

MINIESTAQUIA DE VINHÁTICO (*Plathymenia reticulata* Benth)

SARA EDY GOMES LIMA PESSANHA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE

DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2016

MINIESTAQUIA DE VINHÁTICO (*Plathymenia reticulata* Benth)

SARA EDY GOMES LIMA PESSANHA

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

Orientador: Prof^a. Deborah Guerra Barroso.

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
ABRIL – 2016

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCT / UENF**

110/2016

Pessanha, Sara Edy Gomes Lima

Miniestaquia de vinhático (*Plathymeria reticulata* Benth) / Sara Edy Gomes Lima Pessanha. – Campos dos Goytacazes, 2016.

79 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) -- Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia. Campos dos Goytacazes, 2016.

Orientador: Deborah Guerra Barroso.

Área de concentração: Silvicultura.

Bibliografia: f. 55-64.

1. MINIESTAQUIA 2. ESTIOLAMENTO 3. PROPAGAÇÃO VEGETATIVA I. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Laboratório de Fitotecnia II. Título

CDD 634.9

MINIESTAQUIA DE VINHÁTICO (*Plathymenia reticulata* Benth)

SARA EDY GOMES LIMA PESSANHA

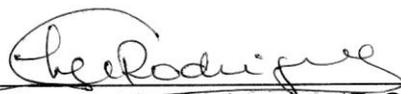
“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal”.

Aprovada em 19 de abril de 2016.

Comissão Examinadora:



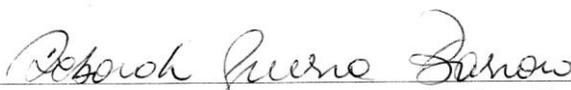
Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc., Fitotecnia) – UENF



Luciana Aparecida Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF



Kelly Ribeiro Lamônica (D.Sc., Produção Vegetal) – IFTO



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

Aos meus pais: Oscar Barreto Pessanha e Amélia Maria Gomes Lima que, com um sim, fizeram com que tudo começasse em minha vida. Chegaram a renunciar seus sonhos em favor dos meus, conduziram-me ao melhor caminho e a viver com dignidade, deixando claros meus limites. A vocês que nunca se cansaram de me ensinar e de me mostrar o verdadeiro sentido da vida, do amor, da humildade. Acima de tudo me ofereceram confiança para decidir sobre minha vida, dedico minha lealdade, pois o agradecimento é muito pouco diante de minha grande conquista.

Aos meus irmãos Simone, Leonardo e Natália.

Às minhas sobrinhas Laura e Nanda,

Dedico.

O importante não é vencer todos os dias, mas lutar sempre.

(Valdemar V. Martins)

AGRADECIMENTO

Primeiramente a Deus, pelas oportunidades de aprendizagem, por ter me permitido completar mais esta etapa da minha vida e enfrentar a caminhada do dia-a-dia com paz e perseverança.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pelo apoio financeiro, por me proporcionar uma estrutura de ensino de primeira e pelo espaço cedido para a realização dos experimentos.

À Professora Dr^a. Deborah Guerra Barroso, pela orientação e pelos ensinamentos fundamentais à execução deste trabalho.

Aos meus pais, pela felicidade de ser sua filha, pelo apoio, carinho, compreensão e muita paciência pelas ausências, em função de minhas atividades e pela busca deste objetivo. Sempre me incentivando e me apoiando em todos os momentos.

Aos meus irmãos, sobrinhas e cunhados, por estarem sempre do meu lado, dando-me carinho, apoio e incentivos para que eu não desistisse. Amo ser a caçula de vocês.

Aos meus colegas de laboratório do Setor de Silvicultura, Taiane, Thaís, David, Giovanna, Rommel, Marcos, Guilherme, pelos ensinamentos passados,

momentos de alegrias e descontração, pelas palavras de incentivo. Sem vocês eu não conseguiria.

Às minhas amigas: Amanda Justino, Francielle Guimarães e Laís Vicente, que sempre estiveram ao meu lado nos melhores e piores momentos do mestrado, mas nunca deixando o desânimo vencer, sempre me fazendo rir, esquecendo os problemas. Sempre serei grata por vocês fazerem parte da minha vida.

Em especial, ao Gabriel de Oliveira B. Leite, pelo amor, confiança e, principalmente, pela paciência, por saber me ouvir nos momentos mais difíceis, mesmo pelo telefone ou Skype.

Para todos aqueles que fizeram parte dessa etapa da minha vida, mesmo sendo de forma direta ou indireta, sem vocês tudo isso não seria possível, obrigada.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1 – INTRODUÇÃO	1
2 – OBJETIVO	4
2.1 – Objetivo geral	4
2.2 – Objetivos específicos	4
3 – REVISÃO DE LITERATURA	5
3.1 – Vinhático (<i>Plathymenia reticulata</i> Benth)	5
3.2 – Propagação vegetativa de espécies florestais.....	7
3.3 – Influência do AIB no enraizamento de miniestacas.....	11
3.4 – Características anatomicas das raízes adventícias.....	13
4 – MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1 – Local do experimento	18
4.2 – Implantação do minijardim multiclonal	20
4.3 – Sobrevivência e produtividade das minicepas.....	22
4.4 – Efeito do AIB na produção de mudas por miniestaquia.....	22
4.5 – Manejo de luz e nitrogênio nas minicepas.....	26
4.6 – Anatomia da base das miniestacas após o manejo de luz e nitrogênio nas minicepas	28
5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
5.1 – Sobrevivência e produtividade das minicepas.....	29

5.2 – Enraizamento e sobrevivência das miniestacas sob doses diferentes de AIB.....	34
5.2.1 – Produção de mudas de vinhático em função de doses de AIB em três coletas de miniestacas.....	34
5.3 – Manejo de luz e de nitrogênio nas minicepas	44
5.4 – Anatômica da base das miniestacas.....	47
6 – RESUMO E CONCLUSÕES	52
7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	55
APÊNDICE	

RESUMO

PESSANHA, Sara Edy Gomes Lima. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Abril, 2016. Miniestaquia de vinhático (*Plathymeria reticulata* Benth). Orientadora: Prof^a. Deborah Guerra Barroso.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de vinhático (*P. reticulata*) utilizando diferentes técnicas de manejo para induzir o enraizamento de miniestacas. Foram realizados dois experimentos, sendo o primeiro a produção de miniestacas a partir de um minijardim clonal implantado com mudas produzidas por sementes, com diferentes doses de ácido indolbutírico (AIB), e o segundo a avaliação de diferentes técnicas para estimular o enraizamento de miniestacas, através de manejo diferenciado de luz e nitrogênio na condução das minicepas. Para o primeiro experimento, as sementes foram obtidas de 11 matrizes no campo. Foram realizadas oito coletas de brotações para análises da produtividade, e foi monitorado o percentual de sobrevivência das minicepas. Miniestacas coletadas em três épocas foram tratadas com doses diferentes de AIB (0, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹). As mudas foram avaliadas quanto à sobrevivência e enraizamento aos 45 dias após o estaqueamento, na saída da câmara de nebulização para a casa de vegetação. Ao final de cinco meses após o estaqueamento as mudas produzidas foram avaliadas quanto à sobrevivência e características biométricas da parte aérea e sistema radicular, sendo determinado o índice de qualidade de Dickson. No

segundo experimento, minicepas foram submetidas aos seguintes tratamentos: T1 - Controle; T2 - Sombreamento localizado; T3 – Aplicação de nitrogênio em mudas mais adensadas; T4 – Sombreamento total. Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, foram extraídas as brotações que deram origem às miniestacas que, 45 dias após o estaqueamento, foram avaliadas quanto à sobrevivência e enraizamento. Pode-se concluir, nas condições experimentais descritas, que houve uma variação de sobrevivência entre as progênies das diferentes matrizes analisadas, com destaque para progênie da matriz DOMINIQUE, que apresentou o maior percentual na primeira coleta (88,2%). Ocorreu uma variação de tolerância à poda apical entre progênies e uma sensibilidade destas progênies aos efeitos do manejo e às condições ambientais no minijardim clonal. O vinhático respondeu de forma positiva à coleta sucessiva de brotações, com maior número de miniestacas produzidas no quarto mês de coleta (210 dias). As miniestacas apresentaram baixas porcentagens de enraizamento (16,67%) e de sobrevivência (28,12%), e conseqüentemente baixa qualidade final das mudas. Não houve efeito significativo no enraizamento de mudas de vinhático quando submetido a doses crescentes de AIB, nem quanto ao tipo de manejo de luz e nitrogênio utilizados para estimular o enraizamento de miniestacas. Não foram observadas barreiras anatômicas no enraizamento dos clones nos diferentes tipos de cultivo avaliados, sendo necessários estudos posteriores que incluam ontogenia e outros testes histoquímicos.

Palavras-chave: Miniestaquia, Estiolamento, Propagação vegetativa.

ABSTRACT

PESSANHA, Sara Edy Gomes Lima. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. April, 2016. Minicutting vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth). Advisor: Prof^a. Deborah Guerra Barroso.

This study aimed to evaluate the production of mahogany seedlings (*P. reticulata*) using different management techniques to induce rooting cuttings. Two experiments were conducted, the first production of cuttings from a clonal mini garden implanted with seedlings produced by seeds, with different doses of indole butyric acid (IBA), and the second evaluating different techniques to stimulate the rooting of cuttings, through differentiated management of light and nitrogen in the conduct of ministumps. For the first experiment, the seeds were obtained from 11 mothers in the field. Eight shoots samples were collected for analysis of productivity, and has monitored the percentage of survival of ministumps. Minicuttings collected in three seasons were treated with different doses of IBA (0, 2,000, 4,000, 6,000 and 8,000 mg L⁻¹). The seedlings were evaluated for survival and rooting at 45 days after striking, off the spray chamber to the greenhouse. After five months after staking the seedlings produced were evaluated for survival and biometric characteristics of shoot and root system, and given the Dickson quality index. In the second experiment, ministumps were subjected to the following treatments: T1 - Control; T2 - Shadowing located; T3 - Application of nitrogen in more dense seedlings; T4 - Total Shading. 90 days after the

treatments, the shoots were taken that led to minicuttings that 45 days after striking, were evaluated for survival and rooting. It can be concluded, in the described experimental conditions, there was a survival variation among the progenies of different matrices analyzed, highlighting progeny array DOMINIQUE, which had the highest percentage in the first collection (88,2%). There was a variation of tolerance to tip pruning between progenies and sensitivity of these progenies to the effects of handling and environmental conditions in the clonal mini garden. The mahogany responded positively to successive collection shoots, with more cuttings produced in the fourth month of collection (210 days). The cuttings showed low rooting percentage (16,7%) and survival (28,12%), and consequently low end quality of seedlings. There was no significant effect on rooting of mahogany seedlings when subjected to increasing doses of AIB, or the type of light management and nitrogen used to stimulate rooting of cuttings. There were no anatomical barriers in the rooting of clones in different types evaluated cultivation, requiring further studies that include ontogeny and other histochemical tests.

Keywords: Minicutting, Etiolation, Vegetative propagation.

1 – INTRODUÇÃO

A crescente demanda por madeira e produtos florestais tem aumentado o interesse, tanto de grandes empresas, quanto de pequenos investidores e produtores rurais, em plantios florestais comerciais. Estima-se que até 2019 a demanda por madeira serrada aumente 87% (Painel Florestal, 2013). Associado a este aumento, é crescente também, a demanda por espécies florestais que apresentem boa qualidade madeireira, alta produtividade, uniformidade nos plantios e alto valor na comercialização. Assim, a diminuição de florestas em todo o mundo tem como principal causa o uso demasiado de espécies florestais nativas para produção de madeira e seus derivados.

Com isso, faz-se necessário o desenvolvimento de pesquisas e técnicas que melhorem e aumentem a produção de mudas de espécies florestais nativas em função da necessidade de atender a demanda diversificada de mercado, possibilitando a produção de madeira de qualidade, com alto valor de comercialização, contribuindo para a diminuição da pressão sobre as florestas nativas.

Entre as espécies nativas de interesse econômico no Brasil encontra-se o vinhático (*Plathymeria reticulata* Benth.), que tem como importância, além do uso na recuperação de áreas degradadas e arborização urbana, o uso econômico no setor madeireiro, por apresentar uma madeira bonita, de cor amarela, durável e fácil de trabalhar (Carvalho, 2009).

A produção de mudas dessa espécie é realizada via seminífera, porém, tem sido observado nos últimos anos um comportamento supra-anual na produção de sementes, principalmente no estado do Rio de Janeiro, embora Pereira et al. (2008) tenha descrito a espécie como de frutificação anual na Reserva Biológica de Poço das Antas - RJ. Logo, a aquisição dessas sementes acaba se tornando limitante para a produção contínua de mudas, quando somado à produção irregular, ao difícil acesso às matrizes e, conseqüentemente, aos altos valores encontrados no mercado para aquisição dessas sementes. Assim, a propagação vegetativa surge como uma alternativa importante para contornar essas dificuldades, porém ainda há poucos trabalhos na literatura referentes a técnicas de propagação vegetativa para o vinhático.

A técnica de miniestaquia é muito utilizada como propagação vegetativa de algumas espécies florestais. Consiste na manutenção de minicepas produzidas a partir de propagação vegetativa ou seminífera, sendo feita a poda apical das mudas, para estimular as brotações que serão utilizadas como miniestacas. Em comparação com jardim clonal em campo, esta técnica permite redução da área necessária para a produção de propágulos, redução dos custos com transporte e coleta das brotações, maior eficiência das atividades de manejo, maior eficiência na propagação de clones recalcitrantes ao enraizamento, com maior percentual de enraizamento, qualidade do sistema radicular e velocidade de emissão das raízes (Xavier et al., 2013).

Estudos conduzidos com minicepas de vinhático (*P. reticulata*) advindas de mudas produzidas por sementes têm demonstrado que, embora as minicepas apresentem boa brotação, o enraizamento das miniestacas produzidas é muito baixo (Neubert, 2014).

Vários são os fatores internos que dificultam o enraizamento de propágulos de espécies arbóreas. Entre eles, pode-se destacar: presença de inibidores; idade da planta matriz; posição do propágulo; características fisiológicas e nutricionais da planta matriz; características anatômicas do propágulo, entre outros (Higashi et al., 2000).

Algumas técnicas como o uso de reguladores de crescimento, a miniestaquia seriada (Titon et al., 2003; Wendling e Xavier, 2003) estiolamento total ou localizado e estrangulamento (Medrado et al., 1995; BIASI, 1996), têm

ajudado no enraizamento de algumas espécies que apresentam dificuldade de enraizamento.

O uso de auxinas, entre os reguladores de crescimento, tem um importante papel na formação de raízes adventícias. O ácido indolbutírico (AIB) é a auxina mais utilizada, principalmente em estacas de espécies florestais, por apresentar uma maior estabilidade química no interior da estaca e menor mobilidade (Xavier et al., 2013).

Há poucos trabalhos na literatura referentes a técnicas de propagação vegetativa para o vinhático, sendo necessário o estudo de técnicas de manejo que permitam aumentar o percentual de enraizamento da espécie, viabilizando a produção comercial de mudas. Espera-se que a associação de técnicas de manejo na miniestaquia resulte em minicepas mais produtivas, com características morfológicas mais juvenis, aumentando o enraizamento e a sobrevivência das miniestacas em casa de vegetação.

2 – OBJETIVOS

2.1 – Objetivo geral

Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de mudas de vinhático (*Plathymentia reticulata*) por miniestaquia, utilizando diferentes técnicas de manejo para induzir o enraizamento de miniestacas.

2.2 – Objetivos específicos

- Avaliar a sobrevivência e a produtividade de minicepas em jardim multiclonal advindas de 11 matrizes de vinhático;
- Avaliar a sobrevivência, enraizamento e qualidade das mudas de vinhático produzidas, sob doses crescentes de AIB;
- Avaliar o enraizamento de miniestacas de vinhático submetidas ao manejo de luz e de nitrogênio;
- Verificar a existência de barreiras anatômicas ao desenvolvimento de raízes adventícias em miniestacas de vinhático.

3 – REVISÃO DE LITERATURA

3.1 – Vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth)

Entre as espécies nativas importantes do Brasil, que apresentam potencial para produção florestal e recuperação de áreas degradadas, encontra-se o vinhático (*Plathymenia reticulata* Benth). Pertence à família Fabaceae, de porte arbóreo, com estatura média à grande, de comportamento decíduo e que pode atingir até 30 m de altura e 70 cm de diâmetro na idade adulta (Carvalho, 2009).

É caracterizada como pioneira, adaptada a terrenos pobres, possui copa aberta e irregular, um pouco arredondada e densa, com ramos terminais avermelhados. Sua floração ocorre nos meses de novembro e dezembro, junto com o aparecimento de novas folhas, seus frutos iniciam a maturação no final de julho estendendo-se até o final de agosto, porém pode variar com a região e o clima (Carvalho, 2009).

Em 1842, George Bentham foi o primeiro a descrever o gênero *Plathymenia*, e nele incluiu duas únicas espécies, *P. reticulata* e *P. foliolosa*. Warming, em 1908, observou o caráter vicariante das mesmas, afirmando ser *P. reticulata* árvore campestre, dos cerradões e cerrados e *P. foliolosa* árvore de ambientes florestais (Marinis, 1966). As espécies vicariantes são muito próximas taxonomicamente, apresentam estreito grau de parentesco e os aspectos

morfológicos que as distinguem podem ser resultantes da diversidade do ambiente.

Ainda que alguns autores tenham considerado o gênero com mais de uma espécie, mostrando algumas diferenças morfológicas, como por exemplo, tamanho, habitat, inflorescência e os números de pinas por folhas e folíolos (Bentham, 1842, 1876; Heringer, 1956) ou na biometria dos frutos (Lopes et al., 2010), não houve correlação entre a morfologia e geografia, e não há ecótipos reconhecíveis, sendo o gênero *Plathymenia* considerado monoespecífico, segundo Morim (2015), corroborando o trabalho de Warwick e Lewis (2003), que admite somente a espécie *P. reticulata*.

