da demanda por mudas de eucalipto e a necessidade de potencializar o processo de produção, os jardins clonais que eram conduzidos no campo passaram a ser conduzidos em condições controladas, a partir de mudas micropropagadas (microjardins clonais) ou mudas propagadas por miniestaquia (minijardins clonais), reduzindo o ciclo de produção e aumentando, significativamente, a produtividade por área (Higashi *et al.*, 2000).

As técnicas de propagação por estaquia e miniestaquia passam por quatro fases, iniciando-se com a coleta de brotos, seguida da preparação das estacas ou miniestacas e do meio de crescimento, depois pelo enraizamento e por último pela rustificação das mudas (Floriano, 2004).

A produção de brotos e o enraizamento são fases de extrema importância no processo de propagação, podendo limitá-lo quando inadequadas.

Para cada espécie e procedência existe um ponto de ótimo equilíbrio entre as dimensões, acúmulo de substâncias de reserva e a idade das plantas, que devem ser pesquisados para se obter melhor resultado quanto ao vigor da rebrota (Brune, 1982).

Diversos fatores afetam o enraizamento das estacas. Segundo Alfenas *et al.* (2004), a formação de raízes é um complexo processo anatômico e fisiológico associado à desdiferenciação e ao redirecionamento do desenvolvimento de células vegetais totipotentes para a formação de meristemas que darão origem às raízes adventícias.

Há fatores internos e ambientais que influenciam no sucesso do enraizamento, segundo Kramer e Kolowski (1972), citado por Andrejow (2006).

Entre os fatores internos, estão: a espécie ou o clone, cujo potencial varia também conforme a época do ano, o que está diretamente ligado ao teor de carboidratos, como descrito por Wendling *et al.* (2000), que encontraram variações entre clones de *Eucalyptus* spp. no seu estudo de propagação clonal por miniestaquia, destacando a importância do genótipo; a planta-mãe, que quanto mais jovem, vigorosa e sadia, produz estacas com maior potencial de enraizamento; a idade e localização do propágulo (Paiva *et al.*, 1996 e Floriano 2004); os hidratos de carbono e nitrogênio (Paiva *et al.*, 1996), pois segundo Paiva e Gomes (1995), elevado nível de reservas com uma elevada relação carbono/nitrogênio favorecem o enraizamento; e o estado fisiológico, sendo que, de forma geral, estacas herbáceas enraízam melhor do que as lenhosas. Ao testarem enraizamento de estacas de tecido adulto (estacas de ramos) e juvenil (estacas provenientes de mudas e de brotações de cepas), Fonseca *et al.* (1991) observaram que o enraizamento de estacas de jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem) ocorreu apenas em estacas de tecido juvenil. Entretanto, Paiva e Gomes (1995) consideram que, para plantas que se propagam facilmente por estacas, a idade da planta-mãe tem pouca importância.

Plantas arbóreas sofrem mudanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas da fase juvenil para a adulta (maturação), que afetam o potencial de clonagem, o vigor de crescimento e a resistência às pragas e doenças, dificultando a propagação vegetativa (Wendling e Xavier, 2001), destacando ainda que as diferentes partes da planta apresentam diferentes estádios de maturação (Alfenas *et al.*, 2004).

A concentração dos reguladores de crescimento é mais um dos fatores internos que afetam o enraizamento de estacas, especialmente as auxinas,

citocininas e giberelinas. As auxinas estimulam o enraizamento adventício e as citocininas, produzidas nas raízes, estimulam a divisão celular na parte aérea, conforme relação auxina/citocinina. Geralmente, alta relação auxina/citocinina favorece a formação de raízes, enquanto que, o contrário, estimula a formação dos ramos. Conforme a concentração, as giberelinas podem inibir o enraizamento de estacas, provavelmente por estimular o crescimento vegetativo que compete com a formação de raízes (Alfenas *et al.*, 2004).

Entre os fatores ambientais que afetam o enraizamento das estacas estão a umidade; a temperatura; a luminosidade e o fotoperíodo (Alfenas *et al.*, 2004); o meio de crescimento (substrato), no que se refere à composição, fertilização, ausência de agentes patogênicos, aeração e pH (Deschamps, 1993); condições de assepsia e concentração de CO₂ no ambiente (Floriano, 2004).

O ambiente ideal para enraizamento de grande parte das espécies florestais, como no caso do gênero *Eucalyptus*, é obtido com sombra parcial, substrato bem drenado, alta umidade relativa, temperatura amena e constante (Brune, 1982). Segundo Pio *et al.* (2006), a casa de vegetação, com alta umidade relativa e sombreamento parcial, confere ambiente ideal para o enraizamento de figueira (*Ficus carica* L.).

Podem ser aplicados tratamentos mecânicos e/ou fisiológicos para indução do enraizamento.

Os tratamentos mecânicos, geralmente, são provocados por algum tipo de injúria como descascamento, incisão, ou torção, na base das estacas ou miniestacas. Outro tipo de tratamento mecânico é a impermeabilização das estacas para evitar ressecamento (Floriano, 2004). Kalil Filho (2000) observou que a impermeabilização, associada com hormônios, aumentou o enraizamento de seringueira (*Hevea brasiliensis*), em experimento realizado em Altamira, no Estado do Pará.

Os principais meios de tratamento fisiológico para promover enraizamento são o rejuvenescimento, o estiolamento e o tratamento com reguladores de crescimento.

O rejuvenescimento consiste na aplicação de tratamentos ou técnicas que visam alterar o estado fisiológico da planta do estado maduro para o estado juvenil (Wendling e Xavier, 2001). O rejuvenescimento para produção

comercial de mudas de espécies florestais tem sido alcançado através de técnicas como a miniestaquia e a microestaquia (Titon *et al.*, 2002), entre outras.

O estiolamento, causado pela ausência de luz, caracteriza-se por alterações fisiológicas, associadas ao descoramento e pela redução da lignificação dos tecidos. O estiolamento, em determinados casos, como relatados por Biase *et al.* (2002), pode aumentar a capacidade de enraizamento, pois reduz a lignificação.

Os reguladores de crescimento são comumente usados no tratamento de estacas para aumentar a porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento, com diferentes concentrações determinadas pela espécie, variedade ou clone, segundo Wendling e Xavier (2005). Exemplos desses reguladores são auxinas, como o ácido indolbutírico (AIB), o ácido indolacético (AIA), ácido naftilacético (ANA) e o 2.4-diclorofenoxiacético (2.4.D) (Paiva e Gomes, 1995).

Entre as substâncias que podem ter efeito inibidor do enraizamento estão o ácido abscísico (ABA) e o etileno; embora qualquer regulador de crescimento possa causar inibição de raízes, dependendo da sua concentração (Floriano, 2004).

Ao testar os efeitos de auxina e boro no enraizamento adventício de estacas de louro (*Laurus nobilis* L.), considerado uma planta de difícil enraizamento adventício, Herrera *et al.* (2004) observaram que os tratamentos com auxina proporcionaram maiores porcentagens de estacas enraizadas, do que a testemunha, obtendo ainda, maior uniformidade na formação de raízes, o que estaria relacionado à ação positiva das auxinas sobre a divisão das células que dão origem às raízes. Esses biorreguladores levam à síntese de RNA, que intervem na iniciação do primórdio radicular, favorecendo a atividade metabólica necessária para o desenvolvimento dos tecidos constituintes das raízes neoformadas e estimulando seu crescimento.

