

**PRODUTIVIDADE DE MINICEPAS DE CEDRO AUSTRALIANO EM  
MINIJARDIM MULTICLONAL E INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS  
MINIESTACAS NA QUALIDADE DAS MUDAS**

**DANIELE DE ALVARENGA FERREIRA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO - UENF  
CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
AGOSTO – 2009**

PRODUTIVIDADE DE MINICEPAS DE CEDRO AUSTRALIANO EM  
MINIJARDIM MULTICLONAL E INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS  
MINIESTACAS NA QUALIDADE DAS MUDAS

**DANIELE DE ALVARENGA FERREIRA**

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

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Deborah Guerra Barroso

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
AGOSTO – 2009

PRODUTIVIDADE DE MINICEPAS DE CEDRO AUSTRALIANO EM MINIJARDIM  
MULTICLONAL E INFLUÊNCIA DA POSIÇÃO DAS MINIESTACAS NA  
QUALIDADE DAS MUDAS

**DANIELE DE ALVARENGA FERREIRA**

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

Aprovada em 03 de Agosto de 2009.

Comissão Examinadora

---

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

---

Prof<sup>a</sup>. Teresa Aparecida Soares de Freitas (D.Sc., Produção Vegetal) – UFRB

---

Dr<sup>a</sup>. Virginia Silva Carvalho (D.Sc., Fitotecnia) - UENF

---

Prof<sup>a</sup>. Deborah Guerra Barroso (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

Orientadora

*Dedico este trabalho, primeiramente, a Deus, pois sem Ele, nada seria possível e não estaríamos aqui reunidos, desfrutando, juntos, destes momentos que nos são tão importantes;*

*Aos meus entes, amores que já se foram: meu filho Daniel, meu avô Daniel e minha bisavó Mariquinha;*

*Aos meus pais João Carlos e Tereza Cristina pelos ensinamentos, esforço e dedicação, em todos os momentos desta e de outras caminhadas;*

*À minha avó Maria José pelos princípios familiares e morais e aos meus irmãos Rafael e Cristiano, pelo incentivo;*

*Em especial, ao meu grande amigo, meu marido Hédio Fitaroni Pimentel, por sua compreensão, pelo incentivo e apoio em todos os momentos desta e de outras tantas importantes etapas em minha vida, pelo mútuo aprendizado de vida durante nossa caminhada. Ao Meu Amor, minha gratidão eterna!!!*

## AGRADECIMENTO

À Professora Deborah Guerra Barroso, pela amizade, confiança, dedicação, empenho e paciência, que mesmo no momento mais difícil de sua vida, foi maravilhosa orientadora;

Ao Co-orientador, Professor José Geraldo de A. Carneiro, pela amizade, pelos e-mails divertidos e pelas orientações do trabalho e de vida;

À banca de defesa do projeto, Professora Teresa Aparecida S. de Freitas e Virginia Silva Carvalho pelas oportunas sugestões e pela amizade;

À Professora Cláudia S. Marinho, pela grande ajuda em todos os momentos que precisei e amizade;

Ao Professor Geraldo Gravina, pela ajuda nas análises estatísticas;

Ao Professor Pedro Henrique Monerat e Sr. José Acácio da Silva, pela disponibilização do laboratório e ajuda na formulação das soluções nutritivas;

Ao Prof. Elias, pelos dados climatológicos cedidos;

Ao Professor Roberto Ferreira (UENF) e Prof. Eduardo (UFV) pela doação das sementes de cedro australiano, utilizadas neste experimento;

Aos professores das disciplinas cursadas;

Ao Sr. Oscar, da Usina Barcelos, na aquisição da torta de filtro;

Ao Sr. Joilson Barcelos, dos Supermercados Super Bom, pela doação das telhas que serviram como os canaletões;

Aos técnicos Jader Freitas e Luiz Maurício Soares, por toda a ajuda prestada durante a condução do experimento;

Aos funcionários da UAP, Domingos Silva (pastor), Ederval Silva (mamão), Zélio Gomes, Romualdo, Adeir Teixeira e, em especial, ao Armando Rangel, pela amizade e grande empenho nos trabalhos;

Aos funcionários e serventes do CCTA, pelo zelo e cuidado com nosso prédio;

À secretária do Laboratório de Fitotecnia, Isadelma Pinto, pelo carinho e amizade;

Às secretárias da Pós-Graduação em Produção Vegetal Luciana, Patrícia e Fátima;

Ao pessoal da Secretaria do CCTA Alberto, Ângela, Gleice e Marcelo;

Às minhas amigas Mirian Silva, Juliana Sobreira e Élide Paes, pelo grande auxílio nas medições, a qualquer hora do dia e pela amizade;

Ao meu amigo e primo querido Daniel Moraes pela grande ajuda na implantação da estrutura do projeto, nas observações dos detalhes e conselhos;

Aos meus incondicionais amigos Marcelo Ribeiro e Thiago Lyrio, na alegria e na tristeza, na saúde e na doença;

Aos amigos da UENF e da UFRRJ: Kelly Lamônica, Lucimara Lyrio, Jorge Romero (chique), Ernando Balbinot, Gleicia Miranda, Jonicélia Del Valle, Dayvison Vilaça, Marcos Pellegrini, Igor Paciello, Willian Mariano, Seldon Aleixo, Amanda Linhares, Carolina Araújo, Fábio Figueiredo, César Vasconcellos, Detoni Petri, Jalille Altoé, Eduardo Buchaul, Fillipe Marini, Prof. Almy Júnior, Silvio Freitas, Sávio e Paula Berilli, Renata Vianna, Gisele Dutra, Kátia Murakami, Prof. Fábio Coelho, Priscila Pixoline, Anna Christina, Prof<sup>a</sup>. Janie Jasmin, Tátilla Amaral, Priscilla Xavier, Prof. Henrique Vieira, Antônio Carlos Braga, Partelli, Eduardo Prudêncio (Boca), Danilo (Dip), Maria Kellen, Cláudia Carolina, Cláudia Prins, Luciana Moreno, Laureana Pelegrini, Pedro Fernandes, Claryssa Mariama, Leopoldo Coutinho, Rulfe Ferreira e família, Ana Clara Milhomem, Fabiano e Flavia Dantas, Fabiano Casamasso, Pablo Klaver (pela ajuda na tentativa de recuperação dos meus arquivos perdidos), Tarcisio Couto e Natália Aguiar (alunos de agronomia e conterrâneos bonjesuenses), por fazerem parte da minha vida;

Aos AMIGOS DE FÉ de Bom Jesus: Saléte Pereira, Claudino Boechat e Laura, Benjamin Medeiros, Wellington Assis, Samir Rangel, Ellen Godói, Silvio Neto, amigos inesquecíveis;

À minha família do coração, tia Aléxis, tio Roberto e Bianca e Thiago Ferreira, por terem me ensinado o verdadeiro sentido de família;

A Eliete, por me acolher com amor em sua família e, principalmente, por ser minha sogra e minha costureira perfeita;

A Marlene, por ser a companheira do meu pai e por me “agüentar” nos finais de semana no sítio;

Aos meus cunhados Eduardo, Leonardo, Daniel, Thais, Gabriela e Laís, à minha concunhada Karina e minha sobrinha bonequinha Yasmin pelos nossos momentos de alegria e por serem minha segunda família;

Ao meu lindo afilhado Higor;

A UENF, pela concessão da bolsa e pela oportunidade de realização do curso.

A contribuição de cada um foi especial e de grande valor para a realização deste trabalho e para minha formação pessoal e profissional.

Vocês fazem parte dessa conquista!!! Muito obrigada!!!

## SUMÁRIO

Resumo.....	vi
Abstract.....	viii
1. Introdução.....	1
2. Objetivos.....	5
3. Revisão de Literatura.....	6
3.1. Cedro australiano.....	6
3.2. Propagação vegetativa.....	8
4. Material e Métodos.....	17
4.1. Implantação do minijardim multiclonal.....	18
4.2. Produção de mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais.....	20
4.3. Crescimento inicial após plantio.....	21
4.4. Condução e monitoramento do minijardim multiclonal.....	22
4.5. Produtividade das minicepas.....	22
5. Resultados e Discussão.....	24
5.1. Produção de mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais.....	24
5.2. Crescimento inicial após plantio.....	28
5.3. Produtividade de minicepas de <i>Toona ciliata</i> .....	31
6. Resumo e Conclusões.....	41
Referências Bibliográficas.....	44
Apêndice.....	52

## RESUMO

FERREIRA, Daniele de Alvarenga Ferreira; Engenheira Agrônoma; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Agosto de 2009; Produtividade de minicepas de cedro australiano em minijardim multiclonal e influência da posição das miniestacas na qualidade das mudas; Orientadora: D.Sc., Deborah Guerra Barroso. Co-orientador: Ph.D., José Geraldo de Araújo Carneiro.

Devido aos problemas de sazonalidade, viabilidade e heterogeneidade do material seminífero de cedro australiano objetivaram-se, no presente estudo, avaliar a produtividade de minicepas de *Toona ciliata* M. Roem var. *australis* [(F. Muell.) Bahadu] cultivadas em canaletões, ao longo de coletas sucessivas de brotações, e avaliar a produção de mudas, a partir de miniestacas apicais, intermediárias e basais. Foi implantado e monitorado um minijardim multiclonal em três canaletões, com espaçamento de 0,15 m, contendo um total de 282 minicepas. Foram avaliados o diâmetro das minicepas e o número, altura e diâmetro das brotações em cada época de coleta. A parte aérea das mudas recepidas foi utilizada na produção de mudas a partir de estacas apicais, intermediárias e basais. Foi avaliado o enraizamento das miniestacas, o crescimento das mudas em altura e diâmetro do colo e, ao final do ciclo de produção, as mudas foram avaliadas com relação à massa seca da parte aérea e do sistema radicular, número, diâmetro e comprimento das raízes. Para simulação do desenvolvimento inicial no campo, parte das mudas foi transplantada para vasos de 3,8 L e avaliadas em altura e diâmetro do colo, massa seca do caule, folhas e raízes. Inicialmente ocorreu dominância de uma das brotações na

minicepa, posteriormente reduzida com as sucessivas coletas. O número médio de brotações por minicepa foi de 2,01, sendo retiradas 1,18 miniestacas por minicepa por coleta, a cada 15 dias, para produção de mudas. Foram obtidas 154 mudas m<sup>-2</sup> em 150 dias de avaliação, o equivalente a 30 mudas m<sup>-2</sup> por mês. A sobrevivência das mudas provenientes de miniestacas caulinares foi superior a 92%, ao final dos 110 dias, em casa de vegetação, independente da posição das mesmas na brotação. Mudanças produzidas a partir de miniestacas basais e intermediárias apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro do colo com relação às produzidas a partir de miniestacas apicais. Entretanto, todas as posições de coleta avaliadas das miniestacas nas brotações foram aptas à produção de mudas de *Toona ciliata* por miniestaquia, não apresentando diferença no crescimento inicial pós-plantio.

Palavras-chave: *Toona ciliata*, miniestaquia, propagação vegetativa, propágulo.

## ABSTRACT

FERREIRA, Daniele de Alvarenga Ferreira; Agronomic Engineer; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; August, 2009; Productivity of australian cedar mini-stumps in multi-clone mini-garden and influence of the mini-cuttings positioning on seedling quality; Adviser: D.Sc., Deborah Guerra Barroso. Co-adviser: Ph.D., José Geraldo de Araújo Carneiro.

Due to seasonality, viability and heterogeneity problems of the australian cedar's seedling material, this work intended to evaluate mini-stumps productivity of *Toona ciliata* M. Roem var. *australis* [(F. Muell.) Bahadu] cultivated in suspended seedbed, along successive shooting sampling, as well as to evaluate seedling production from apical, intermediary and basal mini-stumps. A multi-clone mini-garden was established in three suspended seedbed, with spacing of 0,15 m, containing a total of 282 mini-stumps. Diameter of the mini-stumps, number, height and diameter of shootings into each sampling period were evaluated. The aerial part of stump seedlings was used in the seedling production from apical, intermediary and basal cuttings. Mini-stump rooting, seedling growth (in height) and basal plant diameter were evaluated. At the end of the production cycle, seedlings aerial part and root system dry mass and root, number, diameter and length of the roots were also evaluated. For simulation of the initial development in the field, part of the seedlings were transplanted into buckets of 3,8 L where evaluations of plant height, basal plant diameter, dry mass of stem, leaves and roots, were performed. Initially has occurred dominance of the one sampling main shooting mini-stumps, reduced along successive collects. The mean shooting

number per mini-stump was of 2,01, with 1,18 mini-cuttings per mini-stump per collect, performed at each 15 days, to produce seedlings. A total of 154 seedlings  $m^{-2}$  were obtained in 120 evaluation days, corresponding to 30 seedlings  $m^{-2}$  per month. The survivorship of seedlings coming of stem mini-stumps was superior 92%, at the end of 110 days, independently from their position in plant shootings. Seedlings produced from basal and intermediary mini-cuttings had higher height and plant base diameter when compared with seedlings from apical mini-cuttings. However, all collect positions evaluated from mini-cuttings were capable to produce *Toona ciliata* seedlings by mini-cuttings, with no differences observed during the initial post-planting growth.

Key-Words: *Toona ciliata*, mini-cutting, vegetative propagation, propagule type.

## 1. INTRODUÇÃO

Por que plantar florestas?

Em geral logo se pensa: para reverter processos de degradação, especialmente em áreas protegidas por lei, mas existem outros objetivos.

Desde os primórdios, a necessidade de madeira era suprida quase que exclusivamente por meio das florestas nativas, antes abundantes em todo o mundo, e hoje, cada vez mais escassas e ameaçadas de extinção. Essa destruição tem provocado, muitas vezes, danos irreversíveis a alguns ecossistemas e o pouco restante é indispensável para a manutenção da biodiversidade e sobrevivência dos seres vivos.

Somente por meio de florestas plantadas serão obtidas as matérias-primas para atender as necessidades sociais, diminuindo os impactos sobre as florestas nativas.

O Brasil, em particular, apresenta inúmeros fatores favoráveis à silvicultura econômica, como as condições de solo e clima, nível tecnológico avançado, além da disponibilidade de áreas para plantio e mão-de-obra.

Por que plantar cedro australiano?

O cedro australiano [*Toona ciliata* M. Roem var. *australis* (F. Muell.) Bahadur], pertencente à família Meliaceae, é originário das regiões tropicais da Austrália, sendo introduzido no Brasil há quase três décadas, onde se adaptou muito bem às condições edafoclimáticas para o seu desenvolvimento vegetativo. Seu ciclo é estimado entre 12 a 18 anos, tem boa produtividade e alta cotação na indústria moveleira, tanto no mercado interno quanto externo, chegando a custar

cerca de R\$1.500 o metro cúbico (Sementes Caiçara, 2009). Apresenta inúmeras aplicações em diferentes setores, principalmente na produção de madeira para serraria, com elevado valor comercial, destacando-se o sul da Bahia e a Região Sudeste, onde seu Incremento Médio Anual (IMA) é de até 30 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Tropical Flora, 2008).

Entretanto, esses valores são variáveis conforme a fonte, como se observa pelos dados da CI Florestas (2009), cuja produção volumétrica estimada é de 250 a 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, aos 20 anos.

Sua principal vantagem em relação ao cedro brasileiro está na ausência de ataques pela broca *Hypsipyla grandella*, praga que ataca a gema apical de meliáceas, fazendo com que o tronco da árvore fique bifurcado.

O plantio de cedro australiano é, portanto, uma boa solução para diminuir a pressão sobre as florestas nativas, viabilizando a produção de madeira para atender as necessidades da sociedade, em bases sustentáveis.