Sua madeira apresenta uma coloração amarela com alguns reflexos dourados, de densidade leve ($0,55 \text{ g cm}^{-3}$), de fácil trabalhabilidade, apresentando em alguns casos manchas escuras. Pode ser empregada em construções civis, navais e em mobiliários de luxo, usada também em forros, tacos, portas, na obtenção de folhas faqueadas, para revestimentos decorativos de móveis, painéis, tripés, persianas, além de ser empregada na construção civil e naval, dentre outras utilidades (Rizzini, 1978). Também pode ser utilizada para a produção de celulose, em função da densidade e de suas fibras pequenas e finas. No entanto, o alto teor de extrativos colabora com a perda do rendimento, além de dificultar o branqueamento das fibras (Foelkel et al., 1978).

Segundo estudos realizados por Aquino et al. (2007), o vinhático apresenta potencial para sete categorias: medicinal, madeireira, tintorial, ornamental, artesanal, tanífera e apícola. Caramoni et al. (2004) encontraram em sementes de vinhático uma alta concentração de proteína solúvel, além do alto nível de atividade enzimática. Neto (2006) menciona a utilização da casca do caule e ramos da *P. reticulata*, em banhos para o tratamento de varizes. Fernandes et al. (2005) fornecem os primeiros relatos de atividade antimicrobiana da *P. reticulata* sobre bactérias Gram-positivas. Entretanto, Della Torre et al. (2011), concluíram que o extrato da casca de vinhático apresenta propriedades mutagênicas.

A principal forma de propagação do vinhático é por sementes. O poder germinativo dessa espécie varia entre 40% a 70% (Carvalho, 2009). Segundo Fonseca et al. (2013), as sementes de *P. reticulata* não apresentam dormência, entretanto, Lopes et al. (2010), avaliando a quebra de dormência em sementes de

vinhático por meio de escarificação com lixa e escarificação com ácido clorídrico, observaram que as sementes do tratamento controle apresentaram 48% de germinação, aquelas escarificadas com ácido, 37,5% de germinação e aquelas escarificadas com lixa, 83% de germinação. Apesar de não ser obrigatória a quebra de dormência, os métodos mostram que o tratamento pode ajudar a obter maior taxa de germinação, e que as sementes dessa espécie apresentam limitações na germinação imposta pelo tegumento.

Embora de fácil germinação e descrita por Pereira et al. (2008) como de frutificação anual na Reserva Biológica de Poço das Antas – RJ, tem sido observada nos últimos anos um comportamento supra-anual na produção de sementes da espécie no estado do Rio de Janeiro. Somado à produção irregular, o difícil acesso às matrizes, limita a disponibilidade de sementes no mercado, o que justifica os altos preços para adquirir as sementes em viveiros comerciais, chegando a custar aproximadamente R\$420,00/Kg (Empresa Caiçara Comércio de Sementes, 2016). Com isso, a propagação vegetativa surge como uma alternativa importante para contornar essas dificuldades, porém ainda há poucos trabalhos na literatura referentes a técnicas de propagação vegetativa para o vinhático.

Estudos têm sido conduzidos com minicepas de vinhático advindas de mudas produzidas por sementes. Entretanto, Neubert (2014), avaliando o efeito da redução foliar das miniestacas no enraizamento e crescimento das mudas de progênes de vinhático, verificou baixo percentual de enraizamento das miniestacas, variando entre 30,1 a 31,4%, mesmo nos tratamentos com redução de 75% e folha inteira, não havendo diferença significativa entre eles.

3.2 – Propagação vegetativa de espécies florestais

A técnica de propagação vegetativa mais frequentemente utilizada para a clonagem de plantas lenhosas tem sido o enraizamento de estacas, representando um dos maiores avanços tecnológicos na área florestal (Xavier et al., 2013). Fatores como a capacidade de enraizamento de cada espécie, a qualidade do sistema radicular que será formado, e o desenvolvimento futuro da planta, são cruciais para que a propagação comercial seja viável (Neves et al., 2006).

Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos visando o desenvolvimento da estaquia para várias espécies florestais nativas do Brasil, onde se observam grandes variações nos valores de enraizamento. Alguns obtiveram resultados satisfatórios mostrando que essa técnica é viável para essas espécies, como é o caso do estudo realizado com o jacarandá-da-baía (*Dalbergia nigra* (Vell.) por Fonseca et al. (1991), onde utilizaram estacas de tecidos adultos e juvenil sob diferentes concentrações de AIB. Constataram que essa técnica só foi viável com as estacas de tecido juvenil e as diferentes concentrações de AIB não afetaram o enraizamento de estacas provenientes de mudas.

Para erva-mate (*Ilex paraguariensis*), a estaquia foi viável quando utilizado material rejuvenescido e sem a necessidade de aplicação de auxina sintética AIB (Bitencourt et al., 2009). Hernandez et al. (2013), trabalhando com o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), mostrou que é tecnicamente viável a propagação vegetativa dessa espécie por enraizamento de estacas provenientes de cepas de material de origem seminal, e a aplicação do ácido indolbutírico (AIB) teve pouca influência na propagação. Já estudos utilizando estacas de aroeira (*Schinus terebinthifolius*) retiradas de plantas matrizes adultas e sadias, tratadas com doses crescentes de AIB, mostraram que só foi viável a propagação dessa espécie quando foi utilizado o regulador de crescimento (AIB) nas concentrações de 500 e 1.000 mg L⁻¹, enquanto que na concentração 0 mg. L⁻¹ não houve enraizamento (Reis e Santos, 2005).

Porém, algumas espécies nativas apresentaram limitações quanto ao uso da técnica da estaquia, como é o caso do pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*), onde, algumas tentativas de estabelecimento de protocolos de estaquia, para sua propagação, têm apresentado uma série de limitações para sua adoção em escala comercial (Wendling et al., 2009), contudo, Iritani (1981) concluiu que a técnica de indução de brotações, através da poda de ramos, é eficiente para a produção de brotações de araucária passíveis de serem usadas para a confecção de estacas.

Para pau-de-leite (*Sapium glandulatum*), Ferreira et al. (2001) obtiveram como melhores índices gerais de enraizamento de estacas no verão (28%), com o uso de 4.000 mg L⁻¹ de AIB. Para a mesma espécie, Pimenta (2003) obteve a maior porcentagem de enraizamento (11,3%) na primavera, com 6.000 mg L⁻¹ de AIB + 100 mg L⁻¹ de uniconazol. Para pau-de-sangue (*Croton celtidifolius*), Knapik

et al. (2002) testaram diferentes concentrações de AIB via solução e pó, em dois distintos substratos, nas quatro estações do ano. Após 70 dias em casa de vegetação, concluíram que o verão foi a melhor estação de coleta de estacas. Quando utilizado o substrato casca de arroz carbonizada, sem aplicação de AIB, ou substrato vermiculita e 3.000 mg L⁻¹ de AIB, observou-se maior percentual de enraizamento (30 %).

Para corticeira-do-banhado (*Erythrina crista-galli*), Gratieri-Sossella et al. (2008), avaliando diferentes doses de AIB, em dois tipos de estacas (lenhosas e semilenhosas), obtiveram baixa capacidade de enraizamento (1,5% a 5%) para estacas lenhosas e semilenhosas, independente da aplicação de AIB. Em estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.), Endres et al. (2007) obtiveram enraizamento de 15% utilizando AIB e 16% utilizando o ácido naftaleno-acético (ANA), na concentração de 5.000 mg L⁻¹ via líquida, aos 120 dias após a estaquia.

Santos et al. (2011) observaram que as espécies *Sebastiania commersoniana*, *Tapirira guianensis*, *Guazuma ulmifolia*, *Dedropanax cuneatus*, *Erythrina falcata*, *Inga marginata*, *Myrsine umbellata*, *Inga vera*, *Maclura tinctoria*, *Magnolia ovata* e *Casearia sylvestris* não apresentam potencial de enraizamento de estacas lenhosas com 20 cm de comprimento, provenientes de árvores adultas em campo com ramos do último ciclo vegetativo, mesmo com a utilização de AIB. Também são encontradas limitações técnicas da estaquia no gênero *Eucalyptus* (Wendling et al., 1999).

Devido às dificuldades do enraizamento adventício por algumas espécies pela estaquia, principalmente no que envolve diferenças entre genótipos e material adulto (Assis, 1997), a miniestaquia tem sido empregada na propagação da maioria das espécies florestais produzidas em escala comercial, como por exemplo, as do gênero *Eucalyptus*, para as quais esta técnica é muito utilizada para produção comercial, já para as espécies nativas, esse método de propagação ainda restringe-se muito em nível de pesquisa.

A produção de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) via miniestaquia, a partir de material de origem seminal, é uma técnica viável, não sendo necessária a aplicação de reguladores de crescimento para enraizamento. Wendling e Souza Junior, (2003) obtiveram em média 75% de sobrevivência das mudas após 120 dias, não havendo influência significativa das diferentes dosagens do regulador de crescimento AIB (0, 1.500, 3.000 e 6.000 mg L⁻¹)

aplicadas para enraizamento. As mesmas apresentaram sistema radicular vigoroso e ramificado quando comparadas à produção de mudas por estaquia a partir de material adulto, que apresentaram sistema radicular bem menos desenvolvido e pouco ramificado, expostas às mesmas condições ambientais e de manejo.

Trabalhos com cedro australiano (*Toona ciliata*) mostram que a propagação por miniestaquia é viável, quando proveniente de minicepas de origem seminífera (Souza et al., 2009; Silva et al., 2012), como também provenientes de brotações de cepas adultas, apresentando enraizamento e produtividade satisfatórios para a produção de mudas (Lamônica, 2013; Barros, 2015).

Brondani et al. (2010) confirmaram também que a técnica da miniestaquia, a partir de matrizes selecionadas com 12 anos de idade, é viável para a produção de mudas de erva-mate, quando testaram a sobrevivência e o enraizamento de três clones de erva-mate (A7, A21 e A35) em dois ambientes: casa de vegetação simples sem controle de temperatura e umidade e casa de vegetação automatizada. Dos três clones testados, dois foram semelhantes no enraizamento nos dois ambientes (A7 e A21), com percentuais de 44,6% e 50,0%, respectivamente, enquanto o clone A35 se mostrou superior, com 62,5% de enraizamento na casa de vegetação automatizada. Porém, esses resultados são baixos quando se deseja produzir, de forma lucrativa, mudas em larga escala para o mercado.

Estudos têm demonstrado bons resultados da técnica da miniestaquia na propagação de espécies nativas provenientes de sementes, como o jequitibá-rosa (*Cariniana legalis*), sete cascas (*Samanea inopinata*) e mogno (*Swietenia macrophylla*), por Santos et al. (2000), jequitibá (*Cariniana estrellensis*), por Santos et al. (2001) e Gatti et al. (2011), e cedro-rosa (*Cedrela fissilis*), por Santos (2002) e Xavier et al. (2003). Os estudos citados comprovam que esta técnica é viável para produção de mudas, a partir de sementes, em escala comercial, tornando-se uma alternativa bastante promissora.

3.3 – Influência do AIB no enraizamento de miniestacas

As auxinas estão entre as substâncias de natureza hormonal que mais influenciam no processo de enraizamento adventício, porém, sua aplicação pode inibir ou promover a rizogênese (Xavier et al., 2013). Por isso, se faz necessário conhecer melhor esse fator que interfere na formação de raízes para obtenção de sucesso na produção de mudas pela técnica da miniestaquia.

O ácido indolbutírico (AIB) é uma das auxinas sintéticas mais utilizadas para formação de raízes via propagação vegetativa. Sua aplicação varia com a espécie, concentração, épocas do ano e condições ambientais (Fachinello, 1995). Quando aplicado em concentrações adequadas, o AIB pode promover o enraizamento adventício, no entanto, em concentrações acima da adequada, pode inibi-lo. Por isso, é importante que se façam testes com diversas concentrações para identificar o tratamento ideal para cada espécie.

Algumas espécies de *Eucalyptus*, como *E. grandis* (Tlton et al., 2003), *E. cloeziana* (Almeida et al., 2007) se mostraram dependentes da aplicação de auxinas para promover maior porcentagem de enraizamento, através de estudos com a aplicação do ácido indolbutírico (AIB), em diferentes doses, no enraizamento de miniestacas. Brondani et al. (2008) avaliaram diferentes concentrações de AIB (0, 1.000, 3.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹) em miniestacas de clones de *Eucalyptus benthamii* x *Eucalyptus dunnii*, veiculado em gel, onde verificaram que a dose de máxima eficiência técnica ocorreu na concentração de 4421,9 mg L⁻¹, correspondendo a um enraizamento de 43,2%, independente do clone. Contudo, mesmo com um aumento na eficiência da técnica após a aplicação de AIB, esse resultado não é satisfatório para produção comercial de mudas.

Trabalhando com ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*), Oliveira et al., (2015) avaliaram a viabilidade da técnica da propagação vegetativa via miniestaquia testando o AIB nas dosagens 0, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg L⁻¹, em propágulos obtidos em diferentes posições na brotação, concluindo que a dosagem de 8.000 mg L⁻¹ teve melhor resultado referente ao número e ao comprimento das raízes e que a miniestaca intermediária produziu maior massa seca de raiz.

A miniestaquia é viável para a produção de jequitibá rosa (*Cariniana estrellensis*) com aplicação de AIB na dose 2.000 mg L⁻¹ (Santos, 2001). Outra espécie que se mostra eficiente na formação do sistema radicular com aplicação de AIB é o mogno (*Swietenia Macrophylla*), para o qual miniestacas basais e medianas, imersas por 5 minutos em solução AIB, na concentração de 1.000 ppm, apresentaram os melhores resultados (Cordeiro e Lameira, 2012).

Porém, outros trabalhos evidenciam que a utilização de AIB no enraizamento de miniestacas não têm efeitos significativos para o enraizamento de miniestacas em algumas espécies como *Cedrela fissilis* (Xavier et al., 2003) *Toona ciliata* (Souza et al., 2009) e *Sapium glandulatum* (Ferreira et al., 2010).

Gatti (2002), utilizando a técnica de miniestaquia em pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum), teve como objetivo avaliar a produção, sobrevivência e enraizamento de miniestacas nas sucessivas coletas, e a qualidade das mudas sob diferentes doses de AIB e ANA (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg L⁻¹). A autora observou 100% de sobrevivência das miniestacas na saída da casa de vegetação e que as dosagens dos reguladores de crescimento não afetaram a percentagem de enraizamento, porém beneficiaram o crescimento das raízes. As miniestacas mostraram os maiores comprimentos de raízes nas dosagens de 1.000 e 2.000 mg L⁻¹ para ambos os reguladores usados.

Silva et al. (2010), trabalhando com guanandi (*Calophyllum brasiliensis*), avaliaram, dentre outros fatores, diferentes doses de AIB (0, 2.000, 4.000 e 8.000 mg L⁻¹) utilizando miniestaquia apicais e intermediárias, e verificaram que não houve diferença entre os tratamentos, indicando que a aplicação de AIB é desnecessária para *C. brasiliensis*.

Kleber et al. (2010) avaliaram o enraizamento de miniestacas de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) com diferentes dosagens do AIB (0, 500, 1.000 e 1.500 mg L⁻¹), e verificaram que não houve diferença significativa entre os tratamentos e a frequência média de miniestacas enraizadas foi de 35,2%, mostrando assim que a utilização do AIB é dispensável para o enraizamento e produção de brotos nas miniestacas de angico-vermelho. Dias et al. (2012), trabalhando também com angico-vermelho, utilizando progênies de meios-irmãos, avaliaram a eficiência da técnica de miniestaquia, quanto ao enraizamento das miniestacas apicais e intermediárias, tratadas com diferentes doses do AIB (0,

2.000, 4.000 e 6.000 mg L⁻¹), observaram que o AIB, não teve efeito sobre o enraizamento das progênies estudadas.

Concentrações excessivas de auxina podem inibir o desenvolvimento radicular, causando o amarelecimento e queda das folhas, além de necrose na base da estaca, ocasionando sua morte (Hartmann et al., 2011). Foi o caso encontrado no trabalho de Alcântara et al. (2008), que avaliaram o efeito da aplicação de quatro concentrações de AIB (0, 250, 500 e 1.000 mg L⁻¹) em miniestacas de *Pinus taeda*. A testemunha apresentou maior porcentagem de sobrevivência das miniestacas, entre 50 a 60%, e com a concentração de 1.000 mg L⁻¹ foram observadas as menores taxas de sobrevivência, entre 20 a 10%, com redução na porcentagem de enraizamento de miniestacas de *P. taeda*. O AIB apresentou-se tóxico para as miniestacas desta espécie nas doses testadas.

De modo geral, o efeito do regulador de crescimento AIB, no estímulo de enraizamento de espécies florestais nativas, varia entre as mesmas, com a dosagem aplicada, o tipo de estaca e a técnica de propagação utilizada. É recomendável a aplicação de testes prévios, determinando a necessidade de uso e a dose mais adequada.

3.4 – Características anatômicas das raízes adventícias

Quando se utilizam as técnicas de propagação vegetativa para produção de mudas, como a estaquia, a miniestaquia ou a microestaquia, o sistema radicular formado é composto por raízes adventícias, que são raízes que se originam de partes aéreas das plantas. O processo de formação e posteriormente o desenvolvimento dessas raízes são endógenos na maioria das vezes, formando-se próximas aos tecidos vasculares, e crescendo entre os tecidos localizados ao redor do seu ponto de origem (Apezzato-da-Glória e Carmello-Guerreiro, 2006).

Particularidades das células vegetais, como os fenômenos da diferenciação e da totipotência, são os responsáveis pela formação dessas raízes, pois esses fenômenos são capazes de tornar possível a regeneração de uma nova planta a partir de um fragmento de uma planta matriz (Hartmann et al., 2011). A desdiferenciação é a capacidade das células diferenciadas de voltar a uma condição meristemática e desenvolver um novo ponto de crescimento. Esta

capacidade de desdiferenciar-se demonstra que as células diferenciadas retêm em seu núcleo toda a informação necessária à regeneração de uma planta, fenômeno esse conhecido como totipotência (Hartmann et al., 2011). Para Husen e Pal (2006), esses fenômenos são normais para crescimento vegetativo, contudo, algumas espécies podem apresentar facilidade e outras, dificuldade na emissão de raízes adventícias, não sendo homogêneos os processos de formação dessas raízes entre as espécies.