Entretanto, com o rejuvenescimento alcançado, nos processos de microestaquia e miniestaquia, o uso de hormônios e reguladores de crescimento é, muitas vezes, desnecessário. Como constatado por Wendling e Xavier (2005), para clones de *Eucalyptus grandis*, por Perreira *et al.* (2005),

para jabuticabeira (*Myrciaria jabuticaba*) e por Pio *et al.* (2006), para o enraizamento de estacas apicais de figueira (*Ficus carica* L).

A técnica de propagação vegetativa de microestaquia (cujo material vegetativo é cultivado *in vitro*) apresenta vantagens como maior rejuvenescimento, melhor desempenho de enraizamento, qualidade do sistema radicular e maior velocidade na emissão de raízes. No entanto, necessita de investimentos em laboratório de micropropagação (Xavier e Comério, 1996).

A miniestaquia apresenta vantagens tanto nos aspectos técnicos, estruturais e operacionais quanto nos de custo (Wendling *et al.*, 1999) e apresenta, em determinadas situações, resultados tão eficientes quanto ao da microestaquia, segundo Xavier e Wendling (1998). Assim, a miniestaquia tem sido a principal forma de multiplicação do eucalipto em escala comercial, devido à maior viabilidade econômica; otimização da área de jardim clonal; elevado grau de juvenilidade e de enraizamento das estacas para produção comercial, em relação às outras técnicas de propagação vegetativa (Higashi *et al.*, 2000; Paula *et al.*, 2003).

2.2.1. Miniestaquia

A miniestaquia é uma das técnicas de rejuvenescimento utilizada com êxito na propagação de clones selecionados, o que possibilita consideráveis ganhos, decorrentes, principalmente, do aumento dos índices de enraizamento e da redução do tempo para formação das mudas, pelo uso de propágulos com maior grau de juvenilidade (Titon *et al.*, 2002).

Na miniestaquia, o estoque de mudas enraizadas constitui fonte de propágulos (brotos) para produção comercial. Tais plantas, após a quebra da dominância apical, são denominadas minicepas e o seu conjunto denomina-se minijardim clonal. Esta técnica surgiu a partir do aprimoramento da estaquia e microestaquia, visando contornar as dificuldades de ambas as técnicas (Alfenas *et al.*, 2004).

Para a maioria dos clones de eucalipto a técnica de miniestaquia garante enraizamento mais eficiente das miniestacas em relação a outras técnicas de propagação vegetativa e, ainda, o uso de reguladores de

crescimento pode ser desnecessário, conforme mencionado por Higashi *et al.* (2000), devido ao processo de rejuvenescimento que a planta sofre até a produção da miniestaca. Santos *et al.* (2000) destacam a miniestaquia como uma técnica promissora também para produção de mudas clonais de espécies nativas.

Os propágulos são obtidos a partir de brotações de cepas ou por outro tipo de indução de brotos basais de árvores selecionadas, que são estaqueadas para formação do minijardim clonal e desses são retiradas miniestacas, que darão origem às mudas clonais comerciais (Floriano, 2004).

Dentre as vantagens da miniestaquia, em relação à estaquia, pode-se citar a redução da área necessária para formação do jardim miniclinal, localizada em bandejas ou canaletas no próprio viveiro; redução dos custos com transporte e coleta das brotações; maior eficiência e menores custos das atividades de manejo no jardim miniclinal (irrigação, nutrição, manutenção e controle de pragas e doenças), além de proporcionar maior qualidade, velocidade e percentual de enraizamento das miniestacas (Xavier *et al.*, 2003a).

A técnica apresenta-se como uma alternativa altamente viável, principalmente nas situações em que apresenta resultados, tão eficientes quanto os da microestaquia, ou em situações em que a micropropagação for inviável técnica, econômica e/ou operacionalmente (Tonello, 2004).

A aplicação da miniestaquia na propagação clonal de *Eucalyptus* é uma realidade e mostra-se bem desenvolvida (Xavier, 2002), entretanto nas demais espécies florestais, ainda é recente, precisando de desenvolvimento quanto aos ajustes no processo de produção da muda (Xavier *et al.*, 2003b).

Foi observada viabilidade técnica da propagação vegetativa por miniestaquia na produção de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), mogno (*Swietenia macrophylla*), por Santos (2002), e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), por Santos *et al.* (2000), Santos (2002) e Xavier *et al.* (2003a), garantindo produção de mudas durante todo o ano, principalmente nas situações em que a semente é insumo limitante (Xavier *et al.*, 2003a).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Minijardim clonal de cedro australiano

O experimento para implantação do minijardim clonal foi conduzido em casa de vegetação coberta com plástico (polipropileno 150 micra) e sombrite (30%), no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em Campos dos Goytacazes – RJ.

Foi utilizado lote de sementes composto por matrizes dos povoamentos de Biriricas e Fazenda do Estado (Domingos Martins – Espírito Santo). Esse lote foi composto pelas árvores dominantes no povoamento em que se encontravam, com cerca de 9 a 12 anos de idade.

Mudas de cedro australiano foram produzidas por via seminal, com aproximadamente 80% de germinação, em tubetes plásticos de 280 cm³, em substrato comercial Multiplant Florestal® da empresa Terra do Paraíso, fertilizado com adubo de liberação lenta, Osmocot® da empresa Produquímica de formulação N-P-K 14-14-14 (com liberação estimada de 3 a 4 meses), adubado com 9 gramas de Osmocot® por kg de substrato.

Aos 90 dias após a sementeira (mudas com aproximadamente 15 cm de altura) foi efetuada a recepa da parte aérea das mudas, a uma altura de 6 cm da base, pinceladas, na região de corte, com solução de fungicida sistêmico Manzat® 500 (Mancozeb) da empresa Dupont, diluído à base de 0,5

g L⁻¹, formando assim minicepas, que forneceram miniestacas para produção de mudas.

O minijardim clonal foi composto por um total de 300 minicepas, sendo que cada minicepa representa uma matriz, ou seja, um genótipo.

Foram constituídas 10 parcelas compostas por 30 minicepas, dispostas aleatoriamente.

Aos 2,5; 4,5 e 5,5 meses após a recepa para implantação do minijardim foram retiradas de cada minicepa uma miniestaca da brotação mais desenvolvida. Na mesma ocasião foram medidos diâmetro das minicepas, diâmetro e altura das brotações e contado o número acumulado de brotações antes de cada coleta.

As minicepas foram mantidas até a primeira coleta em uma densidade de 225 mudas m², após essa coleta, as minicepas foram dispostas em maior espaçamento, resultando em 112 mudas m².

As 300 minicepas foram identificadas individualmente, bem como as miniestacas delas originadas. A identificação foi realizada em todas as miniestacas, nas três diferentes épocas, para posterior correlação entre os dados.

Os dados de cada minicepa foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre os dados das brotações nas diferentes épocas de coleta foram comparadas por teste de média.

