

**PRODUTIVIDADE DE MINICEPAS DE CEDRO AUSTRALIANO E
REMOÇÃO DE NUTRIENTES PELA COLETA SUCESSIVA DE
MINIESTACAS**

JULIANA SOBREIRA DE SOUZA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
FEVEREIRO – 2010**

**PRODUTIVIDADE DE MINICEPAS DE CEDRO AUSTRALIANO E
REMOÇÃO DE NUTRIENTES PELA COLETA SUCESSIVA DE
MINIESTACAS**

JULIANA SOBREIRA DE SOUZA

“Tese 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^a. Deborah Guerra Barroso

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2010**

PRODUTIVIDADE DE MINICEPAS DE CEDRO AUSTRALIANO E
REMOÇÃO DE NUTRIENTES PELA COLETA SUCESSIVA DE
MINIESTACAS

JULIANA SOBREIRA DE SOUZA

“Tese 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:

Comissão Examinadora:

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (Dr. Fitotecnia) – UENF

Prof^a Luciana Aparecida Rodrigues (D. Sc. Produção Vegetal) – ISTCA/FAETEC

Prof. Pedro Henrique Monnerat (PhD. Nutrição de Plantas) – UENF

Prof^a. Deborah Guerra Barroso (Dr^a. Silvicultura) – UENF
(Orientadora)

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 014/2010

Souza, Juliana Sobreira

Produtividade de minicepas de cedro australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas / Juliana Sobreira de Souza. – 2010.

61 f. : il.

Orientador: Deborah Guerra Barroso

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos dos Goytacazes, RJ, 2010

Bibliografia: f. 53 – 57.

1. *Toona ciliata* 2. Minijardim multiclonal 3. Produção de mudas I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. II. Título.

CDD – 634.9756

Este trabalho dedico a Deus, aos meus pais, Manoel e Rosiane, pelo apoio e incentivo, e a meu irmão, Marcelo, pela amizade e companheirismo.

“Deus é o meu refúgio e fortaleza, socorro bem presente nas tribulações.”

AGRADECIMENTOS

Durante a nossa vida muitas são as pessoas que estão presentes e deixam marcas que jamais serão esquecidas. Nessa nova etapa que completo outras pessoas também se tornaram importantes, mas nunca esqueço daquelas que sempre me acompanharam durante a minha trajetória. Mesmo assim todas são muito importantes, pois de alguma forma permitiram que subisse mais um degrau na escada da vida.

A Deus, que sempre esteve ao meu lado;

Aos meus pais, Manoel e Rosiane, que acreditaram e depositaram toda confiança em mim, que sempre estiveram prontos a me ajudar nas dificuldades e que sofriam junto comigo a cada prova que fazia;

Ao meu irmão Marcelo, pela amizade, companheirismo e por solucionar meus problemas;

À professora Deborah Guerra Barroso, pela oportunidade, paciência, confiança, orientação, conselhos, conhecimentos, respeito e credibilidade;

À professora Cláudia Sales Marinho, pela contribuição no trabalho;

Ao professor José Geraldo Carneiro de Araújo, pela co-orientação, conselhos, paciência, esclarecimentos de dúvidas e contribuição no trabalho;

Ao professor Pedro Henrique Monnerat, pela disponibilização do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas, paciência, conselhos, esclarecimentos de dúvidas e contribuição no trabalho;

Ao Professor Geraldo Gravina, pela paciência, disponibilidade e ajuda na estatística;

Ao técnico Acácio, do Laboratório de Nutrição Mineral de Plantas pela paciência e orientação durante a realização de minhas análises, estando sempre pronto para solucionar os problemas que surgiam, ajudando nas minhas dificuldades;

Ao técnico Detony, pela ajuda nas análises laboratoriais;

Aos técnicos de campo, Armando, Romualdo, Domingos, Antônio e Zélio, pelo auxílio em casa de vegetação e pelos vários momentos de descontração proporcionados, tornando o nosso trabalho mais produtivo;

Aos bolsistas Élide, Fernanda, Taísa, Amanda, William e aos estagiários Lu e Edson, pela ajuda nas coletas e medições das plantas na casa de vegetação;

A Mirian e a Kelly, pela amizade e conselhos;

A Daniele, pela amizade e ajuda a cada nova etapa durante o mestrado;

Ao Thiago e Marcelo, pela ajuda na casa de vegetação;

A Késsia e Sheyla, que me acompanharam durante o mestrado e que deixarão muita saudade. Às minhas amigas de república, Pâmella, Elioenai e Cristiane, por terem me proporcionando momentos de alegria e descontração durante os anos de convivência. Também aos amigos, os quais eu não lembrei de citar, mas que sempre me acompanharam nesta trajetória;

A Marcela pela amizade e pelos momentos de descontração;

Ao Wanderson pela ajuda no laboratório, amizade e esclarecimentos de dúvidas;

A todos os professores que tive no CCTA, em especial aos professores do LFIT, que deixaram lembranças boas que nunca esquecerei;

Aos amigos de laboratório, com quem compartilhei muitas alegrias;

Ao Laboratório de Fitotecnia, pelo apoio logístico e disponibilidade de todos os recursos necessários para que este trabalho fosse desenvolvido;

A Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro;

A CAPES, pela bolsa de mestrado;

A todos que de alguma forma contribuíram para o meu sucesso.
Obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	vii
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVOS.....	03
2.1. Objetivos específicos.....	03
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
3.1. Características do cedro australiano (<i>Toona ciliata</i>).....	04
3.2. Propagação de <i>Toona ciliata</i>	05
3.3. Minijardim clonal - Produtividade e Nutrição.....	07
4. MATERIAL E MÉTODOS.....	16
4.1. Localização do experimento e caracterização do ambiente.....	16
4.2. Produção de mudas.....	16
4.3. Estrutura dos canaletões.....	17
4.4. Implantação do minijardim multiclonal.....	18
4.5. Análise do substrato.....	19
4.6. Avaliação nutricional das brotações coletadas.....	20
4.7. Implantação dos coletores de água lixiviada do substrato nos dois minijardins multiclonais.....	21
4.8. Fertilização das minicepas.....	22
4.9. Análises estatísticas.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
5.1. Monitoramento das minicepas de <i>Toona ciliata</i> manejadas em canaletão e tubete.....	24
5.2. Sobrevivência das minicepas nos sistemas de tubete e canaletão.....	29
5.3. Produtividade das minicepas no sistema de tubete e canaletão....	30
5.4. Massa seca e conteúdo de nutrientes nas brotações de <i>Toona ciliata</i> e na água lixiviada do substrato em dois minijardins multiclonais.....	35
5.5. Massa seca e nutrientes acumulados nas brotações de <i>Toona ciliata</i> a partir da recepagem.....	42
6. RESUMO E CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXO.....	58

RESUMO

SOUZA, Juliana Sobreira de. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Fevereiro de 2010. Produtividade de minicepas de cedro australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas. Orientadora: Deborah Guerra Barroso. Co-orientador: José Geraldo de Araujo Carneiro.

O objetivo deste trabalho foi avaliar dois sistemas de minijardim multiclonal de *Toona ciliata*, conduzidos em tubete e canaletão, quanto à produtividade e remoção de nutrientes ao longo do tempo pelas minicepas, produzidas por via seminal, submetidas a coletas sucessivas de miniestacas. Foram utilizadas 186 mudas em cada sistema. Foram determinados os conteúdos de nutrientes nas brotações emitidas pelas minicepas e as perdas de água e nutrientes por lixiviação nos dois sistemas. Foram realizadas cinco coletas de brotações em intervalo de 32 dias no sistema canaletão, enquanto no sistema tubete foram realizadas três coletas de brotações em intervalo de 31 dias. As médias dos tratamentos qualitativos foram comparadas por intervalo de confiança, utilizando o teste “t” de Student, a 5% de probabilidade, e os tratamentos quantitativos (produtividade e nutrientes removidos no tempo pelas minicepas) por regressão. Os dados foram analisados por amostragem simples ao acaso considerando uma população infinita de miniestacas. Foi constatada que a produtividade das minicepas manejadas em canaletão foi superior às dos tubetes. O conteúdo de nutrientes removidos pelas minicepas foi maior no sistema canaletão. O nitrogênio e o potássio foram os nutrientes mais removidos pelas minicepas em ambos os sistemas de produção. A maior perda de água e nutrientes por lixiviação foi observada para o sistema de tubetes, com exceção para P, K e Mg, cujas perdas foram maiores no canaletão. Foram apresentadas as curvas correspondentes aos nutrientes removidos, para estimativa das reposições a serem feitas em cada sistema ao longo do tempo.

Palavras-chave: *Toona ciliata*, minijardim multiclonal, produção de mudas.

ABSTRACT

SOUZA, Juliana Sobreira de. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. February 2010. Productivity of Australian cedar ministumps and nutrients export by successive minicuttings collections. Advisor: Deborah Guerra Barroso. Co-advisor: José Geraldo de Araujo Carneiro.

This work aimed to evaluate two systems of *Toona ciliata* multiclonal minigarden, conducted in plastic tubes and bed for productivity and nutrients export throughout the time by ministumps, produced by seeds, submitted to successive collections of minicuttings. Were used 186 seedlings in each system. The nutrient content in ministumps shoots and losses of water and nutrients by leaching in the two systems were determined. Were made 5 collections in interval of 32 days in bed system, while in the plastic tubes system were made 3 collections in interval of 31 days. The averages of qualitative treatments had been compared using Student test "t", 5% of probability, and the quantitative treatments (productivity and nutrients removed in time by ministumps) by regression. The data were analyzed by a simple random considering an infinite population of cuttings. The productivity of ministumps in bed system was superior to the plastic tubes. The nutrients content exported by ministumps was bigger in bed. The Nitrogen and Potassium are the nutrients most exported by ministumps in both production systems. The greatest loss of water and nutrients by leaching was observed in the plastic tubes system, except for P, K and Mg, whose losses were higher in bed. Were presented the curves corresponding to the nutrients exported, to estimate the replacement that will be made in each system throughout the time.

Key-words: *Toona ciliata*, multiclonal minigarden, seedlings production.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por madeira serrada e produtos florestais, aliadas à necessidade de plantios para estas finalidades, cresce, também, a necessidade de se propagar espécies arbóreas de alta produtividade, que permitam um ciclo de corte relativamente curto, associado ao fornecimento de madeira de qualidade e ao alto valor de mercado interno e externo.

Apesar da grande aptidão do Brasil para a produção florestal e da disponibilidade de terras, os plantios comerciais representam apenas 1,1% da cobertura florestal do país, representados em sua maioria por plantios de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* (ABRAF, 2008).

Grande parte da demanda de madeira é atendida ainda com a exploração ilegal de florestas nativas, destinadas à produção de lâminas, compensados e sólidos serrados (SBS, 2006).

Dentre as espécies introduzidas no Brasil e utilizadas na produção comercial, vem se destacando a *Toona ciliata*, conhecida popularmente como cedro australiano, que exibe crescimento rápido em condições adequadas.

É uma espécie arbórea exótica, pertencente à família Meliaceae, e tem como centro de origem a Austrália. Seu crescimento é rápido e sua madeira apresenta semelhanças com o cedro rosa (*Cedrela fissilis*). No Brasil, essa espécie encontrou condições favoráveis para sua adaptação aliada à resistência a *Hypsipyla grandella*, uma broca que ataca o broto terminal do cedro nativo. O método de propagação de *Toona ciliata* é via seminal, entretanto, a oferta sazonal das sementes e sua curta viabilidade ao longo do tempo, representam um problema para a oferta contínua de mudas para implantação de povoamentos.

Plantios oriundos de sementes de espécies alógamas apresentam grande variabilidade, sendo necessário iniciar seleções (trabalhos de melhoramento). Após a seleção, as melhores plantas poderão ser multiplicadas via propagação

clonal, para obtenção de povoamentos futuros mais homogêneos com ganhos na produtividade e qualidade dos produtos.

Para a implantação de minijardins clonais, vários sistemas de produção podem ser utilizados, entre os quais se destacam a condução em canaletões, que são canteiros suspensos, sem restrição do sistema radicular das minicepas, e em tubetes, que permitem o manejo individualizado das minicepas (Higashi et al., 2002).

O fornecimento dos nutrientes nos minijardins pode ser feito por adubação dos substratos ou por hidroponia nos canaletões preenchidos com areia como substrato, sendo os nutrientes necessários ao crescimento das brotações fornecidos diariamente com a irrigação (Wendling et al., 2005).

O estado nutricional e o tempo de viabilidade das minicepas são fatores que influenciam diretamente a produtividade das minicepas e a qualidade das mudas, uma vez que os macronutrientes e micronutrientes estão envolvidos nos processos vitais da planta.

Uma das formas de se avaliar a quantidade e a necessidade de reposição de nutrientes em sistemas de produção por miniestaquia é através da avaliação nutricional das brotações retiradas, para determinar as quantidades removidas de cada nutriente, além dos nutrientes lixiviados, o que auxiliará na tomada de decisão em relação ao programa de adubação.

O manejo de minicepas para produção de miniestacas resulta em grande remoção de nutrientes, afetando a produção de brotações. Entretanto, até o momento não existem trabalhos publicados onde se determina a quantidade de nutrientes removidos no tempo, em diferentes modelos de manejo, para viabilizar a produção comercial de cedro australiano por miniestaquia.

2. OBJETIVOS

Fornecer subsídios e dados que sirvam de base para o manejo nutricional em minijardins multiclonais de *Toona ciliata* em sistemas de tubete e canaletão.

2.1. Objetivos específicos

- Comparar a produtividade das minicepas de *Toona ciliata* manejadas em canaletão e tubetes;
- Buscar um modelo matemático que explique a relação funcional entre a remoção de nutrientes e matéria seca, ao longo do tempo de manejo para cada um dos sistemas.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Características do cedro australiano (*Toona ciliata*)

A família Meliaceae fornece madeiras valiosas, como o mogno (*Swietenia macrophylla*), cedro (*Cedrela odorata*) e cedro australiano (*Toona ciliata*).

A espécie *Toona ciliata* vem a cada dia chamando a atenção de produtores e ganhando o seu espaço no mercado brasileiro, por ser uma alternativa lucrativa e que possui madeira idêntica a do cedro brasileiro (*Cedrella fissilis*), indicada para a fabricação de móveis finos e acabamentos em construção civil (Murakami, 2008).

Atualmente, o cedro australiano vem se destacando no segmento de madeira serrada, em virtude do ciclo relativamente curto, da boa produtividade e do valor de sua madeira no mercado interno e externo (Murakami, 2008), em função da qualidade da mesma. A espécie apresenta diversos usos madeiráveis como: construção, instrumentos musicais e madeira compensada decorativa (Paiva et al., 2007).

Sua madeira apresenta moderada resistência a cupins, com durabilidade mediana. A árvore pode 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 40 cm e 20 metros de fuste. Quanto às exigências de solo, a espécie não suporta solos argilosos compactados e encharcados, nem solos arenosos pobres, sendo necessárias uma adubação de plantio e 2 a 3 adubações de cobertura (Murakami, 2008).

Durante seu ciclo, que gira em torno de 15 anos, quando a árvore está pronta para o corte, seu cultivo rende uma média de 250 a 390 m³ ha⁻¹, sendo o valor da madeira de melhor qualidade cotada em fevereiro de 2008 a R\$ 850,00 m³. De acordo com Murakami (2008), esta espécie na Austrália é conhecida como

“Ouro Vermelho” e estima-se que um hectare possa render ao final de seu ciclo de 15 anos em torno de R\$ 120.000,00 no primeiro desbaste.

Introduzido no Brasil, o cedro australiano encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento, comparável ao do eucalipto e uma ausência de ataques de *Hypsipyla grandella* (broca do broto terminal), possivelmente relacionada à resistência fitoquímica de sua parte aérea a essa broca em contraste com o cedro nativo *Cedrella odorata* e *Cedrella fissilis* (Liao et al., 2007; Murakami, 2008).

O crescimento rápido da planta permite o consórcio com outras atividades: agrícola, no primeiro ano, ou pecuária, a partir do segundo ano, o que reduz o custo de manutenção da floresta e gera renda antecipada (Bela Vista Florestal, 2008).

3.2. Propagação de *Toona ciliata*

A propagação de *Toona ciliata* pode ser realizada por via seminífera ou vegetativa, destacando-se a miniestaquia e micropropagação.

O conhecimento da germinação e o tipo de semente são necessários para o sucesso na produção de mudas.

Apesar das sementes de *Toona ciliata* apresentarem rápida taxa de germinação, a produção de mudas por sementes apresenta várias limitações e dificuldades, destacando-se: a germinação desuniforme, a necessidade de repicagem das mesmas, assim como a dificuldade na obtenção de sementes com alto padrão genético e crescimento inicial lento, quando comparado com mudas clonais. Entretanto, a produção das mudas de cedro australiano, na maioria das vezes, é realizada através de sementes.

A espécie *Toona ciliata* possui sementes ortodoxas. Essas sementes podem ser conservadas em freezer a -18°C ou também podem ser imersas diretamente em nitrogênio líquido (-196°C) para conservação durante períodos prolongados, para evitar a rápida deterioração e para manter seu poder germinativo durante um ano (Scocchi et al., 2003).

O método de propagação usual do cedro australiano (*Toona ciliata*) é seminal, entretanto, a oferta sazonal das sementes e sua curta viabilidade ao longo do tempo representam um problema para a produção contínua de mudas destinadas à implantação de povoamentos (Souza et al., 2009). Para o

estabelecimento de plantios clonais com essa espécie, é imprescindível estudar sua propagação vegetativa.

A propagação vegetativa do cedro australiano vem sendo testada através da miniestaquia (Souza et al., 2009) e da propagação *in vitro* (Mroginski et al., 2003). O uso econômico da propagação vegetativa na produção de mudas para o setor florestal é justificado quando há disponibilidade de genótipos de alta produtividade e, ou, a semente é insumo limitado (Xavier et al., 2003). Nestas condições, o cedro australiano possui restrições na obtenção de sementes, portanto sua propagação vegetativa pode ser uma alternativa viável.

Dentre os processos de propagação vegetativa, a miniestaquia é uma técnica que permite a produção em larga escala, com uso reduzido de área e a multiplicação mais rápida de material selecionado no campo e que consiste em manter as plantas em recipientes, no viveiro (jardim miniclinal), onde, após a poda dos ápices, emitem brotações que serão coletadas em intervalos regulares e estaqueadas em casa-de-vegetação, originando as mudas para o plantio comercial (Wendling e Dutra, 2008).