Conhecer a estrutura interna que constitui o caule permite entender a formação das raízes adventícias e detectar dificuldades de enraizamento, pois podem existir tecidos mecânicos que, dependendo da espécie, atuam como uma barreira para a emissão dos primórdios radiculares, bloqueando sua formação (Write e Lovell, 1984).

Assim, com o objetivo de identificar barreiras ou bases anatômicas que possam dificultar ou facilitar o enraizamento de estacas, estudos sobre a anatomia vêm sendo feitos com algumas espécies florestais. É o caso de *Acacia baileyana*, cujos calos observados juntos ao parênquima do floema, formados nas estacas, parecem ser os responsáveis pelo enraizamento adventício (Schwarz et al., 1999). Segundo esses autores, a constituição do primórdio radicular parece estar associada à proliferação dos raios vasculares.

Também através de análises anatômicas, a seringueira (*Hevea brasiliensis*) é considerada como uma espécie de difícil enraizamento, por apresentar um cilindro quase contínuo de tecidos lignificados, que, juntamente com as barreiras químicas, dificulta a passagem de primórdios radiculares e, conseqüentemente, a emissão de raízes adventícias (Medrado et al., 1995).

Espécies como *Eucalyptus Microtheca*, *Grewia tenax*, árvores jovens de *Sterculia setigera*, e árvores adultas rejuvenescidas de *Acacia Senegal*, passaram por análises quanto ao papel da anatomia no processo de formação de raízes adventícias na propagação vegetativa (Elbasheer e Elkalifa, 2007). Esses autores mostraram que o grau de lignificação do floema primário está relacionado com o tipo de estaca utilizada e pode variar entre estacas obtidas de partes juvenis ou adultas em uma mesma planta e assim aumentar ou diminuir a capacidade de enraizamento. Essa lignificação pode se formar como uma malha tubular contínua ou não em torno do feixe vascular, o que pode explicar o efeito da lignificação do tecido ser físico, porém não seria a principal causa de incapacidade de

enraizamento de estacas, pois as raízes iniciais em plantas não se formariam apenas dentro dessa bainha de esclerênquima. Contudo, o uso de brotações juvenis ou de técnicas para reverter a juvenilidade de tecidos adultos pode facilitar o enraizamento desse material vegetal.

Amissah et al. (2008), trabalhando com espécies de importante interesse madeireiro na América do Norte, pesquisaram a relação da anatomia do caule e diferenças na capacidade de enraizamento entre estacas *Quercus bicolor* Wild. e *Quercus macrocarpa* Michx. Observaram que a porcentagem de enraizamento em *Q. macrocarpa* foi significativamente menor e teve o maior desenvolvimento de esclerênquima, quando comparada a *Q. bicolor*. Todavia, os autores concluíram que o baixo enraizamento em *Q. macrocarpa* pode ser devido à incapacidade das estacas em formar primórdio ou a outros fatores que afetam o enraizamento, mais especificamente, às condições fisiológicas que promovem enraizamento ao invés de um resultado de restrições mecânicas ao crescimento dos primórdios radiculares pelo anel de esclerênquima.

Com o intuito de observar e caracterizar a rizogênese adventícia em miniestacas de quatro clones de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* em sistema semi-hidropônico, Goulart et al. (2014) observaram que entre 8 e 12 dias de idade ocorreu a formação endógena de primórdios radiculares e a proliferação e formação de uma massa de células desorganizadas (calos), a partir de células presentes na região do câmbio vascular nas miniestacas dos clones avaliados.

Barros (2015), trabalhando com dois clones de cedro australiano (*Toona ciliata* var. *australis*) em diferentes subcultivos, caracterizaram a anatomia da base das miniestacas enraizadas, e não foi confirmada a presença de barreiras anatômicas ao enraizamento dos clones. No cilindro vascular foi observado o floema organizado em feixes e uma periderme não contínua.

Mayer et al. (2006) avaliaram a capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L., em relação aos aspectos anatômicos. As estacas foram postas para enraizar em casa de vegetação e com 77 dias de idade foram feitas análises do percentual de enraizamento e coletas de amostras na base das estacas para caracterização anatômica. A cultivar Topsail foi a que apresentou menor enraizamento (1,7%), comparada às demais: Kobber 5BB (95%), SO4 (95%) e Bordô (81,6%). Essa menor taxa de enraizamento na cultivar Topsail pode ser explicada pela presença de calotas de fibras do floema primário e de

fibras espessas no floema secundário, que, provavelmente, conferiram uma barreira anatômica no enraizamento. Também foi observada maior concentração de compostos fenólicos nessa cultivar, principalmente no raio, um possível sítio de origem das raízes adventícias. Estudos bioquímicos foram sugeridos, além da ontogênese das raízes adventícias, a fim de definir quais são os fatores que realmente interferiram no enraizamento das estacas da cultivar Topsail.

Peixe et al. (2007), trabalhando com a propagação vegetativa pela estaquia das cultivares de oliveira 'Cobrançosa' e 'Galega vulgar', tiveram como objetivo observar as características na anatomia do caule das estacas semilenhosas. Na cultivar "Cobrançosa" as raízes adventícias têm a sua origem no câmbio vascular ou nos tecidos adjacentes, característica que é comum às espécies de fácil enraizamento. Já na cultivar 'Galega vulgar', os campos morfogênicos radicais surgem no tecido parenquimatoso do *callus* de cicatrização. E em ambas as cultivares foi evidenciado a presença de um anel de esclerênquima. Porém, concluíram que a presença de um anel de esclerênquima, nas duas cultivares, não justificou a dificuldade de enraizamento da 'Galega vulgar' (10%) comparada com a cultivar 'Cobrançosa' (70%).

Com o objetivo de caracterizar anatomicamente estacas caulinares (semilenhosas) de *Tibouchina sellowiana*, Bortolini et al. (2008) concluíram que não existem barreiras anatômicas, após as secções feitas na base das estacas, no momento da estaquia, que pudessem prejudicar o enraizamento da espécie, e que a variação das taxas de enraizamento estariam ligadas a outros fatores, como a época de coleta das estacas.

Lima et al. (2011) verificaram que estacas coletadas no verão de espinheira santa (*Maytenus muelleri*) agruparam características mais favoráveis ao enraizamento, por possuírem menor grau de lignificação e, conseqüentemente, verificou-se 58,34% de enraizamento, enquanto nas outras estações do ano: outono, inverno e primavera, verificou-se 32,03%, 18,75% e 7,64% de enraizamento, respectivamente. No verão, as fibras ocorreram na região pericíclica (periferia do floema primário) em pequenos grupos ou isoladas, e os braquiesclereides estavam ausentes, sendo a faixa cambial mais larga nessa estação, com presença de maior quantidade de células em diferenciação, caracterizando o crescimento ativo.

Não foi observada a formação de anel contínuo de esclerênquima entre o floema e o córtex em estacas de *Euplassa inaequalis* coletadas em três épocas (Oliveira e Ribeiro, 2013). Os autores observaram a presença apenas de esclereides isolados, sendo notada uma diferença de percentual de enraizamento somente em relação à época de coleta, sendo maior o enraizamento e a sobrevivência, das estacas coletadas, no final da época seca.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

4.1 – Local do experimento

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (latitude sul 21°19'23" e longitude oeste 41°19'41"), no município de Campos dos Goytacazes - RJ. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, tropical quente e úmido, com período de estiagem no inverno e chuvoso no verão.

Esse trabalho foi composto por dois experimentos, sendo o primeiro implantado em fevereiro de 2011, com a produção de miniestacas a partir de um minijardim multiclonal constituído de progênies de 11 matrizes de *Plathymenia reticulata*, com aplicação de AIB para estímulo do enraizamento. O segundo foi implantado em maio de 2014, para avaliar diferentes técnicas para estimular o enraizamento das miniestacas, através de manejo diferenciado de luz e de nitrogênio na condução das minicepas de *P. reticulata*.

Durante o período dos experimentos foram monitoradas a temperatura e a umidade relativa do ar na casa de vegetação e na câmara de nebulização (Figuras 1 e 2), utilizando-se data logger modelo RHT10 (Extech Instruments), com programação de leitura a cada hora.

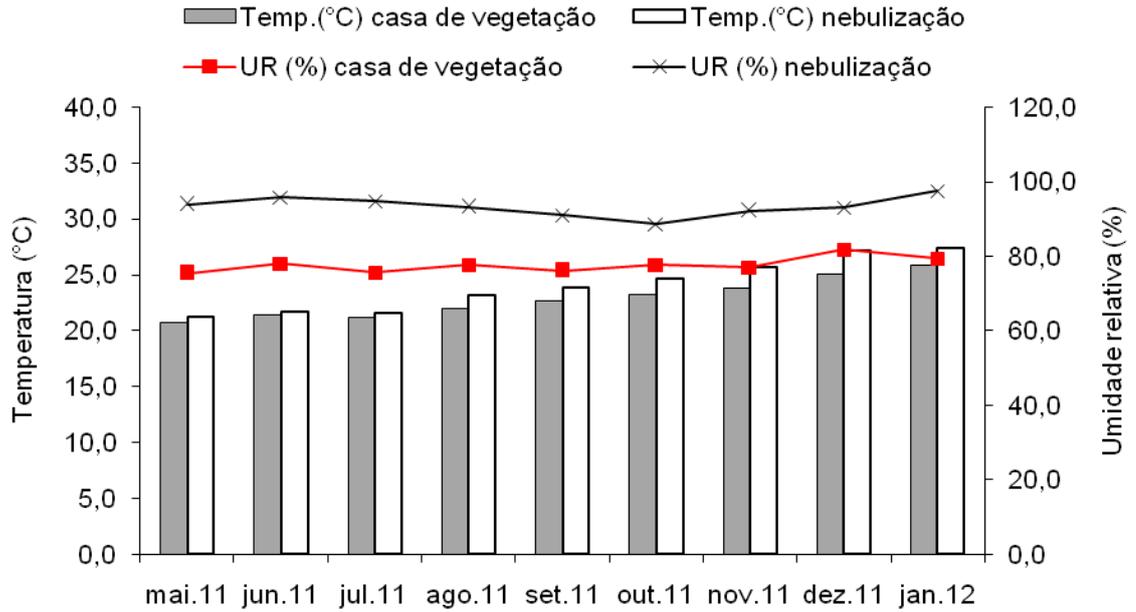


Figura 1. Dados de Temperatura (°C) e Umidade Relativa do ar (%), na casa de vegetação e câmara de nebulização, durante o período do primeiro experimento.

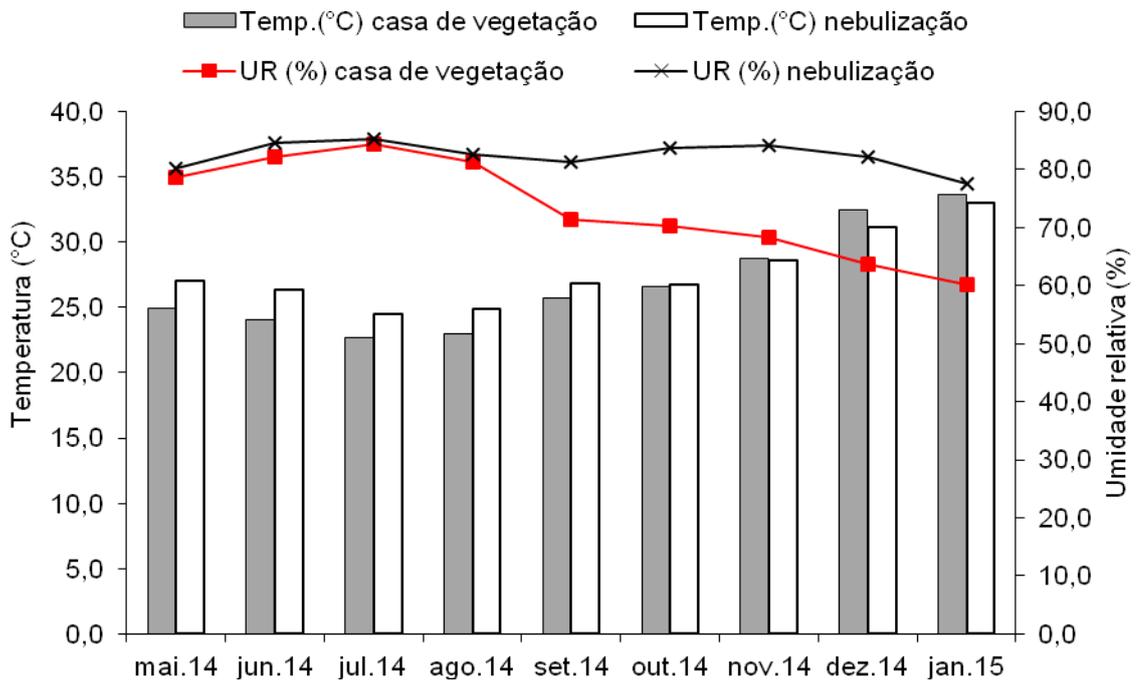


Figura 2. Dados de Temperatura (°C) e Umidade Relativa do ar (%), na casa de vegetação e câmara de nebulização, durante o período do segundo experimento.

A obtenção das sementes foi realizada segundo o trabalho feito por Ferreira (2012), a partir de coletas feitas em matrizes da espécie *Plathymania reticulata* (vinhático), selecionadas em ambientes naturais, no município de Cantagalo, no estado do Rio de Janeiro, sendo cada uma delas georreferenciada (Tabela 1).

Tabela 1. Lista de matrizes de Vinhático (*Plathymania reticulata*), georreferenciadas, onde foram realizadas as coletas de sementes.

Matriz	Coord X	Coord Y	Altitude
NELI	22° 01' 80"	42° 21' 76"	474
ZE 1	21° 59' 25"	42° 21' 94"	320
GAMELA 1	21° 55' 23"	42° 22' 90"	510
DOMINIQUE	21° 56' 93"	42° 20' 36"	380
ZE 2	21° 55' 85"	42° 51' 03"	515
ZE 3	21° 54' 12"	42° 23' 67"	560
GAMELA 2	21° 55' 88"	42° 22' 23"	520
ZE 4	21° 59' 73"	42° 21' 52"	320
RANCHO 1	21° 54' 53"	42° 23' 32"	540
MATINHA	22° 02' 61"	42° 20' 67"	480
RANCHO 2	21° 55' 90"	42° 22' 33"	560

4.2 – Implantação do minijardim multiclonal

Em setembro de 2010 a semeadura foi realizada em tubetes (280 cm³) colocados em bandejas de plástico vazadas com dimensões de 0,60 x 0,40 m, com capacidade para 54 recipientes, utilizando substrato comercial florestal (Basaplant[®]) e adubo de liberação lenta (Osmocote[®] 14-14-14), na concentração de 8 g Kg⁻¹ de substrato. As bandejas foram mantidas suspensas a um metro da superfície do solo, em casa de vegetação, com cobertura plástica de polipropileno de 150µm e sombrite 30%, localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) da UENF, para posterior formação das minicepas. Em cada tubete foram colocadas duas sementes. Aos 30 dias, quando as plântulas se apresentaram com dois pares de folhas, realizou-se o desbaste, sendo mantida a plântula mais vigorosa e mais centralizada por tubete. A partir da progênie de cada uma das 11 matrizes acessadas foram produzidas 20 mudas, com exceção das matrizes Gamela 1 (17 mudas) e Gamela 2 (28 mudas).

Em fevereiro de 2011, aos cinco meses após a semeadura, estas mudas de vinhático tiveram a parte aérea podada a 8 cm da base, com auxílio de uma tesoura de poda, com a finalidade de formar as minicepas, fornecedoras de miniestacas (Figura 3).



Figura 3. Produção das minicepas e formação do minijardim clonal de vinhático (*P. reticulata*), em casa de vegetação na UAP-UENF, Campos dos Goytacazes-RJ.

No sexto mês de coleta das brotações (180 dias) foi observado que as minicepas estavam apresentando sintomas de deficiência de nitrogênio, prejudicando assim a produção das brotações, sendo necessário fazer uma adubação semanal com sulfato de amônio ($(\text{NH}_4)_2 \text{SO}_4$) na concentração de 8 g L^{-1} , sendo aplicados 10 mL da solução por minicepa. O monitoramento de pragas e doenças nas minicepas foi realizado durante todo o experimento.

4.3 – Sobrevivência e produtividade das minicepas

Aos 90, 150 e 210 dias, após a poda apical, as minicepas produzidas tiveram sua sobrevivência avaliada pela contagem do número de plantas vivas a partir do total de plantas por matriz no início da implantação do experimento.

A avaliação de produtividade foi feita em oito coletas, sendo o intervalo entre a primeira coleta e a segunda de dois meses, e a partir da segunda coleta em diante foram feitas avaliações mensais. Nessa avaliação foi quantificado o número de miniestacas produzidas. Aos 90 dias foi realizada a primeira coleta de brotações das minicepas, com posterior produção de mudas. A segunda foi

realizada aos 150 dias após a formação das minicepas. Os dados de produtividade das minicepas foram submetidos à análise descritiva.

4.4 – Efeito do AIB na produção de mudas por miniestaquia.

Para a avaliação de enraizamento, foram utilizadas as miniestacas apicais produzidas a partir das brotações do primeiro ao oitavo ciclo das minicepas, sem distinção entre as progênies (Figura 4). As brotações foram cortadas quando tinham no mínimo 5 cm, com auxílio de tesoura de poda e as miniestacas também foram formadas com 5 cm de comprimento, contendo entre duas a três folhas inteiras.