3.2. Mudanças clonais de cedro australiano

Para testar a viabilidade de produção de mudas de cedro australiano pelo processo de miniestaquia a partir das minicepas anteriormente produzidas e o potencial de enraizamento das miniestacas, mediante aplicação de diferentes concentrações de auxina, em coletas sucessivas, foram coletadas miniestacas apicais. Estas foram padronizadas de 4 a 6 cm e mantidas com 2 a 3 folhas com um par de folíolos por folha e estes reduzidos em 50% de sua área, para diminuir a transpiração. Em seguida, as miniestacas foram submetidas à aplicação de fungicida sistêmico Mancozeb (0,5 g L⁻¹) em sua base, na região de corte. Logo após a aplicação do fungicida as miniestacas foram submetidas a quatro níveis de ácido indolbutírico (AIB), aplicados por via

líquida, também na base das miniestacas, durante 15 segundos, nas concentrações: 0, 1500, 3000 e 4500 mg L⁻¹. O estaqueamento foi realizado em 3 épocas de coleta, aos 2,5; 4,5 e 5,5 meses após a recepa das matrizes/minicepas. Em cada época os tratamentos foram dispostos em 5 blocos casualizados, com 15 mudas clonais por parcela.

No preparo das soluções de AIB, para o tratamento das miniestacas, foi utilizado hidróxido de sódio (NaOH 1 mol L⁻¹) para diluir a auxina.

Para a produção das mudas clonais foi realizado o estaqueamento das miniestacas em tubetes plásticos de 110 cm³, contendo substrato comercial Multiplant Florestal® da empresa Terra do Paraíso, fertilizado com adubo de liberação lenta, Osmocot® da empresa Produquímica de formulação N-P-K 14-14-14 (com liberação de 3 a 4 meses), adubado com 9 gramas de Osmocot® por kg de substrato.

Após estaqueamento, os tubetes foram transferidos para casa de vegetação com sistema de nebulização intermitente, mantendo uma temperatura média de 27°C e uma elevada umidade relativa do ar, necessária para evitar o ressecamento das folhas (80 a 100%), que proporciona formação de uma fina película na superfície da folha, reduzindo, assim, a transpiração.

As miniestacas permaneceram sob nebulização por 40 dias. Procedeu-se, após este período, a avaliação das mudas clonais quanto à sobrevivência, porcentagem de estacas enraizadas, e os parâmetros de vigor das mudas (Carneiro, 1995) como crescimento em altura e diâmetro do colo das mudas, biomassa de parte aérea, comprimento e diâmetro de raízes.

Cinco mudas clonais, das quinze mudas de cada tratamento, tiveram suas raízes lavadas sobre peneiras, para determinação do comprimento e diâmetro das raízes adventícias produzidas por miniestaca, o que foi avaliado por meio da digitalização de imagens, segundo técnica pelo Programa Quant Root dos professores do Departamento de solos da Universidade Federal de Viçosa, conforme metodologia utilizada por Freitas *et al.* (2005).

Em dez mudas de cada parcela foi determinada a matéria seca da parte aérea. Após separação das raízes, esse material foi colocado em estufa de circulação forçada, a 70° C, por 48 horas, para posterior pesagem.

Os dados foram submetidos à análise conjunta de experimentos e as diferenças detectadas foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Pimentel-Gomes e Garcia, 2002).

O modelo utilizado para a análise dos dados, segundo Cruz e Regazzi (1994) e Ramalho *et al.* (2005), foi:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + E_j + DE_{ij} + B/E_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

em que: Y_{ijk} : valor observado na $i^{\text{ésima}}$ dose da $j^{\text{ésima}}$ época no $k^{\text{ésimo}}$ bloco;

μ : média geral observada;

D_i : efeito da $i^{\text{ésima}}$ dose (efeito fixo);

E_j : efeito da $j^{\text{ésima}}$ época (efeito fixo);

DE_{ij} : efeito da interação da $i^{\text{ésima}}$ dose com a $j^{\text{ésima}}$ época (efeito fixo);

B/E_{jk} : efeito do $k^{\text{ésimo}}$ bloco dentro da $j^{\text{ésima}}$ época (efeito aleatório);

ε_{ijk} : erro aleatório.

Foi avaliada, ainda, a correlação entre os dados obtidos de cada clone, com os dados obtidos da minicepa com o da brotação originada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o experimento foram obtidos 100% de sobrevivência das minicepas e das miniestacas e 100% de enraizamento das miniestacas, independente da aplicação de AIB, nas três sucessivas coletas de miniestacas provenientes de minijardim clonal de origem seminal. Isto comprova que o cedro australiano possui elevada capacidade de enraizamento, possibilitando, desta forma, a clonagem da espécie, por materiais de tecidos juvenis.

4.1. Avaliação do minijardim clonal de cedro australiano

O número médio de brotações das 300 minicepas avaliadas nesse trabalho após a recepa das mudas para implantação do minijardim, encontra-se na Tabela 1, sendo estes dados acumulativos, em cada data de coleta.

Tabela 01. Número médio de brotações de cedro australiano, em cada época de coleta, realizadas a partir da recepa das mudas para implantação do minijardim clonal

Época (meses)	Média de Brotações
2,5	1,1
4,5	4,5
5,5	5,1

Dados acumulativos, antes da coleta

Xavier *et al.* (2003a) obtiveram em minijardim de cedro rosa (*C. fissilis*) 1,3 brotações por minicepa por mês, porém com manejo e avaliações diferentes deste experimento. Para híbridos de eucalipto, os dados de brotação por minicepa por mês foram de 1,7 segundo relatos de Wendling *et al.* (2000). Para espécies nativas, Santos (2002) utilizou sistemas de jardim miniclinal em tubetes plásticos de 200 cm³, com coletas a cada 30 dias, obtendo as seguintes produções de miniestacas por minicepa: 1,3 para cedro rosa; 1,1 para mogno; 1,6 para angico vermelho e 3,8 para jequitibá rosa. Trabalho de Rosse (1995) com clones de *Eucalyptus* spp. comprovaram não haver correlação entre o número de brotações e a percentagem de enraizamento.

A altura das brotações das minicepas avaliadas nas 3 diferentes épocas após a recepa das mudas para implantação do minijardim demonstram que as primeiras brotações apresentaram uma altura superior às brotações colhidas na segunda e terceira épocas (Figura 1), enquanto, observou-se maior diâmetro das brotações na segunda coleta em relação à primeira e a terceira (Figura 2).

Provavelmente, a diferença no comportamento da espécie em relação ao diâmetro das brotações entre a primeira e a segunda coleta refletem o maior espaçamento dados às minicepas após a primeira coleta, entretanto, a redução do diâmetro e da altura das miniestacas no último corte podem ser atribuídos ao menor intervalo entre as coletas.

Paralelamente ao menor crescimento em altura das brotações nas minicepas foi observado maior número de brotações ao longo do tempo.

São necessários estudos enfocando coletas seletivas de miniestacas em cedro australiano para conhecimento da produtividade contínua das minicepas.