Sua propagação se dá, principalmente, por sementes, que são caracterizadas pela rápida perda do poder germinativo, quando conservadas em temperatura ambiente (Scocchi et al., 2006). Além disso, há grande variabilidade no material genético introduzido no Brasil, resultando em grande irregularidade dos povoamentos implantados.

Nos povoamentos, em fase inicial de desenvolvimento, vêm sendo detectados ataques de pragas e doenças de forma também irregular, como manchas foliares de *Phyllachora* sp. e *Colletotrichum* sp, observados por Mussi-Dias et al. (2006), cochonilhas e ácaro branco, em plantios no Espírito Santo<sup>1</sup>, sendo necessária a seleção de materiais resistentes para plantios comerciais futuros.

Nesse sentido, a propagação vegetativa de cedro australiano poderá ser uma possibilidade para contornar os problemas de sazonalidade e viabilidade das sementes e, principalmente, de heterogeneidade das áreas de plantio.

Dentre os tipos de propagação vegetativa, a miniestaquia, consiste na utilização de brotações novas, coletadas em mudas seminais ou clonais conduzidas em minijardim clonal (Teixeira, 2001). O minijardim clonal é composto por minicepas oriundas de mudas, onde é feita a poda do ápice para estímulo da emissão de novas brotações, das quais são retiradas as miniestacas que são

---

<sup>1</sup> Comunicação pessoal de produtores rurais

periodicamente coletadas e colocadas para enraizarem, dando origem a novas mudas.

A propagação vegetativa por miniestaquia do gênero *Eucalyptus*, já é amplamente utilizada pelas principais empresas florestais brasileiras e mostrou-se viável para o cedro australiano em trabalho de Souza et al. (2009), apresentando bom enraizamento sem aplicação de auxina. Este tipo de técnica permite, não apenas a produção em larga escala, com uso reduzido de área, como também a rápida multiplicação clonal de material selecionado no campo, com características desejadas, como a produtividade e maior resistência às doenças e pragas.

Para a implantação de minijardins clonais, vários sistemas de produção podem ser utilizados, entre os quais se destaca a condução em canaletões suspensos, em forma de canteiros, com menor restrição do sistema radicular das minicepas, sendo atualmente o mais utilizado em empresas florestais (Higashi et al., 2002).

A condução das minicepas em sistema de canaletão pode favorecer de forma quantitativa e qualitativa a produção de brotações (Cunha et al., 2005 e 2008), bem como a capacidade de produção ao longo do tempo, uma vez que a menor restrição física, quando comparado a outros sistemas de condução, permite maior crescimento da parte aérea, em função da arquitetura do sistema radicular e da área de exploração do substrato, o que poderá refletir positivamente na sobrevivência das mudas no campo.

Além deste, outros fatores podem influenciar o enraizamento e a sobrevivência das estacas, como as condições fisiológicas, o tipo de propágulo, a época de coleta, a juvenilidade, a presença ou ausência de folhas nas estacas, a idade das estacas e fatores do ambiente.

A posição no ramo, do qual será retirada a estaca, poderá influenciar a qualidade da muda, sobrevivência e percentual de enraizamento (Rezende, 2007).

Apesar de Moraes (2008) ter observado bom enraizamento e emissão de brotos de miniestacas caulinares apicais e intermediárias, o autor não avaliou o crescimento das mudas para determinar se existem diferenças ao final do ciclo de produção, resultantes da posição dos propágulos nas brotações.

Embora a técnica de miniestaquia tenha se mostrado viável para a propagação de cedro australiano (Souza et al., 2009), pouco se sabe sobre a

capacidade de rebrota das minicepas e sobre a qualidade das mudas produzidas a partir de miniestacas oriundas de diferentes posições nos ramos.

Portanto, para a utilização do processo de miniestaquia na propagação vegetativa de cedro australiano são necessárias mais informações sobre a longevidade das minicepas sob sucessivas coletas de brotações e sobre o tipo de propágulo que garanta melhor enraizamento e homogeneidade das mudas.

## 2. OBJETIVOS

Este trabalho teve como objetivos: avaliar a produtividade de minicepas de *Toona ciliata* M. Roem var. *australis* (F. Muell.) Bahadur em minijardim multiclonal, cultivadas em canaletões, ao longo de coletas sucessivas de brotações, e avaliar diferenças na produção de mudas a partir de miniestacas apicais, intermediárias e basais.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Cedro australiano

O cedro australiano [*Toona ciliata* M. Roem var. *australis* (F. Muell.) Bahadur] é uma espécie exótica, proveniente de várias regiões da Austrália. No Brasil, esta espécie encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento vegetativo para produção de madeira (Murakami, 2008). Assim, desponta como opção para os produtores que buscam diversificar suas atividades para ampliar as fontes de renda.

É uma árvore de grande porte, podendo alcançar até 50 m de altura e 2,0 m de diâmetro. Em Minas Gerais, plantios bem manejados chegam a atingir em 12 anos um diâmetro de 0,40 m e 20 m de fuste (Murakami, 2008). O cedro australiano na região de Campo Belo - MG tem sido superior à média, com plantas alcançando 1,20 m de altura aos quatro meses de idade. Em Venda Nova do Imigrante – ES, foram observados plantios de dois anos e oito meses com árvores com altura média de 6 m e plantios com seis anos de idade com altura média de 10 m (APFLOR e Bela Vista Florestal, 2008).

De acordo com estimativas de produtores e dados do site Bela Vista Florestal (2008), a idade de corte do cedro é de 15 anos, podendo ser antecipada ou adiada, dependendo das condições específicas do povoamento ou da necessidade do produtor. Seu cultivo rende uma média de 250 a 390 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> de

madeira, sendo o valor da madeira semelhante ao do cedro nativo, cotado em fevereiro de 2008 em R\$ 850,00 m<sup>-3</sup> (Murakami, 2008).

Sua madeira é semelhante à dos cedros brasileiros (*Cedrela fissilis* e *C. odorata*) e, atualmente, vem sendo empregada na fabricação de móveis finos, pisos laminados, portas e janelas entre outros fins. Apresenta coloração avermelhada brilhante, com bonitas figuras, é fácil de trabalhar, possui baixa torção de fibras e apresenta moderada resistência a cupins com durabilidade mediana. Seu peso específico varia entre 0,46 a 0,64 g cm<sup>-3</sup> (Murakami, 2008).

De acordo com a descrição de Pinheiro (1986), as folhas são alternadas, pecioladas, paripenadas na fase adulta e um pouco pendentes. As flores estão reunidas em panículas terminais pendentes, menores que as folhas, com pedúnculo levemente ciliado, actinomorfas, unissexuais, heteroclamídeas, pentâmeras, com 3 a 4 mm de comprimento. Os frutos são cápsulas de 15 a 20 mm de comprimento por 10 mm de diâmetro, abrindo-se do ápice em direção à base, de cor castanho-escuro. As Sementes apresentam de 10 a 20 mm de comprimento por 3 mm de largura, são aladas, presas nas cinco cavidades da columela, de coloração castanho-clara e apresentam no lado maior uma faixa castanho-escuro diagonal, contornando a semente e prolongando-se por quase todo o bordo.

Segundo Pinheiro (1986), a árvore apresenta gema apical bem evidente e formada por várias escamas cônicas, vascularizadas, verdes e densamente velutina, com pelos marrom-escuros nas escamas mais externas e mais claro-brilhantes nas mais internas. Sua copa é verde, densifoliada, com tendência à forma apitada esférica e às vezes umbeliformes.

A grande vantagem do cedro australiano sobre o cedro rosa e o mogno é que a broca da gema apical (*Hypsipyla grandella*), que causa grandes danos a estas espécies, não ataca a *Toona ciliata* (Paula, 1996; Oiano, 2000). A mariposa deposita seus ovos nos ramos novos, atraída por seu odor e as lagartas fazem suas galerias a partir da gema apical (Gallo, et al., 1988). Entretanto, a espécie é susceptível a *Hypsyphila robusta*, que causa danos semelhantes ao do ataque de *H. grandella*, porém não há relatos de sua ocorrência no Brasil (Cunningham et al., 2005).

A introdução de espécies exóticas exige cuidados com relação à incidência de doenças que venham a comprometer os plantios. Mussi-Dias et al. (2006)

observaram, na região de Santa Maria Madalena-RJ, desfolha severa do cedro australiano, induzida, provavelmente, por alta incidência de manchas foliares, causadas por *Phyllachora* sp. Em mudas provenientes de Linhares-ES, com sintomas similares, Mussi-Dias et al. (2006) encontraram estruturas típicas de *Phyllachora* sp. e de *Colletotrichum* sp.

Além do uso madeireiro, extratos de cascas do tronco de *Toona ciliata* apresentam potencial fungicida sobre *Ceratocystis paradoxa* e *Puccinia arachidis* e bactericida, detectado *in vitro*, segundo Chowdhury et al. (2003). Também é empregado na construção naval e aeronáutica, na confecção de lápis, na produção de caixas de charutos e muitas outras aplicações artísticas como confecção de instrumentos musicais, fundos de fórmica, e outras finalidades especiais.

### 3.2. Propagação vegetativa na silvicultura

A propagação vegetativa na silvicultura pode ser utilizada para multiplicação em massa de plantas melhoradas e também para a obtenção de plantas com florescimento precoce quando destinadas à produção de frutos e sementes.

Nos últimos anos, tem-se verificado constante aumento do interesse pela propagação vegetativa de espécies florestais, visando principalmente à uniformização dos plantios, maior produtividade e adaptação dos clones aos sítios de implantação, aliado a um custo competitivo. Além disso, conforme observado por Xavier (2002), essa técnica possibilita a implantação de projetos de reflorestamento em áreas até então não indicadas, dada a limitação de material genético via seminal para atender a tal propósito.

Por meio da propagação vegetativa, a constituição genética de um indivíduo é mantida intacta nos seus descendentes (Brune, 1982), sendo utilizada para produzir indivíduos geneticamente superiores, além de alta produtividade e rápido crescimento, uniformidade nos plantios, maior resistência às pragas e doenças e aos extremos ambientais, como secas, geadas, ventos, etc. (Floriano, 2004). Uma planta ou um grupo de plantas originário de uma única planta, por reprodução assexuada, constitui um clone (Borém, 2001).

A propagação vegetativa só é possível devido à capacidade que células, tecidos ou órgãos têm para regenerar plantas inteiras, dada a totipotência das células, que é a capacidade de qualquer célula do organismo vegetal encerrar em seu núcleo toda a informação necessária à regeneração de uma planta completa (Xavier, 2002; Torres et al., 2003 e Floriano, 2004).

A totipotência é a característica dos vegetais que permite a sua reprodução somática (assexuada ou vegetativa), baseada exclusivamente na mitose (Floriano, 2004). Graças à totipotência, protocolos para obtenção de plantas a partir de tecidos vegetais têm sido obtidos (Rocha e Quoirin, 2004). A totipotência não se manifesta da mesma maneira em todas as espécies, sendo mais ou menos intensa nos diferentes tipos de células e sendo ativada por diferentes condições.

Para que a reprodução aconteça é necessário que as células do propágulo diferenciem-se, regenerando tecidos, processo chamado de organogênese, geralmente iniciado pela formação de raízes. Esta característica é inerente aos embriões das sementes, mas células adultas, já diferenciadas, às vezes não conseguem mais regenerar células de outros tecidos. Neste caso é necessário rejuvenescer a planta, órgão, ou tecido a ser utilizado na propagação. Algumas técnicas de rejuvenescimento são a poda e a cultura de tecidos *in vitro* (Floriano, 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 (Alfenas et al., 2004).

O rejuvenescimento de algumas espécies arbóreas torna-se necessário pelas mudanças morfológicas, fisiológicas e bioquímicas sofridas durante a transição da fase juvenil para a adulta, principalmente quanto ao potencial de clonagem, vigor de crescimento e resistência a doenças (Wendling e Xavier, 2001).

Na microestaquia, os propágulos vegetativos, denominados microestacas, são obtidos mediante o rejuvenescimento a partir de micropropagação *in vitro*, enquanto na miniestaquia, os propágulos são coletados dos ápices caulinares da própria estaca enraizada pelo método convencional de estaquia ou do estoque de mudas previamente enraizadas (Alfenas et al., 2004).

A técnica de miniestaquia constitui uma alternativa em situações em que a micropropagação for inviável tecnicamente, economicamente e, ou, operacionalmente, podendo apresentar resultados tão eficientes quanto os da microestaquia (Tonello, 2004). Pode prevalecer sobre os métodos de cultivo *in vitro* por ser uma técnica cujos custos são menores.

Mudas de estacas de jardins clonais e de cepas de árvores de plantios comerciais ou de testes clonais, geralmente não sofreram rejuvenescimento suficiente e o processo de enraizamento, neste caso, pode necessitar da adição de reguladores de crescimento. Os reguladores de crescimento são comumente usados no tratamento de estacas para aumentar a percentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento, com diferentes concentrações determinadas pela espécie, variedade ou clone, segundo Wendling e Xavier (2005).

Para a formação de raízes adventícias em estacas, é necessário o balanço adequado entre promotores e inibidores de crescimento na planta. Há vários grupos dessas substâncias, dentre eles as auxinas, as citocininas e as giberelinas, sendo as auxinas as de maior interesse no enraizamento de estacas (Paiva et al., 1996).

As auxinas e citocininas são os reguladores de crescimento com maior ação na regeneração de órgãos. Alta relação auxina/citocinina favorece a formação de raízes adventícias e o inverso, a formação de brotos (Simão, 1998; Floriano, 2004 e Alfenas, 2004). Por isso, a propagação de várias espécies exige a aplicação de auxina, como é o caso de algumas cultivares de ameixeira, para as quais a aplicação de AIB, proporcionou melhor enraizamento de estacas com maior número de raízes por estaca e maior comprimento das raízes. (Mindêllo Neto, 2006).

A auxina natural é sintetizada, principalmente, nas gemas apicais e folhas novas dos ramos, sinalizando para a formação de raízes adventícias, com transporte polar basípeto (Simão, 1998; Floriano, 2004). Portanto, a presença de folhas em estacas pode exercer influência estimuladora na formação de raízes (Paiva, 1996). Os carboidratos também contribuem para a formação de raízes, embora os efeitos estimuladores de folhas e gemas devam-se, principalmente, à produção de auxina (Hartmann e Kester, 1976).

Na determinação do melhor tipo de estaca para alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum* L.), Ehler et al. (2004) avaliaram o enraizamento de estacas apicais e intermediárias com e sem folhas e observaram as mais altas percentagens de enraizamento nas intermediárias sem folhas e nas apicais com folhas (99,7 % e 98,6%, respectivamente). Morales (1990), trabalhando com enraizamento de *Citrus* spp., verificou que a presença de folhas nas estacas elevou a percentagem de estacas enraizadas.

A silvicultura clonal adquire alta importância, em razão de propiciar redução na idade de exploração, uniformidade dos plantios, com maximização da produção de madeira em quantidade e qualidade desejáveis por unidade de área, em um ciclo mais curto, com racionalização das atividades operacionais, redução nos custos de exploração e transporte e adaptação dos clones específicos para determinados sítios, em comparação com plantios oriundos de mudas produzidas por sementes (Ferreira, 1992 e Xavier e Comério, 1996).

Entretanto, plantios clonais oferecem riscos como a redução da base genética e da segregação gênica, tornando os plantios mais vulneráveis ao ataque de pragas e doenças. Alfenas et al. (2006) observaram em viveiros clonais de eucalipto, com incidência da murcha bacteriana, causada por *Ralstonia solanacearum*, a necessidade de descarte de 11.266.819 mudas e um prejuízo superior a U\$ 2,700,000.00, nos Estados da Bahia, Espírito Santo, Maranhão, Minas Gerais e Pará. Esse quadro pode ser minimizado utilizando povoamentos formados a partir de diferentes clones, ou fazendo a substituição de clones ao longo do tempo.