Figura 4. Coleta das brotações (B) e estaqueamento (C) de vinhático (*P. reticulata*) em tubetes, em casa de vegetação na UAP-UENF, Campos dos Goytacazes-RJ.

O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x3, sendo cinco doses de Ácido Indolbutírico (AIB) e três épocas de coleta, com quatro repetições, compostas por onze miniestacas apicais. Os tratamentos com AIB foram compostos pelas seguintes doses: T1-

controle (sem aplicação de AIB), T2- 2000 mg.L⁻¹, T3- 4000 mg.L⁻¹, T4- 6000 mg.L⁻¹, e T5- 8000 mg.L⁻¹. As soluções de AIB foram preparadas separadamente, conforme cada tratamento, utilizando-se uma mistura de 50% de álcool etílico P.A. e 50% de água deionizada para diluir a solução estoque (10.000 ppm).

As miniestacas produzidas tiveram a base das mesmas imersas nas soluções por, aproximadamente, 10 segundos. Posteriormente, o estaqueamento foi realizado em tubetes (280 cm³) contendo substrato comercial florestal (Basaplant[®]) e adubo de liberação lenta (Osmocote[®] 14-14-14), na concentração de 8 g Kg⁻¹ de substrato, conforme recomendação do fabricante. Em seguida, as miniestacas foram colocadas na câmara de nebulização, sob cobertura plástica de polipropileno de 150 µm, tela de nylon de 30% (Sombrite[®]) e tela aluminizada (Aluminet[®]) de 30% de sombreamento, sob nebulização intermitente, com pulverizações de 30 segundos, a cada 15 minutos, permanecendo por 45 dias para enraizamento.

Na saída do setor de enraizamento as miniestacas foram avaliadas quanto ao percentual de sobrevivência e percentual de enraizamento, em que foram retiradas três plantas por parcela. O sistema radicular foi cuidadosamente lavado com água para retirada do substrato e avaliado quanto ao número de raízes (NR) e comprimento total de raízes (CTR). As mudas restantes foram transferidas para casa de vegetação para aclimatização e crescimento.

Durante a permanência das mudas na casa de vegetação, a irrigação foi mantida constante, sendo irrigadas duas vezes por dia, nos períodos mais frescos do dia (início da manhã e final da tarde), com alterações, conforme a necessidade.

As mudas foram avaliadas aos cinco meses após o estaqueamento, em relação à percentagem de sobrevivência, altura (H) e diâmetro do caule (DAC), com auxílio de régua e paquímetro digital, respectivamente. Foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA) e do sistema radicular (MSSR), para isso as partes foram separadamente acondicionadas em sacos de papel, identificadas e colocadas em estufa com circulação forçada de ar a, aproximadamente 70°C, durante 72 horas, e pesados em balança analítica. O sistema radicular foi submetido à remoção de todo o substrato para realização da contagem do número e da medição do comprimento das raízes de ordem primária com auxílio de uma régua.

Foi estimado o Índice de Qualidade de Dickson (IQD) para comparação dos tratamentos, de acordo com a fórmula:

$$IQD = \frac{PMST \text{ (g)}}{H \text{ (cm)} / DC \text{ (mm)} + PMSPA \text{ (g)} / PMSR \text{ (g)}}$$

Onde:

MSPT = massa seca total; H = altura da parte aérea; DC = diâmetro do coleto; MSPA = massa seca da parte aérea; MSR = massa seca do sistema radicular.

Para os dados de contagens e porcentagem, os resultados obtidos foram transformados em $\sqrt{(x+1)}$, quando os mesmos não apresentavam homocedasticidade e distribuição normal. Após a transformação dos resultados, os dados foram submetidos à modelos de regressão, em função das doses de AIB para variáveis quantitativas, e à análise de variância. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Zimmermann, 2004).

Na Tabela 2 é apresentado o resumo de produção de mudas de vinhático seguido no presente trabalho.

Tabela 2. Resumo dos experimentos conduzidos em casa de vegetação e câmara de nebulização, entre setembro de 2010 a janeiro de 2012, na UAP-UENF em Campos dos Goytacazes.

Atividades	Data
Semeadura	13/09/2010
Produção das minicepas	22/02/2011
Avaliação da sobrevivência das minicepas:	
1ª avaliação	18/04/2011
2ª avaliação	26/05/2011
3ª avaliação	12/07/2011
Avaliação da produtividade das minicepas:	
1ª avaliação	26/05/2011
2ª avaliação	26/07/2011
3ª avaliação	25/08/2011
4ª avaliação	26/09/2011
5ª avaliação	26/10/2011
6ª avaliação	26/11/2011
7ª avaliação	21/12/2011
8ª avaliação	23/01/2012
Produção das miniestacas: estaqueamento	
1ª coleta	26/05/2011
2ª coleta	26/07/2011
3ª coleta	25/08/2011
Avaliação do enraizamento e sobrevivência das miniestacas (45 dias após o estaqueamento).	
1ª coleta	12/07/2011
2ª coleta	01/09/2011
3ª coleta	26/09/2011
Avaliação do enraizamento e sobrevivência das miniestacas (5 meses após o estaqueamento).	
1ª coleta	21/11/2011
2ª coleta	13/12/2011
3ª coleta	24/01/2012

4.5 – Manejo de luz e nitrogênio nas minicepas

Para a produção das minicepas foram utilizadas mudas de vinhático provenientes de sementes. A semeadura foi realizada em tubetes (280 cm³) contendo substrato comercial florestal (Basaplant[®]) e adubo de liberação lenta (Osmocote[®] 14-14-14), na concentração de 8 g Kg⁻¹ de substrato, contendo uma semente por tubete. Esses tubetes foram colocados em bandejas de plástico vazadas com dimensões de 0,60 x 0,40 m, com capacidade para 54 recipientes. As bandejas foram mantidas suspensas a um metro da superfície do solo.

Em maio de 2014, aos cinco meses após a semeadura, estas mudas foram cortadas a 12 cm da base, com auxílio de uma régua e uma tesoura de poda, para a formação das minicepas. Em setembro de 2014, aos quatro meses após a poda apical, quando as brotações apresentaram aproximadamente 8 cm de altura, as minicepas foram submetidas aos seguintes manejos: controle, sombreamento localizado, aplicação de nitrogênio e sombreamento total.

No controle foram utilizadas duas bandejas de plástico, com 12 minicepas em cada bandeja. Para o sombreamento localizado, a base de cada ramo foi enrolada com uma fita plástica preta de 6,5 cm de largura e 10 cm de comprimento. Neste tratamento também foram utilizadas duas bandejas de plástico, com 12 minicepas em cada bandeja. Nas minicepas que receberam a aplicação de nitrogênio, foi utilizada a dose 4 g L^{-1} de ureia, aplicando-se 10 mL por planta, em mudas mais adensadas, utilizando-se uma bandeja contendo 24 minicepas. O sombreamento total das minicepas foi feito através de uma estrutura de madeira (caixa), revestida de sombrite 30% em duas camadas, nas dimensões de 82x66x43 cm, onde foram utilizadas duas bandejas de plástico, com 12 minicepas por bandeja (Figura 5). No total foram utilizadas 96 plantas e sete bandejas.



Figura 5. Mudanças submetidas ao controle de luz e de adubação nitrogenada. Controle (T1); Sombreamento localizado na base da brotação (T2); Aplicação de nitrogênio na dose 4 g L^{-1} de ureia, em mudas mais adensadas (T3); Sombreamento total das minicepas (T4).

Aos três meses após a aplicação dos tratamentos (90 dias), foram extraídas as brotações que deram origem às miniestacas. Estas foram estaqueadas em tubetes cônicos de polipropileno (280 cm^3), contendo substrato comercial (Basaplant[®]) à base de adubo de liberação lenta (Osmocote[®] 15-9-12), na concentração de 8 g kg^{-1} de substrato, sendo mantidas na câmara de nebulização por 45 dias. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos compostos por cinco repetições. Cada repetição foi composta por oito miniestacas apicais.

Para a avaliação do percentual de enraizamento e do sistema radicular, aos 45 dias após o estaqueamento, na transferência da câmara de nebulização para a casa de vegetação, foram retiradas todas as mudas, onde o sistema radicular foi cuidadosamente lavado com água para retirada do substrato e avaliado quanto ao percentual de enraizamento, número de raízes de primeira ordem (NRPO) e segunda ordem (NRSO) por meio de avaliação visual. Em seguida, as raízes foram escaneadas e analisadas no programa WinRhizo[®], quanto ao comprimento total de raízes, diâmetro médio de raízes, e volume total de raízes.

Para os dados de contagens e porcentagem, os resultados obtidos foram transformados em $\sqrt{(x+1)}$, quando os mesmos não apresentavam homocedasticidade e distribuição normal. Após a transformação dos resultados, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade (Zimmermann, 2004).

4.6 - Anatomia da base das miniestacas após o manejo de luz e nitrogênio nas minicepas

No momento da coleta das brotações, foram removidos 5 mm da parte basal das miniestacas. Posteriormente, as amostras desses fragmentos foram fixadas em solução aquosa, contendo glutaraldeído 2,5%, formaldeído 4,0% e tampão cacodilato de sódio 0,05 M em pH 7,2 à temperatura ambiente no local.

Para serem submetidas à microscopia óptica, as amostras fixadas foram desidratadas em séries etílicas crescentes de 50%, 70%, 90% e 100% (três vezes), por uma hora em cada etapa e infiltradas em historesina (*Historesin, Leica Instruments, Heidelberg, Alemanha*), utilizando-se série crescente de resina em álcool etílico, conforme recomendação do fabricante.

A polimerização da resina foi realizada em temperatura ambiente. Posteriormente, foram obtidas secções transversais do material (3,0-6,0 μm de espessura), através do micrótomo de rotação (*Leica RM2255*). Os cortes obtidos foram dispostos em lâminas e corados com reagente azul de toluidina. A observação foi realizada em microscópio óptico de campo claro (*Axioplan ZEISS*) e as imagens obtidas através da câmera *Cannon Power Shot 14 mpixel*, acoplada ao microscópio, com o auxílio do programa *Axiovision (Zeiss)*.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1- Sobrevivência e produtividade das minicepas

Com relação às avaliações feitas aos três, cinco e sete meses após a implantação do minijardim observou-se que aos sete meses as minicepas das matrizes NELI, ZE 1 e ZE 2 não sobreviveram ao manejo adotado (Tabela 3). Entre as outras progênies esse percentual diminuiu ao longo das coletas. As minicepas da matriz DOMINIQUE apresentaram o maior percentual de sobrevivência nos três ciclos de coleta (88,2%, 65 % e 65%, respectivamente). Esse resultado indica que as progênies das matrizes NELI, ZE 1 e ZE 2 são sensíveis à poda apical e às coletas sucessivas, mostrando assim uma variação de tolerância à poda apical entre progênies e uma sensibilidade destas aos efeitos do manejo e às condições ambientais no minijardim clonal.

Tabela 3. Sobrevivência das minicepas oriundas de progênes de onze matrizes de vinhático, após as coletas de brotações. N = número de progênes por matriz.

Matriz	N	Sobrevivência (%)		
		90 dias	150 dias	210 dias
NELI	20	35,0	10,0	0,0
ZE 1	20	31,6	20,0	0,0
GAMELA 1	17	52,9	47,1	29,4
DOMINIQUE	20	88,2	65,0	65,0
ZE 2	20	45,0	25,0	0,0
ZE 3	20	45,0	20,0	10,0
GAMELA 2	28	67,9	46,4	25,0
ZE 4	20	78,9	50,0	20,0
RANCHO 1	20	70,6	45,0	25,0
MATINHA	20	71,4	40,0	30,0
RANCHO 2	20	72,2	55,0	10,0

Resultados semelhantes foram encontrados por Neubert (2014), que também encontrou variação quanto à porcentagem de sobrevivência das minicepas de vinhático de diferentes progênes ao longo de quatro coletas, em que duas das progênes avaliadas mostraram uma tendência de estabilização de sobrevivência, decorrente da adaptação das minicepas às coletas sucessivas.

Ao contrário do que ocorreu com o vinhático, outras espécies mostram uma taxa de sobrevivência das minicepas superior. Cunha et al. (2008) encontraram 100% de sobrevivência de minicepas de *Cedrela fissilis*, após quatro coletas. Dias (2012), avaliando a sobrevivência de minicepas de angico-vermelho em seis coletas, observou variação entre 84% e 98% entre as progênes. Oliveira et al. (2015) avaliaram minijardim de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) e observaram 100% de sobrevivência das minicepas após oito coletas de brotações.

Quanto ao número de miniestacas por minicepa ao longo de oito coletas (Figura 6) observa-se que nas três primeiras coletas (90, 150 e 180 dias) houve um menor número de miniestacas por minicepas, com média de 3,65 miniestacas nos três primeiros cortes. A partir da quarta coleta houve aumento na produção de miniestacas, com média de 5,98 miniestacas. Esse aumento foi devido à aplicação de nitrogênio feita no sexto mês de coleta das brotações (180 dias), quando as minicepas apresentavam sintomas de deficiência desse nutriente. De acordo com os resultados obtidos por Souza (2010), os nutrientes mais extraídos

pelas minicepas de cedro australiano no decorrer das coletas são o N e K. Deve-se considerar ainda o efeito da poda nas minicepas, estimulando o aumento de miniestacas, pela alteração na relação auxina/citocinina.

Já Souza Junior (2007), para *Grevillea robusta* em sistema de minijardim conduzido em tubetes, observou menor produção total de miniestacas por minicepa no inverno, e atribuiu à temperatura a causa para a redução ocorrida na produtividade.

Para híbridos de *Eucalyptus* spp., Wendling (1999) encontrou oscilações de produtividade no minijardim e atribuiu às mudanças de temperatura no local de implantação do experimento. A temperatura é um fator que pode influenciar a emissão de brotações, cuja diminuição pode provocar a redução da produção de propágulos vegetativos em algumas espécies tropicais (Rosa, 2006), pois no inverno ocorre a dormência das gemas, reduzindo ou deixando de produzir brotações (Gatti, 2002).

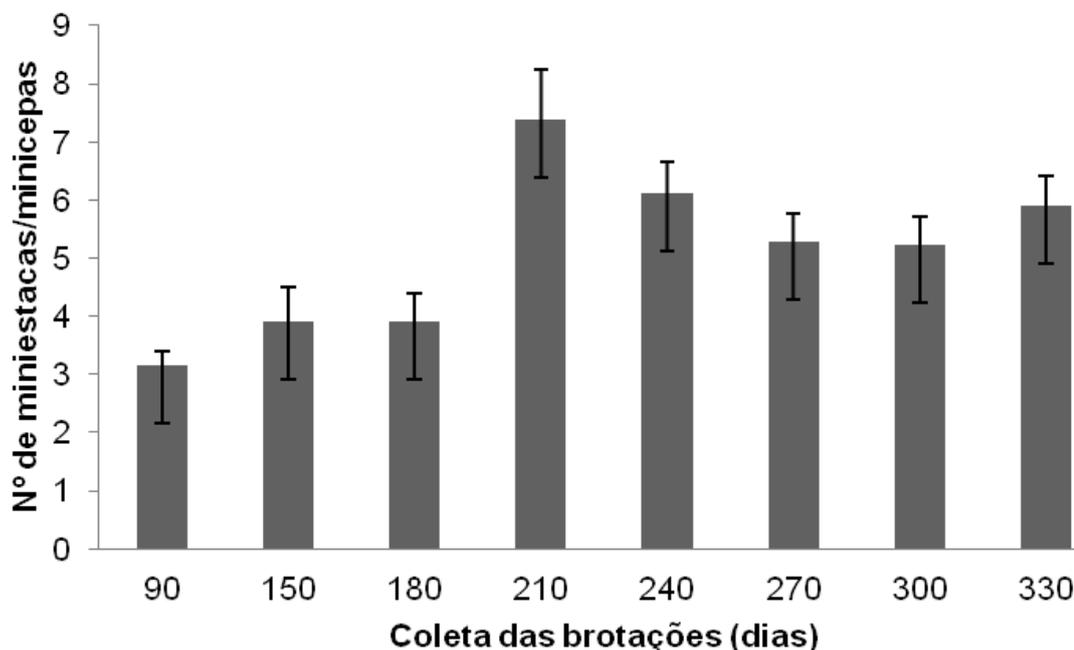


Figura 6. Número médio de miniestacas produzidas por minicepas, formadas por progênies de onze matrizes de vinhático, em oito coletas de brotações após a poda apical.

Barras representam o Intervalo de Confiança das médias a 95% de probabilidade.

As minicepas que sobreviveram, responderam de forma positiva às coletas sucessivas de miniestacas, com aumento ao longo do período de manejo.

Segundo Wendling e Souza Júnior (2003), após a primeira poda com quebra da dominância apical ocorre um período de adaptação das minicepas e posterior reorganização do sistema de crescimento ortotrópico (crescimento na posição vertical) para um sistema plagiotrópico, com ramificação lateral. Assim, após a primeira coleta, as gemas dormentes tornaram-se ativas, resultando em maior estímulo ao crescimento, podendo esse tempo ser variável em função da espécie e das condições climáticas.

Wendling (1999) obteve produtividade média de 1,9 miniestacas por minicepa de *Eucalyptus grandis* em cada coleta, no intervalo de 20 dias, em sistema convencional de tubete. Gatti (2002) obteve uma variação de 1,1 a 2 miniestacas por minicepa de *Tectona grandis* em seis coletas realizadas em minijardim conduzido em tubetes, em intervalos de 30 dias, com média mensal de 1,7 miniestacas. Para o jequitibá (*Cariniana estrellensis*), esse mesmo autor encontrou uma média de 3,9 miniestacas por minicepa em três coletas realizadas mensalmente. Ferreira et al. (2010) encontraram uma produtividade média de 1,9 miniestacas por minicepa de *Sapium glandulatum*, ao final de quatro coletas, entretanto, essas coletas foram realizadas em intervalos diferentes, sendo uma em cada estação do ano. Sendo assim, a produtividade média mensal foi de 0,63 miniestacas por minicepa.