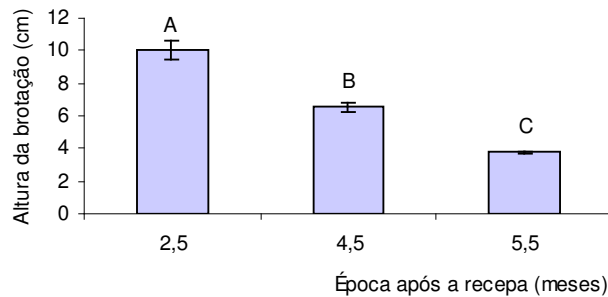


Figura 1. Altura das brotações de cedro australiano, colhidas das minicepas, nas três diferentes épocas. Barras representam o erro padrão da média. CV (%): 17,17

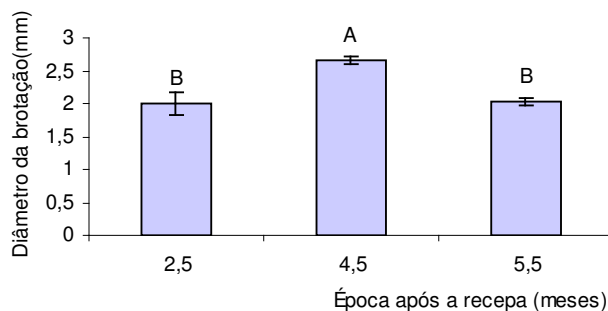


Figura 2. Diâmetro das brotações de cedro australiano, colhidas das minicepas, nas três diferentes épocas. Barras representam o erro padrão da média. CV (%): 16,06

4.2. Avaliação de mudas clonais de cedro australiano

Não houve efeito da auxina sobre a altura, diâmetro de colo, comprimento de raízes e diâmetro médio de raízes aos 40 dias após o estaqueamento. O comportamento dessas características entre as diferentes épocas são apresentados nas figuras 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

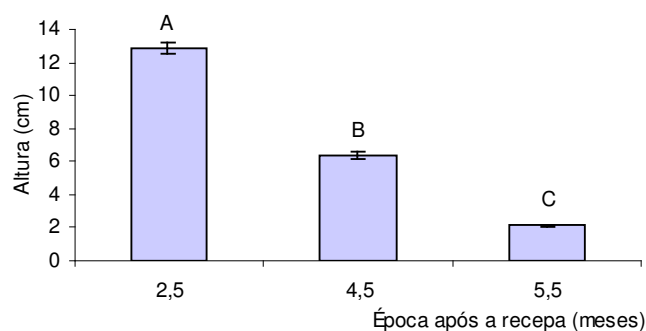


Figura 3. Altura de mudas clonais de cedro australiano, aos 40 dias após o estaqueamento, produzidas a partir de miniestacas, colhidas em três diferentes épocas.

Barras representam o erro padrão da média. CV (%): 13,81

A altura das mudas, aos 40 dias, nas 3 diferentes épocas, apresentaram resultado semelhante ao das brotações nas épocas de coleta. Isso comprova que miniestacas provenientes de brotos maiores geram mudas clonais com crescimento mais acelerado, com igual período de tempo de crescimento em casa de vegetação na fase de enraizamento. Embora o tamanho das estacas tenha sido padronizado no momento da coleta de 4 a 6 cm, o maior intervalo entre as coletas permitiu maior acúmulo de reservas nas miniestacas utilizadas, acelerando assim o seu crescimento.

Estacas colhidas de uma mesma matriz e submetidas aos mesmos tratamentos respondem diferentemente quanto à taxa de enraizamento, em diferentes épocas do ano. De acordo com Paiva e Gomes (1995), a taxa de enraizamento está diretamente ligada ao teor de carboidratos armazenado na matriz. Quando maior o nível de reservas e maior a relação carbono/nitrogênio maior será o favorecimento do enraizamento das estacas.

Também segundo Wendling *et al.* (2000), o teor de carboidratos está entre os fatores internos que influenciam o enraizamento e pode variar entre a espécie ou o clone, cujo potencial varia ainda com a época do ano. Os autores encontraram variações entre clones de *Eucalyptus* spp. no seu estudo de propagação clonal por miniestaquia. Rosse (1995), em seu trabalho avaliando a capacidade de rebrota e enraizamento de estacas em clones de *Eucalyptus* spp., observou que o diâmetro e a altura dos brotos é um dos fatores que

afetam o enraizamento das estacas.

Miller *et al.* (1982), citado por Deschamps (1993), comprovaram, em trabalho com estacas de *Abies fraseri*, que o comprimento das estacas não afetou o percentual de enraizamento, porém, estacas maiores apresentaram número maior de raízes, o que favorece absorção de nutrientes e maior e mais acelerado crescimento das mudas clonais.

Conforme Gomes (1987), citado por Paiva e Gomes (1995), as reservas parecem ser indispensáveis à sobrevivência do propágulo até o enraizamento e posterior desenvolvimento. As reservas, a um nível conveniente, não só facilitam a emissão de raízes, como incrementam a fotossíntese. Boa parte das reservas se transfere para base da estaca, contribuindo para a formação dos primórdios radiculares.

O diâmetro das mudas, bem como o comprimento das raízes, não apresentaram diferenças entre o primeiro e o segundo corte (Figuras 4 e 5), mas apresentaram maior crescimento que nas estacas produzidas na terceira coleta. Apesar de na época 1 as mudas apresentarem maior altura, as mesmas não diferiram em diâmetro entre as épocas 1 e 2, provavelmente pelo intervalo entre as coletas de 2,5 e 2 meses não refletir em diferenças nas características do propágulo e conseqüentemente das mudas.

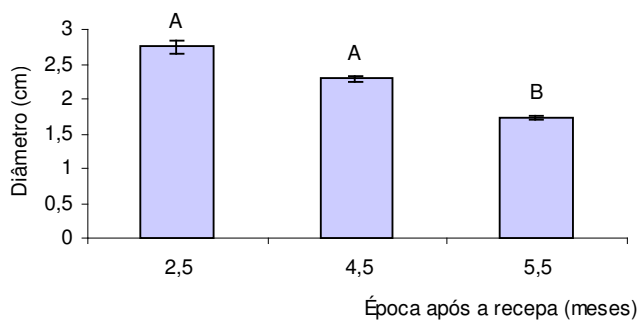


Figura 4. Diâmetro de caule de mudas clonais de cedro australiano, aos 40 dias após o estaqueamento, produzidas a partir de miniestacas colhidas em três diferentes épocas.

Barras representam o erro padrão da média. CV (%): 10,80

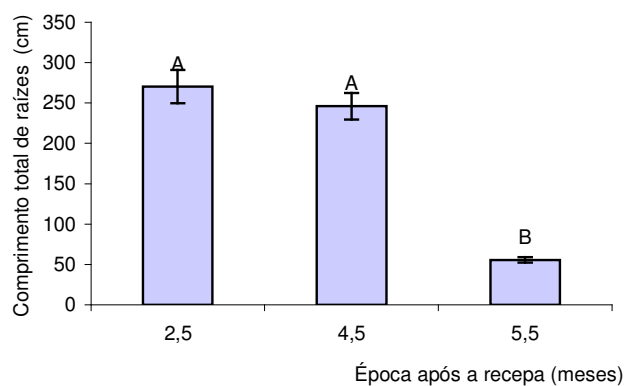


Figura 5. Comprimento total de raízes de mudas clonais de cedro australiano, aos 40 dias após o estaqueamento, produzidas a partir de miniestacas colhidas em três diferentes épocas.