Por essa razão, as etapas do processo de seleção de árvores, o resgate das matrizes superiores, avaliação dos clones (valor genético), produção de mudas e as práticas silviculturais adotadas na implantação e condução dos plantios florestais clonais, devem ser feitas de maneira criteriosa, de forma prática e com base em fundamentos científicos. Estes fatores são variáveis em função da metodologia de seleção, da espécie, da disponibilidade de material genético, do tempo, das estruturas de apoio e, principalmente, dos objetivos almejados com o processo seletivo.

Algumas espécies de propagação sexuada, como as do gênero *Eucalyptus* estão sendo propagadas de forma vegetativa, permitindo a obtenção de viveiros clonais uniformes (Borém, 2001). A multiplicação de eucalipto via seminal ainda é

um processo empregado, porém tem como desvantagem a desuniformidade nos povoamentos florestais. O eucalipto é de polinização cruzada, assim a reprodução sexuada contribui para uma enorme variabilidade genética. Para reduzir a variabilidade nos povoamentos florestais são selecionadas árvores matrizes, que são multiplicadas por estaquia (Ramalho et al., 1997).

Segundo Xavier e Silva (2008), no Brasil, os plantios clonais com *Eucalyptus*, a partir das técnicas de estaquia (enraizamento de estacas), iniciaram-se, em escala comercial, a partir da década de 70, devido à heterogeneidade dos plantios e à incidência de cancro e, hoje, é considerada referência mundial no controle de doenças desta espécie.

O melhoramento florestal é uma ferramenta de uso muito comum em grande parte das espécies cultivadas. Em diversas espécies florestais ele tomou tamanha proporção que as florestas clonais, a partir deste melhoramento, constituem a grande maioria dos povoamentos comerciais (Tonello, 2004).

Existem diversas técnicas de propagação vegetativa florestal, dentre elas está a propagação por miniestaquia, que consiste na utilização de brotações de plantas propagadas pelo método de estaquia convencional como fonte de propágulos vegetativos (Xavier, 2002). Essa técnica apresenta como vantagem o enraizamento mais fácil e, muitas vezes, sem a necessidade do uso de fitorreguladores em clones de algumas espécies, devido ao processo de rejuvenescimento a que a planta é submetida até a produção da miniestaca. O processo passa pela brotação de cepas de árvores e posterior estaquia seriada para implantação de minijardim clonal.

As estacas herbáceas, produzidas em zonas mais juvenis das plantas, possuem maior capacidade para produção de raízes. Quanto mais juvenil o material, maior será o sucesso do enraizamento, tanto em percentagem quanto na velocidade de formação, garantindo maior capacidade de estabelecimento e crescimento da nova planta (Paiva et al., 1996).

A técnica dos minijardins clonais, nos quais as cepas são formadas a partir de mudas clonais ou seminais, também resulta na produção de miniestacas rejuvenescidas, o que pode ser acelerado pela miniestaquia seriada. Como consequência, apresentam altos níveis de auxinas, sendo reduzido, ou mesmo desnecessário o tratamento com fitorreguladores para o processo de enraizamento (Floriano, 2004).

Na miniestaquia, o estoque de mudas enraizadas constitui fonte de propágulos (brotos) para o enraizamento. Tais plantas são denominadas minicepas e o seu conjunto denomina-se minijardim clonal (Alfenas et al., 2004).

Conforme a juvenilidade dos tecidos, poderá não haver necessidade de utilização de reguladores de crescimento no processo de produção. Nogueira (1995), trabalhando com o enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.) em diferentes épocas de coleta, obteve melhores resultados em setembro e outubro com elevada percentagem de enraizamento na ausência de AIB (90 a 95% de estacas enraizadas), ocorrendo queda no potencial de enraizamento com as aplicações de concentrações crescentes.

Cunha et al. (2008), em estudos de miniestaquia de *Grevillea robusta*, a partir de propágulos juvenis, observaram que não há necessidade de aplicação de reguladores de crescimento para obtenção de mudas dessa espécie.

Souza et al. (2009), em estudos de propagação com cedro australiano por enraizamento de miniestacas provenientes de minicepas de origem seminal, observaram que a espécie apresenta aptidão natural ao enraizamento, independente da aplicação de auxinas. Moraes (2008) trabalhando com estacas caulinares e foliares, da mesma espécie, observou que as apicais emitiram raízes de maior comprimento com maior peso seco e crescimento mais acelerado em relação às intermediárias, e atribuiu esse resultado ao fato da síntese de auxinas indutoras do processo de enraizamento ocorrer principalmente no ápice caulinar, proporcionando um maior potencial de enraizamento .

A miniestaquia de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), a partir de material de origem seminal, mostrou-se tecnicamente viável sem necessidade de aplicação de hormônios, com resultados de até 79% de sobrevivência aos 120 dias de idade das mudas, tornando-se uma alternativa para produção de mudas dessa espécie durante todo o ano, principalmente nas situações em que a semente é insumo limitante (Xavier et al., 2003a).

Fonseca et al. (1991), estudando o enraizamento de estacas de tecidos adultos (estacas de ramos de árvores com sete anos de idade) e juvenis (estacas provenientes de mudas seminais com 10 a 12 meses de idade e de brotações de cepas de árvores com sete anos de idade) de jacarandá-da-bahía (*Dalbergia nigra* Fr. Allem), sob diferentes concentrações de AIB, observaram que somente estacas de tecido juvenil enraizaram, com índices de 33,4% para estacas

provenientes de mudas aos 10 e 11 meses de idade e 3,8% aos 22 e 23 meses de idade, não havendo efeito do AIB sobre o enraizamento das estacas. Para estacas de brotações de cepas, os autores obtiveram índices de enraizamento variáveis de 7 a 41%, sendo que as diversas concentrações do ácido influenciaram no enraizamento das estacas. Também Hartmann e Kester (1975) observaram o decréscimo do enraizamento de estacas de várias espécies com o aumento da idade, obtidas de mudas seminais.

Utilizando segmentos nodais de árvores de cedro australiano de 2 e 10 anos de idade, provenientes de sementes, com fins de regeneração *in vitro*, Mroginski et al. (2003) observaram que, na concentração de 0,1 mg L<sup>-1</sup> de AIB, segmentos nodais provenientes de árvores de dois anos tiveram 62% de enraizamento das brotações, enquanto árvores de 10 anos de idade não enraizaram.

Segundo Kramer e Kolowski (1972), citados por Andrejow (2006), os fatores que interferem no enraizamento podem ser tanto internos quanto ambientais. Além do balanço hormonal, outros fatores internos podem afetar o enraizamento das estacas, dentre eles estão a condição fisiológica da planta-mãe (nutrição, teor de carboidratos armazenados na matriz, etc.), a idade da planta-mãe, a época do ano, tipo de estaca e posição de coleta (Paiva et al., 1996).

Estudando a posição da coleta de estacas de cepas de candeia [*Eremanthus Erythrop* (DC.) MacLeish], Rezende (2007) observou que os melhores resultados foram obtidos com estacas das regiões apical e intermediária das brotações das cepas, obtendo médias de sobrevivência de 60,42% e 87,50%, respectivamente, obtendo apenas 22,92% de sobrevivência daquelas provenientes da região basal. Com relação ao enraizamento, foram encontradas médias de 58% e 33%, respectivamente para apical e intermediária, diferentes das basais, que apresentaram média de enraizamento de 4%, demonstrando, portanto, que a posição do ramo do qual a estaca é retirada pode influenciar em sua sobrevivência e na capacidade de enraizamento.

Na determinação da espessura ideal para enraizamento das estacas de plátano [*Platanus acerifolia* (Aiton) Wi lldenow], Dias et al. (1999) utilizaram estacas caulinares de diferentes diâmetros (estacas finas, médias e grossas), com comprimento médio de 25 cm, com a presença de 5 gemas/estaca e ausência de folhas, com e sem uso de AIB (ácido indol-butírico), e observaram

que as estacas grossas apresentaram as melhores condições para o enraizamento. Os autores observaram também que o número de folhas formadas por estaca, interfere significativamente no seu enraizamento, pois a emissão de folhas favoreceu a sobrevivência e o enraizamento em estacas tratadas com AIB, independente do diâmetro das mesmas.

Borges Júnior et al. (2004), estudaram a influência da altura de corte (15, 30, 45 e 60 cm) de cepas no desenvolvimento de brotações das árvores de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), em um cultivo com cinco anos de idade, constataram que, no outono, 70% das cepas apresentaram brotações novas e, na primavera, esse índice foi de 95%. Entretanto, não houve efeito da altura do corte sobre as brotações. Quanto ao número médio de brotações, o corte na altura de 60 cm e 45 cm promoveu os mais altos valores.

Entre os fatores do ambiente que afetam o enraizamento das estacas estão a umidade (alto grau de umidade relativa do ar é necessário para evitar o dessecamento das estacas); temperatura (bom enraizamento pode ser obtido em um amplo intervalo de temperatura, que varia de 10 a 32°C, sendo que a temperatura mais baixa aumenta o tempo para o enraizamento); luz (os produtos da fotossíntese, particularmente os carboidratos e as auxinas, são importantes para a inicialização e para o crescimento das raízes); e substrato (composição, fertilização, ausência de agentes patogênicos, aeração e pH), (Paiva et al., 1996).

De acordo com Fonseca et al. (1991), umidade relativa próxima a 100% proporcionou os melhores índices de enraizamento na estaquia de jacarandá-da-bahia (*Dalbergia nigra* Fr. Allem), chegando a atingir 42,70% em ambientes com nebulização, contra 32,53% em ambiente natural com irrigação manual.

A nebulização mantém a umidade das folhas, diminuindo a pressão de vapor sobre as mesmas, reduzindo a temperatura e a taxa de respiração, mantendo-as funcionais por mais tempo, o que pode ser decisivo no enraizamento de muitas espécies (Hartmann et al., 2002).

A aplicabilidade da miniestaquia em espécies florestais é uma opção para a propagação vegetativa em larga escala de espécies que têm a semente como insumo limitante, com dificuldade de germinação e armazenamento, bem como uma ferramenta de clonagem que visa à maximização da qualidade e uniformidade do povoamento. Resultados obtidos por Santos et al. (2000) apontaram a viabilidade técnica da propagação vegetativa por miniestaquia na

produção de mudas de jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis*), sete-cascas (*Samanea inopinata*), mogno (*Swietenia macrophylla*) e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*).

Diferente das espécies do gênero *Eucalyptus*, a aplicação da miniestaquia para as demais espécies florestais, ainda é recente, precisando de desenvolvimento quanto aos ajustes no processo de produção das mudas (Xavier et al., 2003b), o que justifica o presente estudo.

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no município de Campos dos Goytacazes – RJ (21°19'23" latitude sul, 41°19'41" longitude oeste), na região Norte Fluminense, na Unidade de Apoio à Pesquisa do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UAP-CCTA-UENF).

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período seco no inverno e chuvoso no verão, com precipitação anual em torno de 1020 mm (Viana e Batista, 2004).

Os dados de temperatura média, umidade relativa e pluviosidade no período de condução do experimento encontram-se na tabela 1.

Tabela 1: Dados meteorológicos do município de Campos dos Goytacazes – RJ, do período de maio de 2008 a fevereiro de 2009.

Mês/Ano	Temperatura média (°C)	UR (%)	Precipitação (mm)
Maio/2008	21,83	79,34	11,20
Junho/2008	21,13	80,54	53,60
Julho/2008	20,10	77,93	14,00
Agosto/2008	22,21	76,01	3,80
Setembro/2008	21,48	76,88	63,20
Outubro/2008	23,45	81,22	72,40
Novembro/2008	23,50	84,26	506,40
Dezembro/2008	23,97	83,54	407,00
Janeiro/2009	24,90	84,20	144,60
Fevereiro/2009	25,90	80,20	64,30

Fonte: Estação Experimental da PESAGRO-Rio (EEC), em Campos dos Goytacazes – RJ (Latitude: 21 45 Sul / Longitude: 41 18 Oeste / Altitude: 11 m).

#### 4.1. Implantação do Minijardim Multiclonal

O Minijardim Multiclonal foi instalado em casa de vegetação com cobertura plástica de polipropileno de 150 µm e sombrite 30%.

Sementes de cedro australiano (*Toona ciliata*), colhidas no dia 03 de janeiro de 2008, no município de Coimbra-MG (60% de germinação) foram semeadas no dia 09 de maio de 2008, em tubetes plásticos, com 180 cm<sup>3</sup>, em substrato contendo 50% de fibra de coco Golden Mix<sup>®</sup> misto e 50% de casca de *Pinus* carbonizada – v/v (doação ARACRUZ). A fibra de coco foi encharcada com água e permaneceu em repouso por 24 horas para total expansão, sendo posteriormente misturada com a casca de pinus carbonizada. Foi realizada caracterização química da mistura, conforme Quadro 2.

Aos 68 dias após a semeadura, parte das mudas foi transferida para canaletões de amianto com 3,0 x 0,9 x 0,3 m, plantadas no espaçamento de 0,15 x 0,15 m.

As extremidades do canaletão foram vedadas com tábua de madeira e o fundo perfurado a cada 0,30 m, para escoamento da água. O fundo do canaletão foi forrado com filme agrícola dobrado de 100 µm em toda sua extensão, também perfurado a cada 0,30m, sobre o qual foram colocados 5 cm de brita n°1. Sobre a brita foram colocados 10 cm de areia lavada de rio e, sobre essa, 15 cm da

mistura do substrato fibra de coco e casca de pinus carbonizada (mesma mistura utilizada para produção das mudas).

As mudas restantes, que permaneceram nos tubetes, passaram a apresentar redução na taxa de crescimento, em comparação com as mudas transferidas para os canaletões, com acentuados sintomas visuais de deficiência nutricional. O substrato dessas mudas foi submetido à nova análise nutricional, indicando perdas do estado nutricional e aumento de pH, conforme dados apresentados na tabela 2.

Tabela 2: Resultado analítico de amostra do substrato composto por 50% de casca de pinus carbonizada + 50% de fibra de coco Golden Mix<sup>®</sup> misto, utilizado em minijardim multiclonal de *Toona ciliata*

	Substrato inicial	Substrato no tubete (3 meses após a semeadura)
pH	6,70	7,30
CE (dS m <sup>-1</sup> )	3,20	0,30
N-Nitrato (mg L <sup>-1</sup> )	165,80	0,40
Fósforo (mg L <sup>-1</sup> )	10,20	7,60
Cloreto (mg L <sup>-1</sup> )	122,50	1,40
Enxofre (mg L <sup>-1</sup> )	158,60	16,40
N- amônia (mg L <sup>-1</sup> )	1,10	1,60
Potássio (mg L <sup>-1</sup> )	493,40	399,00
Sódio (mg L <sup>-1</sup> )	127,40	11,10
Cálcio (mg L <sup>-1</sup> )	52,00	10,10
Magnésio (mg L <sup>-1</sup> )	38,70	3,60
Boro (mg L <sup>-1</sup> )	0,30	0,20
Cobre (mg L <sup>-1</sup> )	0,02	0,01
Ferro (mg L <sup>-1</sup> )	0,04	0,30
Manganês (mg L <sup>-1</sup> )	0,40	0,02
Zinco (mg L <sup>-1</sup> )	0,10	0,02
Bicarbonato (mg L <sup>-1</sup> )	82,20	78,90

Método de extração 1:1,5 [Sonneveld et al. (1974), descrito por Abreu et al. (2000)]. Métodos de determinação: N-(amoniacoal e nitrato): destilação; K,Ca,Mg,P,S,Cu,Fe, Mn, Zn: ICP-OES; C orgânico: Walkley-Black; Nitrogênio Total Kjeldahl; Bicarbonato: titulação potenciométrica

O minijardim foi composto por três canaletões, dois deles contendo 93 mudas cada e um, contendo 98 mudas, em um total de 284 minicepas.