Na propagação clonal do eucalipto por miniestaquia, dois fatores são críticos para maximizar a produção: a produtividade de brotos para estaquia e a capacidade de enraizamento do material genético. Nesse sentido, todos os esforços devem ser despendidos para otimizar, de forma concatenada, esses dois fatores. Assim, toda tecnologia que otimize as condições de crescimento e produtividade das minicepas favorece diretamente a capacidade produtiva do viveiro (Mafia et al., 2005).

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

Cunha et al. (2008b) avaliaram a técnica de miniestaquia como método de propagação vegetativa de corticeira-do-mato (*Erythrina falcata* Benth.), comparando dois sistemas de manejo na formação do minijardim clonal (sistema hidropônico e em tubetes). Os autores concluíram que a técnica de miniestaquia,

partindo de material seminal, mostrou-se eficiente na propagação vegetativa desta espécie, tornando-se uma opção para a produção de mudas, sobretudo nas situações em que a semente é insumo limitante, ou para a propagação de espécies com sementes de baixo índice de germinação ou de difícil armazenamento. O sistema hidropônico produziu maior quantidade de miniestacas, sendo, dessa forma, mais promissor do que o sistema em tubetes, para produzir maiores quantidades de plantas da espécie.

Souza et al. (2009) observaram a viabilidade da propagação do cedro australiano por enraizamento de miniestacas provenientes de minicepas de origem seminal manejadas em tubetes, sem a necessidade da aplicação de auxina. Ferreira (2009) ao trabalhar com minicepas de cedro australiano manejadas em canaletão constatou baixa produtividade inicial de minicepas de *Toona ciliata*, com dominância de uma brotação sobre as demais, posteriormente reduzida com as sucessivas coletas e que a produtividade do sistema apresentou crescimento exponencial.

Entretanto, embora a miniestaquia tenha se mostrado viável para a propagação de cedro australiano, em função da sua alta capacidade de rebrota, pouco se sabe sobre a extração de nutrientes pelas minicepas, ao longo de coletas sucessivas, e da influência da restrição radicular nos tubetes sobre o número e características das brotações, refletidas na qualidade das mudas a serem produzidas.

Com relação ao cultivo *in vitro*, estudos desenvolvidos por Mroginski et al. (2003) demonstraram que, as plantas de *Toona ciliata* podem ser facilmente propagadas por cultura *in vitro* a partir de segmentos nodais de árvores de 2 anos de idade. Isso pode ser muito útil para a propagação vegetativa da espécie em programas de melhoramento de árvores. Embora não seja adotado ainda nos plantios comerciais, testes vêm sendo desenvolvidos na UENF para avaliar as vantagens associadas à multiplicação *in vitro* da espécie, associada à posterior implantação de minijardins clonais.

3.3. Minijardim clonal - Produtividade e Nutrição

A formação de mudas constitui-se em uma etapa crucial do processo de produção e o uso de técnicas e manejo adequados pode possibilitar aos agricultores a obtenção, em viveiro, de plantas com melhor desempenho para

suportar as condições adversas no campo. Expressivos aumentos na qualidade e produtividade de mudas podem ser alcançados através da implantação de minijardins clonais com uma correta fertilização mineral, com reflexos no melhor desenvolvimento, na precocidade e na maior sobrevivência em campo.

Apesar da importância do minijardim clonal na silvicultura brasileira, pouco se conhece sobre a utilização desta técnica para *Toona ciliata*, tanto experimental como comercialmente, por ser sua utilização muito recente, justificando assim a escassez de informações na literatura. Entretanto, em nível experimental, Souza et al. (2009) ao trabalhar com a mesma espécie, avaliaram a viabilidade da propagação vegetativa por miniestaquia no sistema tubete, enquanto Ferreira (2009) avaliou a produtividade de minicepas de *Toona ciliata* conduzidas no sistema canaletão. Estes autores concluíram que os dois sistemas se mostraram promissores.

Atualmente, o processo utilizado para produção comercial de mudas de *Eucalyptus* por clonagem é realizado preferencialmente em minijardins clonais. As mudas para plantio em minijardins têm sua origem em matrizes selecionadas de diversas maneiras, mas geralmente são provenientes de estacas coletadas de cepas de árvores abatidas com cerca de três anos de idade (Floriano, 2004).

O estabelecimento do minijardim clonal permite melhor controle nutricional e fitossanitário, erradicação de plantas indesejáveis, que são altamente agressivas e competem por água, nutrientes e luz (Alfenas et al., 2004), resultando em aumento da produtividade por unidade de área, aumento da taxa de enraizamento, redução do uso de reguladores de crescimento e maior uniformidade e rejuvenescimento das miniestacas. Além disso, reduz custos com transporte de pessoal e material a ser propagado, já que geralmente o minijardim clonal é instalado próximo ao leito de enraizamento (Higashi et al., 2000). Outra vantagem dos minijardins é em relação à prevenção de alguns roedores e formigas cortadeiras que, em condições de jardins clonais a campo, podem prejudicar a produtividade de brotos.

A montagem do minijardim clonal dependerá dos materiais disponíveis (Higashi et al., 2002). Há vários tipos de minijardins clonais, que podem ser implantados em tubetes e vasos de diferentes tamanhos, caixas de fibras de vidro de várias formas e dimensões e canaletões de fibrocimento (Higashi, et al., 2002). Atualmente, este último tem sido o mais adotado por grandes empresas florestais

e a areia tem sido o principal substrato utilizado em canaletões, por apresentar a possibilidade de reutilização e ser praticamente inerte. Por outro lado, o uso de recipientes individuais permite maior controle nutricional e fitossanitário nos viveiros.

Os nutrientes minerais são os elementos essenciais que as plantas obtêm do solo (Dacosta, 2004). Os macro e micronutrientes exercem funções específicas na vida das plantas. Tais funções podem ser classificadas em três grandes grupos: estrutural (o elemento faz parte da molécula de um ou mais compostos orgânicos), constituinte de enzima (elementos que fazem parte do grupo prostético de enzimas e que são essenciais às atividades das mesmas) e ativador enzimático (o elemento, dissociável da fração protéica da enzima, é necessário à atividade da mesma) (Malavolta et al., 1997).

Os nutrientes no minijardim clonal podem ser fornecidos a cada planta por gotejamento, regulando-se a concentração e a vazão da solução de modo a ter um excedente muito pequeno, que é recolhido por um sistema de drenagem ao fundo do canaletão ou sob o solo e descartado (Higashi et al., 2002). Portanto, o sistema pode ser fechado, onde a solução retorna ao sistema, ou aberto, onde a solução é descartada, o que reduz a possibilidade de disseminação de patógenos.

Alfenas et al. (2004) observaram que problemas nutricionais podem ocorrer em minijardins clonais por deficiência ou excesso de algum elemento. Assim, as características e quantidade de adubos a aplicar dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada (Vogel et al., 2005), do substrato, do regime hídrico, do recipiente, da temperatura, etc.

No cultivo de mudas de *Toona ciliata* não há a definição quantitativa de fertilizantes que possa conduzir a planta à manutenção da produção. São aplicadas doses empíricas nos tubetes, baseadas em níveis recomendados para outras culturas. Souza et al. (2009) produziram minicepas de cedro australiano por via seminal, em tubetes plásticos de 280 cm³, em substrato comercial Multiplant Florestal®, fertilizado com adubo de liberação lenta, Osmocot® de formulação N-P-K 14-14-14 (em 225 g por saco de substrato (25 kg). O estaqueamento das miniestacas foi realizado em tubetes plásticos de 110 cm³, com o mesmo substrato e adubação utilizados para a produção das minicepas. Ferreira (2009) observou os primeiros sintomas visuais de deficiência nutricional

aos 62 dias após a recepagem de *Toona ciliata* e iniciou a aplicação de solução nutritiva de Bolles Jones (1954), nas minicepas, sendo aplicados 5 L por canaletão, em intervalos de sete dias. Aos 83 dias após o estaqueamento, foram observados sintomas visuais de deficiência nutricional e iniciou-se a aplicação de N, utilizando-se solução de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (50 mmol L^{-1}), com aplicação de 5 mL por planta a cada quatro dias. Foram realizadas cinco aplicações.

A espécie *Toona ciliata* é conhecida como exigente em nutrientes e, normalmente, os plantios bem-sucedidos são realizados em sítios de elevada fertilidade.

O estado nutricional da matriz fornecedora de propágulos é fator fortemente determinante do sucesso na propagação vegetativa. Tal estado vai determinar a quantidade de carboidratos e auxinas, entre outros compostos metabólicos, fundamentais à iniciação radicial e velocidade em que ocorre. A forma de nitrogênio, bem como a dose em que é oferecido a uma minicepa, em um minijardim clonal pode ser determinante da produtividade dessas minicepas, influenciando as características da muda formada através do processo de miniestaquia (Rosa, 2006).

Rosa (2006) estudou o efeito da adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *E. dunnii*. As minicepas foram produzidas por sementes e cultivadas em minijardim clonal sob sistema de tubetes (55 cm^3). A produção média de miniestacas por minicepa foi igual a 2,82 unidades em 14 coletas. Além disso, as minicepas que receberam solução nutritiva contendo a forma amoniacal (NH_4^+) apresentaram melhor crescimento, maior produtividade de brotos e de biomassa, melhor estado nutricional e maior sobrevivência das miniestacas, com taxa de enraizamento variando de 15,0% a 47,5%.

Higashi e Silveira (2004) descreveram que a forma da minicepa e produtividade de miniestacas diferem de sistemas de minijardim clonal em tubetes e em canaletões. A taxa de enraizamento não difere entre as miniestacas produzidas nos dois sistemas, porém a produtividade por minitouça e o período de produção são bastante distintos, sendo que a aplicação da solução nutritiva, quando se utiliza recipiente menor, como tubetes ou vasos deve ser por inundação (“ebb flow”). Esses autores estabeleceram parâmetros adequados de manejo e formulação de solução nutritiva para minijardim clonal de *Eucalyptus* e *Pinus*, onde os nutrientes devem conter todos os elementos essenciais ao

desenvolvimento das plantas, utilizando-se adubos de alta solubilidade. Recomendam que a renovação da solução nutritiva, em sistema hidropônico fechado, seja realizada quando a condutividade elétrica atingir valor menor que $1,0 \text{ mS cm}^{-1}$.

Portanto, as informações básicas sobre a nutrição mineral assumem grande importância, principalmente quando se visa à utilização mais adequada dos nutrientes em função das exigências nutricionais dos clones ou classes de clones (Sgarbi et al., 1999).

Como não existem padrões ideais das concentrações de nutrientes, estabelecidos para minicepas de *P. taeda* destinadas à produção intensiva de brotos para miniestaquia, os nutrientes aplicados na formulação de soluções nutritivas têm sido diferenciados em função do estágio de desenvolvimento da muda e do material genético (Silveira e Higashi, 2003b).

Andrejow (2006) estabeleceu um minijardim para a produção de miniestacas de *P. taeda*, com cepas mantidas em estufa, no sistema hidropônico com fertilização por subirrigação. Testou dois tipos de substratos e a determinação da solução nutritiva mais eficiente para a fertilização do minijardim clonal. O substrato que resultou no melhor enraizamento das mudas foi o Plantmax®. A formulação da solução nutritiva nas minicepas interferiu na porcentagem de enraizamento das miniestacas e no número de brotos produzidos pelas minicepas. A solução nutritiva contendo, em mg L^{-1} , 92 de N; 36 de P; 69 de K; 81 de Ca; 21 de Mg; 34 de S; 4,2 de Fe; 0,3 de Mn; 0,2 de Zn e 0,4 de B foi a mais eficiente para o número médio de miniestacas produzidas, sugerindo que a máxima produtividade em brotações pode ser obtida utilizando esta solução nutritiva. A solução que contém, em mg L^{-1} , 91 de N; 13 de P; 132 de K; 32 de Ca; 16 de Mg; 16 de S; 1,1 de Fe; 1,9 de Mn; 0,5 de Zn; 0,1 de Cu e 0,3 de B foi aquela cujas minicepas originaram maior quantidade de miniestacas enraizadas. Foi observada melhor taxa de brotações na quarta coleta e houve uma tendência à diminuição da porcentagem de enraizamento de miniestacas com a idade da minicepa. Para o conjunto de fatores analisados em relação à parte nutricional e suas implicações no processo de produção de miniestacas, são de fundamental importância a análise da planta como um todo, a solução nutritiva e o substrato.

Cunha et al. (2005) avaliaram a produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii*, de origem seminal, manejados em cultivo

hidropônico em canaletão e em tubetes. Foram realizadas cinco coletas sucessivas, em intervalos variáveis de 25 a 30 dias, conforme o vigor das brotações, de forma seletiva. Com relação à sobrevivência, não foi constatada diferença entre os sistemas de manejo estudados, enquanto que para a produtividade das minicepas, o cultivo hidropônico apresentou resultados superiores, com média de 8,1 miniestacas por minicepa por coleta, em comparação a 4,1 do sistema de tubetes. Isto indica que, embora ambos os sistemas sejam viáveis tecnicamente, o sistema hidropônico conferiu maior produtividade às minicepas.

Os resultados obtidos por Cunha et al. (2008a), estudando a relação entre o estado nutricional das minicepas e a produtividade de miniestacas de eucalipto, cultivados em dois sistemas de minijardim clonal: leito de areia e tubetes com subirrigação, confirmaram 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. Os dados desse estudo indicaram ainda que a solução nutritiva deve ser específica para cada clone, independente do minijardim clonal.

A técnica do sistema semi-hidropônico para condução de minicepas de erva-mate, em que mudas produzidas em tubetes de 110 cm³ com substrato à base de casca de pinus e vermiculita (1:1 v/v) foram transferidas para o sistema semi-hidropônico em “canaletão” com areia média, após seis meses de idade, com aproximadamente 15 cm de altura, foi apontada por Wendling et al. (2007) como viável para utilização em escala comercial.

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).

Com relação à nutrição das minicepas de *Erythrina falcata* conduzidas em sistemas de tubetes plásticos de 110 cm³, recomenda-se a reposição com maior frequência e menor quantidade por aplicação, resultando em maior aproveitamento de nutrientes pelas minicepas. Para a espécie de *Erythrina falcata*, Wendling et al. (2005) recomendam uma aplicação semanal com 6 mL por

minicepa da solução de sulfato de amônio (4g/L); superfosfato simples (10 g/L); FTE BR – 12 (1g/L); cloreto de potássio (4g/L).

Furlan (2002) conduziu com sucesso um minijardim de matrizes de *P. caribaea* var. *hondurensis* em sistema hidropônico. As minitouças foram plantadas em canaletas de fibrocimento contendo substrato orgânico comercial, no espaçamento de 8 x 10 cm, sendo utilizado como material base para propagação, mudas de aproximadamente 30 famílias de irmãos germanos resultantes de cruzamentos realizados através de polinizações controladas, com os melhores resultados de enraizamento superando 90%.

O intervalo entre uma coleta e outra de miniestacas é muito variável. A coleta é sempre realizada de forma seletiva, podendo ser a cada 4-10 dias para *Eucalyptus* spp. O intervalo depende da temperatura, da intensidade luminosa, do fotoperíodo e do tipo de minijardim clonal (Alfenas et al., 2004). Pode variar, ainda, em função de regiões e da espécie em estudo. De acordo com Ferreira (2009), para *Toona ciliata* intervalo das coletas de miniestacas no sistema canaletão foi a cada 15 dias, para produção de mudas sendo observada baixa produtividade inicial de minicepas de *Toona ciliata*, com posteriormente redução nas sucessivas coletas. Enquanto Souza et al. (2009) observaram que quanto maior o intervalo entre as coletas de *Toona ciliata* e quanto maiores as brotações que originaram as miniestacas, maior a velocidade de crescimento das mudas. Higashi et al. (2000) sugerem que o intervalo entre uma coleta e outra seja entre 15-30 dias, dependendo da estação do ano. Intervalos longos entre uma coleta e outra de miniestacas podem ser interessantes, dependendo da espécie em estudo, pois se reduz o número de intervenções sobre as minicepas, diminuindo o estresse e aumentando o tempo de produção das miniestacas (Cunha et al., 2005 e Souza et al., 2009).

Ao trabalhar com minicepas de *Erythrina falcata* (corticeira-do-mato), em dois sistemas de manejo na formação do minijardim clonal (canaletão em areia e em tubetes), Cunha et al. (2008b) utilizaram intervalos de coletas de brotações variando entre 20 a 25 dias para as minicepas conduzidas em sistema hidropônico e de 25 a 35 dias para o sistema de manejo em tubetes e observaram que o sistema hidropônico produziu maior quantidade de miniestacas, sendo, dessa forma, mais promissor do que o sistema em tubetes, para produzir maiores quantidades de plantas da espécie.

Em estudo realizado por Souza Junior et al. (2008) com minicepas de *Grevillea robusta* (grevílea) manejadas em tubetes, observaram que, ao longo das 15 coletas sucessivas de miniestacas, ocorreu uma tendência no aumento da produção da 1ª a 3ª coleta, mas, da 4ª até a 6ª a produção sofreu um pequeno decréscimo, voltando a aumentar na 7ª e 8ª. Da 9ª até a 12ª, ocorreu novamente um decréscimo na produção. A partir da 13ª até a 15ª, a tendência foi de incremento da produção de miniestacas e o intervalo médio entre as 15 sucessivas coletas foi de 25 dias.

No estudo realizado por Wendling et al. (2007), com erva-mate em sistema semi-hidropônico, foram realizadas 11 coletas, no total, iniciadas 48 dias após o estabelecimento no sistema semi-hidropônico em canaletão com areia média, em um intervalo de 391 dias entre a primeira e a última coleta.

A colheita de brotações afeta a produtividade da minicepa propiciando o surgimento ou até mesmo a vulnerabilidade a doenças em virtude da constante remoção de nutrientes, gerando um desequilíbrio nutricional nas minicepas. Visando a abordar os principais efeitos dos nutrientes na ocorrência de doenças fúngicas, com ênfase para o eucalipto, Silveira e Higashi (2003a) destacam que as deficiências e excessos nutricionais alteram as estruturas anatômicas como também as propriedades bioquímicas, diminuindo assim a resistência das plantas ao ataque de fungos patogênicos.

A nutrição mineral é um fator que contribui para a produtividade e qualidade das mudas em escala comercial, dessa forma os nutrientes devem ser aplicados de acordo com as exigências da cultura, nas quantidades e épocas corretas, e com relação à produção de miniestacas, na remoção dos nutrientes pelas brotações colhidas e ainda, pela lixiviação

Estimar a remoção de nutrientes através da recepagem das mudas de *Toona ciliata* é importante por fornecer informações que permitirão definir o manejo de fertilização a ser adotado no multijardim clonal, visando à manutenção da capacidade produtiva das minicepas no tipo de substrato em uso.