Barras representam o erro padrão da média. CV (%): 34,53

Embora com redução no comprimento, as raízes das mudas apresentaram aumento no tamanho dos diâmetros ao longo das três coletas (Figura 6). Miniestacas provenientes de brotações maiores estimularam o maior crescimento de raízes que se apresentaram mais compridas e mais finas, características importantes para absorção de água e nutrientes, permitindo assim o crescimento mais acelerado das mudas.

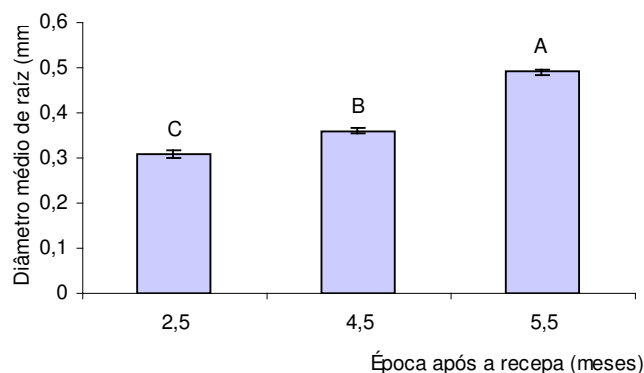


Figura 6. Diâmetro médio de raízes de mudas clonais de cedro australiano, aos 40 dias após o estaqueamento, produzidas a partir de miniestacas colhidas em três diferentes épocas.

Barras representam o erro padrão da média. CV (%): 7,26

O crescimento e enraizamento das mudas não foram influenciados pelo regulador de crescimento testado, entretanto, houve interação entre época e doses de AIB sobre a matéria seca da parte aérea, como mostra a Figura 7. Conforme as demais características biométricas, a biomassa da parte aérea foi maior na primeira coleta, sendo reduzida nas demais. Observa-se que o efeito do regulador de crescimento AIB ocorreu apenas nas mudas originadas da primeira coleta de miniestacas, provenientes de brotações mais robustas com relação a segunda e terceira épocas, apresentando um comportamento quadrático, com ponto de máxima em 2.325 mg L^{-1} de AIB.

A variação da matéria seca observada na parte aérea das mudas, em função das doses de AIB, provavelmente deve-se ao número ou tamanho de folhas, uma vez que não houve a mesma influência sobre a altura e diâmetro das mudas. Segundo Patrick *et al.* (1982), citado por Cleland (1995), a auxina facilita o movimento de solutos para zonas de crescimento. Também Araújo *et al.* (2005) observaram efeito quadrático da aplicação de AIB em estacas de figueira sobre o número de folhas produzidas e o mesmo comportamento foi observado pelos mesmos autores para a produção de raízes.

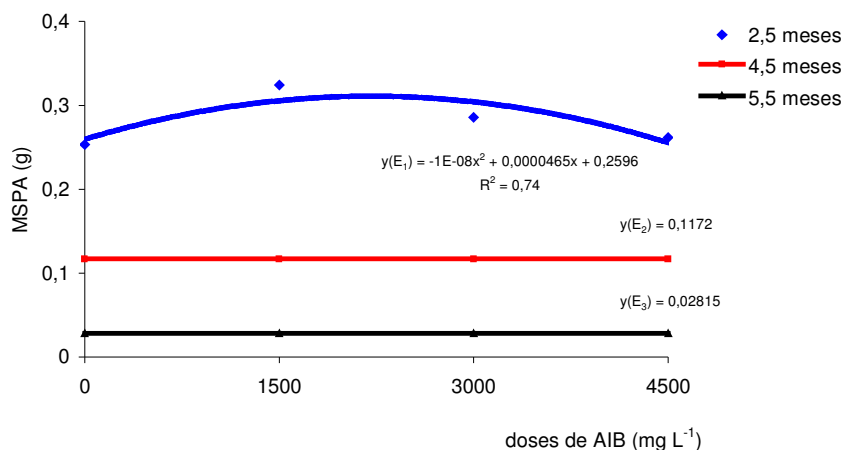


Figura 7. Matéria seca da parte aérea de mudas clonais de cedro australiano, em função das doses de AIB aos 40 dias após o estaqueamento, produzidas a partir de miniestacas colhidas em três diferentes épocas após a recepa e implantação do minijardim. CV(%): 17,16

Muitas espécies florestais necessitam do estímulo hormonal para potencializar o enraizamento, como no caso de *Eucalyptus grandis*, em que Titon *et al.* (2003), avaliando o efeito da aplicação de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹) na sobrevivência, no enraizamento e no vigor de micro e miniestacas de quatro diferentes clones, observaram que, apesar de não haver efeito do regulador de crescimento sobre a altura e diâmetro do colo, tanto na microestaquia como na miniestaquia, dos quatro clones, houve aumento nos índices de enraizamento e de sobrevivência das miniestacas nas dosagens de 1.000 e 2.000 mg L⁻¹, para a maioria dos clones.

Pio *et al.* (2005), ao testarem o efeito de diferentes concentrações de AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de oliveira (*Olea europaea* L.), observaram que o AIB apenas influenciou o sistema radicular. A concentração de 2000 mg L⁻¹ de AIB promoveu maior enraizamento e a concentração de 3000 mg L⁻¹ de AIB em estacas com dois pares de folhas promoveu melhores resultados para número de raízes por estacas e comprimento médio das raízes.

Entretanto, neste experimento, constatou-se que os clones não necessitam de auxinas para o estímulo do enraizamento de estacas e/ou miniestacas. Wendling e Xavier (2005), estudando a influência do AIB e da miniestaquia seriada no enraizamento e vigor de miniestacas de clones de

Eucalyptus grandis, também observaram que a aplicação de AIB, nas concentrações de 0, 500, 1.500, 3.000 mg L⁻¹, não resultaram no aumento do enraizamento e sobrevivência das miniestacas, nem no vigor geral das mudas. Segundo estudos de Perreira *et al.* (2005) as diferentes concentrações de AIB (0; 1000; 2000; 4000 e 6000 mg L⁻¹) também não influenciaram o enraizamento das estacas apicais de jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba*). O mesmo resultado foi obtido por Pio *et al.* (2006), para o enraizamento de estacas apicais de figueira (*Ficus carica* L) a 0 e 2000 mg L⁻¹ de AIB.

4.3. Correlações entre dados de minicepas, brotações do minijardim clonal e dados das mudas clonais de cedro australiano

As correlações entre as características das brotações e das mudas produzidas a partir das estacas destas foram pequenas, conforme pode ser observado nas Tabelas 2, 3 e 4, sendo as maiores correlações observadas entre altura de brotação e das mudas (Tabela 3), bem como da altura da brotação com a biomassa da parte aérea (Tabela 4), tendência acima discutida, que nos mostra que, independente da padronização do tamanho das estacas, a utilização de material mais desenvolvido permite o crescimento mais acelerado das mudas, indicando a necessidade de maior intervalo entre as coletas.