Aos 140 dias após a semeadura, as mudas foram recepadas a 7 cm da base, para formação das minicepas, responsáveis pelo fornecimento das brotações laterais para confecção de miniestacas destinadas a plantios comerciais. Foi pincelado, na região do corte, o fungicida Cercobim 700 PM (Benzimidazole), na concentração de  $1 \text{ g L}^{-1}$ .

4.2. Produção de mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais

A parte aérea das mudas que foram recepadas conforme descrito no item 4.1 foi utilizada na produção de mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais. As miniestacas caulinares apicais foram preparadas com 6 cm e nelas foram mantidas duas folhas, com um par de folíolos cada, reduzidos em cerca de 60% de sua área foliar, para diminuir a transpiração e efeito “guarda-chuva”. As miniestacas caulinares intermediárias e basais foram preparadas também com 6 cm e nelas foi mantida uma folha com um par de folíolos, reduzidos em cerca de 60% da área foliar.

Para cada tratamento (miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais), foram utilizadas seis repetições, cada uma composta por 24 mudas, dispostas em Delineamento Inteiramente Casualizado.

O material foi estaqueado, sem aplicação de reguladores de crescimento, em tubetes de  $180 \text{ cm}^3$ , contendo o mesmo substrato utilizado para o minijardim. Foi pincelado o fungicida Cercobim 700 PM (Benzimidazole) nos pontos de corte das folhas das miniestacas ( $1 \text{ g L}^{-1}$ ). Após o estaqueamento, os tubetes foram transferidos para casa de nebulização, com cobertura plástica de polipropileno de  $150 \mu\text{m}$  e sombrite (30%), sob sistema de nebulização intermitente, com pulverizações de 30 segundos, a cada 15 minutos, mantendo uma temperatura média de  $27^\circ\text{C}$  e umidade relativa do ar de, aproximadamente, 90%, necessária para evitar o ressecamento das folhas. Essas miniestacas permaneceram nessas condições por 40 dias, de acordo com recomendações de Souza et al. (2009), e foram levadas para casa de vegetação para aclimatização.

Quando expedidas da casa de nebulização, seis mudas de cada repetição foram avaliadas quanto à massa seca, número, diâmetro e comprimento de raízes adventícias, por digitalização de imagens, com a utilização do Programa Quant

Root, desenvolvido no Departamento de Solos da UFV, conforme metodologia utilizada por Freitas et al. (2005).

O restante das mudas foi transferido para casa de vegetação. Aos 30 dias após a saída da casa de nebulização, as mudas passaram a ser monitoradas em intervalos de 15 dias, quanto à altura e ao diâmetro do colo.

Observados sintomas visuais de deficiência nutricional, 83 dias após o estaqueamento, iniciou-se a aplicação de N, utilizando-se solução de  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  ( $50 \text{ mmol L}^{-1}$ ), com aplicação de 5 mL por planta a cada quatro dias. Foram realizadas cinco aplicações. As mudas permaneceram em casa de vegetação por três meses.

Os dados foram submetidos a análises de variância, sendo as medidas de crescimento analisadas em parcelas subdivididas no tempo, com três épocas de avaliação. As médias encontradas foram comparadas pelo teste de Tukey (5%).

#### 4.3. Crescimento inicial após plantio

Para simular o crescimento inicial após plantio, no momento da avaliação final da casa de vegetação, seis mudas de cada repetição foram transferidas para vasos de 3,8 L, contendo uma mistura com 16,7% de terra, 33,3% de areia lavada de rio e 50% de torta de filtro proveniente de usina açucareira e fertilizado com adubo de liberação lenta, Osmocote<sup>®</sup> da empresa Produquímica de formulação N-P-K 14-14-14 (com liberação de 3 a 4 meses), adubado com 9 gramas por kg de mistura.

Essas plantas foram mantidas a pleno sol, onde permaneceram por 60 dias, sendo monitoradas em diâmetro à altura do colo e altura, em intervalos de 15 dias.

Aos 60 dias após o plantio foram determinadas a massa seca das folhas, do caule e das raízes adventícias. Para essa avaliação, as plantas foram cortadas à altura do colo e as partes colocadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação forçada a  $70^\circ\text{C}$ , por 72 horas, para posterior pesagem.

O experimento foi disposto em blocos ao acaso, em três tratamentos (mudas provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais) com seis blocos e seis plantas por parcela. Os dados foram submetidos a análises de variância, sendo as medidas de crescimento avaliadas em parcelas

subdivididas no tempo, com quatro épocas de avaliação. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey (5%) e os dados obtidos ao longo do tempo, a ajustes de regressão.

#### 4.4. Condução e monitoramento do minijardim multiclonal

A partir de 30 dias da recepa, em intervalos de 15 dias, as minicepas foram avaliadas quanto ao seu diâmetro de colo (com auxílio de paquímetro digital) e o número de brotações das minicepas, até 150 dias. Neste mesmo intervalo, o broto dominante de cada minicepa foi monitorado quanto à altura (com auxílio de régua) e diâmetro, até atingirem comprimento suficiente (6 cm) para a confecção das miniestacas. Após as medições, as brotações selecionadas foram coletadas para confecção das miniestacas.

Ao serem observados os primeiros sintomas visuais de deficiência nutricional, 62 dias após a recepa, iniciou-se a aplicação de solução nutritiva de Bolles Jones (1954), nas minicepas, sendo aplicados 5 L por canaletão, em intervalos de sete dias. Como não foi observada melhora visual dos sintomas, após 73 dias da recepa, aumentou-se a concentração da solução para duas forças, com o mesmo intervalo de sete dias para aplicação. A aplicação de nutrientes foi realizada até a quarta coleta de brotações, quando as minicepas haviam recuperado o vigor.

A solução nutritiva utilizada apresenta a seguinte composição: N= 8 mmol L<sup>-1</sup> (37,5 % de NH<sub>4</sub><sup>+</sup>); P= 1 mmol L<sup>-1</sup>; K= 3 mmol L; Ca= 2 mmol L<sup>-1</sup>; Mg= 1,25 mmol L<sup>-1</sup>; S= 3,75 mmol L<sup>-1</sup>; Cl= 20 µmol L<sup>-1</sup>; Fe= 9 µmol L<sup>-1</sup>; B= 6,6 µmol L<sup>-1</sup>; Mn= 10 µmol L<sup>-1</sup>; Zn= 1 µmol L<sup>-1</sup>; Cu= 1 µmol L<sup>-1</sup>; e Mo= 0,3 µmol L<sup>-1</sup>.

As avaliações das minicepas ao longo do tempo foram apresentadas por estatística descritiva, com intervalo de confiança das médias.

#### 4.5. Produtividade das minicepas

No momento de avaliação das minicepas quanto ao diâmetro e número de brotações e ao diâmetro e à altura do broto dominante, a cada 15 dias, a partir de 60 dias após a recepa, as brotações do minijardim que atingiam o comprimento maior ou igual a 6 cm eram colhidas para a confecção de miniestacas para

produção de mudas. As miniestacas foram produzidas com 6 cm e nelas foram mantidas duas folhas, com um par de folíolos cada, reduzidos em cerca de 60% de sua área foliar.

O estaqueamento foi realizado sem aplicação de reguladores de crescimento, em tubetes de 180 cm<sup>3</sup>, contendo substrato comercial Plantmax Florestal da empresa Eucatex, adubado com adubo de liberação lenta Osmocote<sup>®</sup> da empresa Produquímica de formulação N-P-K 14-14-14, adubado com 8 g de Osmocote<sup>®</sup> por kg de substrato.

Após o período de permanência em casa de nebulização para enraizamento, foi avaliada a percentagem de sobrevivência das estacas colhidas dos canaletões. De posse dos valores relativos à produção média de miniestacas por minicepa (NM) e da sobrevivência das mudas (S), foi determinado o índice de produtividade do sistema (IP) definido por:  $IP = NM \times S (\%)$ , adaptado de Mafia et al. (2005).

Para melhor compreensão das etapas desenvolvidas, vide resumo no anexo I e figura 1A do apêndice.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Produção de mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais

As mudas, na expedição da fase de enraizamento, não apresentaram diferenças com relação à massa seca do sistema radicular, ao comprimento total, número e comprimento médio das raízes (Quadro 1). Dados diferentes foram obtidos por Moraes (2008), que observou que miniestacas caulinares apicais de cedro australiano obtiveram maiores comprimento de raízes e peso seco e emissão de raízes com crescimento mais acelerado com relação às miniestacas intermediárias.

Quadro 1. Massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSR), comprimento total, diâmetro, número e comprimento médio das raízes provenientes das miniestacas de *Toona ciliata*, na expedição do setor de enraizamento, 40 dias após o estaqueamento

Miniestaca	Sistema radicular				
	MSR (mg)	C. médio (cm)	Diâmetro (mm)	Número de raízes	C. total (cm)
Apical	15,22 a	6,11 a	0,81 a	8,97 a	51,05 a
Intermediária	18,15 a	9,08 a	0,76 ab	9,58 a	66,14 a
Basal	18,48 a	8,84 a	0,71 b	12,38 a	78,54 a
CV %	28,2	44,2	6,2	42,6	30,6

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey (5%)

Os dados deste trabalho, também diferem dos dados observados por outros autores, estudando diferentes espécies.

Xavier et al. (2003b) avaliaram o enraizamento de cinco diferentes tipos de miniestacas a partir de material seminal (caulinar – caule inteiro, caulinar apical, caulinar intermediária, caulinar apical sem folha e estaca de folhas) de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). Os dados demonstraram melhor desempenho das miniestacas caulinar inteira e caulinar apical com folhas. Conforme os autores, esta superioridade deve-se à presença de folhas e à síntese de auxinas indutoras do processo de enraizamento ser produzida principalmente no ápice caulinar, proporcionando maior potencial de enraizamento.

Stumpf et al. (2001) objetivando verificar o enraizamento de estacas apicais e medianas de *Chamaecyparis lawsoniana* (uma espécie de cipreste) obtiveram percentagem média de estacas enraizadas de 84% para estacas apicais e 75% para estacas medianas.

Na estaquia de fáfia (*Pfaffia glomerata*), a partir de quatro posições de coleta no ramo (basal, mediana-basal, mediana-apical e apical), Nicoloso et al. (1999) observaram melhor capacidade de enraizamento (maior diâmetro, número e altura das brotações) para as porções mediana e basal dos ramos, com 96,7% para basal, 93,8% para mediana-basal e 92% para mediana-apical, embora, as demais posições tenham mostrado valores altos. O melhor enraizamento de estacas oriundas das porções mediana e basal do ramo pode estar provavelmente, relacionado à maior concentração de carboidratos presentes nessas porções. Já Ehlert et al. (2004), utilizando estacas apicais e medianas com e sem folhas, na propagação da alfavaca-cravo (*Ocimum gratissimum*), obtiveram altas percentagens de enraizamento nas medianas sem folhas e nas apicais com folhas (99,7% e 98,6%, respectivamente).

Os dados a seguir são apresentados a partir de 80 dias após a transferência para casa de vegetação devido ao crescimento inicial ter sido lento.

Após a transferência das mudas para a casa de vegetação, a sobrevivência foi alta, com índices de até 100%, independente da natureza do propágulo e das épocas de avaliação, com pequena queda ao final do ciclo de produção das mudas (Figura 1). O mesmo foi obtido por Souza et al. (2009) com miniestaquia de cedro australiano, cuja sobrevivência atingiu 100%. Isso reflete, não apenas o

elevado percentual de enraizamento, como também a baixa sensibilidade da espécie à mudança de ambiente.

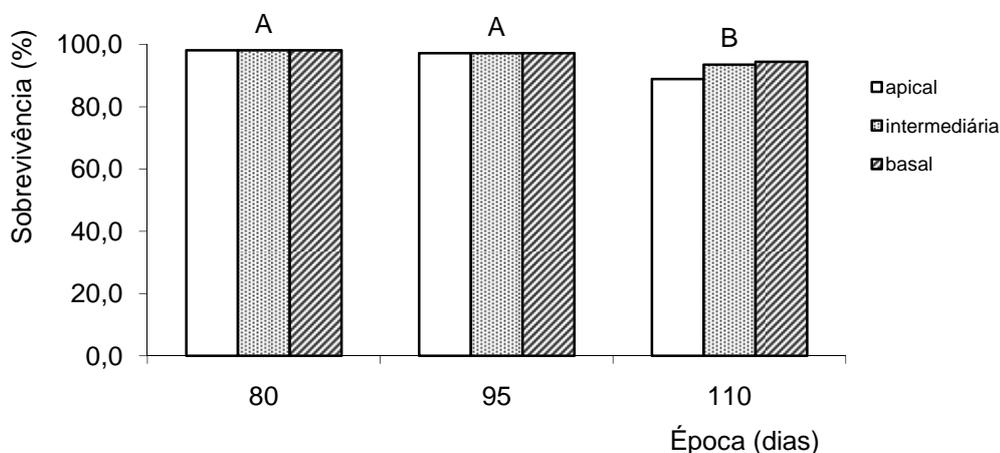


Figura 1: Sobrevivência de mudas provenientes de miniestacas caulinares de *Toona ciliata*, avaliadas quinzenalmente, durante 110 dias, a partir de 80 dias após a transferência para casa de vegetação.

Letras diferentes indicam diferenças entre épocas (Tukey, 5%)

CV(%): 3,97

Também, na propagação vegetativa por miniestaquia de *Eucalyptus dunnii*, Souza Júnior e Wendling (2003) obtiveram 100% de sobrevivência na saída da casa de vegetação e 90%, aos 90 dias após o estaqueamento.

Entretanto, na propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia, Wendling et al. (2000) observaram médias de 17,4 a 77,6% de sobrevivência para cinco coletas, após a saída da casa de vegetação.

Para miniestaquia de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico em canaletões, Wendling et al. (2007) obtiveram 85,6% de sobrevivência das mudas.

Xavier et al. (2003a) obtiveram 79% de sobrevivência de mudas provenientes de miniestacas de cedo-rosa (*Cedrela fissilis*), aos 120 dias após o estaqueamento.

Com relação ao crescimento em altura e diâmetro ao longo do tempo (Figura 2), observa-se que as mudas provenientes das miniestacas caulinares basais apresentaram os maiores valores de altura e diâmetro, não se diferenciando das intermediárias com relação ao diâmetro do colo. As diferenças foram mantidas até a expedição das mudas. Isso corrobora os dados de Dias et al. (1999) e Souza et al. (2009), que observaram que miniestacas provenientes de

brotos maiores resultaram em maior crescimento das mudas de *Platanus acerifolia* e de cedro australiano, respectivamente.