O conhecimento da extração de nutrientes pelas minicepas é fundamental no cálculo de adubação para repor ao substrato os nutrientes removidos pela coleta sucessiva de brotações, buscando a manutenção da produtividade e a redução do custo final de produção, pela otimização de recursos.

Até o momento não há informações na literatura determinando a quantidade de nutrientes removidos ao longo das recepagens, em diferentes modelos de manejo em condições controladas (viveiro) para viabilizar a produção comercial de cedro australiano por miniestaquia.

Os conhecimentos referentes à nutrição mineral e à produtividade de minicepas do cedro australiano (*Toona ciliata*) são importantes na produção em escala comercial, sendo necessários dados sobre sua demanda nutricional durante o manejo pela coleta de brotações. A informação sobre a quantidade de nutrientes removidos ao longo do período de manejo permitirá tanto a estimativa das fertilizações a serem adotadas, como também a realização de novos testes para avaliar as diferenças dos sistemas testados (canaletão e tubete) com adubações ajustadas para cada situação.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização do experimento e caracterização do ambiente

O experimento foi conduzido na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), na cidade de Campos dos Goytacazes/RJ (21°19'23" latitude sul, 41°19'41" longitude oeste), na região Norte Fluminense. O experimento teve início em fevereiro de 2009 e encerramento em novembro de 2009.

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).

4.2. Produção de mudas

Foram adquiridas sementes de *Toona ciliata* da firma Caiçara Comércio de Sementes Ltda, localizada em Brejo Alegre, SP, provenientes de Área de Produção de Sementes (APS), localizada em Venda Nova do Imigrante, ES, para a produção de mudas em casa de vegetação com cobertura plástica de polipropileno de 150 µm e sombrite 30%.

A semeadura foi efetuada no dia 11 de fevereiro de 2009, em 1000 tubetes plásticos, com 180 cm³ de volume, contendo mistura composta por substrato comercial (Plantmax® florestal), fibra de coco e torta de filtro na proporção de 2:1:1, respectivamente, sendo colocadas três sementes por recipiente. A fibra de coco foi previamente encharcada com água e permaneceu em repouso por 24h, sendo posteriormente misturada com o substrato comercial e a torta de filtro. Foram adicionadas ao substrato 2,2 Kg m⁻³ de uréia revestida,

conforme a dose aplicada para citros (Azevedo et al., 2009) e $1,5 \text{ Kg m}^{-3}$ de superfosfato simples.

Após a semeadura, as plântulas emergiram de forma desigual, mas houve emergência da maioria das plântulas. Quando foi observado mais uma plântula/tubete foi realizada a repicagem das plântulas para outro tubete, com a mesma mistura de substrato, deixando uma plântula/tubete. A retirada da plântula excedente nos tubetes foi realizada com o auxílio de uma espátula, tomando o cuidado para não danificar o sistema radicular. Foram selecionadas 372 mudas dos tubetes para a implantação do experimento, sendo a metade repicada para o canaletão.

Os tubetes foram colocados em bandejas de plástico vazadas com dimensões de $0,60 \times 0,40$, com capacidade para armazenar 54 unidades, arranjadas aleatoriamente sobre as bancadas, mantidas suspensas a um metro da superfície do solo, em casa de vegetação. Quando as mudas atingiram 10 cm de altura, foi feito o raleamento, deixando apenas 27 mudas por bandeja (50%), totalizando 8 bandejas.

Para o presente estudo, as seguintes definições foram empregadas e adaptadas de Xavier et al. (2003); Cunha et al. (2008a):

- Minicepa: muda oriunda de sementes, que recebe a poda do ápice, a 8 cm acima do colo, que em intervalo variável, conforme o sistema, emite novas brotações, que são coletadas para enraizamento e avaliação nutricional.
- Miniestaca: parte da brotação coletada da minicepa, cortadas tendo ao final tamanho de 5 cm, contendo de um a dois pares de folhas reduzidas à metade do limbo foliar, para enraizamento em casa de vegetação.
- Minijardim multiclonal: conjunto de minicepas de origem seminal, acondicionadas em tubetes e canaletão de fibrocimento, em condições de viveiro, nas quais são coletadas as brotações para avaliação nutricional. Cada minicepa constitui um clone.

4.3. Estrutura dos canaletões

Para a confecção dos dois canaletões foram utilizadas duas telhas de amianto invertidas (cada canaletão apresentou 3 m de comprimento, 0,9 m de largura e 0,3 m de altura). As extremidades de cada canaletão foram vedadas com tábua de madeira e o fundo perfurado a cada 0,30 m, para escoamento da

água. A parte inferior e interna do canaletão foi forrada com filme plástico de 100 µm em toda sua extensão, também perfurado a cada 0,30 m, sobre o qual foram colocados 5 cm de altura de brita nº1, sobre a brita, foi colocado sombrite 70%. Sobre o sombrite foi depositada 10 cm de altura de areia lavada. Finalmente, sobre a areia foram depositados 15 cm da mistura do substrato comercial (Plantmax® florestal), fibra de coco e torta de filtro 2:1:1 v/v (mesma mistura utilizada para produção das mudas, previamente adubada).

Os canaletões foram mantidos em casa de vegetação suspensos a um metro de altura da superfície do solo, por um suporte de madeira. Foram utilizados 2 canaletões, totalizando 186 mudas. O espaçamento entre as mudas no canaletão foi de 0,15 x 0,15 m, distribuídas em cinco linhas de 19 (três linhas) e 18 mudas (duas linhas), totalizando 93 mudas/canaletão.

4.4. Implantação do minijardim multiclonal

Foram implantados dois sistemas de minijardim multiclonal: um em tubetes e o outro em canaletão no dia 14/04/09.

Para compor o minijardim multiclonal foram utilizadas mudas com 62 dias após a semeadura. Dentre as 372 mudas produzidas nos tubetes, metade (186) foi repicada para os dois canaletões (93 mudas para cada canaletão).

No dia 18/05/09 foi realizada medição da altura das mudas antes da recepagem, observando as seguintes médias de altura nos dois sistemas: canaletão=28,7 cm; tubete=15,8 cm, mostrando que a partir da implantação dos sistemas, as mudas do tubete apresentaram taxa de crescimento reduzida, quando comparadas às transplantadas para o canaletão. A recepagem nos dois sistemas de produção foi realizada no dia 18/05/09.

Após essa medição, as 186 mudas de ambos os sistemas de produção tiveram seus ápices recepados na altura de 8 cm a partir do colo das mudas, para obtenção das minicepas, responsáveis pela emissão das brotações.

Foram coletadas a parte apical (acima de 8 cm de altura das mudas) de 20 mudas de cada sistema de manejo (dentre as 186 mudas conduzidas), para análise nutricional. Após a primeira recepagem, as minicepas forneceram brotações, sendo coletadas 20 amostras de cada sistema de manejo (como descrito anteriormente na recepagem) para avaliação nutricional, identificando as quantidades dos nutrientes removidos. O número e intervalo entre coletas foram

determinados em função do crescimento das brotações. Foram realizadas seis coletas no sistema canaletão com a seguinte periodicidade: 0, 50, 86, 115, 149 e 177 DAR, enquanto no sistema de tubetes foram realizadas quatro coletas com a seguinte periodicidade: 0, 115, 149 e 177 DAR. Após a primeira coleta de brotações, as minicepas dos tubetes só emitiram brotações mediante a aplicação semanal de sulfato de amônio. A seleção das 20 minicepas de cada sistema de manejo foi realizada aleatoriamente na primeira coleta apical das mudas. Após a coleta, essas minicepas foram identificadas com etiquetas, de forma que a cada coleta, as 20 brotações colhidas de cada sistema de manejo fossem provenientes das mesmas minicepas durante todo o experimento.

As 186 minicepas do sistema tubete utilizadas no experimento ficaram dispostas em 8 bandejas em uma área total de 1,92 m². Enquanto que as 186 minicepas do sistema canaletão ficaram dispostas em dois canaletões em uma área total de 5,40 m².

Aos 15 dias após a recepagem (DAR), foi iniciado o monitoramento das 186 minicepas de cada sistema de manejo e, a partir desta data até o final do experimento (183 DAR), foram realizadas as avaliações de 14 em 14 dias, nos dois sistemas de manejo, sendo determinados o número de brotações (por contagem visual), altura (com auxílio de uma régua de 30 cm) e diâmetro da brotação dominante e diâmetro das minicepas, totalizando 13 épocas. A medição do diâmetro das minicepas e das brotações foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital. A cada coleta, a nova brotação dominante passou a ser monitorada.

4.5. Análise do substrato

Foi realizada uma análise química (inicial e final) da mistura composta por substrato comercial (Plantmax® florestal), fibra de coco e a torta de filtro, utilizada para compor o substrato do experimento. A análise inicial foi realizada antes do transplântio das mudas para o canaletão e a final foi realizada no término do experimento (Tabela 1).

As análises foram realizadas no laboratório de análise de solo e planta no Centro de Solos e Recursos Agroambientais do Instituto Agrônomo de Campinas-SP (IAC).

Tabela 1: Resultado analítico das amostras do substrato composto por plantmax florestal® + torta de filtro + fibra de coco, na proporção 2:1:1 v/v, utilizado para os dois minijardins multiclonais de *Toona ciliata*, após adubação com uréia revestida e superfosfato simples

	Substrato inicial Canaletão e tubete	Substrato final Canaletão	Substrato final Tubete
pH	5,4	5,3	4,0
CE (dS m ⁻¹)	5,6	0,9	1,6
N-Nitrato (mg L ⁻¹)	463,9	47,1	3,1
Fósforo (mg L ⁻¹)	24,9	14,5	7,7
Cloreto (mg L ⁻¹)	213,0	30,2	6,0
Enxofre (mg L ⁻¹)	356,7	46,2	236,4
N- amônia (mg L ⁻¹)	93,8	4,2	31,4
Potássio (mg L ⁻¹)	292,8	16,3	10,4
Sódio (mg L ⁻¹)	39,1	37,2	17,3
Cálcio (mg L ⁻¹)	318,7	93,3	148,4
Magnésio (mg L ⁻¹)	188,4	22,8	43,4
Boro (mg L ⁻¹)	0,30	0,10	0,10
Cobre (mg L ⁻¹)	0,01	0,02	0,04
Ferro (mg L ⁻¹)	0,03	0,50	0,10
Manganês (mg L ⁻¹)	1,9	0,1	4,7
Zinco (mg L ⁻¹)	0,05	0,10	0,80

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

4.6. Avaliação nutricional das brotações coletadas

Após cada coleta, a parte apical das mudas e as brotações foram acondicionadas em sacos de papel, e colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar, a 70°C, durante 72h. Após secagem, a parte apical das mudas e as brotações foram pesadas para determinação da massa seca e trituradas em moinho tipo Wiley, usando peneira de 20 mesh e, depois, foram acondicionadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados.

Posteriormente, o material triturado foi submetido a análises químicas para determinação dos teores de nitrogênio (N_{org}), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn), no setor de Nutrição Mineral de Plantas do Laboratório de Fitotecnia/CCTA/UENF. As análises foram realizadas de acordo com metodologias descritas por Malavolta et al. (1997), com modificações propostas por Monnerat¹.

¹ Prof. Pedro Henrique Monnerah – PhD em Nutrição de Plantas (UENF), Comunicação Pessoal

O N foi determinado pelo método de Nessler, após submeter o material vegetal à oxidação pela digestão sulfúrica (H_2SO_4 e H_2O_2).

O P foi determinado colorimetricamente, pelo método azul de molibdato, e o K por espectrofotometria de emissão de chama, ambos determinados no extrato que foi obtido a partir da digestão sulfúrica.

Os nutrientes Ca, Mg, S, Fe, Zn, Cu e Mn foram quantificados em extratos obtidos após oxidação do material vegetal pela digestão nitroperclórica (HNO_3 e $HClO_4$). O Ca e o Mg foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica Zeiss AAS4. O S foi determinado por turbidimetria com cloreto de bário.

O Boro foi determinado colorimetricamente pela azometrina H, após incineração em mufla.

4.7. Implantação dos coletores de água lixiviada do substrato nos dois minijardins multiclonais

Os coletores de água lixiviada foram instalados aos 22 dias após a recepagem das mudas.

A água lixiviada foi coletada em seis perfurações de cada canaletão.

Aos 120 dias após a semeadura (e aos 22 dias após a recepagem), abaixo de cada canaletão onde havia perfuração foram colocados 6 recipientes (volume de 1,5 L cada), um em cada perfuração, suspensos e atados com arame galvanizado. Foram selecionados aleatoriamente 16 tubetes, dois por bandeja, em que foram colocadas sacolinha plástica em cada tubete, sendo fixadas nestes com auxílio de uma fita isolante. Semanalmente nos dois sistemas de manejo a água lixiviada foi quantificada em L e foram retiradas amostras com 50 mL de água lixiviada e armazenadas em frascos falcon, mantidos em geladeira, para posterior análise nutricional da água. Foram utilizados 20 mL das amostras da água lixiviada para a realização de cada digestão. Após as digestões das amostras foi determinado N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn conforme análise química descrita para o material vegetal no item 4.6.

A irrigação nos dois sistemas de manejo foi realizada uma vez ao dia. Entretanto, em dias quentes o substrato presente nos tubetes ressecava rapidamente, sendo necessárias duas irrigações por dia neste sistema.

4.8. Fertilização das minicepas

Aos 79 dias após a recepagem, as minicepas presente nos tubetes, apresentaram um aspecto amarelado e pequena emissão de brotações, em contraste com as minicepas do canaletão que, no mesmo período, apresentavam coloração verde e brotações vigorosas. Nas minicepas manejadas nos tubetes foi necessária a aplicação de $6,5 \text{ g L}^{-1}$ de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$. Após esse período foi aplicada semanalmente a solução descrita acima, até o final do experimento.

As minicepas foram regadas com 5 mL por tubete com a solução nitrogenada com o auxílio de uma pipeta automática.

4.9. Análises estatísticas

Cada sistema de produção (canaletão e tubete) foi constituído por 186 minicepas.

Os dados foram analisados por ASA (amostragem simples ao acaso) e apresentados por estatística descritiva, e as médias foram obtidas para cada um dos intervalos de coleta das brotações, sendo determinada a remoção de nutrientes, capacidade de brotação e produção de miniestaca por minicepa nos dois minijardins multiclonais. Os sistemas foram comparados por intervalos de confiança e as médias comparadas pelo teste "t" de Student a 5% de probabilidade.

$IC_{95\%} = \mu \pm t s_{\bar{X}}$, onde:

$IC_{95\%}$ = intervalo de confiança para a média com 95% de probabilidade de conter a verdadeira média populacional;

μ = média da característica;

t = valor tabelado da estatística "t" bilateral com $\alpha = 5\%$ e G.I.;

$s_{\bar{X}}$ = erro padrão da média, em que $s_{\bar{X}} = \frac{S_X}{\sqrt{n}}$

Foi determinado também o tamanho ideal da amostra considerando uma população infinita de miniestacas de *Toona ciliata* e um erro de 10% em torno da média.

Para as médias acumuladas, foram utilizados ajustes de regressão.

O resumo com o cronograma das atividades desenvolvidas durante a condução do experimento encontra-se em anexo (Quadro 1).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Monitoramento das minicepas de *Toona ciliata* manejadas em canaletão e tubetes

O número médio de brotações das 372 minicepas avaliadas nesse trabalho após a recepagem das mudas para implantação dos minijardins apresentou diferença significativa ao nível de 5% de probabilidade pelo teste “t” entre os sistemas por coleta (Figura 1).

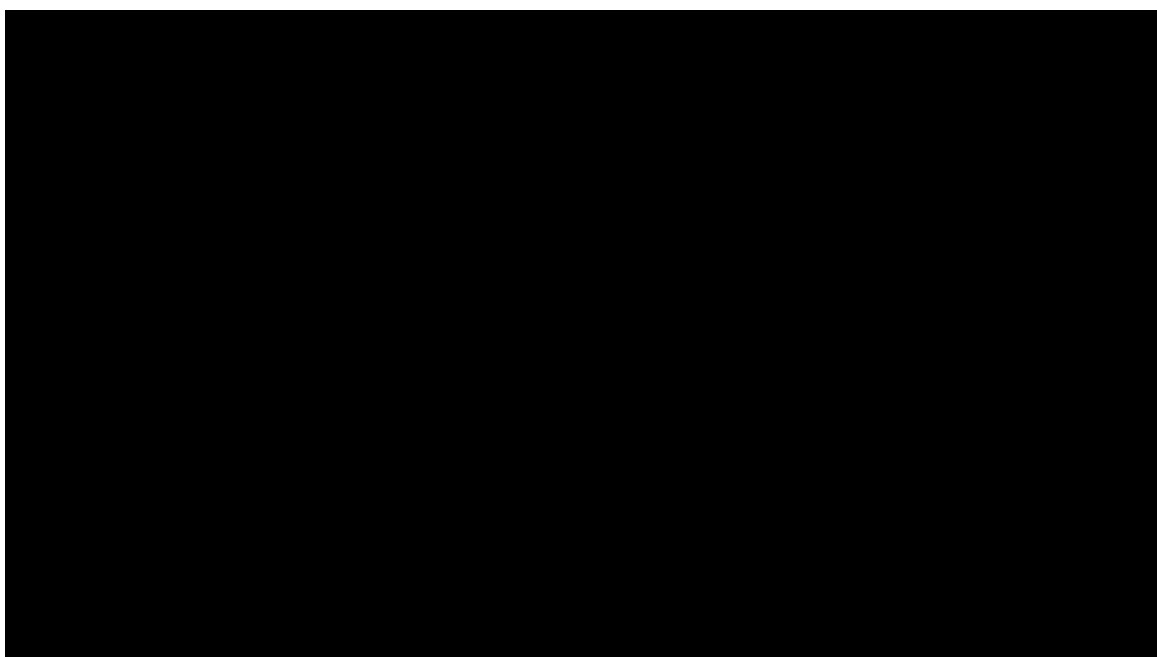


Figura 1: Número de brotações emitidas por minicepa por minicepas de cedro australiano, conduzidas em dois sistemas de minijardim multiclonal

Barras representam o IC_{95%}

No canaletão, o número de brotações variou no decorrer das coletas, assim como nos tubetes. As épocas que apresentaram maiores quantidades de brotações no canaletão foram aos 15, 43, 71, 85, 141 e 170 DAR (dias após a recepagem). Essas épocas corresponderam sempre ao período anterior às

coletas de brotações. Os menores números de brotações foram observados aos 57 e 155 DAR, após as coletas de brotações. Estes resultados não corroboram com os encontrados por Ferreira (2009), ao trabalhar com minicepas de *Toona ciliata* manejadas em minijardim clonal em canaletão, que observou queda inicial na emissão de brotos por minicepa, com recuperação da mesma após o início da fertirrigação ao longo de 150 dias de avaliação. Essa queda inicial observada por Ferreira (2009) foi atribuída pelo autor ao déficit nutricional das minicepas, uma vez que o aumento da produção foi incrementado após o aumento da concentração de fertilizantes aplicados.