Na Tabela 4 observa-se a correlação negativa entre o comprimento de raízes e o diâmetro destas. Mudanças com maior crescimento foram as que apresentaram também maior comprimento de raízes, com menores diâmetros (Figuras 5 e 6). As raízes mais finas apresentam maior habilidade na absorção de água e nutrientes, favorecendo o crescimento das mudas.

Tabela 2. Correlações* entre características da minicepa, com diâmetro e altura das mudas, aos 40 dias após o estaqueamento

Correlação	Altura da brotação (cm)	Diâmetro da brotação (mm)	Altura da muda (cm)	Diâmetro da muda (mm)
Diâmetro da minicepa (mm)	-0,3221347	0,2645646	-0,5230579	-0,0788377
Altura da brotação (cm)		0,1422682	0,6289663	0,2883866
Diâmetro da brotação (mm)			-0,0138739	0,1763293
Altura da muda (cm)				0,3315308

* 900 observações

Tabela 3. Correlações* entre características da minicepa e biomassa das mudas, aos 40 dias após o estaqueamento

Correlação	Altura da brotação (cm)	Diâmetro da brotação (mm)	Biomassa Parte aérea (g)
Diâmetro da minicepa (mm)	-0,3308718	0,2172359	-0,4441005
Altura da brotação (cm)		0,1554429	0,6461056
Diâmetro da brotação (mm)			0,0665593

* 588 observações

Tabela 4. Correlações* entre características da minicepa e raízes das mudas, aos 40 dias após o estaqueamento

Correlação	Altura da brotação (cm)	Diâmetro da brotação (mm)	Comprimento de raízes (cm)	Diâmetro da raízes (mm)
Diâmetro da minicepa (mm)	-0,3602196	0,39079755	-0,3156799	0,4863705
Altura da brotação (cm)		0,1221153	0,3375684	-0,42322398
Diâmetro da brotação (mm)			0,1191915	-0,0014997
Comprimento de raízes (cm)				-0,6775752

* 264 observações

Pesquisas relacionadas à enraizamento de espécies florestais demonstram as diferentes capacidades de enraizamento entre espécies e em

clones de uma mesma espécie. Goulart (2003) observou não haver viabilidade de propagação vegetativa de candeia (*Eremanthus erythropappus*), devido ao baixo enraizamento, independente da utilização de reguladores de crescimento. Wendling (1999) comprovou variação no percentual de enraizamento para diferentes clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia, Xavier *et al.* (2003a) comprovaram o elevado potencial de enraizamento de miniestacas caulinares de cedro rosa a partir de material de origem seminal e Wendling e Souza Júnior (2007) observaram, ao implementar e adequar a técnica de miniestaquia para a cultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis*), com miniestacas submetidas a diferentes dosagens de AIB (0, 1500, 3000 e 6000 mg L⁻¹), que a miniestaquia de erva-mate, a partir de material de origem seminal, é tecnicamente viável, atingindo-se valores médios de 75% de sobrevivência aos 120 dias idade das mudas, sem a necessidade de aplicação de reguladores de crescimento para enraizamento, tornando-se uma alternativa para a produção de mudas desta espécie em menor tempo, durante todo o ano.

Os resultados obtidos neste trabalho comprovam a viabilidade de propagação vegetativa de cedro australiano pelo processo de miniestaquia, independente da aplicação de regulador de crescimento (AIB) para estímulo do enraizamento, nas concentrações testadas, resultando em 100% de estacas enraizadas.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

O cedro australiano, nos últimos anos, tornou-se muito difundido no Brasil, principalmente na região sudeste, pela adaptação das condições edafo-climáticas favoráveis ao seu desenvolvimento e por não ser atacado por pragas comuns a outras Meliáceas brasileiras. A espécie tem sido utilizada para produção de madeira para movelaria, assim mitigando, o desmatamento para extração de madeira das matas nativas do Brasil. O método de propagação atual do cedro australiano é via seminal e a oferta sazonal das sementes e sua curta viabilidade ao longo do tempo representam problemas para a oferta contínua de mudas para implantação de povoamentos.

Objetivou-se nesse trabalho determinar a viabilidade da propagação vegetativa da espécie por miniestaquia, avaliar a capacidade de rebrota de minicepas seminais e a necessidade da aplicação de auxina para o enraizamento das miniestacas.

A partir de um minijardim clonal de origem seminal foram obtidas brotações para produção de mudas clonais, em três diferentes épocas de coleta (2,5; 4,5 e 5,5 meses após a recepa das mudas). Foram avaliados diâmetro das minicepas, número, altura e diâmetro das brotações em cada época de coleta. Antes do estaqueamento, as miniestacas tiveram suas bases imersas em quatro diferentes concentrações de auxina (0; 1500; 3000 e 4500 mg L⁻¹). Foram avaliados altura, diâmetro de colo, matéria seca da parte aérea, comprimento e diâmetro médio de raízes das mudas clonais aos 40 dias.

Considerando as condições em que o experimento foi conduzido, conclui-se que:

- É viável a propagação de *Toona ciliata* por enraizamento de miniestacas provenientes de minicepas de origem seminal a partir de material juvenil.
- As minicepas apresentam tolerância a coletas sucessivas de miniestacas.
- O cedro australiano apresenta aptidão natural ao enraizamento de miniestacas oriundas de material juvenil independente da aplicação de AIB.
- Miniestacas provenientes de brotações maiores originam mudas com potencial de crescimento mais acelerado para os parâmetros de altura, diâmetro, matéria seca e comprimento de raiz das mudas clonais na fase de enraizamento.

É importante a continuidade de pesquisas que enfoquem metodologias de manejo, como intervalos de coleta de material vegetativo, exportação de nutrientes e capacidade de produção de diferentes propágulos, para a futura implementação da técnica de miniestaquia, visando à clonagem de material adulto como alternativa para a produção de mudas desta espécie em menor tempo, com maior homogeneidade e durante todo o ano.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Anuário Estatístico da ABRAF (Associação Brasileira dos Produtores de Florestas Plantadas) (2006) – Ano base: 2005, Brasília, 80p.

Associação Brasileira de Florestas Renováveis. Anuário Estatístico ABRACAVE. (2001) Belo Horizonte: ABRACAVE, 235p.

Alfenas, A. C., Zauza, E. A. V., Mafia, R. G., Assis, T. F. (2004) *Clonagem e Doenças do Eucalipto*. UFV, Viçosa – MG, 442p.

Andrejow, G. M. P. (2006) *Minijardim Clonal de Pinus taeda L.*. Tese (Mestrado em Engenharia Florestal) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná – UFP, 92p.

Araujo, J. P. C. de, Pio, R., Scarpate Filho, J. A. Mourão Filho, F. de A. A., Alves, A. S. R. (2005) Propagação da Figueira por Estaquia Tratadas com AIB. *Bioscience Journal*. Uberlândia, mai/agost., 21 (2):59-63.

Ares, A. e Fownes, J. H. (2000) Productivity, nutrient, and water-use efficiency of *Eucalyptus saligna* and *Toona ciliata* in Hawaii. *Forest Ecology and Management*, 139:227-236.