Lamônica (2013), ao avaliar a produtividade de três diferentes clones de *Toona ciliata* (TC3, TC9 e TC15), não observou um padrão na produção de miniestacas pelas minicepas dos clones avaliados ao longo de dez coletas, apresentando o clone TC3, em média, por coleta, 5,19 miniestacas.

Ao avaliar a produção acumulada de miniestacas, ao final de oito coletas (330 dias), todas as plantas referentes às progênes das matrizes NELI, ZE 1 e ZE 2 não sobreviveram após a primeira coleta, permanecendo as demais. As progênes das matrizes que permaneceram apresentaram pouca variação na produtividade, tendo como destaque a progênie da matriz MATINHA, que apresentou maior produtividade (42,8 miniestacas/minicepas) entre as progênes das matrizes restantes, e a progênie da matriz ZE 3 foi a menos produtiva (29,0 miniestacas/minicepas). As outras progênes das matrizes avaliadas apresentaram resultados semelhantes à progênie da matriz MATINHA (Figura 7).

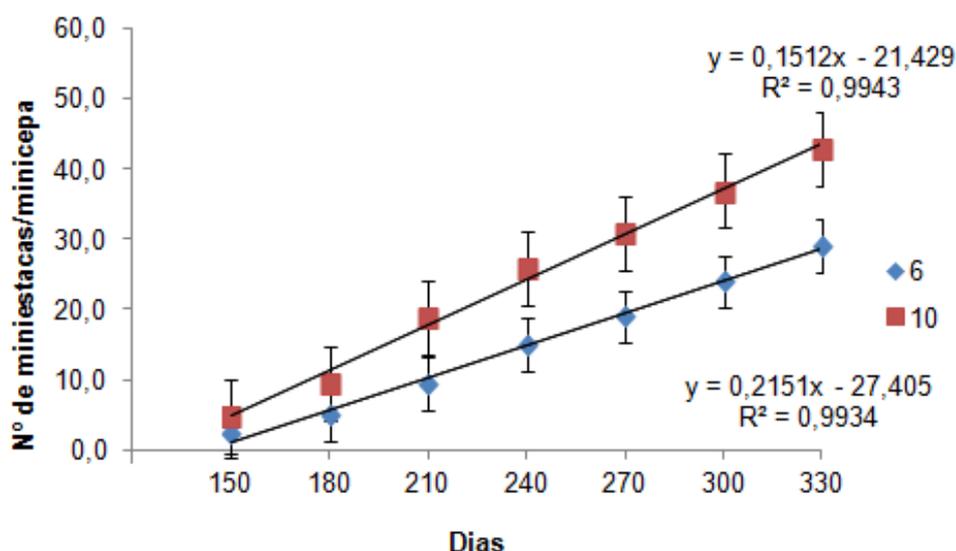


Figura 7. Número de miniestacas produzidas por minicepas progênes de duas matrizes de vinhático, a partir da primeira coleta de brotações, aos 330 dias após a instalação do minijardim.

As barras representam o intervalo de confiança.

Houve comportamento linear na produtividade acumulada de cada progênie (Figura 7), também mostrando que não há exaustão das minicepas com o decorrer do tempo, desde que o fornecimento de nutrientes seja mantido nos tubetes, como foi feito posteriormente quando as minicepas apresentaram deficiência em nitrogênio no sexto mês de coleta e passaram a ser aplicadas, semanalmente, doses de sulfato de amônio (8 g L^{-1}). Este resultado indica a viabilidade de obtenção de propágulos e corrobora aos constatados por Xavier et al. (2003) em minicepas de cedro-rosa, nas quais se observaram habilidade e capacidade de produção de novas brotações após cada coleta de miniestacas, com produtividade média de 1,3 miniestaca por minicepa a cada 30 dias, em minijardim cultivado em tubetes de 200 cm^3 .

Variações quanto ao número de miniestacas, foram verificadas por Wendling et al. (2007) para miniestaquia de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hill.), onde foram realizadas onze coletas consecutivas com diminuição inicial e posterior acréscimo na produção de brotações. Tendo como produção média de miniestacas de erva-mate, por minicepa, 4,4 a cada 39 dias. Entretanto, este resultado foi significativamente superior ao observado por Wendling e Souza

Júnior (2003), para minicepas de erva-mate em sacos de plástico de 15x10 cm, com produção média de 2,2 miniestacas por minicepa a cada 35 dias.

5.2 – Sobrevivência e enraizamento das miniestacas sob doses diferentes de AIB.

As miniestacas utilizadas nesse experimento foram provenientes da primeira, segunda e terceira coleta, realizadas após a poda apical no minijardim. Da quarta coleta em diante, não houve sobrevivências das plantas após o estaqueamento, o que indica que o vinhático, embora apresente boa capacidade de brotação e produção de miniestacas, não apresenta habilidade no enraizamento de estacas, mesmo de material juvenil, produzido a partir de sementes.

Durante a execução do experimento, somente na primeira coleta (aos 60 dias) houve sobrevivência das miniestacas em todos os tratamentos, na segunda e terceira coletas (90 e 150 dias, respectivamente) houve sobrevivência das miniestacas somente nos tratamentos testemunha (T1) e no de menor dose do AIB (T2 - 2000 mg L⁻¹), como mostrado na Tabela 4.

Tabela 4. Sobrevivência das miniestacas de vinhático, aos 45 dias após o estaqueamento, em três coletas de brotações, em função das doses crescentes de AIB.

Sobrevivência (%)			
AIB (mg L ⁻¹)	Coletas (dias)		
	60	90	150
0	68,2	87,5	95,0
2000	75,0	87,5	77,5
4000	75,0	0,0	0,0
6000	79,5	0,0	0,0
8000	68,2	0,0	0,0
Média	73,2	35,0	34,5

5.2.1 – Produção de mudas de vinhático em função de doses de AIB em três coletas de miniestacas.

Ao avaliar o primeiro ciclo em função das cinco doses do regulador de crescimento aplicado nas miniestacas de vinhático, nenhuma variável analisada foi alterada em função de diferentes doses de AIB, aos 45 dias após o estaqueamento (Tabela 5).

A sobrevivência média das miniestacas aos 45 dias após o estaqueamento foi de 73,18%, na saída da câmara de nebulização para a casa de vegetação. Resultados diferentes foram apresentados por Neubert, (2014), que observou que a sobrevivência das miniestacas de vinhático foi influenciada pela aplicação de AIB, na saída da casa de vegetação aos 100 dias após o estaqueamento. As miniestacas sem o regulador de crescimento obtiveram maior porcentagem de sobrevivência (84 %), seguidas das miniestacas com dosagem de 40000 mg L⁻¹, com porcentagem de 76,7 %. A maior concentração de dosagem, 60000 mg L⁻¹, obteve menor taxa de sobrevivência (44,7 %).

Betanin e Nienow (2010), trabalhando com estaquia caulinar de corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth), observaram que a sobrevivência variou com as dosagens de AIB (0, 1000, 2000 e 3000 mg L⁻¹). A porcentagem da sobrevivência ao final de 34 dias para os tratamentos 0 e 1000 mg L⁻¹ foi de 0%, enquanto para os tratamentos 2000 e 3000 mg L⁻¹, foi de 22,9% e 12,5%, respectivamente, resultados superiores aos encontrados neste estudo. A aceleração do enraizamento pode aumentar o percentual de sobrevivência de estacas de espécies de difícil enraizamento e as doses utilizadas apresentaram este estímulo.

Oliveira et al. (2015) avaliaram a sobrevivência de ipê-roxo (*Handroanthus heptaphyllus*) em função de dosagens de AIB e conseguiram mais de 95% de sobrevivência das miniestacas aos 30 dias na casa de vegetação, independente das doses de AIB utilizadas. Resultado semelhante foi encontrado por Souza et al. (2009) que, avaliando miniestaquia de cedro-australiano (*Toona ciliata*), observaram 100% de sobrevivência das miniestacas, em três coletas, não ocorrendo diferença em função das doses de auxina aplicadas, principalmente no comprimento de raiz.

Tabela 5. Sobrevivência (SOB), enraizamento (ENR), número total de raiz (NTR) e comprimento total de raiz (CTR), de miniestacas de vinhático aos 45 dias após o estaqueamento na primeira coleta (60 dias), em função das doses crescentes de AIB.

Doses de AIB (mg L ⁻¹)	Variáveis analisadas			
	SOB (%)	ENR (%)	NTR	CTR (cm)
0	68,2 a	25,0 a	2,0 a	1,3 a
2000	75,0 a	00,0 a	0,0 a	0,0 a
4000	75,0 a	25,0 a	1,0a	0,4 a
6000	79,5 a	8,30 a	1,0 a	1,1 a
8000	68,2 a	25,0 a	1,0 a	0,6 a
Média	73,18	16,67	1,00	0,69
CV (%)	8,23	86,54	35,19	37,61

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste F (5%).

Os tratamentos apresentaram em média 16,6% de enraizamento (Tabela 5). Vários são os fatores que podem contribuir para os baixos índices de enraizamento das miniestacas, entre eles se destacam: as condições fisiológicas, as condições de temperatura, umidade e manejo às quais os propágulos foram submetidos durante o período de enraizamento e também o tempo de permanência desses propágulos em condição de câmara de nebulização, em que a permanência por períodos prolongados pode prejudicar a sobrevivência das estacas em função do excesso de umidade (Xavier et al., 2013), e o tempo insuficiente pode prejudicar o enraizamento.

Para o número e comprimento total de raízes foram observados valores baixos para todos os tratamentos, já esperado pelo resultado obtido no enraizamento das miniestacas.

Ao final do primeiro ciclo de produção das mudas de vinhático, aos 5 meses de idade, foram feitas avaliações quanto à altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, número de raízes primárias, comprimento total de raízes e massa seca do sistema radicular.

Houve comportamento quadrático na resposta das plantas em altura, diâmetro do colo (DAC), massa seca da parte aérea (MSPA), número de raízes primárias (NRP), comprimento total de raízes (CTR) e massa seca do sistema radicular (MSSR) em função das doses de AIB aplicadas nas miniestacas. O que

pode ser observado na Figura 8, em que o controle apresentou resultado baixo e com o aumento crescente da dose de AIB, houve incremento nos valores dessas variáveis. A concentração de AIB que promoveu os maiores valores para as variáveis analisadas foi na faixa de 3551,6 a 4256,6 mg L⁻¹.

Já o uso de doses mais elevadas apresentou um decréscimo no valor de todas as variáveis analisadas, indicando possível sensibilidade da espécie às altas concentrações de AIB.

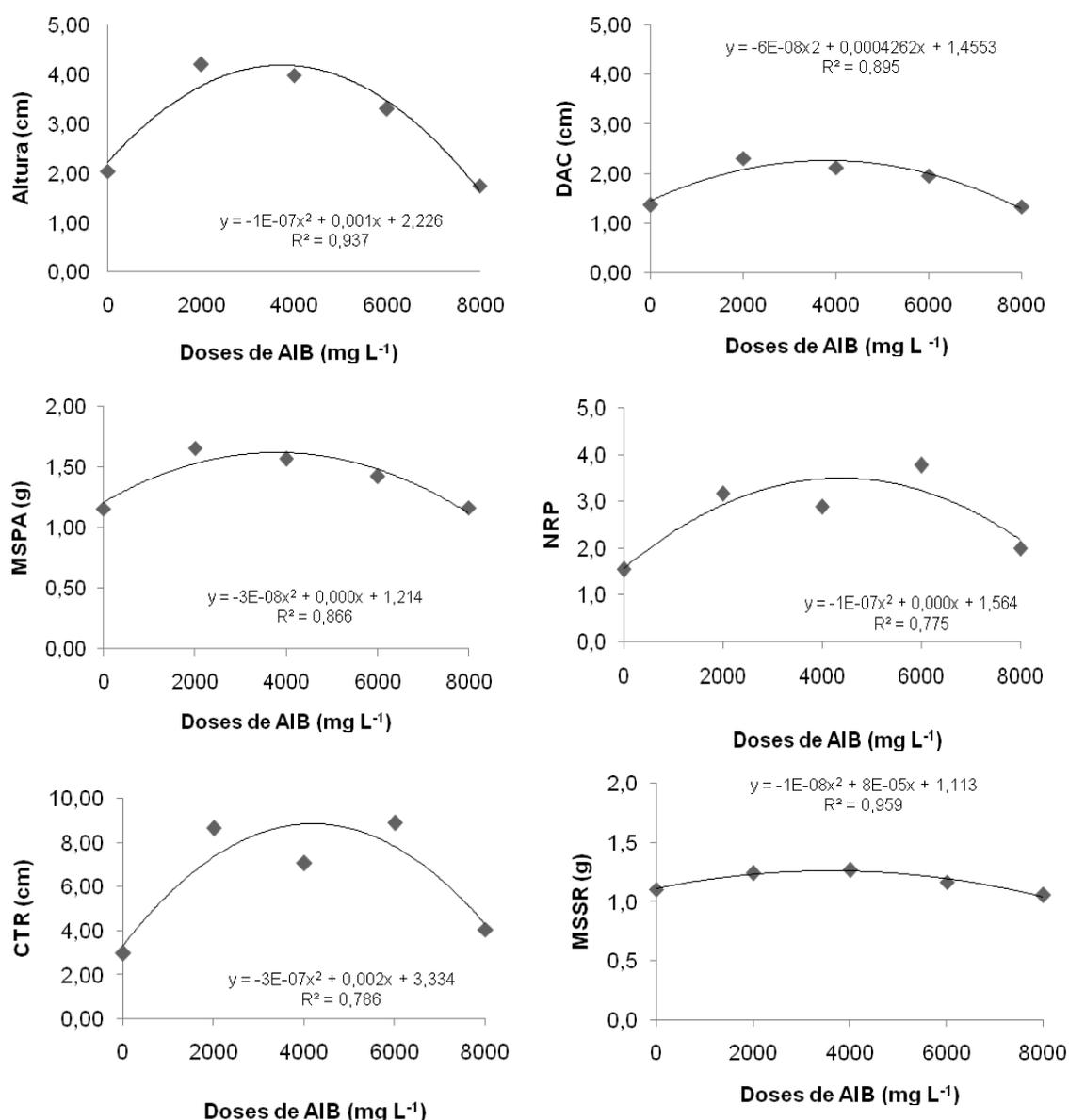


Figura 8. Altura, diâmetro (DAC), massa seca da parte aérea (MSPA), número de raízes primárias (NRP), comprimento total de raiz (CTR), e massa seca do sistema radicular (MSSR) de mudas de vinhático, aos cinco meses pós o estaqueamento, em função de diferentes doses de AIB (mg L⁻¹).

Dados transformados em $\sqrt{(x + 1)}$.

Lana et al. (2008), avaliando o efeito de diferentes concentrações de AIB no enraizamento e crescimento de estacas de *Eucalyptus urophylla*, verificaram que a massa seca das raízes não foi influenciada pela aplicação do hormônio. Esses mesmos autores observaram que a dose de 8.000 mg L⁻¹ causou toxicidade ao enraizamento das estacas. A concentração ótima de hormônio é variável de acordo com a espécie, cultivar e tipo de estaca utilizada.

Segundo Alcântara et al. (2008), o comprimento e massa seca das raízes definem a qualidade da raiz formada. Em estudo realizado com *Pinus taeda*, esses mesmos autores verificaram que essas variáveis apresentaram melhores resultados com a aplicação de 250 mg L⁻¹ de AIB.

O comprimento da raiz é uma característica importante para se conseguir sucesso pós-plantio das mudas no campo. Segundo Reis e Hall (1987), a absorção de água e nutrientes pode ser melhorada através de um sistema radicular mais extenso e profundo nas plantas arbóreas, possibilitando absorver água em camadas mais profundas do solo. Porém, além de um sistema radicular profundo a muda deverá possuir um bom número de raízes secundárias que são mais eficientes na absorção e exploram maior volume do solo.

Ao avaliar a sobrevivência final das mudas de vinhático submetidas a doses crescentes de AIB (0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg L⁻¹) obteve-se também um comportamento quadrático (Figura 9), onde as doses mínima e a máxima resultaram no mesmo valor (3,12%). A concentração de AIB que promoveu maior percentual de sobrevivência das miniestacas foi de 3868,25 mg L⁻¹ (28,12%).

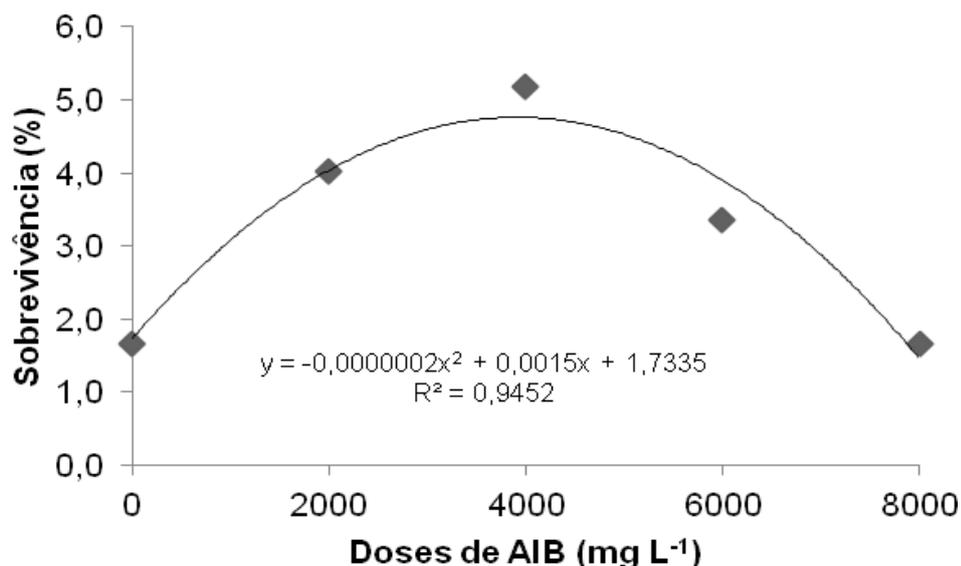


Figura 9. Porcentagem de sobrevivência de mudas de vinhático submetidas a diferentes doses de AIB, cinco meses após o estaqueamento. Dados transformados em $\sqrt{x + 1}$. CV (%): 44,8

Wendling e Souza Junior (2003), trabalhando com miniestaquia de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) em função de diferentes doses de AIB (0, 1500, 3000 e 6000 mg L⁻¹), constataram sobrevivência média de 75% independente da aplicação do regulador de crescimento na saída da casa de sombra, aos 120 dias após o estaqueamento.