No estudo de Ferreira (2009) com *Toona ciliata* foi observada a necessidade de fertirrigação após a primeira coleta, aos 62 dias após a recepagem, enquanto no presente estudo não houve necessidade nas 13 épocas de avaliação, provavelmente em função da composição dos substratos serem diferenciadas nos dois estudos. Ferreira (2009) utilizou substrato contendo 50% de fibra de coco Golden Mix[®] misto e 50% de casca de *Pinus* carbonizada.

O número médio de brotações a cada 32 dias, no sistema canaletão foi de 3,7 por minicepa, superior ao obtido nos tubetes. Cunha et al. (2008b) obtiveram uma produtividade média de 2,9 miniestacas de *Erythrina falcata* Benth. por minicepa em cada coleta para o canaletão (oito coletas em intervalos de 15 dias) e para o tubete 1,3 (quatro coletas em intervalos de 30 dias), o que indicou maior habilidade e capacidade de produção de novas brotações das minicepas conduzidas em canaletão após cada coleta de miniestacas.

Observa-se na Figura 1, que as minicepas manejadas no sistema tubete após a recepagem apresentavam pequeno estímulo a brotação. Entretanto, a partir dos 127 DAR esse estímulo foi crescente após cada corte, provavelmente em função da aplicação de sulfato de amônio semanalmente que já havia iniciado aos 79 DAR até o final do experimento.

O número médio de brotações, no sistema tubete, foi de 1,94 por minicepa por coleta. Este resultado está um pouco acima (1,52) do encontrado por Marinho et al. (2009) e Cunha et al (2008), ao trabalharem com goiabeira e *Erythrina falcata*, respectivamente no mesmo sistema.

Xavier et al. (2003) obtiveram uma produtividade média de 1,3 miniestacas por minicepa de cedro rosa por coleta em períodos regulares de 30

dias no sistema tubete. Os autores associaram essa produtividade à capacidade de produção de novas brotações das minicepas após cada coleta de miniestacas.

Andrejow (2006) observou que as minicepas de *Pinus taeda* L. manejadas em tubetes, em sistema hidropônico com fertilização por subirrigação, emitiram poucas brotações após a primeira coleta, possivelmente em razão da persistência da dominância apical. Em coletas sucessivas (intervalo de sete dias), o autor observou aumento nas brotações emitidas e uma tendência de perda da dominância apical. Semelhante ao observado por Titon et al. (2003), que relatam que clones juvenis de *Eucalyptus grandis* teriam maior potencial de dominância apical e que, conforme o manejo, após coletas sucessivas, pode-se observar forte tendência da perda da dominância apical. Desta forma deve-se dar especial atenção ao manejo das brotações, de modo a garantir maior produção de miniestacas conservando o enraizamento.

Aos 15 DAR, com a quebra da dominância houve estímulo à brotação das minicepas no canaletão (Figura 1). Entretanto, nos tubetes foi necessária a aplicação de fertilização semanalmente, para a emissão de brotações de tamanho mínimo (5 cm) para coleta quando comparado ao tamanho observado nas primeiras avaliações até aos 99 DAR, sendo realizada a coleta apenas aos 115 DAR. As minicepas apresentaram dominância de uma brotação sobre as demais até a 1ª coleta de brotações que corresponde aos 113 DAR (Figura 1). Resultados encontrados por Souza et al. (2009) trabalhando com *Toona ciliata*, na mesma estrutura de minijardim em tubetes, observaram que após a primeira coleta, com a quebra da dominância houve estímulo à brotação das minicepas, entretanto a espécie apresentou sempre dominância de uma brotação sobre as demais.

A altura e diâmetro da brotação dominante das minicepas indicam o vigor das plantas após as coletas (Figura 2) avaliadas nas 13 diferentes épocas. A cada coleta de brotações, realizadas aos 50, 86, 115, 149 e 177 DAR no canaletão, as brotações monitoradas não foram as mesmas, sendo avaliada a brotação que assumiu dominância em altura.

Na figura 2 observa-se o diâmetro e altura da brotação dominante das minicepas, antes do início de cada coleta das brotações que corresponderam aos 43, 85, 113, 141 e 170 DAR para o canaletão e para o tubete aos 113, 141 e 170 DAR.

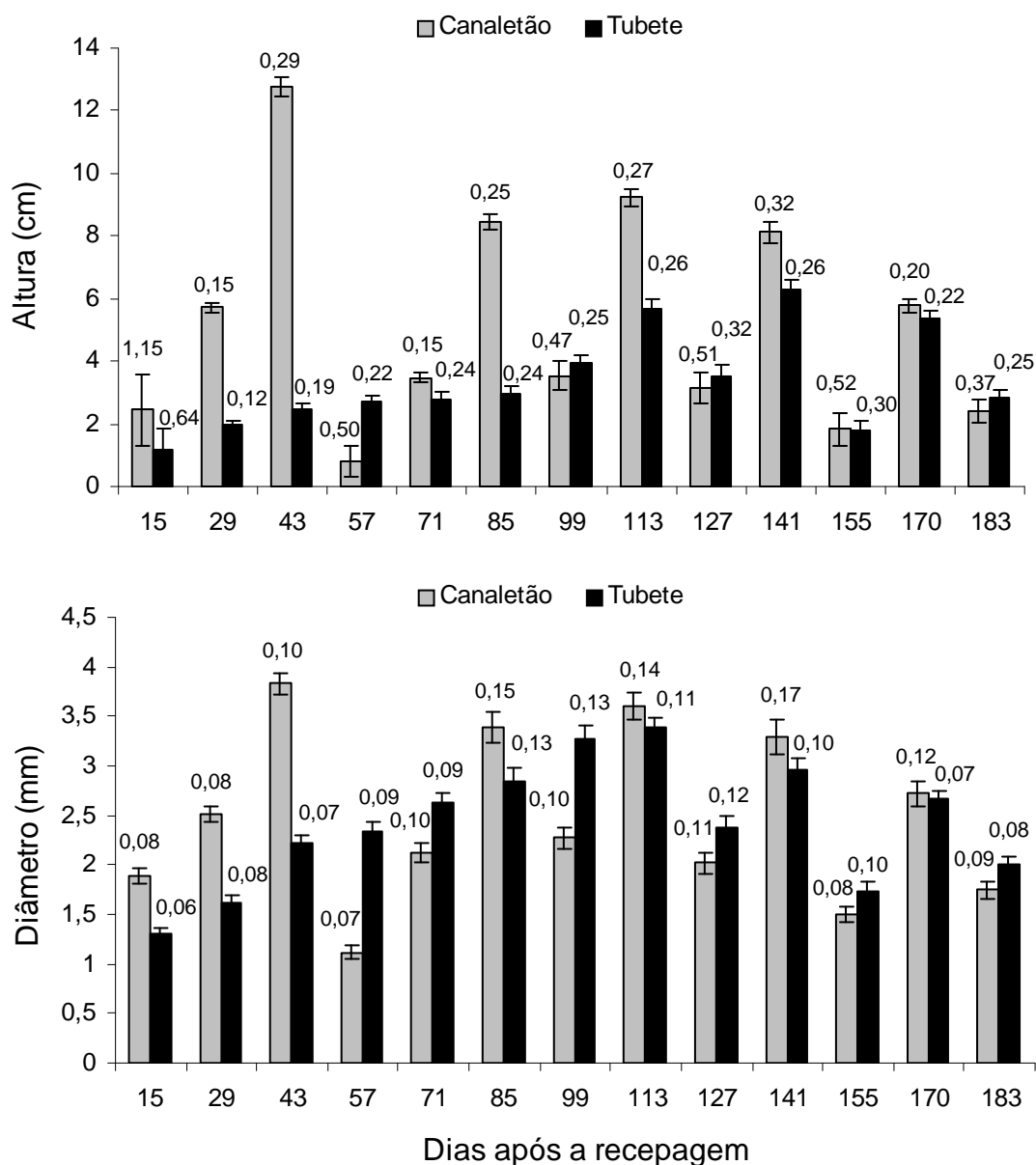


Figura 2: Altura e diâmetro da brotação dominante de minicepas de *Toona ciliata*, avaliadas a cada duas semanas, após a recepagem das minicepas conduzidas em tubetes e canaletões
Barras representam o IC_{95%}

No canaletão, a primeira brotação após a recepagem nas minicepas do sistema de canaletão foi a mais vigorosa, com maior crescimento em altura e diâmetro em relação às demais coletas. Entretanto, deve-se destacar que o intervalo entre a recepagem e a primeira coleta foi maior que os intervalos seguintes, com média de 32 dias entre coletas. Após a quarta coleta, o crescimento foi mais lento, podendo refletir tanto o intervalo de 28 dias entre coletas, quanto o início do esgotamento nutricional. Ferreira (2009) observou que

após a primeira coleta, 60 dias após a recepagem, houve redução na taxa de crescimento e, conseqüentemente, na produtividade do sistema e observou que ao iniciar a fertilização das minicepas de *Toona ciliata*, aos 62 dias após a recepagem das mudas, observou que 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.

Nos tubetes, a primeira coleta só foi possível aos 115 dias após a recepagem (Figura 2), após a qual, as brotações apresentaram recuperação da altura, mas com diâmetros menores e após as coletas posteriores, as novas brotações apresentaram crescimento mais lento em altura e em diâmetro (Figura 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Souza et al. (2009) trabalhando com a mesma espécie. Para três coletas executadas no intervalo de 2,5, 4,5 e 5,5 meses após a recepagem, os autores observaram que a primeira coleta foi a que apresentou maior altura de brotação, aos 75 dias após a recepagem, e após esta coleta, mesmo em intervalos maiores, as novas brotações não apresentaram o mesmo crescimento. Entretanto, o diâmetro das brotações apresentou diferente comportamento, com aumento no diâmetro das brotações no segundo corte e redução no terceiro.

O diâmetro das minicepas (Figura 3) foi incrementado ao longo das medições, em ambos os sistemas, sendo sempre maior nas minicepas dos canaletões. Em ambos os sistemas, foi observado aumento no diâmetro com a idade da minicepa. Porém, resultados obtidos por Ferreira (2009) com *Toona ciliata* em minijardim multiclonal em canaletão, indicaram que o diâmetro das minicepas manteve-se estável após a recepagem em cinco épocas, com intervalos de 15 dias, provavelmente, devido ao estímulo à indução de brotação e posterior coleta das miniestacas, estabilizando o incremento nos meses seguintes.

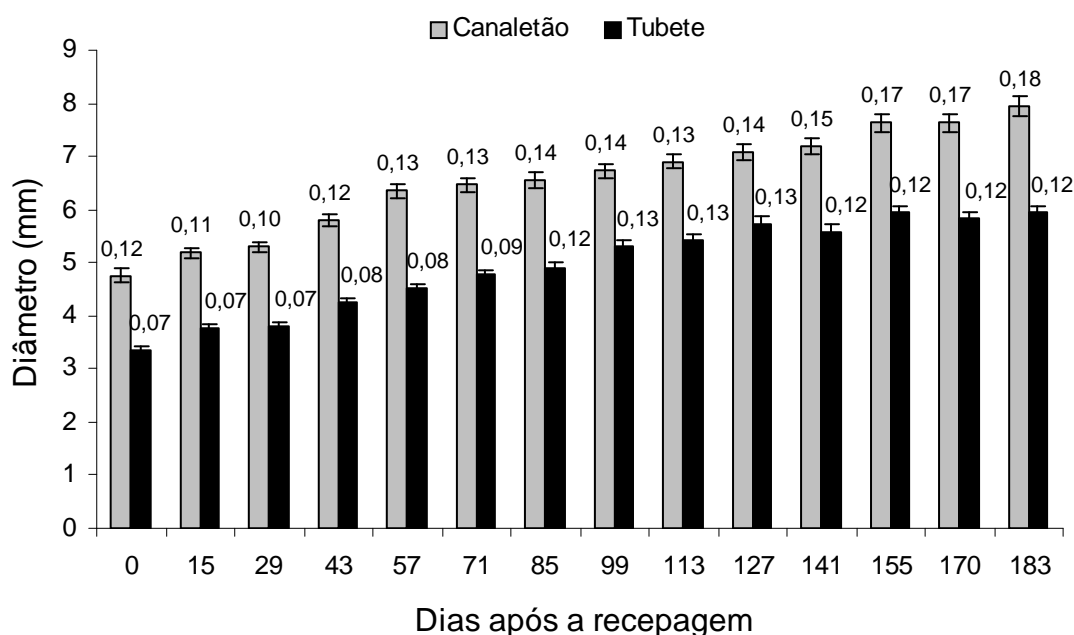


Figura 3: Diâmetro das minicepas de *Toona ciliata* avaliadas a partir da recepagem dos sistemas de produção
Barras representam o IC_{95%}

5.2. Sobrevivência das minicepas nos sistemas de tubete e canaletão

Para os dois sistemas (canaletão e tubete) a sobrevivência das minicepas foi de 100% durante a condução do experimento. É comum observar uma sobrevivência elevada das minicepas em minijardim clonal (Alfenas et al., 2004), para espécies que são tolerantes às podas.

Cunha et al. (2005) trabalharam com *Eucalyptus benthamii* e observaram em torno de 88% de sobrevivência das minicepas para o sistema em canaletão e 100% para o sistema em tubetes após cinco coletas sucessivas. Estudos realizados por Wendling et al. (2007), com *Ilex paraguariensis*, indicaram sobrevivência de minicepas para o sistema em canaletão superior a 90%, após 11 coletas de miniestacas.

Titon et al. (2003) também relataram sobrevivência de minicepas superior a 98% para *E. grandis*, após 8 coletas em tubetes. Na mesma linha de pesquisa, Souza Junior et al. (2008), ao trabalhar com *Grevillea robusta*, observaram 100% de sobrevivência de minicepas manejadas em tubetes após a realização de 15 coletas de miniestacas. Resultados semelhantes foram encontrados por Rosa (2006), que observou a sobrevivência das minicepas de *Eucalyptus dunnii* Maiden em tubetes de 100% até a 10ª coleta.

5.3. Produtividade das minicepas no sistema de tubete e canaletão

A figura 4 mostra o número de miniestacas obtidas ao longo de cinco coletas no canaletão e três nos tubetes. As coletas de miniestacas no canaletão e nos tubetes foram iniciadas em épocas diferentes a partir dos 50 e 115 DAR (dias após a recepagem), respectivamente.

As minicepas manejadas nos tubetes, embora tenham emitido brotações após a recepagem, estas não se desenvolveram, não atingindo 5 cm e impossibilitando a coleta nas mesmas datas das brotações coletadas nas minicepas dos canaletões. Por apresentarem sintomas de deficiência de nitrogênio, foi aplicado sulfato de amônio na minicepas deste sistema.

Com relação à produção de miniestacas por minicepa no sistema de tubete, a Figura 4 permite visualizar que houve diferença significativa entre as coletas. A produção inicial foi baixa (115 DAR), aumentando na segunda coleta, com 1,35 miniestacas por minicepa e caindo novamente na terceira coleta, cujo intervalo foi seis dias menor.

Titon et al. (2003) observaram que comportamento cíclico na produção de miniestacas pode estar relacionado à exaustão temporária das minicepas, ocasionando menores produções. Este efeito cíclico também foi observado por Titon (2001); Xavier et al. (2003) e Rosa (2006), com *Eucalyptus grandis*, *Cedrella fissilis*, e *Eucalyptus dunnii*, respectivamente.

No sistema em canaletão (Figura 4), também foi possível observar a grande heterogeneidade entre as médias de produção de miniestacas por minicepa de *Toona ciliata*, que variaram de 1,7 a 3,3. A 4ª coleta (149 DAR) de miniestacas apresentou resultados superiores de produção, não diferindo da coleta seguinte. Cunha et al. (2005) constataram um aumento na produção de miniestacas na coleta três e quatro de *Eucalyptus benthamii*.

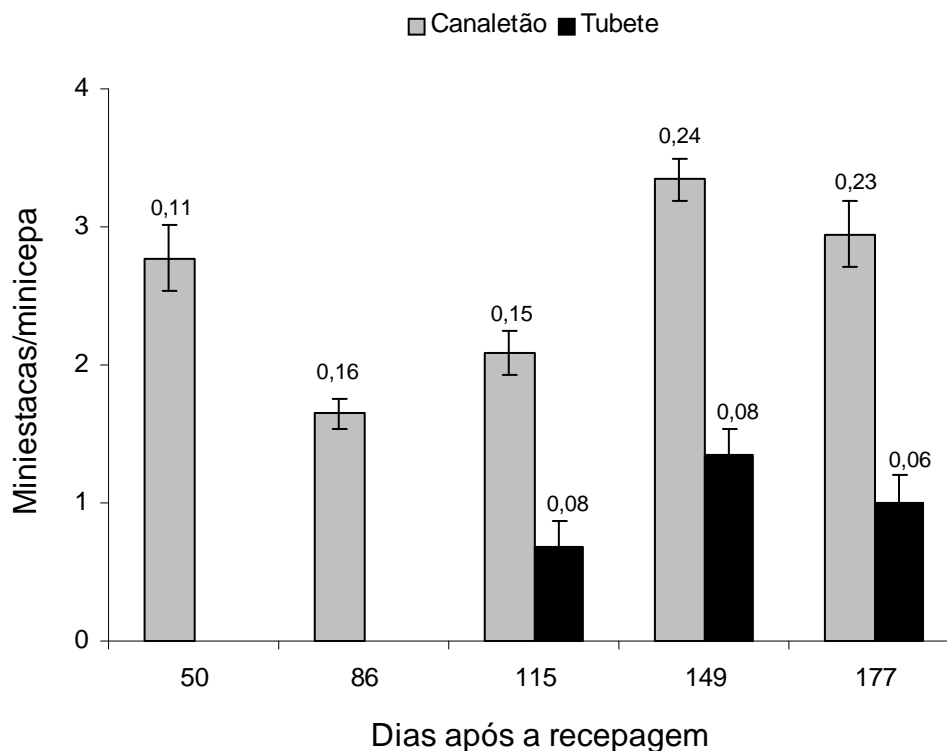


Figura 4: Produtividade de miniestacas de cedro australiano, conduzidas em dois sistemas de minijardim multiclonal. Barras representam o IC_{95%}.

No canaletão após todas as coletas, houve estímulo ao desenvolvimento de uma nova brotação dominante, entretanto, com incrementos menores (Figura 1).