- Bygrave, F. L. e Bygrave, P. L. (2005) *Growing Australian Red Cedar and Other Meliaceae Species in Plantation*. School of Biochemistry and Molecular Biology Faculty of Science Australian National University and Rural Industries Research and Development Corporation, Canberra, 60p.
- Brune, A. (1982) Estratégia da Multiplicação Vegetativa no Melhoramento Florestal. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 6 (2):162-165.
- Castro-Gamboa, I. (2000). *Estudo Fitoquímico da Raiz de Toona ciliata e do Cavalo do Enxerto de Toona ciliata/Cedrela odorata: Uma Contribuição à Quimiosistemática e à Ecologia na Interação Hypsipyla-Meliaceae*. Tese (Doutorado em Química) – São Carlos – SP, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 212p.
- Cleland, R. E. (1995) Auxin and Cell Elongation. In: *Plant Hormones: Physiology, Biochemistry and Molecular Biology*. Davies, P.J. 2ed., New York, U.S.A. 214-227.
- Cruz, C. D. e Regazzi, A. J. (1994) *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. UFV, Viçosa – MG, 390p.
- Cunningham, S. A., Floyd, R. B., Griffiths, M. W., Wylie, F. R. (2005) Patterns of host use by the shoot-borer *Hypsipyla robusta* (Pyralidae: Lepidoptera) comparing five Meliaceae tree species in Asia and Australia. *Forest Ecology and Management*, 205: 351-357.
- Deschamps, C. (1993) *Propagação Vegetativa "in vivo" e "in vitro" de Sarandi (Sebastiania schottiana Muell. Arg.), Espécie Florestal de Mata Ciliar*. Tese (Mestrado em Agronomia – Fisiologia Vegetal) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 128p.
- Floriano, E. P. (2004) *Produção de Mudas Florestais por Via Assexuada*. Caderno Didático n. 3, ANORGS, 1. ed., Santa Rosa – RG, 37p.

- Fonseca, C. E. L.; Sperândio, J.P.; Corrêa, M.P.F.; Bueno, D.M.; Lima, R. (1991) Propagação Vegetativa de Jacarandá-da-baía através da Estaquia. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 26 (1): 31-37.
- Freitas, T. A. S. de, Barroso D. G., Carneiro J. G. de A., Pencil, R. M., Lamônica, K. R., Ferreira, D. de A. (2005). Desempenho Radicular de Mudanças de Eucalipto produzidas em Diferentes Recipientes e Substratos. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 29 (6): 853-861.
- Gonçalves, F. G., Oliveira, J. T. da S. (2006). Resistência ao Ataque de Cupim-de-Madeira Seca (*Cryptotermes brevis*) em Seis Espécies Florestais. *Revista Cerne*, Lavras – MG, jan./mar, 12 (1): 80-83.
- Goulart, P. B. (2003). *Desenvolvimento de Metodologia para Enraizamento de Estacas de Candeia (Eremanthus erythropappus (DC) MacLeish)*. Lavras: UFLA – MG, 32p.
- Handa, L., Sampaio, P. T. B., Quisen, R. C. (2005) Cultura *in vitro* de Embriões e de Gemas de Mudanças de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke). *ACTA Amazônica*, 35 (1): 29-33.
- Hasse, G. (2005) Promessas do Cedro Australiano. *Jornal Século Diário*, Vitória, 07 de junho.
- Herrera, T. I., Ono E. O., Leal, F. P. (2004) Efeitos de Auxina e Boro no Enraizamento Adventício de Estacas Caulinares de Louro (*Laurus nobilis* L.). *Revista do Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina – Biotemas*, Florianópolis, 17 (1): 65-77.
- Higashi, E. N., Silveira, R. L. V. A., Gonçalves, A. N. (2000) *Propagação Vegetativa de Eucalyptus: Princípios Básicos e a sua Evolução no Brasil*. Circular Técnica, IPEF, Piracicaba, jan./fev., (192), 11p.

- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA. Ministério do Meio Ambiente – MMA (1992) *Lista das Espécies Ameaçadas de Extinção*. Brasília – DF, Portaria: número 37, de 3 de abril.
- Kalil Filho, A. N. (2000) *Parafinação de Tocos e Indução de Raízes de Seringueira em Altamira, PA*. Comunicado Técnico, Ministério da Agricultura e do Abastecimento (MAPA), EMBRAPA, dez., (49), 13p.
- Kramer, P. J.; Kolowisk, T. T. Physiology of trees. United States of America. Traduzido por Gomes, A. M. A. Fisiologia das árvores. Lisboa: Caloust Gulbenkian, 745p., 1972.
- Lorenzi, H., Souza H. M. de, Torres, M. A. V., Bacher L. B. (2003) *Árvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa – SP: Instituto Plantarum, 385p.
- Miller, N. F., Hinesley, L. E., Blazich, F. A. (1982) Propagation of fraser fir stem cuttings: effects of type of cutting, length of cutting, and genotype. *HortScienc*, Mont Vernon, 17 (5), 827-829.
- Oiano, J. N. (2000) *Estudo Fitoquímico da Toona ciliata: Uma contribuição à quimiosistemática do gênero e a ecologia da interação Hysipyla-Meleaceae*. Tese (Doutorado em Química) – São Carlos – SP, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 287p.
- Paiva, H. N. e Gomes, J. M. (1995) *Propagação Vegetativa de Espécies Florestais*. Viçosa – UFV, 40p.
- Paiva, H.N., Gomes, J.M.; Couto L., Silva, A.R. da (1996) Propagação Vegetativa de Eucalipto por Estaquia. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte – MG, 18 (185):23-27.
- Paula, T. A., Gonçalves, A. N., Silveira, R. L. V. A., Higashi, E.N. (2003) Efeito do Potássio na Produção e Enraizamento de Miniestacas de Eucalipto na

Presença e Ausência de AIB. In: 29^o Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Ribeirão Preto – SP.

Pereira, M., Oliveira A. L. de, Gonçalves, A. N., Almeida, M. de (2005) Efeitos de Substratos, Valores de pH, Concentrações de AIB no Enraizamento de Estacas Apicais de Jaboticabeira [*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) O. Berg.] *Scientia Forestalis*, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais. Piracicaba: IPEF – SP, dez. (69):84-92.

Pimentel-Gomes, F. e Garcia, C. H. (2002) *Estatística Aplicada a Experimentos Agrônômicos e Florestais: Exposição com Exemplo e Orientações para Uso de Aplicativos*. Piracicaba – SP: FEALQ, 309p.

Pinheiro, A. L., Lani, L. L., Couto, L. (2003) *Cultura do Cedro Australiano para Produção de Madeira Serrada*. Viçosa – UFV, 42p.

Pio, R., Bastos, D. C., Berti, A. J., Scarpate Filho, A. J., Mourão Filho, F. de A. A., Entelmann, F. A., Alves, A. S. R. Bettioli Neto, J. E. (2005) Enraizamento de Diferentes Tipos de Estacas de Oliveira (*Olea europaea* L.) Utilizando Ácido Indolbutírico. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras – MG, maio/jun., 29 (3):562-567.