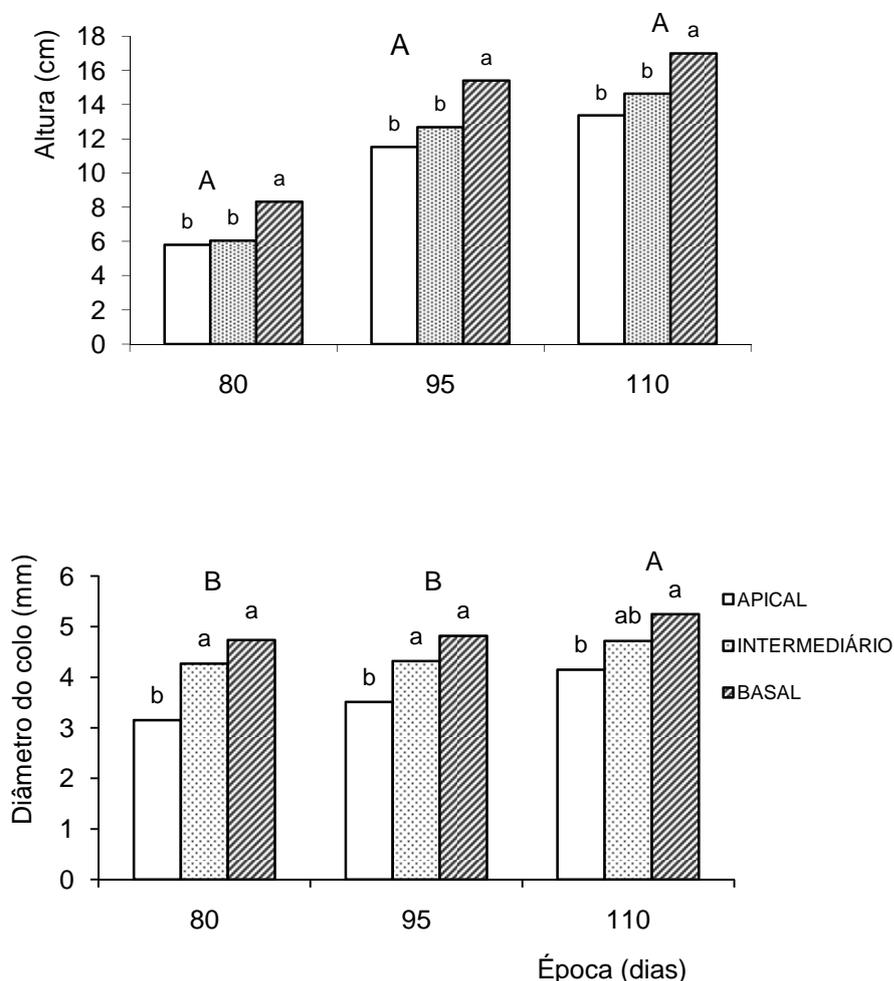


Figura 2: Crescimento das mudas provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais de *Toona ciliata*, avaliadas em três épocas, durante 110 dias, a partir de 80 dias após a transferência para casa de vegetação

Letras minúsculas diferentes indicam diferenças entre tratamentos e letras maiúsculas, entre épocas (Tukey, 5%)

Altura CV(%): 11,4

Diâmetro CV(%): 4,55

Apesar das diferenças em altura e diâmetro, as mudas, na expedição da fase de viveiro, não apresentaram diferenças com relação à massa seca da parte aérea e número, massa seca, comprimento total e diâmetro das raízes adventícias em função das miniestacas (Quadro 2).

Quadro 2. Massa seca da parte aérea (MSPA), número, massa seca (MSR), comprimento total e diâmetro de raízes adventícias de *Toona ciliata*, aos 110 dias

Miniestaca	MSPA (g)	Número	MSR (g)	C. total (cm)	Diâmetro (mm)
Apical	1,38 a	11,08 a	0,36 a	821,7 a	0,35 a
Intermediária	1,33 a	14,74 a	0,33 a	913,8 a	0,37 a
Basal	1,29 a	13,38 a	0,34 a	971,7 a	0,39 a
CV%	15,5	29,5	29,2	23,2	10,3

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey (5%)

## 5.2. Crescimento inicial após plantio

Apesar das diferenças observadas no diâmetro e altura das mudas ao final da fase de viveiro, não houve diferença no crescimento em altura e diâmetro das mudas em função dos tratamentos após o transplante para vasos (Figura 3). Observa-se ainda, que as diferenças em diâmetro observadas no momento do plantio, tenderam a igualar-se com o tempo.

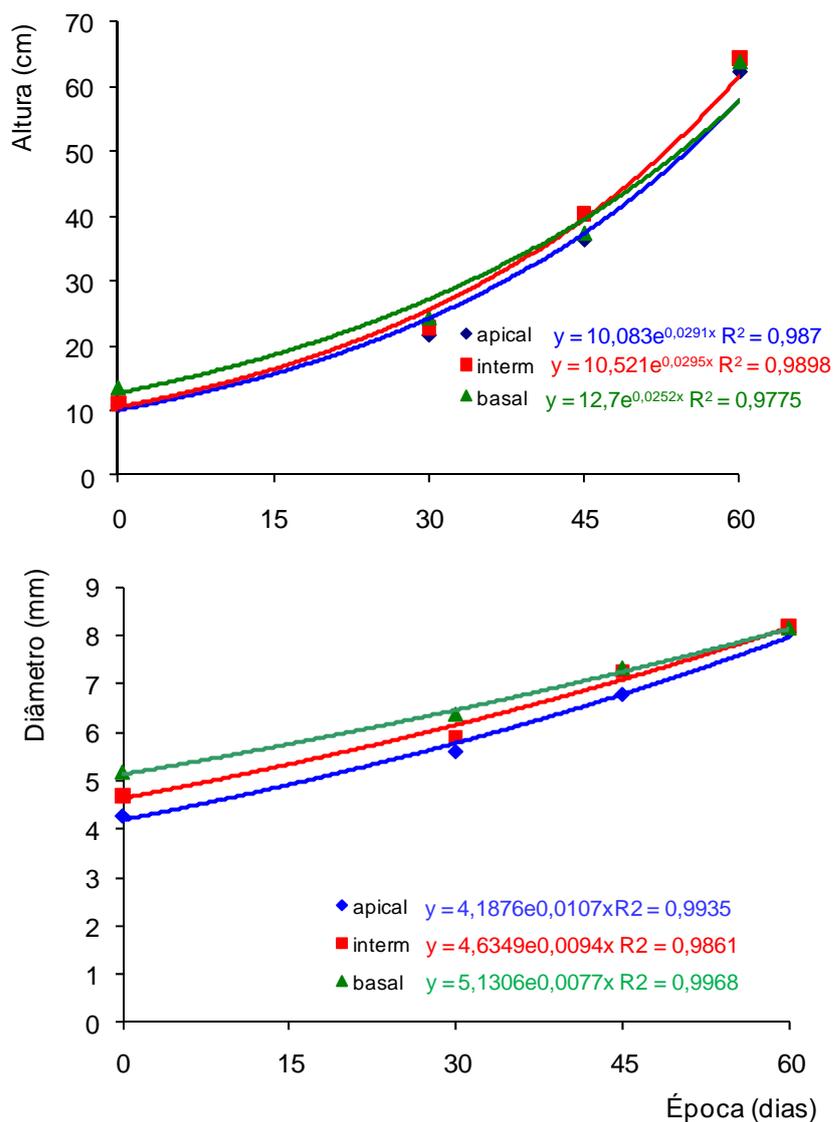


Figura 3: Altura e diâmetro médio de mudas *Toona ciliata*, provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais, 60 dias após o transplante para vasos de 3,8 dm<sup>3</sup>

Altura CV(%): 18,45

Diâmetro CV(%): 5.30

Com relação à massa seca do caule, das folhas e do sistema radicular das mudas provenientes de miniestacas de diferentes posições na brotação, não foram observadas diferenças depois de transplantadas para vasos, e permanência por 60 dias a pleno sol (Quadro 3).

Quadro 3. Massa seca do caule (MSC), folhas (MSF) e sistema radicular (MSR) de *Toona ciliata*, aos 60 dias após o transplante para vasos de 3,8 dm<sup>3</sup>, das mudas provenientes de miniestacas de diferentes posições na brotação, mantidas a pleno sol

MINIESTACA	MSC	MSF	MSR
	----- mg -----		
Apical	3,96 a	9,23 a	2,75 a
Intermediária	4,10 a	9,45 a	2,75 a
Basal	4,08 a	9,10 a	2,53 a
CV %	43,18	35,28	52,20

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas, não diferem pelo teste de Tukey (5%)

Nicoloso et al. (1999), estudando o desenvolvimento das mudas de fáfia (*Pfaffia glomerata*), provenientes de estacas de quatro posições de coleta no ramo (basal, mediana-basal, mediana-apical e apical), aos seis meses após o plantio, observaram que as estacas obtidas das porções mediana e basal apresentaram maior diâmetro, número e maior altura do que as apicais, entretanto, também não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos.

O crescimento inicial e vigor das plantas após o plantio é uma característica importante, e pode ser fator limitante para o sucesso do povoamento comercial. O crescimento acelerado das plantas diminui o dispêndio energético das atividades de manejo e tratamentos culturais, destinados a favorecer o crescimento inicial das plantas em campo, como capina de competição, combate a formigas cortadeiras e replantio de mudas, que aumentam os custos de implantação dos povoamentos.

Esse resultado indica que todas as posições de coleta nas miniestacas das brotações são aptas à produção de mudas de *Toona ciliata* por miniestaquia, uma vez que as pequenas diferenças observadas nas mudas foram eliminadas logo após o plantio. Entretanto, deve-se destacar que esses dados são válidos para condições edáficas, climáticas e nutricionais adequadas, sob as quais foi conduzido o experimento, pois para muitas espécies, pequenas diferenças biométricas nas mudas podem comprometer o plantio em condições adversas.

## 5. Produtividade de minicepas de *Toona ciliata*

O diâmetro das minicepas manteve-se estável após a recepa, provavelmente, devido ao estímulo à indução de brotação e posterior coleta das miniestacas, estabilizando o incremento nos meses seguintes (Figura 4).

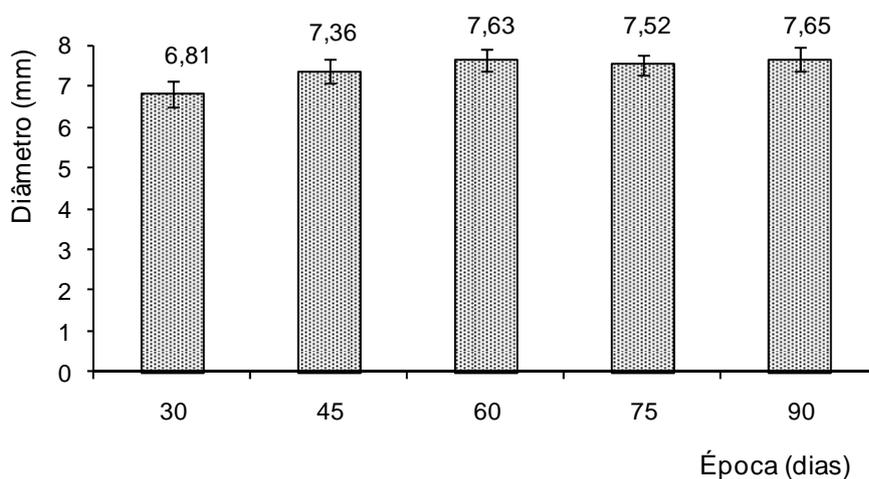


Figura 4: Diâmetro das minicepas de *Toona ciliata* avaliadas a partir de 30 dias após a recepa  
Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%)

Observou-se queda inicial na emissão de brotos por minicepa, com recuperação da mesma após o início da fertirrigação ao longo de 150 dias de avaliação (Figura 5).

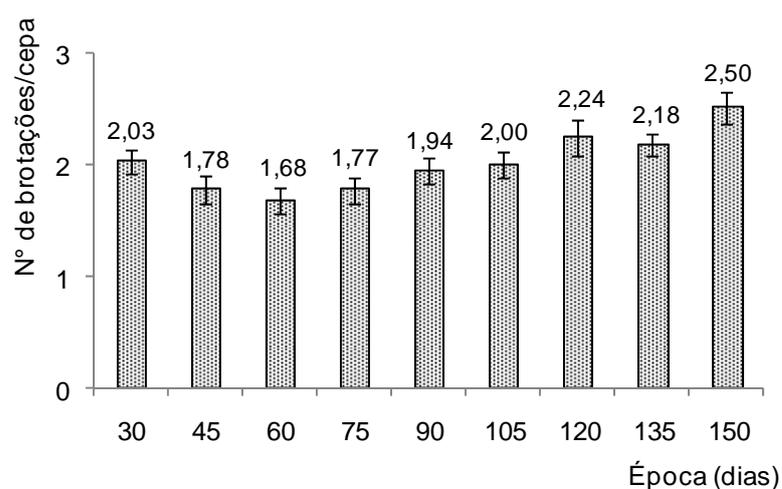


Figura 5: Número médio de brotações de *Toona ciliata* por minicepa, a partir de 30 dias após a recepa das mudas  
Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%)

Na figura 6, observa-se o diâmetro e altura da brotação dominante das minicepas, antes e após o início das coletas. Após a primeira coleta, 60 dias após a recepa, houve redução na taxa de crescimento e, conseqüentemente, na produtividade do sistema (Figura 4). Ao iniciar a fertilização das minicepas, aos 62 dias após a recepa das mudas, as brotações recuperaram a taxa de crescimento, com resposta no incremento do diâmetro e da altura da brotação dominante das minicepas, refletindo no aumento da produtividade.

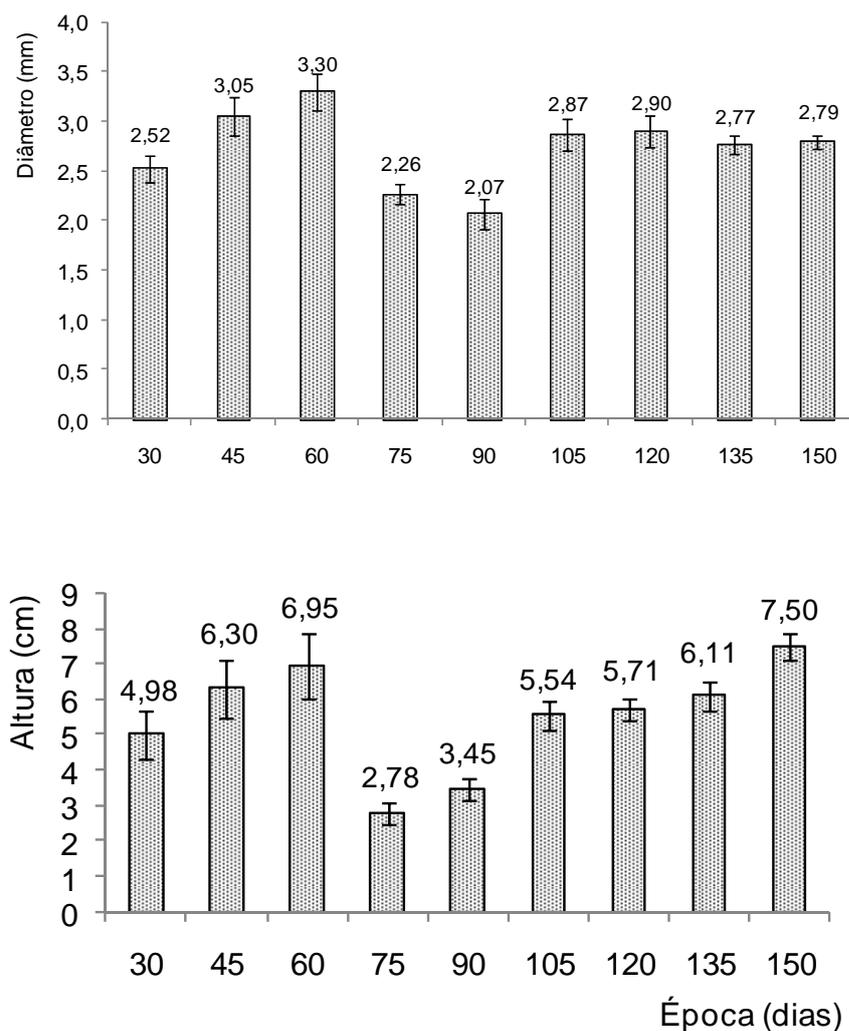


Figura 6: Diâmetro e altura da brotação dominante de minicepas de *Toona ciliata*, 30 dias após a recepa das mudas  
Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%)

Observa-se na Figura 7 que, após a primeira coleta, foi muito reduzido o número de minicepas produtivas (fornecimento de miniestacas), ainda que com manutenção da emissão de brotações (Figura 5). Isso pode ter sido efeito do

déficit nutricional, uma vez que o aumento da produção foi incrementado após o aumento da concentração de fertilizantes aplicados, aos 74 dias após a recepa.