A média geral de produção de miniestacas por minicepa igual a 1,0 no sistema de tubete (Figura 4) no intervalo médio de 31 dias em três coletas, se encontra abaixo dos resultados observados por Titon et al. (2003), para *Eucalyptus grandis* em intervalos médios de 7 dias em oito coletas; por Cunha et al. (2005), para *Eucalyptus benthamii* em intervalos de 25 a 30 dias em cinco coletas, por Rosa (2006), para *Eucalyptus dunnii* em intervalos de 23 dias em 14 coletas e Souza Junior et al. (2008), para *Grevillea robusta* em intervalos de 25 dias em 15 coletas, que obtiveram a produção de 7,5; 4,1, 2,8 e 1,7 miniestacas por minicepa, respectivamente, neste sistema de minijardim. Porém, este valor médio de produção é semelhante aos resultados observados por Xavier et al. (2003) e Cunha et al. (2008), com produção média de 1,3 miniestacas por minicepa para *Cedrella fissilis* e *Erythrina falcata*, em intervalos regulares de 30

dias em quatro coletas para ambas as espécies. Diferenças podem ser atribuídas a características da espécie, juntamente a condições climáticas e manejo.

A média geral de 2,6 miniestacas de *Toona ciliata* por minicepa (Figura 4) em intervalos médios de 32 dias entre as cinco coletas no sistema de canaletão foi inferior à encontrada por Cunha et al. (2008), Wendling et al. (2007) e por Cunha et al. (2005), que obtiveram produção de 2,9, 4,4 e 8,1 para *Erythrina falcata*, *Ilex paraguariensis* e *Eucalyptus benthamii* a cada de 15 dias em oito coletas, 39,1 dias em 11 coletas e 25 a 30 dias em cinco coletas, respectivamente.

A produtividade média das minicepas produzidas nos canaletões foi superior ao sistema tubete (Figura 4), indicando um possível aumento no que tange à produção.

Cunha et al. (2005), trabalhando com *Eucalyptus benthamii*, ao compararem esses dois sistemas, também obtiveram resultados superiores para o sistema de minijardim clonal em canaletão. Esta diferença associa-se ao aumento da área para absorção de nutrientes fornecido às minicepas neste sistema. Esses autores sugerem que intervalos de 25 a 30 dias em sistemas de tubete e canaletão podem vir a ser interessantes uma vez que o número de intervenções com as minicepas é reduzido, com isso diminui o estresse e o consumo de mão-de-obra na produção de mudas é menor. Vale salientar que para algumas espécies não é possível diminuir este intervalo, pois as mesmas precisam de mais tempo para formar novas brotações aptas a serem usadas na miniestaquia, como observado para as minicepas de *Toona ciliata*.

Resultados semelhantes foram obtidos por Cunha et al. (2008) ao trabalharem com *Erythrina falcata*. Os autores observaram que o sistema em canaletão produziu maior quantidade de miniestacas, em comparação ao sistema em tubetes.

Para os dois sistemas de produção, nota-se uma tendência alternada na produção de miniestacas (Figura 4), atingindo o ponto máximo na 2ª coleta de miniestacas (1,4) para tubete, enquanto para o canaletão valores superiores na 4ª coleta de brotações (3,3). Esta diferença entre uma coleta e outra, em relação à produção, pode ocorrer em sistemas de minijardins (Titon et al., 2003). A reposição das perdas nutricionais poderia contribuir para uma produção mais constante ao longo do tempo.

A produtividade média das minicepas por m^2 no sistema de tubete (Figura 5) ao longo das três coletas foi de 113 miniestacas a cada 31 dias. Resultados superiores foram encontrados por Souza Junior et al. (2008) ao trabalhar com *Grevillea robusta*. Estes autores obtiveram 269 miniestacas por m^2 no intervalo de 25 dias em 15 coletas. Enquanto Rosa et al. (2006) produziram nos tubetes 644,3 miniestacas por m^2 para *Eucalyptus dunnii* Maiden em 14 coletas em intervalo de 23 dias.

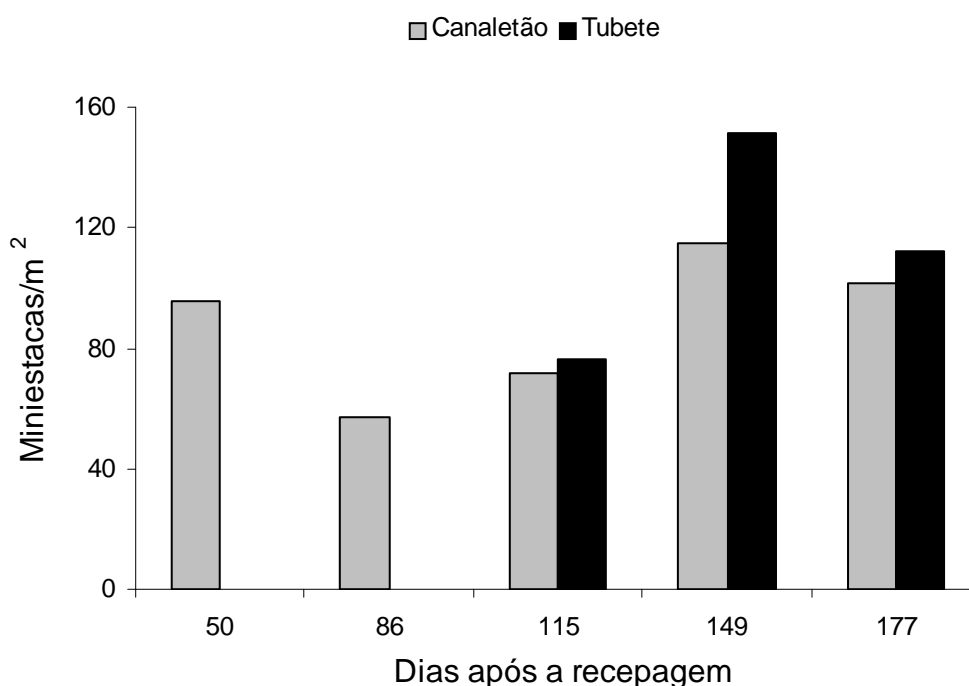


Figura 5: Produtividade dos sistemas de minijardim multiclonal de cedro australiano

Avaliando a produção por área de viveiro, deve-se considerar que haverá mais minicepas no sistema de tubetes do que no sistema de canaletões (112 e 34 mudas por m^2 , respectivamente), o que resulta em maior produção por área em cada coleta, mesmo com produtividade por minicepa bem inferior deste sistema com relação ao canaletão. O número médio de miniestacas produzidas por m^2 , no sistema canaletão foi de 88 a cada 32 dias (Figura 5), inferior aos padrões relatados por Wendling et al. (2007), que apresentaram 291 miniestacas por m^2 em intervalos de 39,1 dias para *Ilex paraguariensis*.

Entretanto, na Figura 6 são apresentados os resultados referentes ao ajuste de regressão para a produção acumulada das miniestacas/ m^2 de *Toona*

ciliata em função dos DAR. Ao longo das coletas, a produção de miniestacas/m² no sistema canaletão foi superior ao sistema de tubetes, mostrando que, mesmo com densidade inferior de minicepas por m², o sistema de canaletão é mais produtivo.

Houve comportamento exponencial na produtividade acumulada dos sistemas (Figura 6). Nota-se ao longo das coletas, que o manejo adotado poderá resultar na crescente produtividade das minicepas. A figura abaixo mostra que não há exaustão das minicepas com o decorrer do tempo, desde que o fornecimento de nutrientes seja mantido nos tubetes. Ferreira (2009), trabalhando com a mesma espécie, utilizando outro tipo de substrato, ao observar sintomas visuais de deficiência nutricional, iniciou a aplicação de solução nutritiva nas minicepas manejadas em canaletão aos 62 dias após a recepagem.

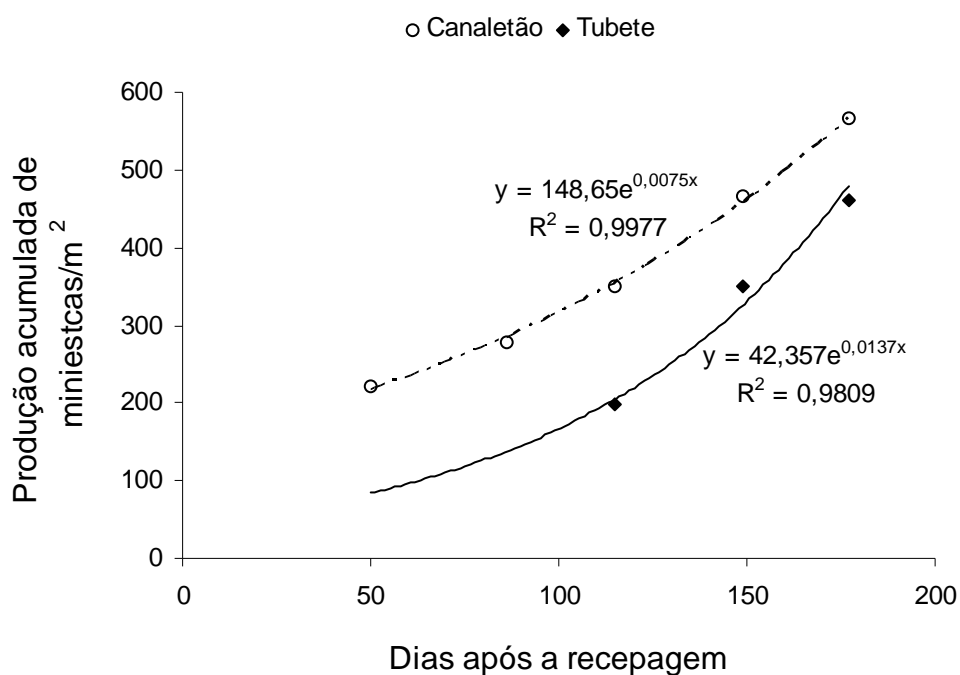


Figura 6: Produção acumulada de miniestacas de cedro australiano, conduzidas em dois sistemas de minijardim multiclonal

Convém ressaltar que a produção em ambos os sistemas de minijardim poderá ser incrementada com estudos futuros, especialmente no que tange à nutrição mineral específica para as minicepas de *Toona ciliata*. As quantidades demandadas são diferentes dentro de cada espécie (Higashi et al., 2002) e de cada sistema de manejo. A determinação do conteúdo removido pelas plantas permite a reposição em quantidade e época adequadas para aumentar ou manter

a produtividade dos sistemas. Além disso, deve-se considerar efeitos de temperatura, luz, manejo de coleta e substratos. Vale ressaltar a importância no aumento da produção de miniestacas para qualquer espécie, independentemente do tipo de minijardim clonal, considerando-se que a maior produção de miniestacas está relacionada à maior produção de biomassa (Rosa, 2006) e, conseqüente, extração de nutrientes.

5.4. Massa seca e conteúdo de nutrientes nas brotações de *Toona ciliata* e na água lixiviada do substrato em dois minijardins multiclonais

Houve produção de massa seca de brotações no sistema de canaletões ao longo das diferentes coletas de *Toona ciliata*. Na 3ª coleta das brotações aos 115 DAR (dias após a recepagem), quando as minicepas dos tubetes também foram submetidas à primeira coleta de brotações, a biomassa dos dois sistemas foram iguais, conforme se observa na (Figura 7). Isto reflete o crescimento das brotações, apresentado na figura 2. Geralmente, o aumento da matéria seca é acompanhado pelo crescimento em altura das brotações. Entretanto, antes de cada corte, nas avaliações realizadas no sistema canaletão, nota-se uma tendência de redução do incremento das brotações após 1ª coleta (corresponde aos 43 DAR), enquanto nos tubetes foi observada redução apenas antes da terceira coleta (170 DAR). Vale ressaltar que a cada novo corte, as brotações avaliadas foram diferentes. O menor crescimento em altura (figura 2) reflete a diferente disponibilidade de recursos (nutrientes e água) dos dois sistemas.

Cabe salientar que, para avaliação da quantidade de nutrientes extraídos de cada sistema, foi considerada a recepagem das mudas. Nesta etapa, a quantidade removida variou com o tamanho inicial das mudas.

No sistema de canaletão a extração de massa seca foi alta, coincidindo com as épocas de maior extração (primeira e quarta coletas de brotações). Neste sistema, a remoção da massa seca ao longo das cinco coletas coincidiu com a produção de miniestacas, cujo maior valor foi observado na quarta coleta (Figura 4). Nos tubetes, a maior produção de miniestacas observada na 2ª coleta (149 DAR) não coincidiu com os maiores conteúdos de massa seca que ocorreu na 1ª coleta de brotações (115 DAR), indicando brotações mais tenras.

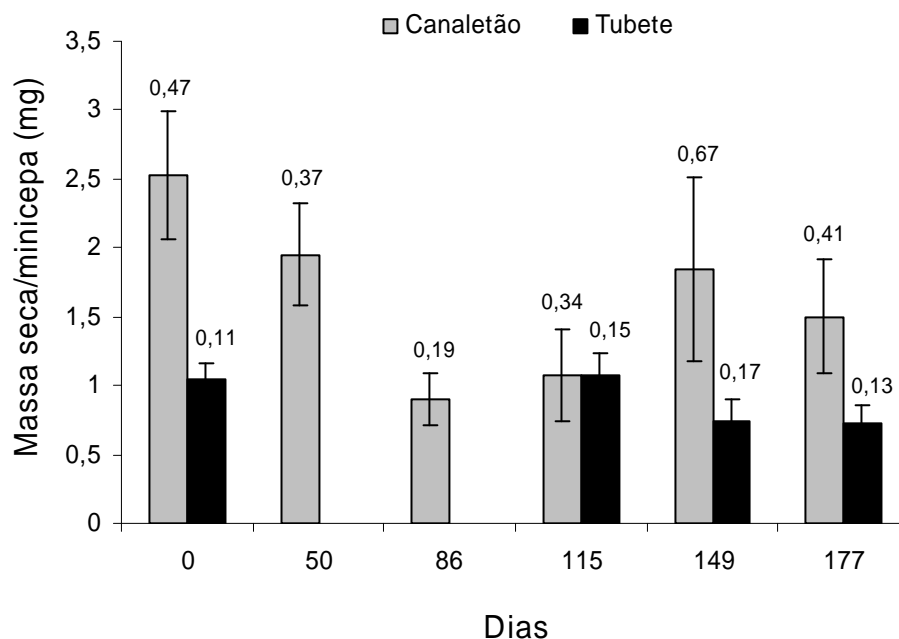


Figura 7: Produção de massa seca da parte aérea (0 DAR) e das brotações coletadas (a partir de 50 DAR) de *Toona ciliata*, em dois sistemas de produção
Barras representam o IC_{95%}

As relações existentes entre as concentrações de nutrientes na massa seca das plantas é um indicador da relação ou proporção de extração do meio de crescimento (Vargas, 2004).

Ao longo das cinco coletas de brotações no canaletão a cada 32 dias o valor médio de extração dos nutrientes presentes na massa seca para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn foi de 47,3; 7,0; 43,5; 20,6; 5,1; 2,8; 0,056; 0,010; 0,160; 0,310 e 0,091 mg por minicepa em cada coleta, respectivamente (Figura 8, 9, 10 e 11). Nos tubetes, o valor médio de extração dos nutrientes presentes na massa seca em três coletas em intervalos de 31 dias foi 25,4 de N; 3,0 de P; 12,5 de K; 5,1 de Ca; 2,5 de Mg; 1,7 de S; 0,032 de B; 0,004 de Cu; 0,056 de Fe; 0,066 de Mn e 0,035 de Zn mg por minicepa, respectivamente. As minicepas dos canaletões (Figura 8, 9, 10 e 11) tiveram a maior quantidade de macro e micronutrientes extraídos no período avaliado. N e K foram os nutrientes mais extraídos para ambos os sistemas de produção. Entretanto, Cu (Figura 10) foi o nutriente extraído em menor quantidade pelas minicepas para ambos os sistemas.

Nas coletas futuras, provavelmente será necessário complementar a adubação com nitrogênio e potássio. Normalmente, o N é o nutriente mais exigido

pelas culturas, uma vez que atua como elemento estrutural das moléculas dos aminoácidos, proteínas, enzimas, pigmentos e produtos secundários (Malavolta et al. 1997). Resultados obtidos por Marques et al. (2006), com crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.) indicaram que as fontes nitrogenadas (nitrato de amônio, nitrato de cálcio e sulfato de amônio) aumentaram as médias de diâmetro do coleto, matéria seca da parte aérea, com maiores médias encontradas para as fontes amoniacais, com destaque para o sulfato de amônio. Enquanto na ausência de potássio a planta apresenta diminuição da dominância apical (Malavolta et al., 1997).

O cálcio e manganês (Figura 9 e 11), foram extraídos quatro vezes mais pelas minicepas do canaletão em comparação com as do tubete.

Após a recepagem das mudas dos tubetes, foi observado que as brotações emitidas pelas minicepas apresentam crescimento lento e não atingiam a altura para 5 cm para o corte nas mesmas épocas que as minicepas dos canaletões. Em função desse crescimento lento, aos 79 DAR iniciou-se a aplicação de sulfato de amônio, semanalmente, até o final do experimento (177 DAR), contribuindo para a retomada no crescimento das brotações neste sistema. Resultados similares aos encontrados para *Toona ciliata* nos tubetes, foram observados por Scarassati (2003), que atribuiu a diminuição do crescimento da planta (*Eucalyptus grandis* e *E. urophylla*) à ausência de nitrogênio. Rosa (2006) utilizou nitrato, amônio e nitrato de amônio na fertirrigação de minicepas de *Eucalyptus dunnii* em minijardim clonal em tubetes e observou que a forma nitrogenada que influenciou positivamente na produtividade foi a forma amoniacal.