Pio, R., Ramos, J. D., Chalfun, N. N. J., Gontijo, T. C. A., Mendonça, V., Carrijo, E. P., Chagas, E. A. (2006) Propagação de Estacas Apicais de Figueira: Diferentes Ambientes, Ácido Indolbutírico e Tipo de Estaca. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras – MG, set./out., 30 (5):1021-1026.

Ramalho, M. A. P., Ferreira, D. F., Oliveira, A. C. de (2005) *Experimentação em Genética e Melhoramento de Plantas* 2. ed. rev. e atual. Lavras: UFLA – MG, 322p.

Ramalho, M. A. P., Santos J. B., Pinto, C. B. (2004) *Genética na Agropecuária*. 3. ed. rev. Lavras:UFLA – MG, 472p.

- Rosse, L. N. (1995) *Estimativas de Parâmetros Genéticos e Fenotípicos da Capacidade de Rebrotamento e do Enraizamento de Estacas em Clones de Eucalyptus spp.* Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Lavras – UFLA – MG, 77p.
- Santos, G. A. (2002). Propagação Vegetativa de Mogno, Cedro Rosa, Jequitibá Rosa e Angico Vermelho por Miniestaquia. Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa– MG, 75p.
- Santos, G. A., Xavier, A., Wendling, I., Oliveira, M. L. (2000) Uso da Miniestaquia na Propagação Clonal de *Cedrela fissilis* (Cedro Rosa). In: Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas, VI, Porto Seguro. *Resumos Técnicos Congresso e Exposição Internacional sobre Florestas*, VI. (1):203-203.
- Scocchi, A., Dieringer, E., Mroginski, E., Mroginski, L. (2006). Conservación de Semillas de Cedro Australiano (*Toona ciliata*). *Plant Genetic Resources Newsletter*, FAO – IPGRI, (137):22-25.
- Teixeira, D. do A. (2001) *Promoção de Enraizamento e Indução de Resistência Sistêmica à Ferrugem (Puccinia psidii) e à Mancha de Cylindrocladium candelabrum Mediadas por Rizobactérias em Eucalyptus spp.* Tese (Doutorado em Agronomia - Fitopatologia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, p.
- Titon, M., Xavier, A., Otoni, W. C. (2002) Dinâmica do Enraizamento de Microestacas e Miniestacas de Clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, dez., 26 (6):665-673.
- Titon, M., Xavier, A., Otoni, W. C., Reis, G. G. dos (2003) Efeito do AIB no Enraizamento de Miniestacas e Microestacas de Clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 27 (1):1-7.

- Tonello, K. C. (2004) Melhoramento de Essências Florestais. *Revista da Madeira*, UFV, Viçosa – MG, 83:60-62.
- Wendling, I. (1999) *Propagação Clonal de Híbridos de Eucalyptus spp. por Miniestaquia*. Tese (Mestrado em Ciência Florestal) – Lavras – MG Universidade Federal de Lavras – UFLA, 70p.
- Wendling, I. e Souza Júnior, L. – *Propagação Vegetativa de Erva-mate (Ilex paraguariensis Saint Hilaire) por Miniestaquia de Material Juvenil*. in: http://floraefauna.com/artigos/propagacao_vegetativa_de_erva_mate.htm em 02/08/2007 página mantida pela Flora e Fauna.
- Wendling, I. e Xavier, A. (2001) Gradiente de Maturação e Rejuvenescimento Aplicado em Espécies Florestais. *Floresta e Ambiente*. Viçosa – MG, 8 (1): 187-194.
- Wendling, I. e Xavier, A. (2005) Influência do Ácido Indolbutírico e da Miniestaquia Seriada no Enraizamento e Vigor de Miniestacas de Clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 29 (6):921-930.
- Wendling, I., Xavier, A., Gomes, J. M., Pires, I. E., Andrade, H. B. (2000) Propagação Clonal de Híbridos de *Eucalyptus spp.* por Miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 24 (1):181-186.
- Wendling, I., Xavier, A., Titon, M. (1999) Miniestaquia na Silvicultura Clonal de *Eucalyptus*. *Folha Florestal*, Viçosa – MG, (94):16-17.
- World Agroforestry Centre – Agroforestry Database - A Tree Species Reference and Selection Guide in:
<http://www.worldagroforestrycentre.org/sea/Products/AFDbases/af/asp/SpeciesInfo.asp?SpID=1649#Identity> em 12/03/2007 página mantida pelo Departamento Britânico para o Desenvolvimento Internacional (DFID) e pela União Européia (EU).

- Xavier, A. (2002) *Silvicultura Clonal I: Princípios e Técnicas de Propagação Vegetativa*. Caderno Didático, UFV, Viçosa – MG, (92):64p.
- Xavier, A. e Comério, J. (1996) Microestaquia: Uma Maximização da Micropropagação de *Eucalyptus*. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 20 (1):9-16.
- Xavier, A., Santos, G. A., Wendling, I., Oliveira M. L. (2003a) Propagação Vegetativa de Cedro-Rosa por Miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 27 (2):139-143.
- Xavier, A., Santos, G. A., Oliveira M. L. (2003b) Enraizamento de Miniestaca Caulinar e Foliar na Propagação Vegetativa de Cedro-Rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 27 (3):351-356.
- Xavier, A., Wendling, I. (1998) *Miniestaquia na Clonagem de Eucalyptus*. Informativo Técnico Sociedade de Investigações Florestais - SIF, Viçosa – MG, (11).

APÉNDICE

Tabela 1A: Resumo da Análise de Variância para altura e diâmetro das brotações das minicepas, avaliadas em três épocas - DIC

Causa de Variação	GL	QM	
		Altura de brotação (cm)	Diâmetro de brotação (mm)
Época (E)	2	100,0751545**	1,3614235**
Resíduo	27	1,3633833	0,1282903
CV (%)		17,17	16,06

** Significativo a 1% pelo teste de F

Tabela 2A: Resumo da Análise Conjunta de Variância para características das mudas, aos 40 dias após o estaqueamento, provenientes de três épocas de coleta e submetidas a 4 doses de Ácido Indolbutírico

Causa de Variação	GL	QM				
		Altura	Diâmetro	Biomassa da parte aérea	Comprimento de raízes	Diâmetro de raízes
Bloco (Época)	12	2,16399	0,12484	0,00040	6140,78321	0,00132
Época (E)	2	583,82115**	3,49478**	0,32953**	276341,47742**	0,17002**
Doses (D)	3	1,79459	0,12284	0,00193	6655,24456	0,00117
E x D	6	1,34549	0,05188	0,00166*	2370,42866	0,00133
E1: Regressão Linear	1			0,000049		
E1: Regressão Quadrática	1			0,011233**		
E2: Regressão Linear	1			0,000435		
E2: Regressão Quadrática	1			0,000005		
E3: Regressão Linear	1			0,000004		
E3: Regressão Quadrática	1			0,000130		
Resíduo	36	0,96947	0,06271		4329,56604	0,00079
CV (%)		13,81	10,80		34,53	7,26

* Significativo a 5% pelo teste de F; ** Significativo a 1% pelo teste de F