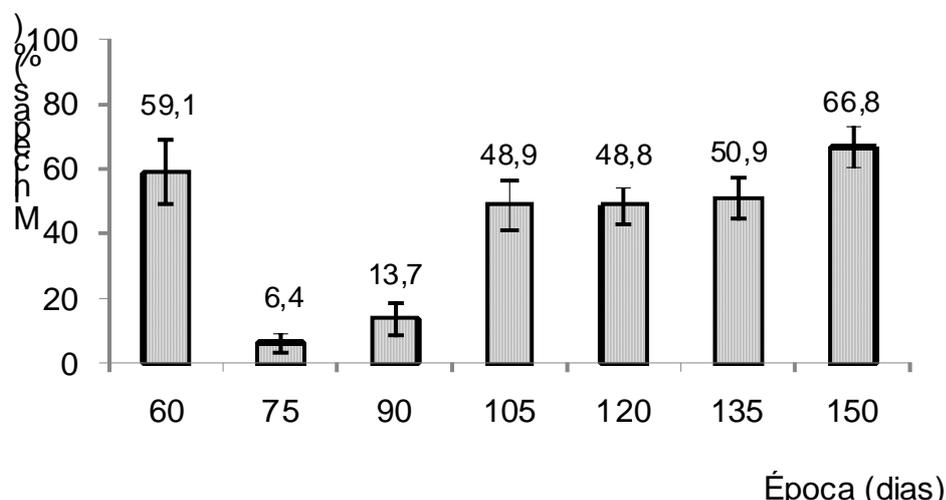


Figura 7: Percentagem de minicepas produtivas (com brotações) de *Toona ciliata*, a partir de 60 dias após a recepa das mudas  
Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%)

O manejo adequado e a nutrição são muito importantes para a manutenção e vigor da planta fornecedora de propágulos, sendo um dos principais fatores que afetam a propagação vegetativa (Hartmann et al., 2002). A colheita de brotações afeta a produtividade da minicepa em virtude da constante exportação de nutrientes, gerando desequilíbrio nutricional.

Cunha et al. (2008), estudando a correlação do estado nutricional das minicepas com a produtividade de miniestacas de eucalipto, cultivados em dois sistemas de minijardim clonal (leito de areia e tubetes com subirrigação), verificaram que a nutrição mineral desempenha papel importante no número de miniestacas produzidas, gerando respostas diferenciadas de acordo com cada nutriente mineral considerado e sistema de minijardim clonal adotado.

Não existe uma solução nutritiva padrão para todas as espécies vegetais. As quantidades extraídas diferenciam-se entre e dentro de cada espécie. As doses utilizadas na solução nutritiva devem ser corrigidas conforme a exigência nutricional de cada clone e época do ano, através do monitoramento nutricional, procurando correlacionar o teor foliar com a produtividade e o enraizamento das miniestacas (Higashi et al., 2002). Por isso, é importante a avaliação periódica da

exportação de nutrientes do sistema pela coleta sucessiva das brotações, para a definição das demandas do sistema.

Verificou-se redução na porcentagem de minicepas com brotações aos 75 dias e aumento após os 90 dias. Aos 150 dias verificou-se maior porcentagem de minicepas produtivas. Este comportamento pode ser resultado de gemas dormentes tornarem-se mais ativas, após as sucessivas coletas e do incremento de reservas nas minicepas, resultando em maior estímulo ao crescimento das brotações.

Essa variação também pode resultar de fatores como variação de temperatura, exaustão temporária das minicepas, fatores hormonais, manejo e tratos culturais adotados. Entretanto, a recuperação após o aumento da fertilização indica o efeito deste fator.

Também Souza Junior & Wendling (2003) observaram que o número de miniestacas produzidas por minicepas em *Eucalyptus dunnii* foi superior na terceira e quarta coletas em relação à primeira e segunda, e atribuíram este resultado à quebra sucessiva da dominância apical com o incremento do número de coletas de brotação, resultando na maior indução de novas brotações.

Também Wendling et al. (2007) observaram esse comportamento cíclico para miniestacas de erva-mate, cultivadas em sistema semi-hidropônico, com intervalo de coletas em períodos variáveis, de acordo com o vigor das minicepas, em 11 coletas, iniciadas 48 dias após a poda inicial, independente da fertilização utilizada e das condições climáticas. Houve aumento da produtividade de miniestacas da primeira até a quarta coleta, com posterior queda nas coletas 5, 6 e 7 e novo aumento até a 11ª coleta.

Comportamento cíclico foi encontrado em miniestacas de *Eucalyptus grandis*, por Titon et al. (2003b), com coletas semanais, durante 60 dias. Houve decréscimo nas coletas 4 e 5 e aumento a partir da 6ª coleta, com valores maiores e mais estáveis até a 8ª e última coleta realizada. Para os autores, o comportamento cíclico pode ter ocorrido devido a uma exaustão temporária das minicepas, ocasionando menor produção. A fertirrigação foi realizada por inundação, sem alteração da formulação ao longo do experimento.

Já Gatti (2002) observou que a média de produção de miniestacas por minicepa em pau mulato, na primeira coleta, foi superior às demais e atribuiu o fato ao maior vigor inicial apresentado pelas minicepas ou à falta de ajuste

nutricional no jardim miniclinal à medida que as coletas foram sendo realizadas. Para teca (*Tectona grandis*), o autor observou que a produção média mensal de miniestacas por minicepa foi maior nos dois primeiros meses após a recepa, diminuindo nos dois meses seguintes e voltando a aumentar posteriormente. Gatti (2002) atribuiu esse comportamento ao efeito da sazonalidade na produção de miniestacas dessa espécie. Nos meses 1 e 2 as coletas foram realizadas em época de temperatura mais alta (no período do verão), enquanto nos meses 3 e 4 a temperatura era mais baixa (início do período de inverno). No inverno a espécie entra em período de dormência das gemas, não produzindo miniestacas. Nos meses 5 e 6, com a temperatura mais elevada, as minicepas recuperaram de período de dormência.

Em relação ao número de miniestacas produzidas por minicepa produtiva, não houve diferença das diferentes épocas de coleta (Figura 8).

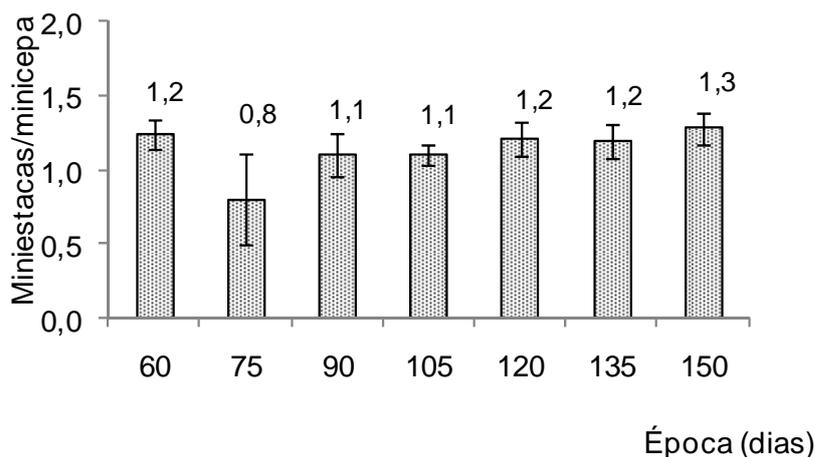


Figura 8: Número de miniestacas coletadas quinzenalmente por minicepa de *Toona ciliata*, a partir de 60 dias após a recepa das mudas  
Barras representam o Intervalo de Confiança das médias (95%)

A produção de miniestacas por minicepa produtiva de cedro australiano foi de 1,18 por coleta em sete coletas feitas a cada 15 dias. Foi observado que o cedro australiano tem como característica, após a recepa, manter dominância de uma das brotações, o que tende a ser reduzido ao longo do tempo. Essa característica também foi observada por Moraes (2008) e Souza et al. (2009) com a mesma espécie.

Para corticeira-do-mato, cultivadas em sistema de canaletão, com coletas a cada 15 dias, Cunha et al.(2008) obtiveram produtividade média de 2,9 miniestacas por minicepa por coleta, resultados superiores aos encontrados neste trabalho, e inferior ao observado por Cunha et al. (2005) para *Eucalyptus benthamii*, que encontraram média de produção de 8,1 miniestacas por minicepa em sistema de canaletão, com coletas a cada 25 a 30 dias, porém, são inferiores aos encontrados por Wendling (1999) e Titon (2001), também para eucalipto, que obtiveram médias de produção para sistemas de canaletão de 5,6 miniestacas por minicepa por coleta a cada 5 a 10 dias.

Em trabalho com propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii*, utilizando tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, Souza Júnior e Wendling (2003) obtiveram, após quatro coletas sucessivas, produção média de 2,2 miniestacas por minicepa, resultados inferiores aos encontrados pelos autores nos trabalhos descritos acima, provavelmente em função da restrição radicular das minicepas.

Observa-se, pela literatura, que para espécies do gênero *Eucalyptus*, a produtividade das minicepas e o intervalo de coleta de brotações é variável conforme o sistema de minijardim adotado e o material genético utilizado, com variações inter e intra-específicas. Wendling et al. (2000), avaliando a produtividade das minicepas de cinco clones de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia, observaram superioridade na produção de um clone com relação aos outros, mostrando que o material genético é muito importante na propagação vegetativa.

Fatores climáticos também tendem a interferir no ritmo de rebrota e crescimento das brotações (Wendling et al., 1999). Cunha (2006) observou que aumento da temperatura implica em aumento no número de miniestacas de eucalipto.

Também Rosa (2006) observou menor produção de miniestacas de *Eucalyptus dunnii* no período de temperaturas mais baixas.

Na avaliação da técnica de miniestaquia para cedro rosa (*Cedrella fissilis*), utilizando tubetes de 200 cm<sup>3</sup>, Xavier et al. (2003a) obtiveram produtividade média mensal de 1,3 miniestacas por minicepa por coleta. Esses dados encontram-se próximos aos relatados por Souza Júnior et al. (2008), em estudos para avaliação da produtividade de minicepas de *Grevillea robusta* também em sistema de tubetes de 110 cm<sup>3</sup>, que obtiveram 1,7 miniestacas por minicepa, após 15 coletas,

quando a maioria das miniestacas estavam com 3-5 cm, totalizando 4.030 miniestacas m<sup>-2</sup> por ano. Observa-se que a produção é inferior à obtida neste trabalho, mesmo com a utilização de estacas menores, o que provavelmente resulta da restrição radicular das minicepas.

O mesmo é observado nos trabalhos com espécies nativas realizados por Santos (2002). O autor utilizou sistemas de jardim miniclinal em tubetes plásticos de 200 cm<sup>3</sup>, com coletas a cada 30 dias, obtendo as seguintes produções de miniestacas por minicepa por coleta: 1,3 para cedro-rosa; 1,1 para mogno; 1,6 para angico vermelho e 3,8 para jequitibá rosa. Isso indica, que não apenas o manejo, mas também a capacidade de rebrota das espécies influencia a produtividade do sistema.

Com relação à produtividade do sistema (figura 9) nas diferentes épocas de coleta, considerando o número médio de miniestacas produzidas por minicepa (número total de minicepas do sistema) e a sobrevivência das mudas, observa-se aumento da produtividade na última avaliação. Os dados indicam a capacidade de produção contínua de novas brotações das minicepas após cada coleta de miniestacas.

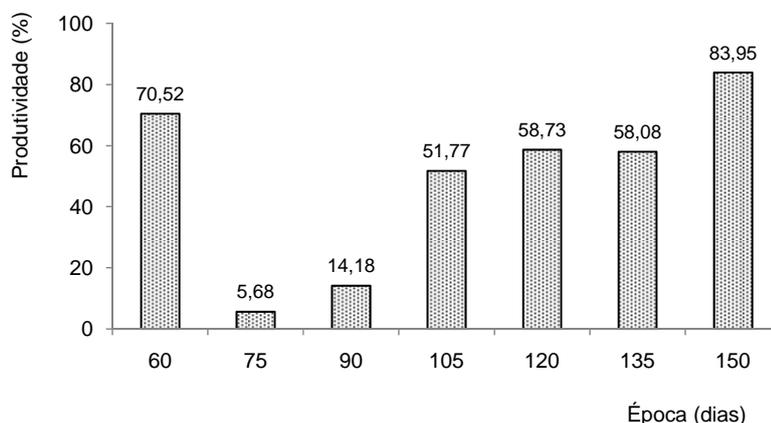


Figura 9: Índice de produtividade quinzenal do sistema ao longo das épocas de coleta, obtida pelo produto do número médio de miniestacas produzidas por minicepa com a percentagem de sobrevivência das mudas de *Toona ciliata*  
 $IP = NM \times S (\%)$

Embora não tenha havido redução acentuada no número de brotações por cepa, ao longo das coletas (Figura 5), houve redução no incremento em altura e diâmetro das mesmas após a primeira coleta, recuperado após aplicação de fertilizantes e mantido ao longo do tempo de avaliação.

A maior produtividade do sistema na sétima coleta reflete a altura (Figura 6) e o vigor das brotações, o que também confere maior sobrevivência, conforme observado para mudas de cedro australiano por Souza et al. (2009), que, embora tenha padronizado o tamanho das estacas na coleta, verificaram que o maior intervalo entre as coletas permitiu maior acúmulo de reservas nas miniestacas utilizadas, acelerando assim o seu crescimento. Segundo os autores, 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.

A partir de estacas caulinares de diferentes diâmetros, classificadas em finas, médias e grossas, com diâmetro médio de 0,94 1,58 e 2,75 cm, respectivamente, de *Platanus acerifolia*, Dias et al. (1999) observaram que as estacas de maior espessura apresentam melhor enraizamento.

De acordo com Paiva e Gomes (1995), a taxa de enraizamento está diretamente ligada ao teor de carboidratos armazenado na matriz. Quanto maior o nível de reservas e maior a relação carbono/nitrogênio maior será o favorecimento do enraizamento das estacas. Os carboidratos servem como fonte de energia e de esqueletos de carbono necessários para a produção de novos tecidos (Malavasi, 1994).

Na análise de carboidratos em miniestacas de pau-mulato, Gatti (2002) verificou redução na concentração dos açúcares redutores com o crescimento radicular, coincidindo com elevação na síntese de amido, no período de 30 a 45 dias após o estaqueamento, verificando que maior estoque de carboidratos facilita o enraizamento.

Na avaliação do enraizamento de miniestacas caulinar, caulinar apical, caulinar intermediária com folhas, caulinar apical desfolhada e estaca foliar de cedro rosa, Xavier et al. (2003b), obtiveram os melhores resultados para miniestaca caulinar e caulinar apical, com aproximadamente 100% e 93,7% de enraizamento, respectivamente, na saída da casa de vegetação. As caulinares intermediárias apresentaram 75% de enraizamento, diferindo das demais.

Houve comportamento exponencial na produtividade acumulada do sistema (Figura 10), indicando que o manejo adotado poderá, em um tempo maior, resultar na crescente produtividade das minicepas, o que mostra que não há exaustão das mesmas com o decorrer das coletas, desde que a complementação nutricional seja mantida, conforme a necessidade.