Apesar de os valores obtidos para altura, diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, número de raízes primárias, comprimento total de raízes e massa seca do sistema radicular nas mudas de vinhático, provenientes da primeira coleta, serem significativamente maior na dose entre 3551,6 a 4256,6 mg L⁻¹ de AIB, não houve diferença no índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de vinhático em relação às doses de AIB aplicadas, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6. Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas de vinhático submetidas a diferentes doses de AIB, cinco meses após o estaqueamento.

AIB (mg L ⁻¹)	IQD
0	8,05
2000	3,96
4000	3,37
6000	5,02
8000	8,56
Média	5,79
CV (%)	47,855

Gomes e Paiva (2011) citam que, quanto maior o índice (IQD), melhor qualidade terá a muda avaliada. Todavia, todos os tratamentos com e sem AIB não foram suficientes para causar efeito significativo na qualidade das mudas para serem levadas a campo, uma vez que não foram observadas diferenças entre as doses avaliadas. O IQD é considerado um bom indicador da qualidade das mudas, pois pondera os resultados de vários parâmetros importantes para avaliação da qualidade. Além disso, no seu cálculo, são considerados a robustez e o equilíbrio da distribuição da biomassa na muda (Fonseca et al. 2002).

Como na segunda e terceira coleta de brotações sobreviveram apenas as miniestacas que receberam os tratamentos controle e a dose de 2000 mg L⁻¹ de AIB, foram realizadas as análises em esquema fatorial 2x3, sendo duas doses de Ácido Indolbutírico (AIB) e três épocas de coleta.

Aos 45 dias após o estaqueamento foram determinadas as porcentagens de sobrevivência e de enraizamento, número total e comprimento total das raízes das miniestacas de vinhático. Conforme mostrado na Tabela 7, as variáveis analisadas não variaram em função do AIB, nas três coletas de miniestacas realizadas. A espécie apresentou baixo percentual de enraizamento, com valores inferiores a 25%. Também o número e comprimento total de raízes foram baixos para todos os tratamentos.

Tabela 7. Avaliação da sobrevivência, enraizamento, número total de raízes (NTR) e comprimento total das raízes (CTR) das miniestacas de vinhático, em três coletas de brotações, em função da aplicação de AIB, aos 45 dias após o estaqueamento.

Sobrevivência (%)				
AIB (mg L ⁻¹)	Coletas (dias)			Média
	60	90	150	
0	68,1	87,5	95,0	83,5 a
2000	75,0	87,5	77,5	79,9 a
Média	71,6 A	87,5 A	86,25 A	
CV (%)	8,21			
Enraizamento (%)				
0	25,00	0,01	8,33	11,11 a
2000	0,01	16,68	25,00	13,89 a
Média	12,51 A	8,35 A	16,67 A	
CV (%)	96,00			
NTR				
0	2,00	0,00	0,75	0,91 a
2000	0,00	0,25	1,00	0,41 a
Média	1,00 A	0,13 A	0,88 A	
CV (%)	29,238			
CTR (cm)				
0	1,30	0,00	1,73	1,01 a
2000	0,00	0,08	0,30	0,12 a
Média	0,65 A	0,04 A	1,01 A	
CV (%)	39,73			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Em estacas de *Psidium cattleianum*, Nachtigal e Fachinello (1995) observaram que o tratamento da base das estacas com 4000 ppm de AIB, proporcionou maior comprimento das raízes e com a aplicação de 6000 ppm, houve redução, o que significa que nessa concentração, o hormônio teve um efeito tóxico. Neste experimento, a dose aplicada não apresentou toxidez nas miniestacas de vinhático.

Embora não tenha apresentado efeito sobre as miniestacas no setor de enraizamento, nem à maioria das variáveis avaliadas ao final dos ciclos de produção das mudas, aos cinco meses após o estaqueamento (Tabelas 8 e 9), observa-se efeito do AIB sobre o diâmetro do colo (DAC) das mudas, sendo menor nas mudas do primeiro ciclo de produção, que não receberam aplicação de AIB (Tabela 9).

Tabela 8. Sobrevivência, altura (H), diâmetro do colo (DAC), massa seca da parte aérea (MSPA) das miniestacas de vinhático, em três coletas de brotações, em função da aplicação de AIB, aos cinco meses após o estaqueamento.

Sobrevivência (%)				
AIB (mg L ⁻¹)	Coletas (dias)			Média
	60	90	150	
0	3,13	35,71	46,43	28,42 a
2000	15,63	25,00	50,00	30,20 a
Média	9,37 B	30,35 A	48,21 A	
CV (%)	30,07			
H (cm)				
0	6,38	10,13	22,41	12,97 a
2000	16,85	9,05	22,13	16,01 a
Média	11,61 B	9,58 B	22,27 A	
CV (%)	33,77			
DAC (mm)				
0	1,25 b B	2,26 a AB	4,14 a A	2,55
2000	4,35 a A	2,32 a A	4,03 a A	3,57
Média	2,80	2,29	4,09	
CV (%)	19,78			
MSPA (g)				
0	0,42	0,64	1,71	0,92 a
2000	1,76	0,71	1,58	1,34 a
Média	1,09 AB	0,67 B	1,64 A	
CV (%)	15,98			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Observa-se que a sobrevivência, a altura (H), e massa seca da parte aérea (MSPA) aumentaram ao longo das coletas das brotações (Tabela 8), indicando aumento na qualidade das mudas ao longo do período de exploração do minijardim.

Em quatro clones de *Eucalyptus grandis*, Titon et al. (2003) não encontraram diferença entre as dosagens de AIB (0, 1.000, 2.000 e 4.000 mg L⁻¹) para a altura e diâmetro do coleto das mudas aos 50 dias de idade. Esses resultados evidenciam que essas dosagens não tiveram influência no crescimento das mudas. Em jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), Gatti (2002) observou que o AIB na dose de 1.000 mg L⁻¹ resultou em maior crescimento em altura e diâmetro do coleto das mudas aos 90 dias.

Na tabela 9, observa-se que não houve efeito significativo do AIB quanto ao número de raiz primária (NRP), comprimento total de raízes (CTR), massa seca de raízes (MSR), e no Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das mudas aos 5 meses após o estaqueamento.

Mesmo resultado foi encontrado por Dias et al., (2012), que estudou o enraizamento de dois tipos de miniestacas (apicais e intermediárias) em *Anadenanthera macrocarpa*, submetidas a quatro doses de AIB (0, 2.000, 4.000 e 6.000 mg L⁻¹), em seis progênie. Os autores observaram que independente da progênie, as doses de AIB não influenciaram nas variáveis analisadas.

Tabela 9. Avaliação do número de raízes primárias (NRP), comprimento total de raízes (CTR), massa seca do sistema radicular (MSSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das miniestacas de vinhático, em três coletas de brotações, em função da aplicação de AIB, aos cinco meses após o estaqueamento.

NRP				
AIB (mg L ⁻¹)	Coletas (dias)			Média
	60	90	150	
0	2,26	3,88	8,42	4,85 a
2000	9,88	4,21	7,88	7,32 a
Média	6,06 a	4,04 a	8,14 a	
CV (%)	30,54			
CTR (cm)				
0	19,56	40,95	54,78	38,43 a
2000	77,79	37,40	70,36	61,85 a
Média	48,67 a	39,18 a	62,57 a	
CV (%)	36,83			
MSSR (g)				
0	0,25	0,19	0,48	0,30 a
2000	0,55	0,23	0,45	0,41 a
Média	0,40 a	0,21 a	0,46 a	
CV (%)	9,32			
IQD				
0	8,05	3,76	3,99	5,27 a
2000	3,96	5,04	3,75	4,25 a
Média	6,01 a	4,40 a	3,87 a	
CV (%)	20,62			

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

Gatti (2002) ao avaliar a necessidade da aplicação de reguladores de crescimento em miniestacas de teca (*Tectona grandis* Linn. f.), pau-mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum) e jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze), observou que não se torna necessário o uso de reguladores de crescimento para enraizamento na propagação vegetativa por miniestaquia para teca e pau-mulato. Já no enraizamento de jequitibá, o uso de reguladores de crescimento foi eficiente, havendo ainda diferença entre os reguladores utilizados, sendo que o ANA apresentou resultados superiores ao AIB, com 83,3% de enraizamento final no tratamento de 2.000 mg L⁻¹, enquanto que o AIB apresentou 75,0% de miniestacas enraizadas em seu melhor tratamento (2.000 mg L⁻¹).

Kleber et al. (2010), trabalhando com angico, tendo como objetivo avaliar o enraizamento com diferentes dosagens do AIB (0; 500; 1.000 e 1.500 mg L⁻¹), também observaram baixo percentual de enraizamento de miniestacas (35,2%), não havendo diferença entre os tratamentos.

O maior vigor das mudas no decorrer das coletas indica que a miniestaquia pode ser uma técnica viável para a propagação dessa espécie. Entretanto, são necessários ajustes no manejo para viabilizar o enraizamento adequado das miniestacas. A partir desses resultados apresentados, o AIB nas doses aplicadas não apresentou eficiência no estímulo do enraizamento de miniestacas de vinhático. Porém, seriam interessantes novos experimentos com dosagens diferentes de AIB ou com outros reguladores de crescimento. O tempo de permanência das mudas em casa de nebulização e o turno de rega, também podem influenciar o enraizamento das miniestacas.

5.3 – Manejo de luz e de nitrogênio nas minicepas

Verifica-se que não houve efeito significativo dos manejos utilizados para estimular o enraizamento de miniestacas de vinhático quanto à porcentagem de miniestacas enraizadas, número de raízes primárias, comprimento total de raízes e volume total de raízes (Figura 10), apesar da amplitude entre os dados.

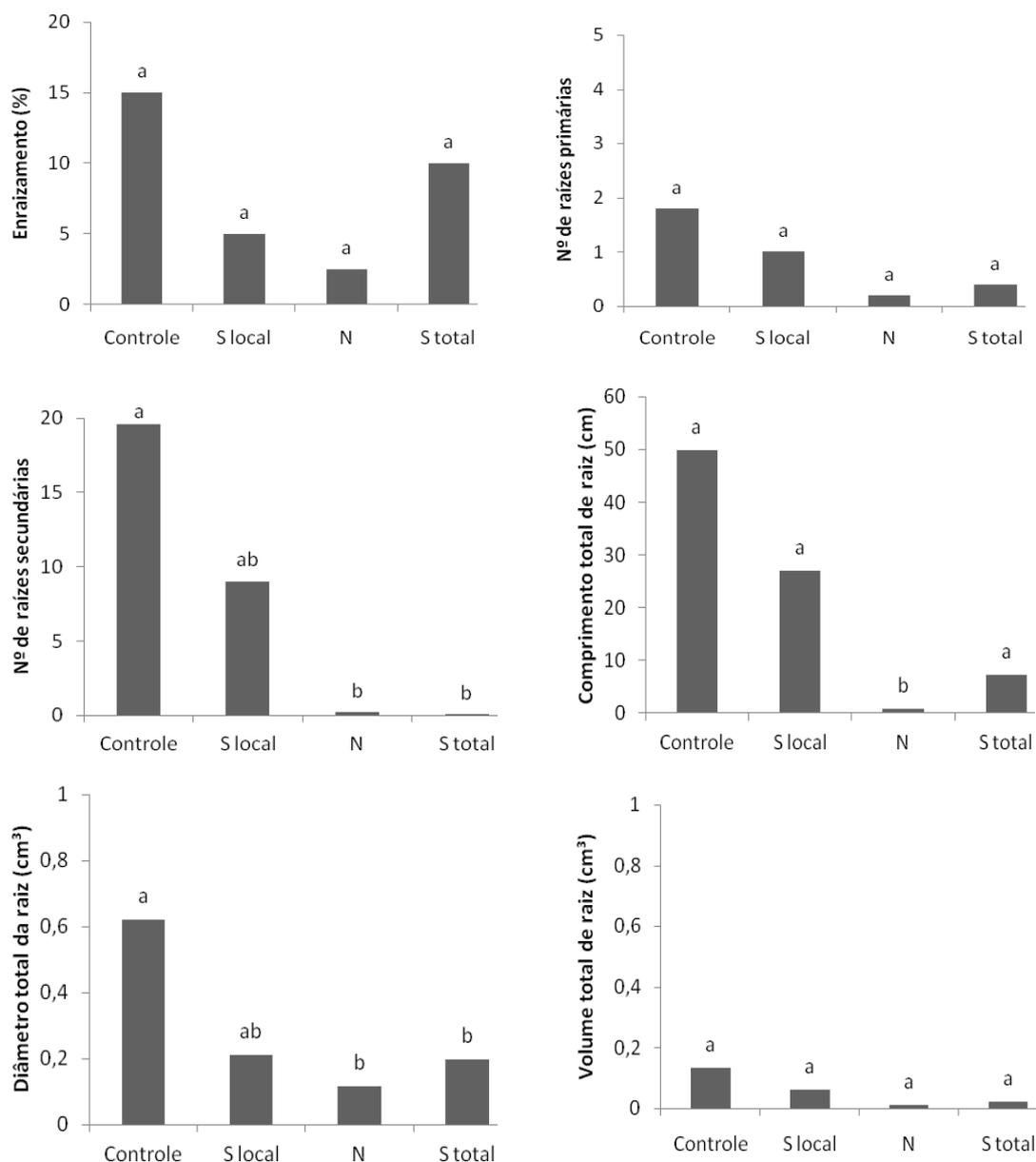


Figura 10. Porcentagem de enraizamento (CV: 58,89%), número de raízes primárias (CV: 16,78%) e secundárias (CV: 38,52%), comprimento total de raízes (CV: 47,68%), diâmetro médio de raízes (CV: 6,74%), e volume total de raízes (CV: 3,15%) em miniestacas de vinhático, aos 45 dias após o estaqueamento, em função do manejo de luz e nitrogênio para estimular o enraizamento.

S Local: sombreamento local, N: aplicação de nitrogênio (10 mL de ureia por planta), S total: sombreamento total.

Médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

O percentual de enraizamento foi muito baixo. Quando comparado ao experimento anterior, que utilizou doses diferentes de AIB para estimular o enraizamento de miniestacas, o mesmo apresentou um percentual de enraizamento um pouco superior (média de 16,67%), tendo o controle alcançado o maior percentual de enraizamento, 25%. Já o experimento atual apresentou

uma média de enraizamento de 8,13%, tendo o controle apresentado 15% de enraizamento aos 45 dias após o estaqueamento. Mostrando assim que essas técnicas não estimularam o enraizamento da espécie.

Conforme Rodrigues e Luchesi (1987), trabalhando com estacas de guaranazeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke), e Figueiredo et al. (1995), trabalhando com estacas de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), obtiveram aumento no percentual de enraizamento de guaranazeiro de 70,83 para 91,70 e em goiabeira serrana de 7,23 para 12,3 utilizaram com técnica de estiolamento para produção de mudas, mantidas por 40 dias em câmara de nebulização.

Já Boliani (1986) concluiu que o estiolamento basal não influenciou no enraizamento de estacas de nespereira. Bastos et al. (2005), utilizando o estiolamento no enraizamento das estacas de caramboleira, observaram que as estacas herbáceas sem nenhum tratamento apresentaram maior porcentagem de enraizamento (50,3%).

O número de raízes primárias, o comprimento total de raízes e o volume total de raízes são variáveis de extrema relevância na produção de mudas, já que mudas com sistema radicular bem desenvolvido terão maiores chances de sobrevivência e melhor desenvolvimento pós-plantio. Nesse trabalho, as médias apresentadas para essas variáveis foram muito baixas em todos os tratamentos analisados. Embora as miniestacas que não receberam tratamento tenham apresentado maior média para o número de raízes secundárias, comprimento total de raiz e o diâmetro total de raiz, não houve diferença estatística entre os tratamentos, mostrando que os procedimentos não foram suficientes para estimular a produção de raízes.

Os tratamentos aplicados reduziram o número de raízes de segunda ordem e o diâmetro médio de raízes. As raízes de segunda ordem são mais finas que as de primeira ordem, e são justamente as responsáveis por grande parte da absorção de água e nutrientes (Andersen e Bentsen, 2003).

Embora as técnicas testadas tenham sido desfavoráveis para o enraizamento de miniestacas de vinhático, alguns trabalhos têm mostrado bons resultados na propagação de mudas, principalmente em frutíferas. Sampaio (1988), com o objetivo de avaliar o enraizamento de estacas de laranjeira 'Pera', observou ser o estiolamento, mantido por 22 dias, uma prática determinante no resultado de 65% de enraizamento das estacas. O estiolamento parcial na

propagação da laranjeira 'Valência' (*Citrus sinensis* Osbeck), mantido por 60 dias, proporcionou maior enraizamento das estacas (26,04%).

Silveira et al. (2004) conseguiram obter 62,5% de estacas enraizadas, combinando o uso de AIB com anelamento e estiolamento dos ramos de abacateiro 'Ouro Verde'. Barrientos-Priego et al. (1986) avaliaram diferentes combinações entre as técnicas de estiolamento, anelamento e aplicação de auxinas em estacas estioladas das cultivares Fuerte e Colin V-33 sendo observado que as três técnicas conjuntas proporcionaram as melhores taxas de enraizamento (90-92%), no entanto, o estiolamento foi considerado a principal técnica para melhorar o enraizamento, seguido pelo anelamento da casca e aplicação de auxina. Para Hermann e Hess (1963), o maior número de estacas enraizadas estaria relacionado à maior concentração de cofatores de enraizamento e auxinas, na região estiolada.