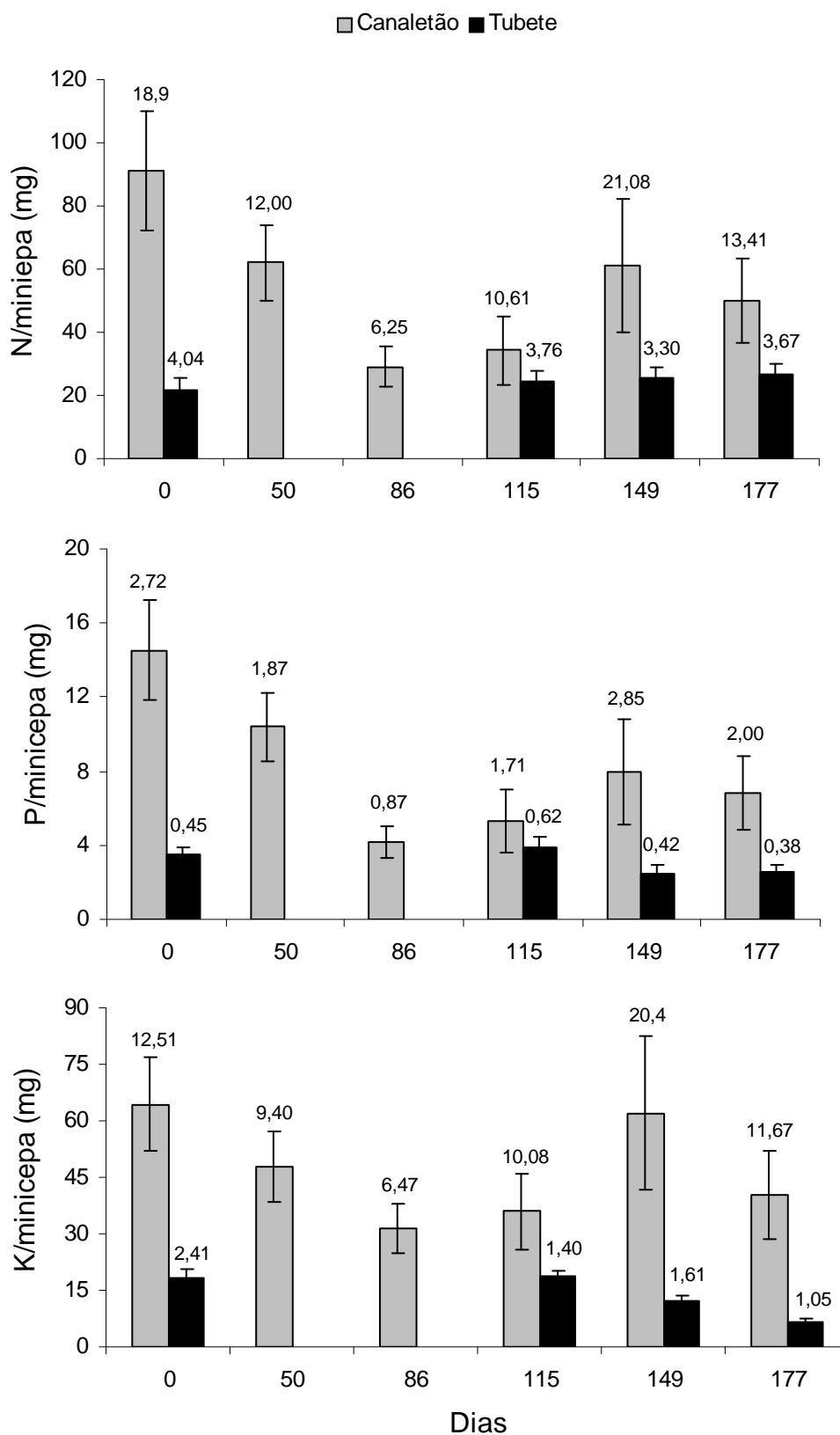


Figura 8: Conteúdo removido de N, P e K na recepagem e nas brotações coletadas por minicepa de *Toona ciliata*, nos dois sistemas de produção. Barras representam o IC_{95%}.

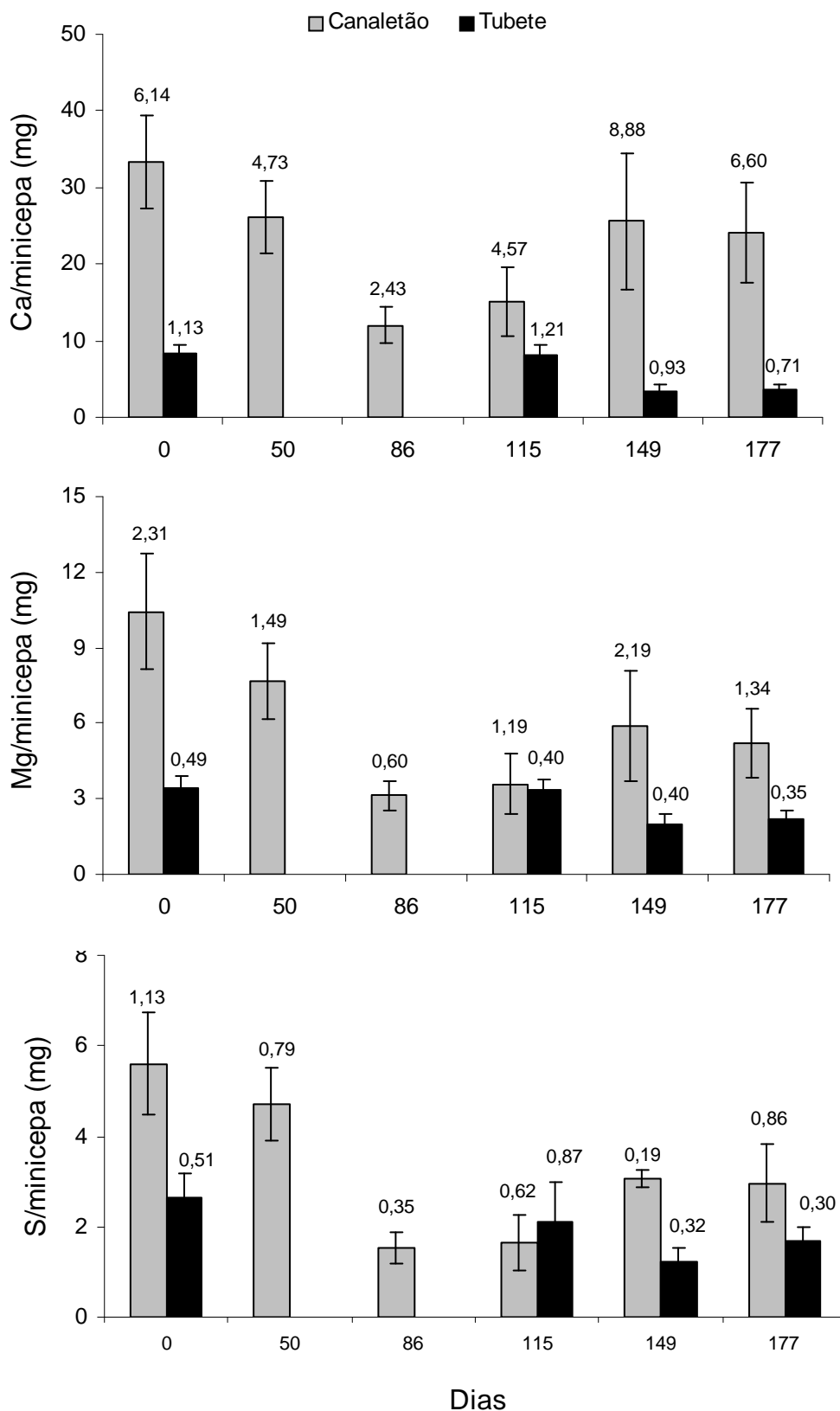


Figura 9: Conteúdo removido de Ca, Mg e S na recepagem e nas brotações coletadas por minicepa de *Toona ciliata*, nos dois sistemas de produção
Barras representam o IC_{95%}

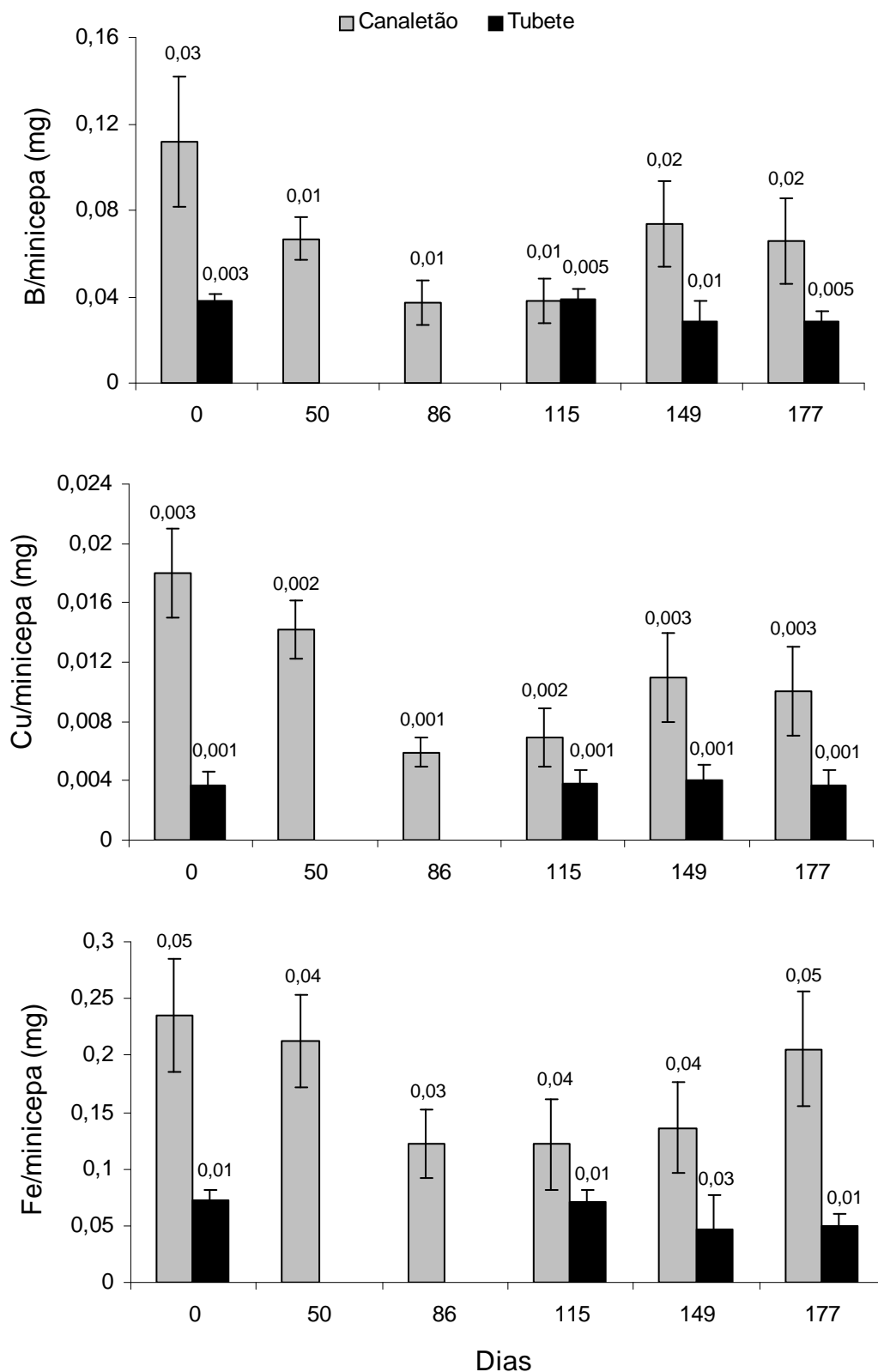


Figura 10: Conteúdo removido de B, Cu e Fe na recepagem e nas brotações coletadas por minicepa de *Toona ciliata*, nos dois sistemas de produção

Barras representam o IC_{95%}

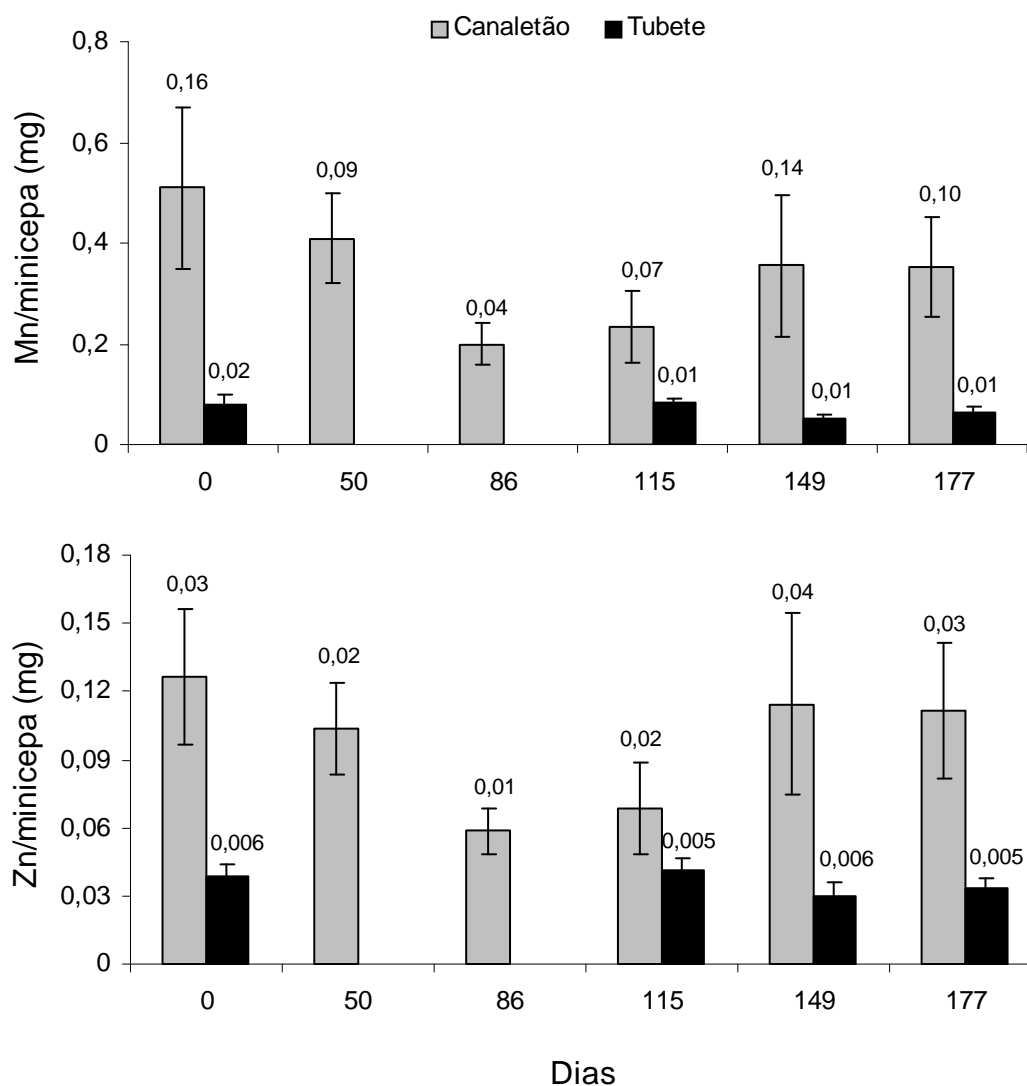


Figura 11: Conteúdo removido de Mn e Zn na recepagem e nas brotações coletadas por minicepa de *Toona ciliata*, nos dois sistemas de produção
Barras representam o IC_{95%}

No canaletão as coletas quatro e cinco foram as que apresentaram maior produção de miniestacas (Figura 4), enquanto nos tubetes foi a 2ª coleta. O conteúdo médio dos macro e micronutrientes nessas épocas de máxima produção, para ambos os sistemas de produção obedeceu à seguinte ordem decrescente N>K>Ca>P>Mg>S>Mn>Fe>Zn>B>Cu (Figura 8, 9, 10 e 11). Andrejow (2006) constatou que a máxima produção de brotos de *Pinus taeda* L. ocorreu na 4ª coleta, quando a minicepa apresentava 115 dias de idade em cultivo no minijardim em tubetes e obteve a seguinte concentração média decrescente: N>Ca>K>P>S>Mg>Fe>B>Mn>Zn.

5.5. Massa seca e nutrientes acumulados nas brotações de *Toona ciliata* a partir da recepagem

O acúmulo de massa seca e nutrientes ao longo do manejo foi maior no sistema de canaletão (Figuras 12, 13, 14, 15 e 16). Comparado ao sistema de tubetes, o sistema de canaletão observou-se comportamento linear na extração acumulada para massa seca e para todos os nutrientes, exceto para K que foi exponencial (Figura 13), enquanto a extração acumulada nos tubetes seguiu a mesma tendência, com exceção dos conteúdos de Fe e Cu (Figura 15), que apresentaram comportamento exponencial.

Os conteúdos acumulados dos nutrientes extraídos pelas minicepas (Figuras 13, 14, 15 e 16) aos 177 DAR (5^a coleta), obedeceram à seguinte ordem decrescente para ambos os sistemas estudados: N>K>Ca>P>Mg>S>Mn>Fe>Zn>B>Cu. Resultados semelhantes foram encontrados por Garlet e Santos (2008) ao trabalharem com *Mentha* ssp, que obtiveram a seguinte ordem decrescente: N>Ca>K>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>Cu>B para *Mentha arvensis*, N>K>Ca>Mg>P>S>Fe>Mn>Zn>B>Cu para *M. gracilis*. Com esses resultados foi possível observar que o nitrogênio é o nutriente mais extraído pelas minicepas e o de menor extração é o Cu, tanto pela *Toona ciliata* como para as duas espécies de *Mentha*. Del Quiqui et al. (2004) observaram que o melhor desenvolvimento das mudas de *Eucalyptus grandis* e *E. saligna* deu-se, principalmente, devido ao período prolongado de disponibilidade dos elementos no substrato e não pela quantidade aplicada de adubos de liberação lenta e adubos de pronta disponibilidade.

No canaletão as raízes têm a possibilidade de explorar maior volume de substrato adquirindo maior quantidade de nutrientes, o que reflete também sobre a produção de massa seca. Por outro lado, nos tubetes mesmo a aplicação do sulfato de amônio não foi capaz de suprir a limitação imposta ao sistema radicular.