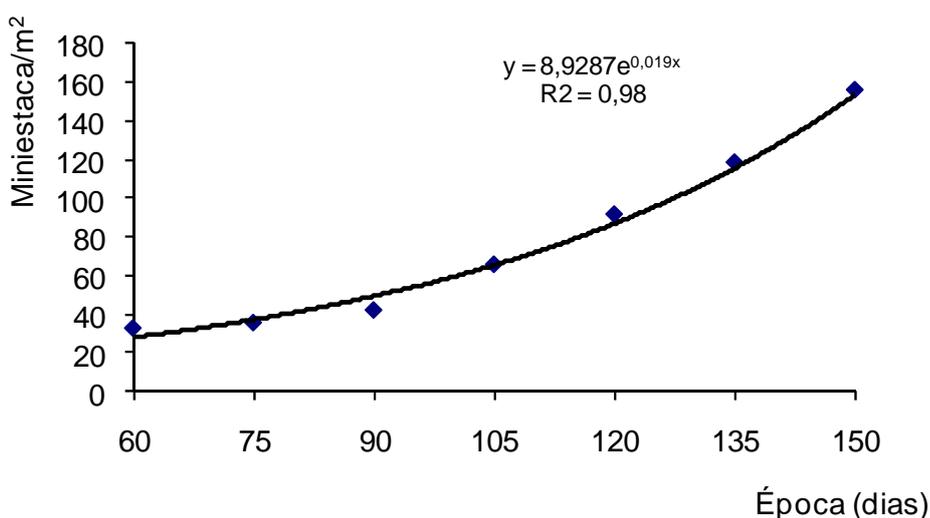


Figura 10: Produção acumulada de miniestacas de *Toona ciliata* por  $m^2$ , durante 150 dias de avaliação, a partir de 60 dias da recepa das mudas

No total, das 282 minicepas utilizadas no experimento, durante os cinco meses, foram coletadas em média 3,60 miniestacas por minicepa, sendo produzidas 1.014 miniestacas que, com percentual de 95,46% de sobrevivência, resultaram em 968 mudas.

Avaliando a produção acumulada por área, pode-se verificar uma produção de 154 mudas  $m^{-2}$ , em 150 dias de avaliação, o equivalente a 30 mudas  $m^{-2}$  por mês, com ciclo médio de produção de 120 dias.

Wendling et al. (2007) obtiveram média de 291 miniestacas  $m^{-2}$  na condução de minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico em canaletão. No total foram realizadas 11 coletas, em períodos variáveis, de acordo com o vigor das minicepas (3 a 6 cm de comprimento), em um intervalo de 391 dias entre a primeira e última coleta. Estes resultados foram inferiores aos aqui constatados, devido, provavelmente, ao diferente método de produção e maior tempo entre as avaliações.

Produções muito maiores, com relação a esse trabalho, têm sido obtidas em minijardins de eucalipto, atingindo 243 estacas  $m^{-2}$  por mês, conforme Xavier e Comério (1996). Para eucalipto o manejo e os tratamentos culturais já são bem estabelecidos e a característica de rebrota bem diferente da maioria das espécies relatadas. Por suas características, a propagação do cedro australiano por miniestaquia não resultou, neste trabalho, em abundância de brotações, havendo dominância da brotação principal, em especial no início do manejo.

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

O cedro australiano pertence à família da Miliaceae. Originário das regiões tropicais da Austrália, adaptou-se muito bem no Brasil, que apresenta condições adequadas para o seu desenvolvimento, sobretudo na área do sul da Bahia e em toda a região sudeste. Porém, as sementes são insumo limitante, por sua sazonalidade de oferta e curta viabilidade.

A propagação vegetativa é uma alternativa para a produção de mudas dessa espécie, permitindo sua oferta durante todo o ano.

A finalidade do presente estudo foi avaliar a produtividade de minicepas de *Toona ciliata* M. Roem var. *australis* (F. Muell.) Bahadu) cultivadas em canaletões, ao longo de coletas sucessivas de brotações, e avaliar a produção de mudas, a partir de miniestacas apicais, intermediárias e basais.

Foi implantado um minijardim multiclonal em canaletões contendo um total de 282 minicepas, onde foram monitorados o diâmetro das minicepas, número, altura e diâmetro das brotações em cada época de coleta. A produção de miniestacas por minicepa produtiva de cedro australiano foi de 1,18 miniestacas por minicepa por coleta, em sete coletas, feitas a cada 15 dias.

A produção acumulada de miniestacas durante os cinco meses foi, em média, 3,60 miniestacas por minicepa. Foram produzidas 1.014 miniestacas que, com percentual de 95,46% de sobrevivência, resultaram em 968 mudas para comercialização.

A produtividade obtida foi de 154 mudas  $m^{-2}$  em 150 dias de avaliação, o equivalente a 30 mudas  $m^{-2}$  por mês, em um ciclo de produção aproximadamente de 130 dias.

A partir da parte aérea das mudas recepadas para formação das minicepas, foram produzidas mudas apicais, intermediárias e basais. Na expedição do setor de enraizamento foram coletados dados de massa seca da parte aérea e do sistema radicular, comprimento, diâmetro, número de raízes e sobrevivência das mudas após enraizamento em casa de nebulização. Ao final do ciclo de produção as mudas foram avaliadas com relação à massa seca da parte aérea e do sistema radicular, número, diâmetro e comprimento das raízes. A altura e diâmetro das mudas foram monitorados quinzenalmente, a partir de 80 dias, após o estaqueamento.

As mudas, obtidas das três posições de coleta, na expedição da fase de enraizamento não apresentaram diferenças com relação à massa seca do sistema radicular, ao comprimento total, número e comprimento médio das raízes.

Após a transferência das mudas para a casa de vegetação, a sobrevivência foi alta, com média de 94,7% para apicais, 96,3% para intermediárias e 96,6% para basais.

Na expedição da fase de viveiro, as mudas não apresentaram diferenças com relação à massa seca da parte aérea, ao número, massa seca, comprimento total e diâmetro das raízes adventícias em função do tipo de miniestacas.

Para avaliar o comportamento das mudas após o plantio, em relação à posição do propágulo na brotação, realizou-se o plantio de 30% das mudas em vasos de 3,8 L, onde foram avaliadas a altura e diâmetro das plantas e, ao final, a massa seca do caule, folhas e raízes. Aos 60 dias após o plantio, apesar das diferenças observadas no diâmetro e altura das mudas ao final da fase de viveiro, não houve diferença no crescimento em altura, diâmetro e massa seca do caule, folhas e sistema radicular, entre as posições de coleta, após o transplante para vasos. Observa-se ainda, que as pequenas diferenças em diâmetro no momento do plantio, tendem a se igualar com o tempo.

Diante do exposto, conclui-se que:

- Inicialmente ocorre dominância de uma das brotações na minicepa, que é reduzida ao longo do tempo;

- Houve aumento da produtividade do sistema ao longo das sucessivas coletas. Esses dados indicam a capacidade de produção contínua de novas brotações das minicepas após cada coleta de miniestacas.

- Houve necessidade de complementação nutricional das minicepas para a emissão contínua de novas brotações.

- A produção média de miniestacas por minicepa produtiva foi de 1,18 por coleta, em sete coletas, feitas a cada 15 dias.

- A sobrevivência das mudas provenientes de miniestacas caulinares foi superior a 92%, ao final dos 110 dias, em casa de vegetação;

- Nas condições desse experimento, o tempo médio para a formação da muda foi de 136 dias.

- Miniestacas basais, intermediárias e apicais de *Toona ciliata* não apresentaram diferenças na sobrevivência e enraizamento, sendo todas as posições de coleta aptas à produção de mudas por miniestaquia.

- Mudas de *Toona ciliata* produzidas a partir de miniestacas basais e intermediárias apresentaram maior crescimento em altura e diâmetro do colo com relação às produzidas a partir de miniestacas apicais;

- Não houve diferença no crescimento em simulação de plantio, entre as mudas produzidas a partir de miniestacas de *Toona ciliata* de diferentes posições na brotação;

- A propagação vegetativa de cedro australiano, portanto, poderá ser uma alternativa viável para suprir o déficit de recursos florestais sustentáveis e a pressão sobre as florestas nativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M. F. de, Abreu, C. A. de, Bataglia, O. C., Marques, J. da C. (2000) *Protocolo analítico para caracterização química de substrato para plantas*. Instituto Agrônomo – Centro de Pesquisa e Desenvolvimento em Solos e Recursos Ambientais, IAC, Campinas-SP, 8p.
- Alfenas, A. C., Zauza, E. A. V., Mafia, R. G., Assis, T. F. (2004) *Clonagem e Doenças do Eucalipto*. UFV, Viçosa-MG, 442p.: il..
- Alfenas, A. C., Mafia, R. G., Sartório, R. C., Binoti, D. H.B., Silva, R. R., Lau, D., Vanetti, C. A. (2006) *Ralstonia solanacearum* em viveiros clonais de eucalipto no Brasil. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 31(4):357-366.: il..
- APFLOR e Fazenda Bela Vista Florestal (2006) <http://www.belavistaflorestal.com.br/cedro1.html>, acessado em julho de 2008.
- Bolles Jones, E.W. (1954) Nutrition of *Hevea brasiliensis* I. Experimental methods. *J. Rubb. Res. Int. Malaya*, 14:183.
- Borém, A. (2001) *Melhoramento de Plantas*. 3. ed., UFV, Viçosa-MG, 500p.:il..
- Borges Júnior, N., Martins-Corder, M. P., Sobrosa, R. de C., Santos, E. M. dos (2004) Rebrotas de cepas de árvores adultas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 28 (4):611-615.
- Brune, A. (1982) Estratégia da multiplicação vegetativa no melhoramento florestal. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 6 (2):162-165.

- Chowdhury, R., Hasan C. M., Rashid M. A. (2003) Antimicrobial activity of *Toona ciliata* and *Amoora rohituka*. *Fitoterapia*, 74 (1-2): 155-158.
- Cunha, A. C. M. C. M. da, Paiva, H. N. de, Barros, N. F. de, Leite, H. G., Leite, F. P. (2008) Relação do estado nutricional de minicepas com o número de miniestacas de eucalipto. *Scientia Florestalis*, Piracicaba-SP, 36 (79):203-213.
- Cunha, A. C. M. C. M. da, Wendling, I., Souza Júnior, L. (2008) Miniestaquia em sistema de hidroponia e em tubetes de corticeira-do-mato. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 18 (1):85-92.
- Cunha, A. C. M. C. M da (2006) *Relação do estado nutricional de minicepas e condições meteorológicas com o número e o enraizamento de miniestacas de eucalipto*. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 99p.
- Cunha, A. C. M. C. M., Wendling I., Souza Júnior, L. (2005) Produtividade e Sobrevivência de Minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em Sistema de Hidroponia e em Tubetes. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 15 (3):307-310.
- 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.
- Dias, R. M. S. L., Franco, E. T. N., Dias, C. A. (1999) Enraizamento de estacas de diferentes diâmetros em *Platanus acerifolia* (Aiton) Wi lldenow, *Ciência Florestal*, Santa Maria, 9 (2):127-136.
- Ehlert, P. A. D., Luz, J. M. Q., Innecco, R. (2004) Propagação vegetativa da alfavaca-cravo utilizando diferentes tipos de estacas e substratos. *Horticultura Brasileira*, 22 (1):10-13.
- Ferreira, M. (1992) *Melhoramento e a Silvicultura Intensiva Clonal*. Piracicaba – SP, Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais - IPEF, 45 (1):22-30.
- Floriano, E. P. (2004) *Produção de Mudanças Florestais por Via Assexuada*. Caderno Didático n. 3, ANORGS, 1ª ed., Santa Rosa-RG, 37 p. il.

Fonseca, C. E. L. da, Sperândio, J. P., Corrêa, M. P. F., Bueno, D. M.; Lima, R. (1991) Propagação vegetativa do jacaranda-da-bahía 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 mudas de eucalipto produzidas em diferentes recipientes e substratos. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 29 (6):853-861.

Gallo, D., Nakano, O., Silveira Neto, S., Carvalho, R.P.L., Batista, G.C., Berti Filho, E., Parra, J.R.P., Zucchi, R.A., ALVES, S.B., Vendramim, J.D. (1988) *Manual de entomologia agrícola*. 2<sup>o</sup> ed., São Paulo - SP Ceres, 649p.

Gatti K. C. (2002) Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Shum), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. f.) por miniestaquia. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Viçosa-MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 72p. il.

Hartmann, H. T., Kester, D. E., Davies Junior F. T., Geneve, R. L. (2002) *Plant propagation: principles and practices*. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 880p.

Hartmann, H. T., Kester, D. E. (1976) *Propagación de Plantas*, México, Continental, 810p.

Hartmann, H. T., Kester, D. E. (1975) *Plant propagation: principles and practices*. 3. ed. New Jersey: Prentice Hall, 662p.

Higashi, E. N., Silveira, R. L. V. de A., Gonçalves, A. N. (2002) *Nutrição e Adubação em Minijardim clonal hidropônico de Eucalyptus*. Circular Técnica, IPEF, Piracicaba, (194), 21p.

Mafia, R. G., Alfenas, A. C., Ferreira, E. M., Zarpelon, T. G., Siqueira, L. de. (2005) Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 29 (6):843-851.

Malavasi, U. C. (1994) Macropropagação vegetativa de coníferas – perspectivas biológicas e operacionais. *Revista Floresta e Ambiente*, Instituto de Florestas da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, 1:131-135.

- Mindêllo Neto, U. R., Telles, C. A., Biasi, L. A. (2006) Enraizamento de estacas lenhosas de ameixeiras tratadas com ácido indolbutírico, *Ciência Rural*, Santa Maria, 36 (2):448-452.
- Moraes, D. G. (2008) Enraizamento de miniestacas caulinares e foliares de cedro australiano e brotações de minicepas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 22p. il.
- Morales, G. C. F. (1990) Influência do AIB e da presença de folhas no enraizamento de estacas de laranjeira “Valência” e tangerineiras “Montenegrinas”. Dissertação (Mestrado) Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio grande do Sul – UFRGS, 82p.
- Mroginski, E., Rey, H. Y., Mroginski, L. A. (2003) *In vitro* plantlet regeneration from Australian Red Cedar (*Toona ciliata*, Meliaceae), *New Forest*, 25:177-184.
- Murakami, C. H. G. (2008) *Cedro Australiano: Valorização de Espécies Nobres*. FOREST BRAZIL – Viveiro Florestal. Boletim Florestal: Informativo Florestal do Norte Pioneiro. 7. ed. [http://www.forestbrazil.com.br/images/admin/boletim\\_1202960284.pdf](http://www.forestbrazil.com.br/images/admin/boletim_1202960284.pdf), acessado em julho de 2008.
- Mussi-Dias, V., Ferreira, R. T.; Arêas, F. C., Azeredo, E. P., Silveira, S. F. (2006) *Colletotrichum* sp. Associado a Manchas de *Phyllachora* sp. em Cedro Australiano. CD-ROM dos anais do *XI Encontro de Iniciação Científica, 6ª Mostra de Pós-Graduação, 4ª Mostra de Extensão da UENF*, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.
- Nicoloso, F. T., Fortunato, R. P., Fogaça, M. A. de F. (1999) Influência da posição da estaca no ramo sobre o enraizamento de *Pfaffia glomerata* (Spreng.) Pedersen em dois substratos. *Revista Ciência Rural*, Santa Maria, 29 (2):277-283.
- Oiano, J.N. (2000) Estudo fitoquímico da *Toona ciliata*: uma contribuição à quimiosistemática do gênero e a ecologia da interação *Hypsipylya-Meleaceae*. Tese (Doutorado em Química) – São Carlos – SP, Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, 150p.
- 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, J. R. de (1996) *Estudo Fotoquímico do enxerto de Cedrela Odorata sobre Toona Ciliata (Meliaceae)*. Tese (Doutorado em Química Orgânica) - São Carlos - SP, Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR, 331 p.

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

Ramalho, M., Santos J. B.; Pinto, C. B. (1997) *Genética na Agropecuária*. 6. ed., Globo, São Paulo.

Rezende, A. A. (2007) *Enraizamento de estacas de candeia (Eremanthus Erythrop (DC.) MacLeish)*. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 75p.