A avaliação final da sobrevivência não foi possível ser realizada, pois todas as plantas morreram ainda no período de aclimatização. Assim os tratamentos utilizados foram insatisfatórios.

5.4 – Anatomia da base das miniestacas

Através da análise por microscopia óptica de cortes transversais da região de transição entre o caule e a raiz (colo), localizada na base das miniestacas de vinhático submetidos a diferentes manejos de luz e nitrogênio, é possível observar no cilindro vascular, o floema e o xilema organizado em feixes, e uma periderme não contínua, sem a presença da formação endógena de primórdios de raízes a partir do pró-câmbio (Figura 11). Diante disso, sugere-se que sob todos os tratamentos, as miniestacas estão em estágio de transição de crescimento primário para secundário.

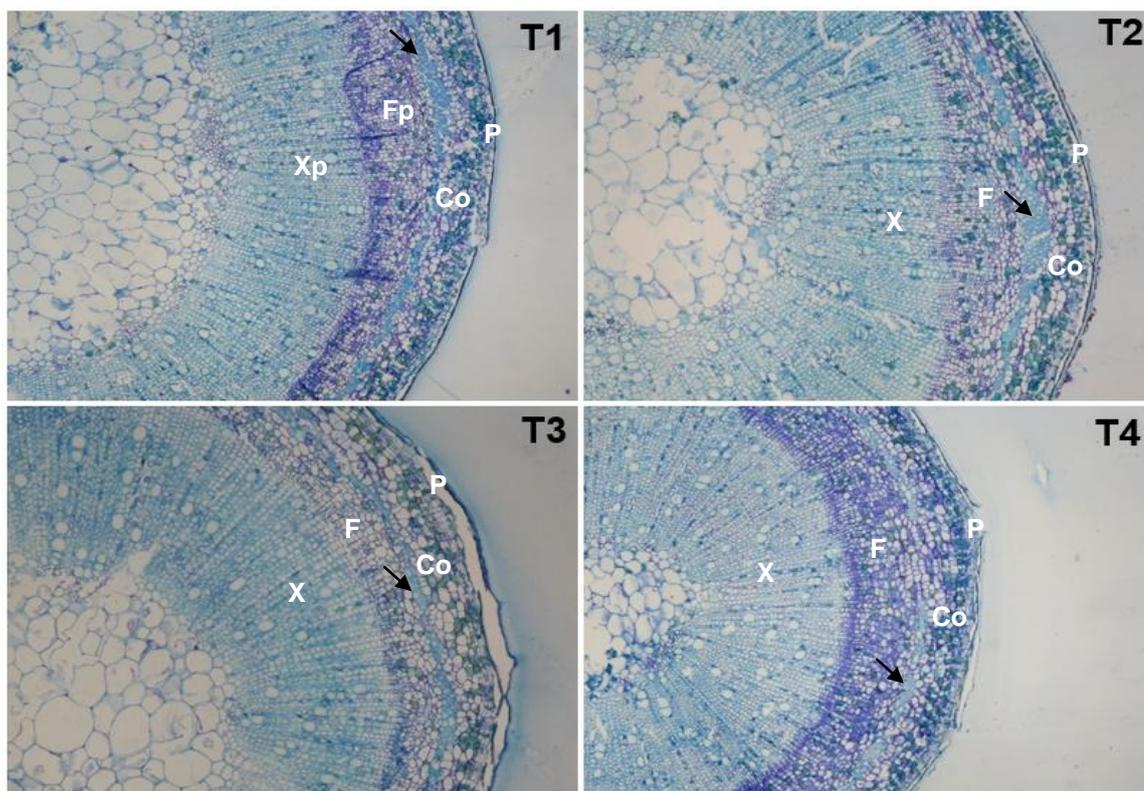


Figura 11. Cortes transversais da base de miniestacas de vinhático, submetidas a diferentes manejos de luz e nitrogênio, aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos.

T1 = controle; T2 = Sombreamento local; T3 = Nitrogênio+adensamento; T4 = Sombreamento total. P = periderme; Co = Córtex; F = floema; X = xilema; Seta = bainha de células não diferenciadas.

Também foi observada uma bainha de células não diferenciadas entre a periderme e o floema em todos os tratamentos. Embora todos estes apresentem essa formação de bainha associada ao floema, os tecidos ainda não atingiram a maturidade e não é possível afirmar se essa bainha constitui impedimento ou não ao desenvolvimento das raízes.

Autores afirmam que estacas com tecidos mais tenros têm mais facilidade de enraizar, não havendo a presença de um anel esclerenquimático altamente lignificado que dificultaria a emissão dos primórdios radiculares (Fachinello et al., 2005). Bastos (2005), comparando anatomicamente estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas de caramboleira, aos 70 dias após o estaqueamento, não observou crescimento secundário do caule da base de estacas herbáceas e semilenhosas, entretanto, em estacas lenhosas foi observada a presença de floema e xilema secundários, além da formação de uma bainha de fibras do floema ao redor dos feixes vasculares, essas células apresentavam paredes mais

espessas, lignificadas, formando um anel em volta do xilema e floema primários, podendo isto exercer influência direta no enraizamento.

Alguns trabalhos mostram que a presença de uma bainha já diferenciada, principalmente em estacas lenhosas, pode ser a causa da dificuldade de enraizamento de algumas espécies, como é o caso do trabalho realizado por Chaves et al. (2003), que atribuíram a baixa porcentagem de enraizamento (8,3%) em estacas lenhosas de corticeira (*Erythrina crista-galli* L.) à grande quantidade de esclerênquima e à presença de compostos fenólicos, pois foi constatada a presença de grande quantidade de fibras esclerenquimáticas, através da análise anatômica realizada no caule de corticeira por esses autores. Porém, existem ainda outros fatores que poderiam impedir o enraizamento, como a presença de barreiras químicas, inibidores ou ausência de cofatores do enraizamento (Hartmann et al., 2011).

Peixe et al. (2007), com o objetivo de analisar as características anatômicas do caule que pudessem ajudar a compreender a diferença na taxa de enraizamento de estacas semilenhosas das cultivares de oliveira 'Cobrançosa' e 'Galega vulgar', observaram que a presença de um anel de esclerênquima descontínuo nas duas cultivares, não se mostrou decisivo na explicação da dificuldade de enraizamento da 'Galega vulgar'. Sachs et al. (1964), trabalhando com estacas de sete cultivares de oliveira, não observaram relação entre a densidade e continuidade do anel esclerenquimático e a facilidade de enraizamento dessas estacas.

Pode-se observar, na Figura 12, que em ambos os tratamentos, há a presença de amido no citoplasma das células, principalmente, na periderme e no córtex. É possível visualizar a formação da periderme, ao observar as três primeiras camadas celulares. O córtex é formado de células parenquimáticas isodiamétricas (células de formato regular, apresentando todos os diâmetros iguais), com paredes delgadas e grande parte das células apresenta conteúdo denso acumulado no citoplasma. Em todos os tratamentos o córtex possui aspecto desorganizado, as células parenquimáticas apresentam parede celular com aspecto frouxo e algumas células lisadas, conferindo espaços intercelulares vazios.

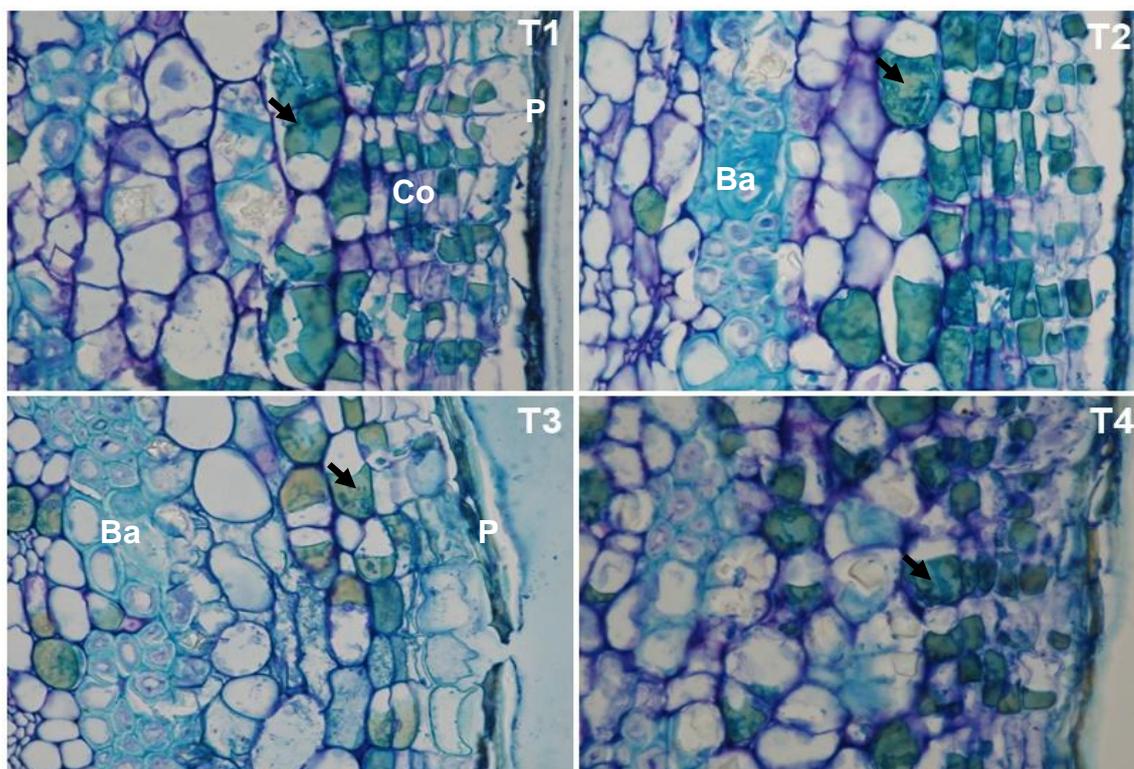


Figura 12. Vista aproximada de secções transversais da base das miniestacas de vinhático, obtidas de minicepas submetidas a diferentes manejos de luz e nitrogênio, aos 90 dias após aplicação dos tratamentos.

T1 = controle; T2 = Sombreamento local; T3 = Dose de Nitrogênio+adensamento; T4 = Sombreamento total. Co - Córtex; P = periderme; Ba = bainha de células não diferenciadas; Setas = amido presente nas células do citoplasma.

Alguns autores observaram que com a presença de amido nas células, houve um aumento no índice de enraizamentos de algumas espécies, como é o caso de Dehgan et al. (1988), que observou maiores porcentagens de enraizamento em estacas de *Ilex* spp. com maior quantidade de amido armazenado. Além disso, esses autores observaram diferenças no comportamento de enraizamento de acordo com as variações sazonais nos níveis de auxina e reservas de carboidratos nas plantas. No entanto, conforme afirma Veierskov (1988), o alto conteúdo de carboidrato observado em estacas, nem sempre pode estar relacionado com o potencial de enraizamento da espécie, conforme foi observado nesse trabalho.

Para Hartmann et al. (2011) o teor de carboidrato varia conforme a condição fitossanitária da planta, a época do ano, o grau de lignificação e a maturidade das plantas. Em base de estacas de *Euplassa inaequalis* coletadas em três épocas, Oliveira e Ribeiro (2013) não observaram a formação de anel

contínuo de esclerênquima entre o floema e o córtex, apenas esclereides isolados em todas as épocas, sendo maior o enraizamento e a sobrevivência das estacas coletadas no final da época seca, na qual houve maior presença de amido nos tecidos caulinares.

Assim, pode-se concluir que não foi observado nenhum impedimento anatômico para o enraizamento de miniestacas de vinhático.

A aplicação de nitrogênio, manejo diferenciado de luz nas minicepas e a aplicação de diferentes doses de AIB nas miniestacas não foram significativos para estimular o enraizamento de miniestacas de vinhático e, conseqüentemente, viabilizar a utilização da miniestaquia para a produção de mudas de vinhático. Outras técnicas de manejo deverão ser testadas, como o manejo de nutrientes na formação de minicepas, aplicação de outros reguladores de crescimento em doses diferentes, turno de rega e tempo de permanência no setor de enraizamento. Devem ser feitas ainda análises para verificação de possíveis barreiras químicas nas miniestacas.

6 – RESUMO E CONCLUSÕES

O vinhático (*Plathymenia reticulata*) é uma árvore nativa que, além do uso econômico no setor madeireiro é também indicada para recuperação de áreas degradadas e arborização urbana. Entretanto, tendo em vista a irregularidade na disponibilidade de sementes, e a grande variabilidade do material propagado, torna-se necessário aprofundar o estudo de outras formas de propagação dessa espécie. Na propagação por miniestaquia, a espécie apresenta boa capacidade de brotação, porém com difícil enraizamento.

Desse modo, conduziu-se este trabalho, com o objetivo de testar diferentes técnicas de manejo para induzir o enraizamento de miniestacas. O trabalho foi composto de dois experimentos. O primeiro consistiu na produção de miniestacas, a partir de um minijardim clonal implantado com mudas produzidas por sementes de diferentes matrizes, e o tratamento das mesmas com diferentes doses de AIB para produção de mudas, e o segundo consistiu na avaliação de diferentes técnicas para estimular o enraizamento de miniestacas, através de manejo diferenciado de luz e nitrogênio na condução das minicepas.

No primeiro experimento, foram realizadas oito coletas de miniestacas para análises da produtividade, e foi monitorado o percentual de sobrevivência das minicepas. Miniestacas coletadas em três diferentes épocas foram tratadas com doses diferentes de AIB. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 5x3, sendo cinco doses de AIB (0, 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 mg.L⁻¹) e três épocas de produção de mudas, com quatro

repetições, compostas por 11 miniestacas apicais. Aos 45 dias após o estaqueamento, na saída do setor de enraizamento, as miniestacas foram avaliadas quanto ao percentual de enraizamento e sobrevivência, número de raízes e comprimento total de raízes. As mudas produzidas ao final de cinco meses, após o estaqueamento, foram avaliadas quanto à sobrevivência e características biométricas da parte aérea e sistema radicular, além da determinação do índice de qualidade de Dickson.

Para o segundo experimento, as sementes obtidas foram utilizadas para produzir as minicepas que, posteriormente formaram o minijardim clonal, fornecedor de miniestacas. Aos quatro meses após a poda apical, foram aplicados diferentes manejos que consistiram de: T1 - Controle; T2 - Sombreamento localizado; T3 - Aplicação de nitrogênio em mudas mais adensadas; T4 - Sombreamento total. Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, foram extraídas as brotações que deram origem às miniestacas, que foram estaqueadas em tubetes e substrato comercial e mantidas em câmara de nebulização. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos compostos por cinco repetições. Cada repetição foi composta por oito miniestacas apicais. Aos 45 dias após o estaqueamento, foram feitas avaliações quanto ao percentual de enraizamento, número de raízes de primeira ordem. Em seguida, as raízes foram escaneadas e analisadas no programa Winrhizo, quanto ao comprimento total de raízes, diâmetro médio de raízes, e volume total de raízes.

Pode-se concluir, nas condições experimentais descritas, que:

- O vinhático apresenta boa brotação de minicepas, com aumento da produtividade ao longo das coletas sucessivas, indicando potencial para a miniestaquia;
- Houve variação entre as progênies com relação à produtividade de miniestacas pelas minicepas;
- As miniestacas, após cinco meses, apresentaram porcentagem de enraizamento e de sobrevivência baixas e conseqüentemente, baixa qualidade final das mudas produzidas;
- Não houve efeito da auxina no enraizamento de mudas de vinhático, entretanto houve um benefício às características biométricas das mudas que sobreviveram;

- Os manejos de luz e nitrogênio não estimularam o enraizamento de miniestacas de vinhático;
- Não foram observadas barreiras anatômicas na base das miniestacas de vinhático que justificassem a ausência de enraizamento, sugerindo-se estudos posteriores que incluam ontogenia e outros testes histoquímicos.

7 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALCÂNTARA, G. B.; RIBAS, L. L. F.; HIGA, A. R.; RIBAS, K. C. Z. (2008) Efeitos do ácido indolilbutírico (AIB) e da coleta de brotações em diferentes estações do ano no enraizamento de miniestacas de *Pinus taeda* L. **Scientia Forestalis**, v. 36, n. 78, p. 151-156.
- ALMEIDA, F. D. D.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M.; PAIVA, H. N. (2007) Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 455-463.
- AMISSAH, J. N.; PAOLILLO JR., D. J.; BASSUK, N. (2008) Adventitious root formation in stem cuttings of *Quercus bicolor* and *Quercus macrocarpa* and its relationship to stem anatomy. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133 n. 4, p. 479-486.
- ANDERSEN, L., BENTSEN, N. S. (2003) Survival and growth of *Abies nordmanniana* in forest and field in relation to stock type and root pruning prior to transplanting. **Annals of Forest Science**. v.60, n.8, p. 757-762.
- APPEZZATO-DA-GLÓRIA, B.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M. (2006) **Anatomia vegetal**. 2ª rev. Viçosa: UFV, 438p.
- AQUINO, F. G.; WALTER, B. M. T.; RIBEIRO, J. F. (2007) Espécies vegetais de uso múltiplo em reservas legais de cerrado-Balsas, MA. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. S1, p. 147-149.
- ASSIS, T. F. (1997) Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por microestaquia. In: IUFRO CONFERENCE ON SILVICULTURE AND IMPROVEMENT OF EUCALYPTS, Salvador. **Proceedings...** Colombo, PR: EMBRAPA, 1997. v. 1, p. 300-304.