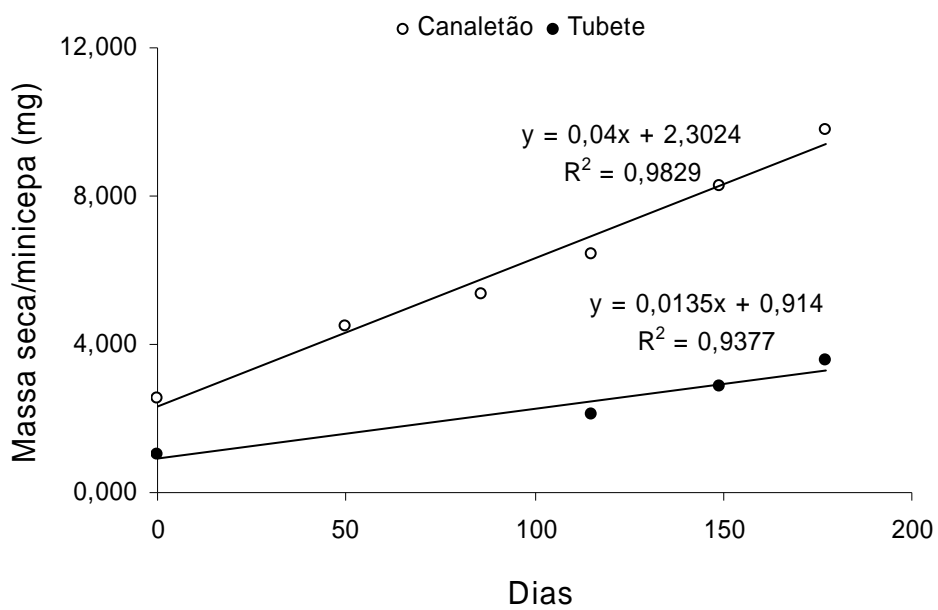


Figura 12: Massa seca removida no manejo de minicepas de *Toona ciliata*, em dois sistemas de produção, a partir da recepagem

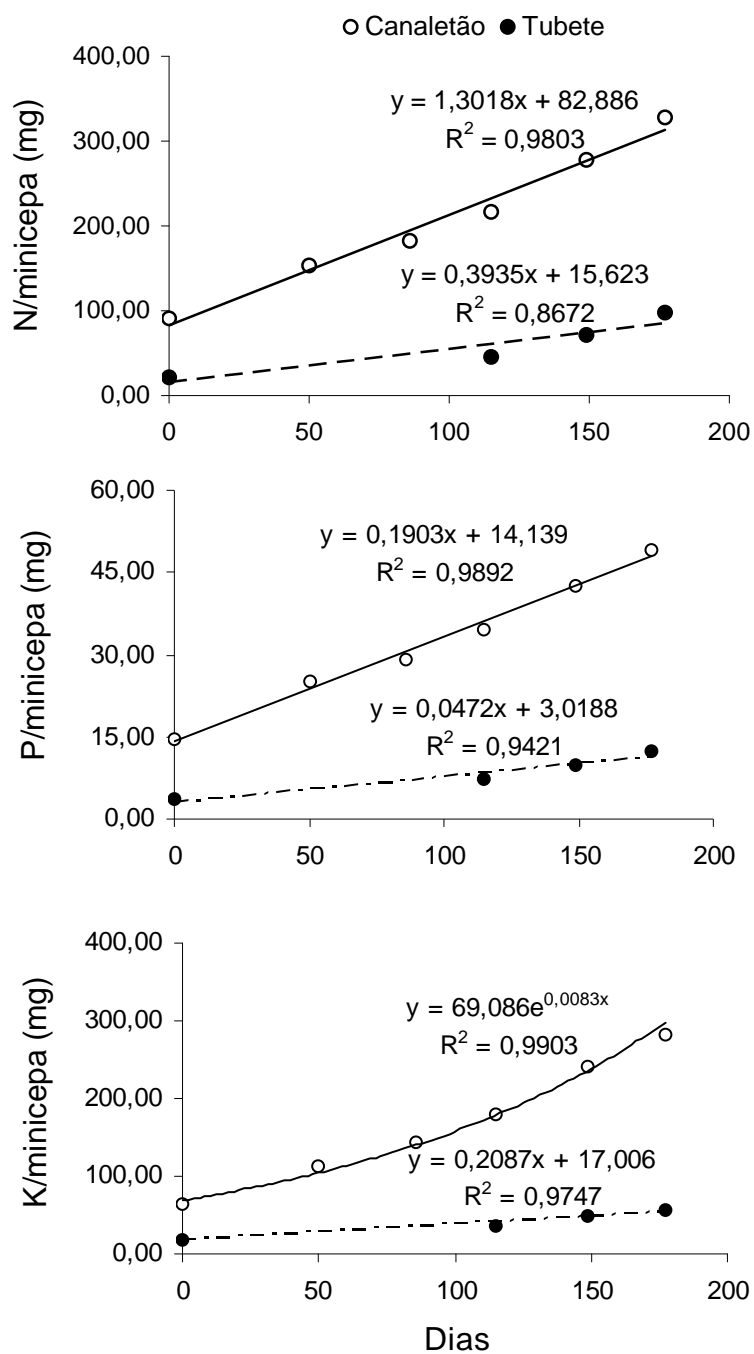


Figura 13: Acúmulo do conteúdo de N, P e K por minicepa de *Toona ciliata*, no manejo de dois sistemas de produção a partir da recepagem

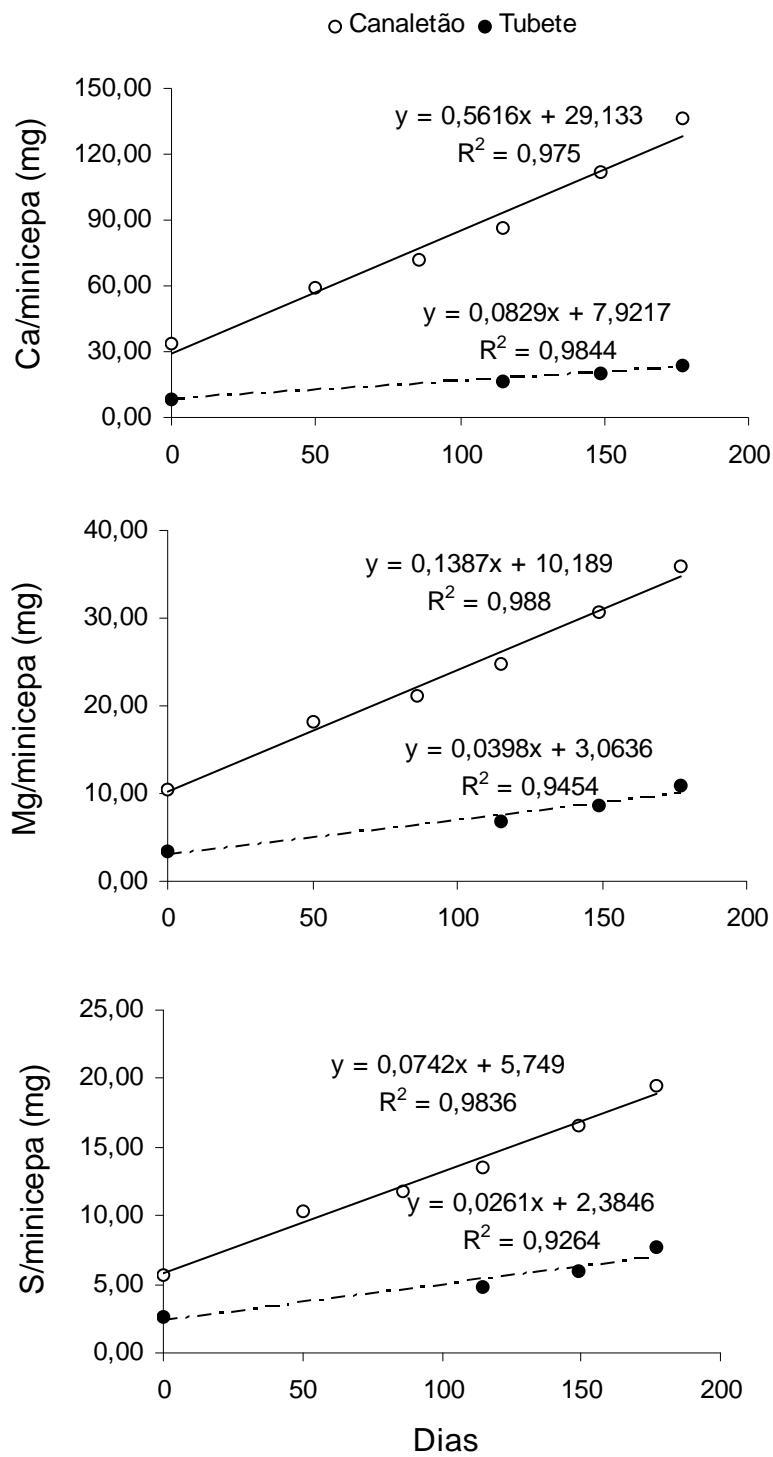


Figura 14: Acúmulo do conteúdo de Ca, Mg e S por minicepa de *Toona ciliata*, no manejo de dois sistemas de produção a partir da recepagem

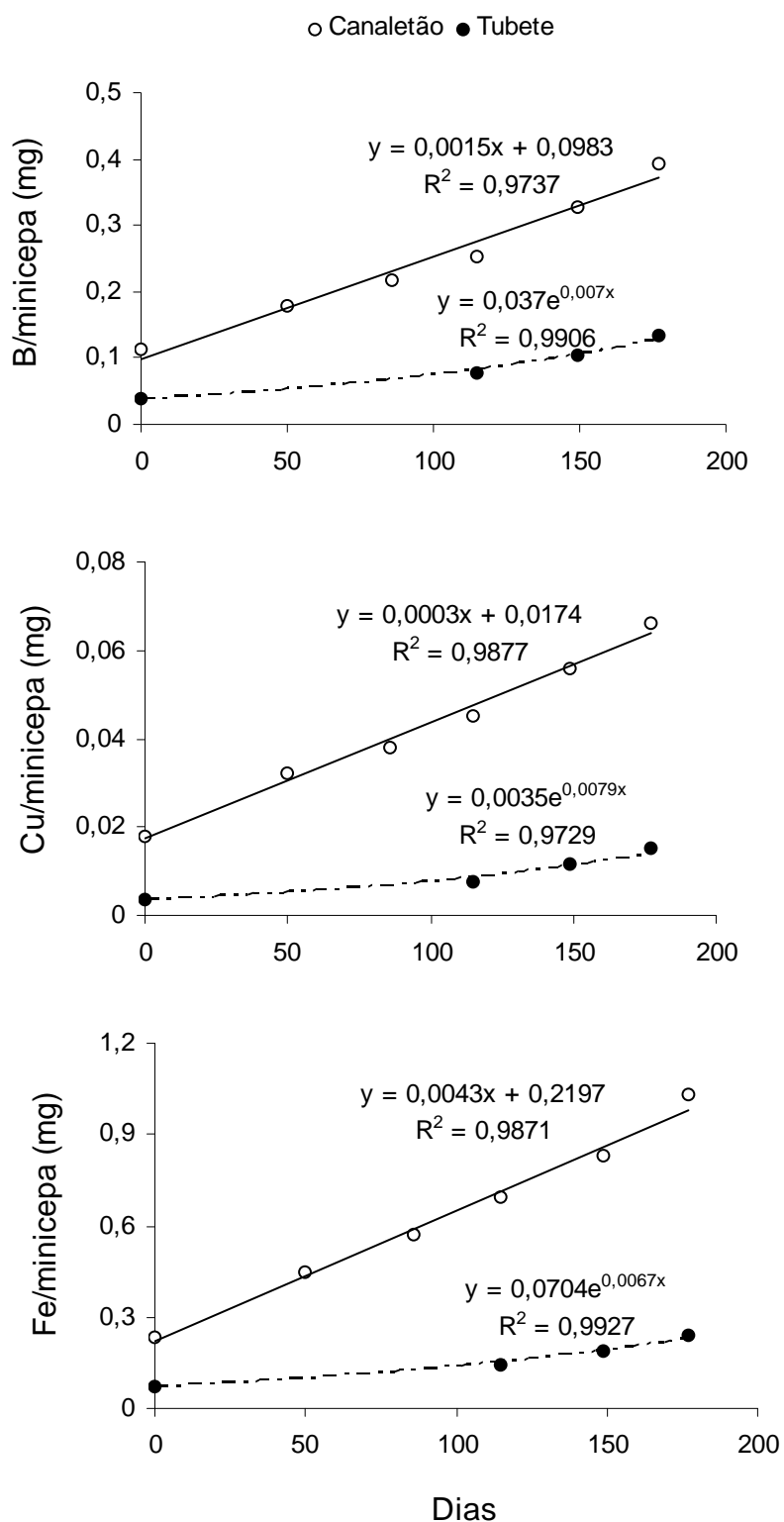


Figura 15: Acúmulo do conteúdo de B, Cu e Fe por minicepa de *Toona ciliata*, no manejo de dois sistemas de produção a partir da recepção

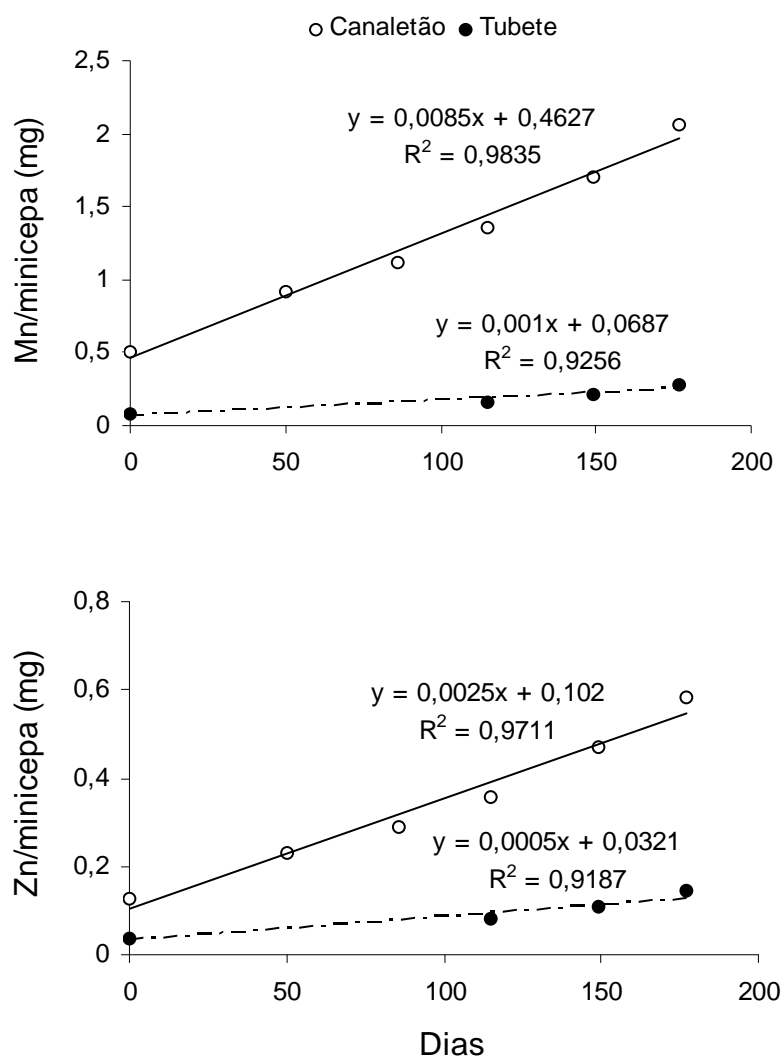


Figura 16: Acúmulo do conteúdo de B, Cu e Fe por minicepa de *Toona ciliata*, no manejo de dois sistemas de produção a partir da recepagem

Além dos nutrientes extraídos pelas minicepas ao longo das coletas, deve-se considerar a perda de nutrientes por lixiviação e a quantidade de água lixiviada oriunda da irrigação (Tabela 2 e 3).

As perdas totais de água ao final das 17 épocas de coleta foram maiores no sistema de tubetes (Tabela 2 e 3). Esta perda deve-se à estrutura dos dois sistemas. A quantidade reduzida de substrato, o formato e a coloração dos recipientes, contribuem para o ressecamento mais rápido e a necessidade constante de irrigação. Após o crescimento das minicepas, a penetração da água torna-se mais difícil, escorrendo pela parede lateral e contribuindo para a maior perda de água.

No canaletão houve maior volume de substrato que leva à maior retenção de água, reduzindo a lixiviação e a perda de nutrientes. Neste sistema há maior exploração radicular das minicepas favorecendo o aproveitamento dos recursos como água e nutrientes.

A perda de macronutrientes na água lixiviada foi maior no sistema de tubetes, com exceção do P, K e Mg, cujas perdas foram maiores no canaletão. Nos tubetes as maiores perdas foram de N e S que são os elementos adicionados semanalmente neste sistema. As maiores perdas de micronutrientes também foram observadas no sistema.

Entre os macronutrientes, a maior e menor perda por lixiviação foi observada para S e N, respectivamente, para os dois sistemas (Tabela 2). Para os micronutrientes, o Mn foi o mais lixiviado, enquanto Cu foi o de menor lixiviação.

Considerando a menor extração observada no sistema de tubetes pelo manejo das minicepas, refletindo a taxa reduzida de crescimento, deve-se considerar que as perdas observadas no sistema, contribuem para esse comportamento.

Os dados do presente estudo servirão para auxiliar no manejo da fertilização dos minijardins clonais de *Toona ciliata*. Entretanto, estudos para ajustes de lâminas e intervalos de irrigação são importantes para o controle das perdas de nutrientes por lixiviação.

Os resultados indicam que para manter a produtividade constante no sistema de canaletões deve ser realizada a reposição dos nutrientes, conforme dados de remoção. Para aumentar e manter a produtividade no sistema de tubetes deve haver controle das perdas por meio de uma irrigação controlada e a reposição dos nutrientes removidos, cuja curva de remoção deverá ser dimensionada para cada manejo de irrigação.

Tabela 2: Perda de macronutrientes na água de irrigação lixiviada do substrato nos dois sistemas de minijardim multiclonal

Sistema	DAIC ¹	Água L m ⁻²	N	P	K	Ca	Mg	S
		-----mg m ⁻² -----						
C ²	30	2,15	1,70	236,34	688,84	2238,44	1028,54	979,17
	34	0,89	3,11	74,33	35,05	643,58	280,67	483,68
	42	1,49	0,00	145,42	53,77	959,14	348,01	627,82
	53	1,17	2,95	97,40	48,90	634,55	381,09	718,96
	61	0,47	0,46	28,60	10,21	250,99	91,18	210,86
	67	1,23	0,78	115,19	41,19	544,70	245,76	633,93
	87	0,35	0,36	26,69	14,50	143,06	69,45	175,83
	95	1,51	0,00	109,99	196,92	891,92	468,62	784,02
	102	1,82	0,00	142,67	233,40	1084,55	403,52	1197,18
	109	2,55	0,00	177,28	258,69	1247,02	599,53	1504,77
	118	2,19	0,00	150,56	190,10	1078,87	365,90	1083,51
	125	1,51	0,00	99,24	132,34	724,30	239,29	813,64
	132	0,49	0,00	24,31	34,52	197,01	76,55	287,84
	138	1,26	0,00	70,89	91,12	519,80	179,68	799,53
	145	0,56	0,00	40,72	44,42	266,70	90,98	366,17
152	1,78	0,00	128,57	102,97	854,84	271,06	1269,79	
159	2,21	0,00	144,81	141,51	1035,82	356,24	1584,55	
Total		23,63	9,36	1813,01	2318,46	13315,29	5496,06	13521,24
T ³	30	17,78	11,20	208,92	143,13	1846,63	545,85	2341,45
	34	6,3	35,28	53,39	39,85	657,97	242,53	3028,41
	42	12,6	0,00	132,30	99,23	487,81	166,18	2126,88
	53	7,7	9,05	64,68	55,54	564,87	198,23	3201,66
	61	2,52	0,00	215,15	105,21	177,60	55,71	828,58
	67	5,6	0,00	97,58	96,60	318,22	92,58	1635,76
	87	10,08	0,00	65,02	66,97	1418,91	405,38	1919,76
	95	14,7	0,00	161,30	149,66	2377,73	671,29	3169,34
	102	6,3	0,00	65,94	45,71	663,39	215,63	932,66
	109	2,66	0,00	21,28	24,17	273,87	82,87	402,18
	118	4,9	0,00	34,86	31,64	649,45	182,58	962,64
	125	14,7	0,00	102,91	62,84	1831,62	504,21	3073,77
	132	6,79	0,00	37,49	44,14	799,90	216,59	1622,28
	138	5,6	0,00	37,74	33,88	858,03	258,66	1511,93
	145	6,44	0,00	43,94	27,05	873,71	272,27	1738,72
152	6,02	0,00	22,63	23,18	377,82	119,26	849,85	
159	5,81	0,00	40,33	19,90	773,86	223,20	1605,10	
Total		136,50	55,53	1405,45	1068,69	14951,4	4453,01	30950,95

¹ Dias após a implantação dos coletores; ² canaletão; ³ tubete.