Rocha, S. C., Quoirin M. (2004) Calogênese e Rizogênese em Explantes de Mogno (*Swietenia macrophylla* King) Cultivadas *in vitro*. *Ciência Florestal*, Santa Maria-RS, 14 (1):91-101.

Rosa, L. S. da (2006) *Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de Eucalyptus dunnii Maiden*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná – UFPR, 89p.

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. dos, 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, 6, Porto Seguro. Resumos Técnicos. Rio de Janeiro: Instituto Ambiental Biosfera, p. 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.

- Simão, S. (1998) *Tratado de Fruticultura*. Piracicaba: FEALQ. 760 p.
- Souza Júnior, L., Quoirin, M., Wendling, I. (2008) Miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. A partir de propágulos juvenis. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 18 (4):455-460.
- Souza, J. C. A. V., Barroso, D. G., Carneiro, J. G. de A., Teixeira, S. L., Balbinot, E. (2009) Propagação Vegetativa de Cedro Australiano (*Toona ciliata* M. Roem) por Miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 33 (2):205-213.
- Souza Júnior, L., Wendling, I. (2003) Propagação vegetativa de *Eucalyptus dunnii* via miniestaquia de material juvenil. *Boletim de Pesquisa Florestal*, Colombo - PR, 46:21-30.
- Stumpf, E. R. T., Grolli, P. R., Sczepanski, P. H. G. (2001) Efeito do ácido indolbutírico, substrato e tipo de estaca no enraizamento de *Chamaecyparis lawsoniana* PARL. *Revista Brasileira de Agrociência*, Pelotas – RS, 7 (2):101-105.
- 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, 67p.
- Titon, M.; Xavier, A.; Reis, G. G. dos; Otoni, W. C. (2003b) Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 27 (5):619-625.
- Titon, M. (2001). *Propagação clonal de Eucalyptus grandis por miniestaquia e micropropagação*. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 65 p.
- Tonello, K. C. (2004) Melhoramento de Essências Florestais. *Revista da Madeira*, UFV, Viçosa - MG, 83:60-62.
- Torres, A. G. M. (2003) *Relação entre Sazonalidade, Desrama e Carboidratos no Crescimento do Eucalipto na Propagação Vegetativa por Miniestaquia*. Tese (Mestrado em Recursos Florestais). Piracicaba – SP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - ESALQ-SP, 56 p..

<http://www.tropicalflora.com.br/tropicalflora/pt/ajaxDetTexto.php?codtexto=35&codcategoria=25>, acessado em julho de 2008.

Viana, R. S., Batista, A. C. (2004) Meteorologia e Climatologia Florestal. Curitiba - PR. 195p. il.

Wendling, I., Dutra L. F., Grossi, F. (2007) Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 42 (2):289-292.

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. (2001) Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais, *Floresta e Ambiente*, Viçosa, 8 (1):187-194.

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. (1999) *Propagação clonal de híbridos de Eucalyptus spp. por miniestaquia*. Tese (Mestrado em Ciência Florestal). Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa – UFV, 70p.

Xavier, A.; Silva, R. L. (2008) Propagação Clonal de Eucalyptus. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte - MG, 29 (242):32-40.

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. (2002) *Silvicultura Clonal I: Princípios e Técnicas de Propagação Vegetativa*. Caderno Didático; 92, UFV, Viçosa - MG, 64 p. il.

Xavier, A.; Comério, J. (1996) Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. *Revista Árvore*, Viçosa – MG, 20 (1):9-16.

## APÉNDICE

## Anexo I: Cronograma de execução

Descrição da atividade	Data	Observação
Semeadura em tubetes de 180 cm <sup>3</sup>	09/05/2008	
Transplântio das mudas para o canaletão	17/07/2008	68 dias após a semeadura
Recepa das mudas (confeção das minicepas)	26/09/2008	140 dias após a semeadura
Produção de mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais (proveniente da recepa)	26/09/2008	140 dias após a semeadura
Aplicação de fungicida Cercobim 700 PM (Benzimidazole) na região do corte das mudas recepadas	26/09/2008	140 dias após a semeadura
Aplicação de nim (solução 150g/1500mL) – diluição 150mL/L	09/10/2008	13 dias após a recepa
1ª Contagem de brotações das minicepas	10/10/2008	14 dias após a recepa
1ª Avaliação de diâmetro das minicepas, altura e diâmetro da brotação dominante	25/10/2008	29 dias após a recepa
Avaliação do número e comprimento de raízes adventícias, MSPA e MSR das mudas a partir de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais (estacas provenientes da recepa)	05/11/2009	40 dias em casa de nebulização
Transferência das mudas restantes da casa de nebulização para a casa de vegetação	05/11/2008	40 dias após o estaqueamento
1ª Avaliação das minicepas e brotações	10/11/2008	45 dias após a recepa
2ª Avaliação das minicepas e brotações	25/11/2008	60 dias após a recepa
1ª Coleta de brotações das minicepas e transferência das miniestacas para a casa de nebulização para enraizamento	25/11/2008	60 dias após a recepa
1ª Aplicação de solução nutritiva nas minicepas (5L/canaletão) – as aplicações foram feitas semanalmente	08/12/2008	73 dias após a recepa
3ª Avaliação das minicepas e brotações	10/12/2008	75 dias após a recepa
2ª Coleta de brotações das minicepas e transferência das miniestacas para a casa de nebulização para enraizamento	10/12/2008	75 dias após a recepa
1ª Aplicação de N nas mudas provenientes da recepa (5mL/tubete) – as aplicações foram feitas a cada 4 dias. Foram feitas 5 aplicações	18/12/2008	83 dias após o estaqueamento
4ª Avaliação das minicepas e brotações	25/12/2008	90 dias após a recepa
3ª Coleta de brotações das minicepas e transferência das miniestacas para a casa de nebulização para enraizamento	25/12/2008	90 dias após a recepa

Descrição da atividade	Data	Observação
Expedição das mudas da 1ª coleta de brotações das minicepas do setor de enraizamento	05/01/2009	40 dias após a coleta
1ª avaliação das mudas caulinares apicais, intermediárias e basais provenientes da recepa das minicepas	06/01/2009	102 dias após o estaqueamento
5ª Avaliação das minicepas e brotações	09/01/2009	105 dias após a recepa
4ª Coleta de brotações das minicepas e transferência das miniestacas para a casa de nebulização para enraizamento	09/01/2009	105 dias após a recepa
Expedição das mudas da 2ª coleta de brotações das minicepas do setor de enraizamento	21/01/2009	40 dias após a coleta
2ª avaliação das mudas caulinares apicais, intermediárias e basais provenientes da recepa das minicepas	20/01/2009	116 dias após o estaqueamento
6ª Avaliação das minicepas e brotações	23/01/2009	120 dias após a recepa
5ª Coleta de brotações das minicepas e transferência das miniestacas para a casa de nebulização para enraizamento	23/01/2009	120 dias após a recepa
Expedição das mudas da 3ª coleta de brotações das minicepas do setor de enraizamento	03/02/2009	40 dias após a coleta
3ª avaliação das mudas caulinares apicais, intermediárias e basais provenientes da recepa das minicepas	03/02/2009	130 dias após o estaqueamento
7ª Avaliação das minicepas e brotações	06/02/2009	135 dias após a recepa
6ª Coleta de brotações das minicepas e transferência das miniestacas para a casa de nebulização para enraizamento	06/02/2009	135 dias após a recepa
Transferência de 6 mudas de cada repetição (caulinares apicais, intermediárias e basais, provenientes da recepa das minicepas) para vasos de 3,8 L	09/02/2009	136 dias após o estaqueamento
1ª Avaliação das mudas transferidas para os vasos	09/02/2009	Dia do plantio
Expedição das mudas da 4ª coleta de brotações das minicepas do setor de enraizamento	17/02/2009	40 dias após a coleta
8ª Avaliação das minicepas e brotações	21/02/2009	150 dias após a recepa
2ª Avaliação das mudas transferidas para os vasos	06/03/2009	25 dias após o plantio
Expedição das mudas da 5ª coleta de brotações das minicepas do setor de enraizamento	02/03/2009	40 dias após a coleta

3ª Avaliação das mudas transferidas para os vasos	21/03/2009	40 dias após o plantio
Expedição das mudas da 6ª coleta de brotações das minicepas do setor de enraizamento	18/03/2009	40 dias após a coleta
4ª Avaliação das mudas transferidas para os vasos – Avaliação final (MS do caule, folhas e raízes)	09/04/2009	60 dias após o plantio

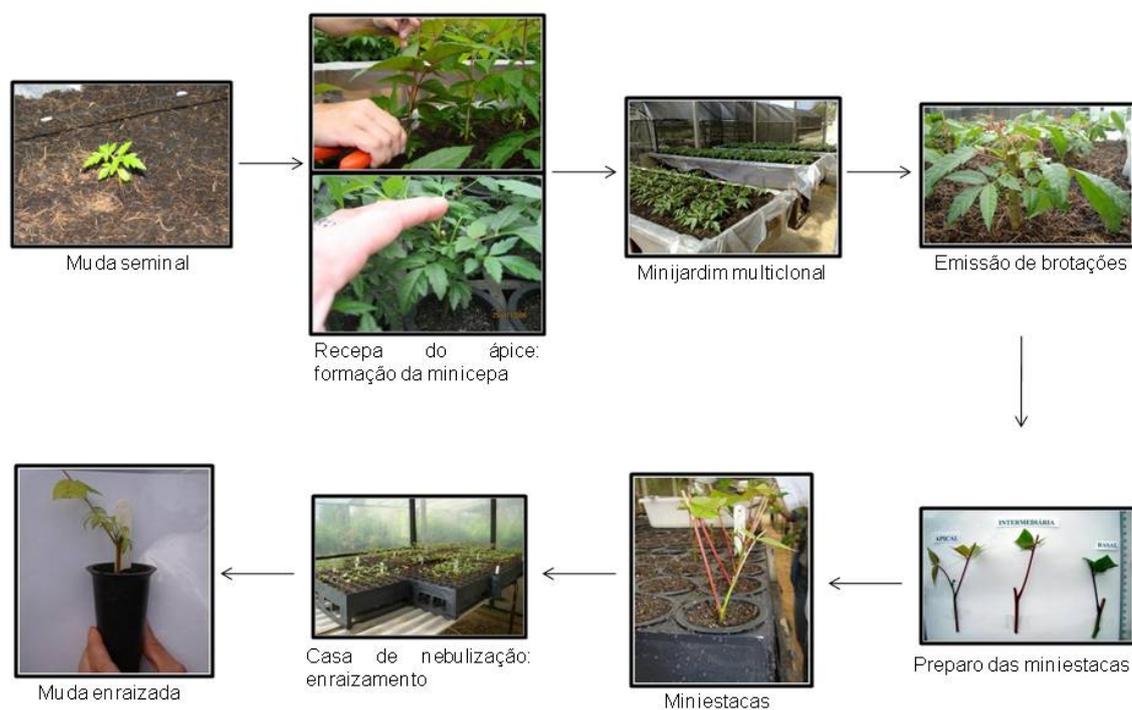


Figura 1: Etapas do processo de miniestaquia de cedro australiano.

Quadro 1. Análise da variância da média do número de miniestacas produzidas por minicepa e da percentagem de cepas produtivas de *Toona ciliata* em seis épocas de avaliação

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	MINIESTACA/MINICEPA	% CEPAS PRODUTIVAS
		Q.M.	Q.M.
ÉPOCA	5	0,0787696 <sup>ns</sup>	4990,1125995**
RESÍDUO	84	0,0419694	155,5109501
CV%		17,234	25,968

\*\* significativo pelo teste de Tukey  
ns não significativo

Quadro 2. Análise da variância da massa seca da parte aérea (MSPA) e da massa seca (MSR), do comprimento total, do diâmetro, do comprimento médio e do número das raízes das miniestacas de *Toona ciliata*, após o enraizamento (40 dias)

CAUSAS DE VARIACÃO	G.L.	MSPA	MSR	COMPR TOTAL (cm)	DIÂMETRO (mm)	NÚMERO	COMPR MÉDIO (cm)
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
ESTACAS	2	50072,2316311**	19,3034512 <sup>ns</sup>	1137,4009406 <sup>ns</sup>	0,0001357*	19,7867474 <sup>ns</sup>	16.3587277 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	15	481,4260312	23,7928019	399,9254408	0,0000225	19,3183917	12.5114391
CV%		30,034	28,220	30,653	6,225	42,636	44.150

\*\* significativo pelo teste de Tukey  
ns não significativo

Quadro 3. Análise da variância da sobrevivência, diâmetro e altura das mudas de *Toona ciliata* provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais, em três épocas de avaliação

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	SOBREVIVÊNCIA	DIÂMETRO (mm)	ALTURA (cm)
		Q.M.	Q.M.	Q.M.
TRATAMENTO	2	17,71834 <sup>ns</sup>	8,139672 <sup>**</sup>	53,80968 <sup>**</sup>
ÉPOCA	2	178,8980 <sup>**</sup>	2,098851 <sup>**</sup>	341,6834 <sup>**</sup>
ÉPOCA X TRAT	4	17,71834 <sup>ns</sup>	0,139660 <sup>**</sup>	0,9142317 <sup>*</sup>
RESÍDUO	30	14,51760	0,0065007502	0,9705205
CV%		3,9737	1,8644	8,4634

\*\* significativo pelo teste de Tukey  
ns não significativo

Quadro 4. Análise da variância da massa seca da parte aérea (MSPA) e número, massa seca (MS RAÍZES), diâmetro e comprimento médio das raízes das mudas de *Toona ciliata* provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais, na saída da fase de viveiro

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	MSPA	NÚMERO	MS RAÍZES	DIÂMETRO (mm)	COMPRIMENTO MÉDIO (cm)
		Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.	Q.M.
ESTACA	2	0,0135498	20,3027446 <sup>ns</sup>	0,013387 <sup>ns</sup>	0,0000245 <sup>ns</sup>	34355,2762510ns
RESÍDUO	15	0,0424333	14,8930741	0,0097985	0,0000145	43664,0014484
		15,45	29,55	29,15	10,34	23,16

\*\* significativo pelo teste de Tukey  
ns não significativo

Quadro 5. Análise da variância do diâmetro e altura das plantas de *Toona ciliata*, provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais, a pleno sol, por 60 dias, em quatro épocas de avaliação

CAUSAS DE VARIÇÃO	G.L.	DIÂMETRO	ALTURA
		(mm)	(cm)
		Q.M.	Q.M.
TRATAMENTO	2	1,936219 <sup>ns</sup>	28,80146 <sup>ns</sup>
ÉPOCA	3	39,64147 <sup>**</sup>	8998,371 <sup>**</sup>
ÉPOCA X TRAT	6	0,2365251 <sup>ns</sup>	9,514329 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	45	0,1178201	39,44193
CV%		5,2954	18,446

\*\* significativo pelo teste de Tukey

ns não significativo

Quadro 6. Análise de variância da massa seca do caule (MS CAULE), folhas (MS FOLHAS) e raízes (MS RAÍZES) de plantas de *Toona ciliata* provenientes de miniestacas caulinares apicais, intermediárias e basais, a pleno solo, por 60 dias

CAUSAS DE VARIÇÃO	G. L.	MS CAULE	MS FOLHAS	MS RAÍZES
		Q.M.	Q.M.	Q.M.
BLOCO	5	0,2199575 <sup>ns</sup>	1,5875968	1,5120491
TRATAMENTO	2	0,0333495 <sup>ns</sup>	0,1846846	0,0970070
REÍDUO	10	0,2640553 <sup>ns</sup>	0,8499501	0,2574493
CV%		12,70	9,96	18,95

\*\* significativo pelo teste de Tukey

ns não significativo