Tabela 3: Perdas de micronutrientes na água de irrigação lixiviada do substrato nos dois sistemas de minijardim multiclonal

Sistema	DAIC ¹	Água L m ⁻²	B	-----mg m ⁻² -----			
				Cu	Fe	Mn	Zn
C ²	30	2,15	1,82	0,13	0,94	20,68	1,03
	34	0,89	0,51	0,03	0,00	7,50	0,57
	42	1,49	1,02	0,03	0,08	10,51	0,95
	53	1,17	0,62	0,04	0,00	10,15	1,00
	61	0,47	0,25	0,01	0,03	2,84	0,38
	67	1,23	0,70	0,02	0,05	8,03	0,96
	87	0,35	0,22	0,01	0,00	2,56	0,36
	95	1,51	0,89	0,05	0,00	9,60	0,60
	102	1,82	1,17	0,07	0,00	15,07	1,35
	109	2,55	1,30	0,10	0,00	14,70	2,33
	118	2,19	1,39	0,07	0,00	11,66	1,38
	125	1,51	0,93	0,05	0,00	8,55	0,87
	132	0,49	0,28	0,01	0,00	2,43	0,33
	138	1,26	0,80	0,04	0,02	6,79	0,46
	145	0,56	0,37	0,02	0,00	2,69	0,22
	152	1,78	1,28	0,07	0,00	7,95	0,91
159	2,21	1,59	0,09	0,00	10,55	0,82	
Total		23,63	15,15	0,85	1,11	152,26	14,51
T ³	30	17,78	2,67	0,36	14,01	9,42	2,31
	34	6,3	0,38	0,03	0,57	3,76	0,85
	42	12,6	0,00	0,00	1,33	3,34	1,00
	53	7,7	0,16	0,05	2,75	3,38	1,19
	61	2,52	0,00	0,00	0,00	1,16	0,36
	67	5,6	0,00	0,01	0,94	2,53	0,97
	87	10,08	0,00	0,08	0,00	4,03	2,85
	95	14,7	0,00	0,11	0,00	17,57	5,39
	102	6,3	0,00	0,07	0,00	9,40	1,90
	109	2,66	0,00	0,02	0,00	3,59	0,70
	118	4,9	0,25	0,06	0,00	6,22	1,93
	125	14,7	0,60	0,15	0,00	26,21	5,44
	132	6,79	0,21	0,08	0,00	12,00	2,13
	138	5,6	0,35	0,09	0,07	14,99	2,45
	145	6,44	0,25	0,10	0,00	15,60	2,53
	152	6,02	0,13	0,10	0,00	7,47	1,08
159	5,81	0,36	0,12	0,00	12,36	2,24	
Total		136,5	35,65	3,11	21,9	457,54	64,34

¹ Dias após a implantação dos coletores; ² canaletão; ³ tubete.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

O objetivo deste trabalho foi avaliar dois sistemas de minijardim multiclonal, conduzidos em tubete e canaletão, quanto à produtividade, remoção de nutrientes ao longo do tempo pelas minicepas de *Toona ciliata* produzidas por via seminal submetidas a coletas sucessivas de miniestacas e fornecer dados que sirvam de base para o manejo nutricional em minijardins multiclonais de *Toona ciliata* em sistemas de tubete e canaletão.

Foi implantado dois minijardins multiclonais, um em canaletão e outro em tubetes, contendo um total de 372 minicepas, onde foram monitorados o diâmetro das minicepas, número, altura e diâmetro das brotações em 13 épocas de avaliação. Nos tubetes o número médio de brotações por minicepa foi de 1,94, sendo retiradas 1,0 miniestaca por minicepa por coleta, a cada 31 dias. No canaletão o número médio de brotações por minicepa foi de 3,7 sendo retiradas 2,7 miniestaca por minicepa por coleta, a cada 32 dias.

Após a recepagem, foram quantificados os conteúdos de nutrientes presentes na massa seca das brotações. Os conteúdos acumulados dos nutrientes extraídos pelas minicepas obedeceram à seguinte ordem decrescente para ambos os sistemas estudados: N>K>Ca>P>Mg>S>Mn>Fe>Zn>B>Cu. Entretanto, a maior extração de nutrientes foi observada para o sistema canaletão. Foram implantados nos dois sistemas de minijardim multiclonal coletores de água para avaliar as perdas de água e nutrientes na água de irrigação. Houve diferença entre as perdas de água e nutrientes entre os sistemas. O sistema tubete apresentou perdas de água e nutrientes superiores ao canaletão, exceto para P, K e Mg.

Diante do exposto conclui-se que:

- A produtividade dos sistemas apresentou crescimento exponencial, com produtividade superior das minicepas manejadas no sistema canaletão quando comparado ao sistema tubete;

- Os nutrientes mais extraídos pelas minicepas no decorrer das coletas para ambos os sistemas de produção foram o N e K;
- O sistema de canaletão resultou em minicepas com maior vigor e maiores taxas de crescimento, havendo maior extração de nutrientes nas coletas, com relação aos tubetes;
- Em geral, o sistema de tubetes apresentou as maiores perdas de água e nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF (Anuário Estatístico). (2008) Disponível em: <http://www.abraflor.org.br/estatisticas/ABRAF08-BR>, acessado em maio de 2009.
- ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A. V.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. (2004) *Clonagem e Doenças do Eucalipto*. Editora UFV. Viçosa, 442p.
- ANDREJOW, G. M. P. (2006) *Minijardim clonal de Pinus taeda L.* Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) - Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 92p.
- AZEVEDO, E. B.; MARINHO, C. S.; MUNIZ, R. A.; CARVALHO, A. J. C. (2009) Substratos fertilizados com uréia revestida e o crescimento e estado nutricional da muda de citros. *Acta Scientiarum. Agronomy*, Maringa, 31 (1):129-137.
- BELA VISTA FLORESTAL. (2008) Disponível em: <http://www.belavistaflorestal.com.br/cedro1.html>, acessado em março de 2009.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; PAIVA, H. N.; BARROS, N. F.; LEITE, H. G.; LEITE, F. P (2008a) Relação do estado nutricional de minicepas com o número de miniestacas de eucalipto. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, 36 (79):203-213.
- CUNHA, A. C. M. C. M.; WENDLING, I.; JÚNIOR, L.S. (2008b) 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.; WENDLING, I.; JÚNIOR, L. S. (2005) Produtividade e sobrevivência de minicepas de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage em sistema de hidroponia e em tubete. *Ciência Florestal*. Santa Maria, 15 (3):307-310.
- DACOSTA, L. P. E. (2004) Nutrição em viveiros florestais, 201-227 p. In: Produção de sementes e mudas florestais. Caderno Didático nº 1, 2ª ed. Santa Maria: [s.n.], p. 201-227.

- DEL QUIQUI, E. M.; MARTINS, S.S.; PINTRO, J. C.; ANDRADE, P. J. P; MUNIZ, A. S. (2004) Crescimento e composição mineral de mudas de eucalipto cultivadas sob condições de diferentes fontes de fertilizantes. *Acta Scientiarum. Agronomy*. Maringá, 26 (3):293-299.
- FERREIRA, D. A. (2009) Produtividade de minicepas de cedro australiano em minijardim multiclonal e influência da posição das miniestacas na qualidade das mudas. Dissertação (mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense - UENF, 55p.
- FLORIANO, E. P. (2004) Produção de mudas florestais por via assexuada, Caderno Didático nº 3, 1ª ed. Santa Rosa, p.1-36.
- FURLAN, R. A. (2002) Estaquia de *Pinus*: gênero segue a tendência mundial de florestas clonais. Divulgação Técnica. Addubare ano II. n.5, Botucatu-SP, 15p.
- GARLET, T. M.B. & SANTOS, O. S. (2008) Solução nutritiva e composição mineral de três espécies de menta cultivadas no sistema Hidropônico. *Ciência Rural*, Santa Maria, 38 (5):1233-1239.
- HIGASHI, E.N.; SILVEIRA, R.L.A. (2004) Fertirrigação em viveiros de mudas de *Eucalyptus* e *Pinus*. In: Fertirrigação: teoria e prática. BOARETTO, A. E.; VILLAS BOAS, R. L.; SOUZA, W. F. PARRA, L. R. V. (Eds.). Piracicaba, v.1, p. 677-725.
- HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. (2000) Propagação Vegetativa de *Eucalyptus*: Princípios Básicos e a sua Evolução no Brasil. Circular Técnica, IPEF, Piracicaba, p. 1-11.
- 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, n. 194, p. 1-21.
- LIAO, S.; YANG, S.; YUAN, T.; ZHANG, C.; CHEN, H.; WU, Y.; XU, Y.; YUE, J. (2007) Limonoids from the Leaves and Stems of *Toona ciliata*. *J. Nat. Prod.*, 70, p.1268-1273.
- MAFIA, R. G.; ALFENAS, A. C.; FERREIRA, E. M.; ZARPELON, T. G.; SIQUEIRA, L. (2005) Crescimento de mudas e produtividade de minijardins clonais de eucalipto tratados com rizobactérias selecionadas. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 29 (6):843-851.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (1997) Avaliação do estado nutricional das plantas, princípio e aplicações. 2ª. ed. Piracicaba: Potafó, 319p.

- MARINHO, C. S.; MILHEM, L. M. A.; ALTOÉ, J. A.; BARROSO, D. G.; POMMER, C. V. (2009) Propagação da goiabeira por miniestaquia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal - SP, 31 (2):607-611.
- MARQUES, V. B.; PAIVA, H. N.; GOMES, J. M.; NEVES, J. C. L. (2006) Efeitos de fontes e doses de nitrogênio no crescimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpiniaefolia* Benth.). *Scientia Forestalis*, (71):77-85.
- MROGINSKI, E.; REY, H. Y.; MROGINSKI, L. A. (2003) *In vitro* plantlet regeneration from Australian Red Cedar (*Toona ciliata*, *Meliaceae*). Kluwer Academic Publishers. Printed in the Netherlands. *New Forests* (25):177-184.
- MURAKAMI, C. H. G. (2008) Cedro Australiano: Valorização de Espécies Nobres Boletim Florestal: Informativo Florestal do Norte Pioneiro. *Forest Brazil: Viveiro Florestal*. ed. 7, Ano 2, p. 1-10.
- PAIVA, Y. G.; MENDONÇA, G. S.; SILVA, K. R.; NAPPO, M. E.; CECÍLIO, R. A.; PEZZOPANE, J. E. M. (2007) Zoneamento agroecológico de pequena escala para *Toona ciliata*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* na Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES, utilizando dados SRTM. *Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Florianópolis, Brasil, INPE, p. 1785-1792.
- ROSA, L. S. (2006) *Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de Eucalyptus dunnii* Maiden. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) - Curitiba - PR, Universidade Federal do Paraná - UFPR, 89p.
- SBS - Sociedade Brasileira de Silvicultura. (2006) Disponível em: <http://www.sbs.org.br/>, acessado em novembro de 2009.
- SCARASSATI, A. (2003) *Avaliações ambiental e nutricional da produção de microcepas e microestacas de Eucalyptus grandis x E. urophylla em sistema hidropônico em casa-de-vegetação*. Tese (doutorado em Agronomia) - Botucatu - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, 135p.
- SCOCCHI, A.; DIERINGER, E.; MROGINSKI, E.; MROGINSKI, L. A. (2003) Conservación de semillas de cedro australiano (*Toona ciliata*). Publié dans Le, *PGR Newsletter FAO-BIODIVERSITY*, (137):22-25.
- SGARBI, F.; SILVEIRA, R. L. V. A.; TAKASHI, E. N.; CAMARGO, M. A. F. (1999) Crescimento e produção de biomassa de clone de *Eucalyptus grandis* x

- Eucalyptus urophylla* em condições de deficiência de macronutrientes, B e Zn. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, (56):69-82.
- SILVEIRA, R. L. V. A. e HIGASHI, E. N. (2003a) Aspectos nutricionais envolvidos na ocorrência de doenças com ênfase para o eucalipto. Circular Técnica IPEF, nº 200, 13p.
- SILVEIRA, R. L. V. A. e HIGASHI, E. N. (2003b) Fertirrigação na produção de mudas de *Pinus*. *Addubare*, n. 6, 15 p.
- SOUZA, J. C. A. V.; BARROSO, D. G.; CARNEIRO, J. G. A.; TEIXEIRA, S. L.; BALBINOT, E. (2009) Propagação vegetativa de cedro-australiano (*Toona ciliata* M. Roemer) por miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 33 (2):205-213.
- SOUZA JUNIOR, 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.
- 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.
- TITON, M.; XAVIER, A.; REIS, G. G.; OTONI, W. C. (2003) Eficiência das minicepas e microcepas na produção de propágulos de clones de *Eucalyptus grandis*. *Revista árvore*, Viçosa-MG, 27 (5):619-625.
- VARGAS, C. O. (2004) Hidroponia e jardins clonais em viveiros florestais. In: Produção de sementes e mudas florestais. Caderno Didático Nº 1 - 2ª Ed. 247-271p.
- VIANA, R. S. e BATISTA, A. C. (2004) Meteorologia e Climatologia Florestal. Curitiba - PR. 195p.
- VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; STORCK, L.; WITSCHORECK, R. (2005) Crescimento inicial de *Pinus taeda* L. relacionado a doses de N, P e K. *Ciência Florestal*, Santa Maria, 15 (2):199-206.
- XAVIER, A.; SANTOS, G.A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M.L. (2003) Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, 27 (2):139-143.

- 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.; DUTRA, L. F. (2008) Solução Nutritiva para Condução de minicepas de Erva-Mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) em Sistema Semi-Hidropônico. Circular Técnica 157, Colombo, PR, p.1-5.
- WENDLING, I.; FERRARI, M. P.; DUTRA, L. F. (2005) Produção de mudas de corticeira-do-mato por miniestaquia a partir de propágulos juvenis. Comunicado Técnico, Colombo, PR, p.1-5.

ANEXO

Quadro 1: Cronograma das atividades desenvolvidas durante a condução do experimento, a partir de fevereiro/2009 a novembro/2009

Datas	Atividades
11/02/09	Semeadura nos tubetes
14/04/09	Coleta de 300g de substrato após adubação com uréia revestida e superfosfato simples
14/04/09	Repicagem de 186 mudas dos tubetes para o sistema canaletão
14/04/09	Implantação dos dois sistemas de produção (canaletão e tubete)
18/05/09	Recepagem das mudas manejadas nos dois sistemas de produção para formação das minicepas
18/05/09	Coleta da parte aérea de 20 mudas de cada sistema de produção (que sofreram recepagem) para avaliação nutricional
02/06/09	Início das avaliações (aos 15 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
09/06/09	Implantação dos coletores de água nos dois sistemas de produção
16/06/09	Avaliações (aos 29 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
30/06/09	Avaliações (aos 43 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
07/07/09	Primeira coleta de brotações (aos 50 DAR) emitidas pelas minicepas do canaletão
09/07/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 30 DAIC) para posterior análise nutricional
13/07/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 34 DAIC) para posterior análise nutricional
14/07/09	Avaliações (aos 57 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
21/07/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 42 DAIC) para posterior análise nutricional
28/07/09	Avaliações (aos 71 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
01/08/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 53 DAIC) para posterior análise nutricional
05/08/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
09/08/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 61 DAIC) para posterior análise nutricional
11/08/09	Avaliações (aos 85 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, altura e diâmetro da maior brotação em altura

	(dominante) e diâmetro das minicepas
12/08/09	Segunda coleta de brotações (aos 86 DAR) emitidas pelas minicepas do canaletão
12/08/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
15/08/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 67 DAIC) para posterior análise nutricional
19/08/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
25/08/09	Avaliações (aos 99 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
26/08/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
02/09/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 95 DAIC) para posterior análise nutricional
02/09/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
08/09/09	Avaliações (aos 113 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
09/09/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 102 DAIC) para posterior análise nutricional
09/09/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
16/09/09	Primeira e terceira coletas de brotações (aos 109 DAR) emitidas pelas minicepas dos tubetes e canaletão, respectivamente
16/09/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 118 DAIC) para posterior análise nutricional
16/09/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
22/09/09	Avaliações (aos 127 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
23/09/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
25/09/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 118 DAIC) para posterior análise nutricional
30/09/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
02/10/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 125 DAIC) para posterior análise nutricional
06/10/09	Avaliações (aos 141 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura

	(dominante) e diâmetro das minicepas
07/10/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
09/10/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 132 DAIC) para posterior análise nutricional
14/10/09	Segunda e quarta coletas de brotações (aos 149 DAR) emitidas pelas minicepas dos tubetes e canaletão, respectivamente
14/10/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
15/10/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 138 DAIC) para posterior análise nutricional
20/10/09	Avaliações (aos 155 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
21/10/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
22/10/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 145 DAIC) para posterior análise nutricional
28/10/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
29/10/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 152 DAIC) para posterior análise nutricional
04/11/09	Avaliações (aos 170 DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
04/11/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
05/11/09	Quantificação da água lixiviada em L oriunda da irrigação e coleta de uma alíquota de 50 mL de água lixiviada (aos 159 DAIC) para posterior análise nutricional
11/11/09	Terceira e quinta coletas de brotações (aos 177 DAR) emitidas pelas minicepas dos tubetes e canaletão, respectivamente
11/11/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes
17/11/09	Avaliações (aos 183DAR) nas minicepas, quanto ao número de brotações, à altura e diâmetro da maior brotação em altura (dominante) e diâmetro das minicepas
18/11/09	Aplicação de sulfato de amônio nas minicepas manejadas nos tubetes