- BARRIENTOS-PRIEGO, A.; BORYS, M. W.; BARRIENTOS-PÉREZ, F. (1986) Rooting of avocado cuttings (*Persea americana* Mill.) cvs. Fuerte and Colín V-33. **California Avocado Society**, v.70, p.157-163.
- BARROS, T. C. (2015) **Revigoração de clones de *Toona ciliata* var. *australis* por miniestaquia**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 78 p.
- BASTOS, D. C. (2005) **Propagação da caramboleira por estacas caulinares e caracterização anatômica e histológica da formação de raízes adventícias**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Piracicaba, 65p.
- BASTOS, D. C.; SCARPARE FILHO, J. A.; FATINANSI, J. C.; PIO, R. (2005) Estiolamento, incisão na base da estaca e uso de AIB no enraizamento de estacas herbáceas de caramboleira. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 27, n. 2, p. 281-284.
- BENTHAN, G. (1842) On Mimoseae. **Hook. Journ. Bot.** n. 4, p. 333–334.
- BENTHAN, G. (1876) In: Martius, C. F. P. von (ed.) **Flor. Bras.** n. 15, p. 270–271. Leipzig: R. Oldenbourg.
- BETANIN, L.; NIENOW, A. A. (2010) Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 4, p. 871-880.
- BIASI, L. A. (1996) Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciênc. rural**, v. 26, n. 2, p. 309-314.
- BITENCOURT, J.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. (2009) Enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill.) provenientes de brotações rejuvenescidas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Botucatu**, v. 11, n. 3, p. 277-28.
- BORTOLINI, M. F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; KOEHLER, H. S.; CARPANEZZI, A. A.; DESCHAMPS, C.; OLIVEIRA, M. D. C.; BONA, C.; MAYER, J. L. S. (2008) *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, v. 18, n. 2, p. 159-171.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; ARAÚJO, M. A.; PIRES, P. P. (2008) Ácido indolbutírico em gel para o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage x *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Scientia agraria**, v. 9, n. 2, p. 153-158.
- BRONDANI, G. E.; ARAÚJO, M. A.; WENDLING, I.; KRATZ, D. (2010) Enraizamento de miniestacas de erva-mate sob diferentes ambientes. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 57, p. 29.

- CARAMORI, S. S.; LIMA, C. S.; FERNANDES, K. F. (2004) Biochemical characterization of selected plant species from Brazilian savannas. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 47, n. 2, p. 253-259.
- CARVALHO, P. E. R. (2009) Espécies arbóreas brasileiras. **Embrapa Informação Tecnológica**; Colombo: Brasília, DF, v. 3.
- CHAVES, C. R. M.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. (2003) Enraizamento de 5 tipos de estacas caulinares de corticeira-do-banhado. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, Campinas, v. 15, p. 135.
- CORDEIRO, I. M. C. C.; LAMEIRA, O. A. (2012) Propagação de mogno (*Swietenia macrophylla* King) por miniestaquia. In: Embrapa Amazônia Oriental- Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso brasileiro de recursos genéticos, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos.
- DELLA TORRE, A. ALBUQUERQUE, L. B. L., FARRAPO, N. M., OSHIMA-FRANCO, Y., SANTOS, M. G., TAVARES, R. V. S., ... GROPPPO, F. C. (2011) Mutagenicity induced by the hydroalcoholic extract of the medicinal plant *Plathymenia reticulata* Benth. **Journal of Venomous Animals and Toxins Including Tropical Diseases**, v. 17, n. 2, p. 190-198.
- DEHGAN, B.; ALMIRA, F.; GOOCH, M.; KANE, M. (1988) Vegetative propagation of Florida native plants: I. Hollies (*Ilex* spp.). **Proceedings Florida State Horticultural Society**, Lake Alfred, v. 01, p. 291-293.
- DIAS, P. C.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S. D.; PAIVA, H. N. D.; CORREIA, A. C. G. (2012.) Propagação vegetativa de progênies de meios-irmãos de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth) Brenan) por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 389-399.
- ELBASHEER, Y. H. A.; ELKALIFA, A. A. (2007) Anatomy of stem cuttings in relation to adventitious rooting of some forest trees. **African Journal of Sciences**, v. 1, n. 1, p. 62-76.
- EMPRESA CAIÇARA COMÉRCIO DE SEMENTES. Disponível em: <https://sementescaicara.bbshop.com.br/vinhtico-do-campo>. Acesso em 5 de mai de 2016.
- ENDRES, L.; MARROQUIM, P. M. G.; SANTOS, C. M.; SOUZA, N. N. F. (2007) Enraizamento de estacas de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 37, n. 3.
- FACHINELLO, J. C. (2005) **Propagação de plantas frutíferas**. Embrapa Informação Tecnológica; Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. 221p.

- FERNANDES, T. T.; SANTOS, A. T. F.; PIMENTA, F. C. (2005) Atividade antimicrobiana das plantas: *Plathymenia reticulata*, *Hymenaea courbaril* e *Guazuma ulmifolia*. **Revista de Patologia tropical**, v. 34, n. 2.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R.; KOEHLER, H. S. (2001) Efeitos dos ácidos indol butírico e bórico no enraizamento de estacas de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax. **SBPN – Scientific Journal**, v. 5, n. 1, p. 122-123.
- FERREIRA, B. G. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; WENDLING, I.; KOEHLER, H. S.; NOGUEIRA, A. C. (2010) Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 1, p. 19-31.
- FERREIRA, P. R. (2012) **Avaliação de progênies de *Plathymenia foliolosa* benth de vegetação natural no município de Santa Maria Madalena – RJ.** Monografia (Título de Licenciatura em Biologia) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 35 p.
- FIGUEIREDO, S. L. B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M. W. (1995) Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (IBA) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg). **Scientia Agrícola**, v. 52, n. 1.
- FOELKEL, C. E. B.; ZVINAKEVICIUS, C.; ANDRADE, J. O. M.; SILVA, A. R. (1978) Potencialidade de algumas espécies nativas como fornecedoras de madeira para produção de celulose. **Revista Árvore**, v. 2, n. 2, p. 186-199.
- FONSECA, C. E. L.; SPERÂNDIO, J. P.; CORRÊA, M. P. F.; BUENO, D. M.; LIMA, R. (1991) Propagação vegetativa do jacarandá-da-baía através da estaquia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 1, p. 31-37.
- FONSECA, E.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. (2002) Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 515-523.
- FONSECA, M. D. S.; FREITAS, T. A. S.; MENDONÇA, A. V. R.; SOUZA, L. S.; ABDALLA, S. D. (2013) Morfometria de sementes e plântulas e verificação da dormência da espécie *Plathymenia foliolosa* Benth. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.4, n.4, p.368-376.
- GATTI, K. C. (2002) **Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum.) jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. F.) por miniestaquia.** Tese (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 83p.
- GATTI, K. C.; GONÇALVES, R. D. C.; XAVIER, A.; PAIVA, H. (2011) Propagação vegetativa de jequitibá (*Cariniana estrellensis* Raddi) por miniestaca. **Temas Agrários**, v. 16, n. 2.

- GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. (2008) Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (Fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, v. 32, n. 1, p. 163-171.
- GOMES, J. M.; PAIVA, H. N. (2011) **Viveiros florestais: propagação sexuada**. Viçosa, MG, UFV, 116p.
- GOULART, P. B.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. (2014) Morfoanatomia da rizogênese adventícia em miniestacas de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, v. 24, n. 3, p. 521-532.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; JUNIOR DAVIES, F. T.; GENEVE, R. L. (2011) **Plant propagation: principles and practices**. 8th. ed. New Jersey: Englewood Clippings. 900p.
- HERINGER, E. P. O (1956) Gênero *Plathymenia*: 1–12. **Anais Reun. An. Soc. Bot. Bras.**
- HERMANN, D. E.; HESS, C. E. (1963) The effect of etiolation upon the rooting of cutting. **Proceedings of International Plant Propagation Society**, v.13, p.42-62.
- HERNANDEZ, W.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. (2013) Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) por estaquia. **Revista Árvore**, v. 37, n. 5, p. 955-967.
- 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**, n. 192, 10p.
- HUSEN, A.; PAL, M. Variation in shoot anatomy and rooting behaviour of stem cuttings in relation to age of donor plants in teak (*Tectona grandis* Linn. f.). **New Forests**, v. 31, n. 1, p. 57-73, 2006.
- IRITANI C. (1981) **Ação de reguladores de crescimento na propagação vegetativa por estaquia de *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire e *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 180 p.
- KLEBER, J.; GRUNENVALDT, R. L.; MANTOVANI, N. C. (2010) Cultivo de *Paraptadenia rigida* (Benth) Brenan em sistema de minijardim clonal. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 2, n. 1.
- KNAPIK, J. G.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; CARPANEZZI, A. A.; TAVARES, F. R. (2002) Propagação vegetativa do pau-sangue (*Croton celtidifolius* Baillon) como alternativa à regeneração de ecossistemas degradados. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, 5., 2002, Belo Horizonte. **Água e biodiversidade: trabalhos voluntários**. Belo Horizonte: SOBRADE, p. 285-287.

- LAMÔNICA, K. R. (2013) **Produtividade de minicepas de clones de cedro australiano (*Toona ciliata*) e produção de mudas por miniestaquia**. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 88 p.
- LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; BARREIRA, S.; MORAIS, T. R.; FARIA, M. V. (2008) Doses do ácido indolbutírico no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). **Bioscience Journal**. v. 24, n. 3, p. 13-18.
- LIMA, D. M.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; MAYER, J. L. S. (2011) Capacidade de enraizamento de estacas de *Maytenus muelleri* Schwacke com a aplicação de ácido indol butírico relacionada aos aspectos anatômicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 13, n. 4, p. 422-438.
- LOPES, R. M. F.; FREITAS, V. L. O.; LEMOS FILHO, J. P. (2010) Biometria de frutos e sementes e germinação de *Plathymenia reticulata* (Benth) e *Plathymenia foliolosa* (Benth). **Revista Árvore**, Viçosa, v.34, n.5, p.797-805.
- MARINIS, G. (1966) Contribuição ao conhecimento das espécies vicariantes do gênero *Plathymenia*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, São José do Rio Preto, v.38 (suplemento), p. 71-83.
- MAYER, J. L. S.; BIASI, L. A.; BONA, C. (2006) Capacidade de enraizamento de estacas de quatro cultivares de *Vitis* L. (Vitaceae) relacionada com os aspectos anatômicos. **Acta Botanica Brasilica**, v. 20, n. 3, p. 563-568.
- MEDRADO, M. J. S.; APPEZATO DA GLÓRIA, B.; COSTA, J. D. (1995) Alterações anatômicas em estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* clone RRIM 600) em resposta a diferentes técnicas de indução de enraizamento. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.52, n.1, p.89-95.
- MORIM, M. P. (2015) *Plathymenia* in **Lista de Espécies da Flora do Brasil**. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB83633>. Acesso em: 03 Ago. 2015.
- NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. (1995) Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*P. cattleyanum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, v.1, p.34-39.
- NETO, G. G. (2006) O saber tradicional pantaneiro: as plantas medicinais e a educação ambiental. **Revista eletrônica do mestrado em educação ambiental**, v. 17, p. 71-89.
- NEUBERT, V. F. (2014) **Propagação vegetativa do vinhático (*Plathymenia foliolosa* Benth) por miniestaquia**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 38 p.

- NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. (2006) Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 41, n. 12, p. 1699-1705.
- OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. (2013) Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 991-999.
- OLIVEIRA, T. P. D. F.; BARROSO, D. G.; LAMÔNICA, K. R.; ARAÚJO CARNEIRO, J. G.; OLIVEIRA, M. A. (2015) Productivity of polyclonal minigarden and rooting of *Handroanthus heptaphyllus* Mattos minicuttings. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2423-2432.
- Painel Florestal (2013) Setor florestal se sobressai em um 2012 de baixo crescimento econômico. Disponível em:
<http://www.painelflorestal.com.br/noticias/brasil/setor-florestal-se-sobressai-em-um-2012-de-baixo-crescimento-economico>. Acesso em 30/04/16.
- PEIXE, A., SERRAS, M., CAMPOS, C., ZAVATTIERI, M^a. A., DIAS, M^a. A. S. (2007) Estudo histológico sobre a formação de raízes adventícias em estacas caulinares de oliveira (*Olea europaea* L.). **Revista de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 1, p. 476-482.
- PEREIRA, T. S.; COSTA, M. L. M. N.; MORAES, L. F. D.; LUCHIARI, C. (2008) Fenologia de espécies arbóreas em floresta Atlântica da Reserva Biológica de Poço das Antas, Rio de Janeiro, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, v. 63, n. 2, p. 329-339.
- PIMENTA, A. C. (2003) **Interações entre reguladores vegetais, épocas do ano e tipos de substrato no enraizamento de estacas caulinares de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pa.** Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 61 p.
- REIS, G. G., HALL, A. E. (1987) Relações hídricas e atividade do sistema radicular em *Eucalyptus camaldulensis* Dehn. em condições de campo. **Revista Árvore**, Viçosa, v.11, n.1 , p.43-55.
- REIS, C. E. R.; SANTOS, A. C. A. (2005) Otimização da propagação vegetativa de aroeira-vermelha (*Schinus terebentifolius* raddi). Salão de iniciação Científica (17.: 2005: Porto Alegre, RS). **Livro de resumos**. Porto Alegre: UFRGS.
- RIZZINI, C. T.(1978) **Árvores e madeiras úteis do Brasil – manual de dendrologia brasileira**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 304 p.
- RODRIGUES, J. E.; LUCHESI, A. A. (1987) Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana*, (Mart.) Ducke) através de estacas induzidas (capeadas) e com ácido indolbutírico. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v.44, n.1, p.1-20.

- ROSA, L. S. (2006) **Adubação nitrogenada e substratos na miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* Maiden**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 89 p.
- SACHS, R. M.; LORETI, F.; BIE, J. (1964) Plant rooting studies indicate sclerenchyma tissue is not restricting factor. **California Agriculture**, n. 18, v. 9, p. 4-5.
- SAMPAIO, V. R. (1987) Enraizamento de estacas da laranja Pera (*Citrus sinenses* Osbeck) In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10., Campinas, 1987. **Anais...** Campinas: SBF, p.126-129.
- SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; WENDLING, I.; OLIVEIRA, M. L. (2000) Enraizamento de miniestacas de jequitibá rosa, sete cascas e mogno (resultados preliminares). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 10., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, p. 63.
- SANTOS, G. A.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, M. L.; WENDLI N. G, I.; TITON, M. (2001) Miniestaquia na clonagem de Jequitibá rosa (*Cariniana estrellensis*). In: SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL, 1., 2001, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria, RS: UFSM, p. 56-66.
- SANTOS, G. A. (2002) **Propagação vegetativa de mogno, cedro rosa, jequitibá rosa e angico vermelho por miniestaquia**. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 75 p.
- SANTOS, J. D. P.; DAVIDE, A. C.; TEIXEIRA, L. A. F.; MELO, A. J. S.; DE MELO, L. A. (2011) Enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais. **Cerne, Lavras**, v. 17, n. 3, p. 293-301.
- SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (2014). **Sistema Nacional de Informações Florestais**: espécies florestais. Disponível em: <<http://www.florestal.gov.br/snif/recursos-florestais/especies-florestais>>. Acesso em: 10 dez. 2014.
- SCHWARZ, L. J.; GLOCKE, P. L.; SEDGLEY, M. (1999) Adventitious root formation in *Acácia baileyana* F. Muell. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 74, n. 5, p. 561-565.
- SILVA, R. L.; OLIVEIRA, M. L.; MONTE, M. A. XAVIER, A. (2010) Propagação clonal de guanandi (*Calophyllum brasiliense*) por miniestaquia. **Agronomía Costarricense**, San José, v. 34, n. 1, p. 99-104.
- SILVA, M. P. S.; BARROSO, D. G.; SOUZA, J. S.; FERREIRA, D. A.; CARNEIRO, J. G. A. (2012) Enraizamento de miniestacas e produtividade de minicepas de cedro australiano manejadas em canaletões e tubetes. **Ciência Florestal**, v. 22, n. 4, p. 703-713.
- SILVEIRA, S. V.; SOUZA, P. V. D.; KOLLER, O.C . (2004) Propagação do abacateiro por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.191-192.

- SOUZA JUNIOR, L. (2007) **Tipo de minijardim clonal e efeito do ácido indolbutírico na miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. (Proteaceae)**. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, 66 p.
- SOUZA, J. C. A. V. DE; 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**, v.33, n. 2, p. 205-213.
- SOUZA, J. S. (2010) **Produtividade de minicepas de cedro australiano e remoção de nutrientes pela coleta sucessiva de miniestacas**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, Campos dos Goytacazes-RJ, 62 p.
- TITON, M.; XAVIER, A.; OTONI, W. C.; REIS, G. G. D. (2003) Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, v. 27, n. 1, p. 1-7.
- VEIERSKOV, B. (1988) Relations between carbohydrate and adventitious. In: DAVIS, T.; HAISSIG, B.; SANKHLA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, p. 102-116.
- WARWICK, M. C.; LEWIS, G. P. (2003) Revision of *Plathymentia* (Leguminosae–Mimosoideae). **Edinburgh journal of Botany**, v. 60, n. 02, p. 111-119.
- WENDLING, I.; XAVIER, A.; TITON, M. (1999) Miniestaquia na silvicultura clonal de *Eucalyptus*. **Revista Folha Florestal**, Viçosa, n. 1, p. 16-17.
- WENDLING, I.; SOUZA JUNIOR, L. (2003) Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: **Congresso Sul-Americano da erva-mate**. Chapecó: Epagri, p. 1.
- WENDLING, I.; XAVIER, A. (2003) Miniestaquia seriada no rejuvenescimento de clones de *Eucalyptus*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 475-480.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; GROSSI, F. (2007) Produção e sobrevivência de miniestacas e minicepas de erva-mate cultivadas em sistema semi-hidropônico. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 289-292.
- WENDLING, I.; DUTRA, L. F.; HOFFMANN, H. A.; BETTIO, G.; HANSEL, F. (2009) Indução de brotações epicórmicas ortotrópicas para a propagação vegetativa de árvores adultas de *Araucaria angustifolia*. **Agronomia Costarricense**, v. 33, n. 2.
- XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA, M. L. (2003) Enraizamento de miniestaca caulinar e foliar na propagação vegetativa de cedro-rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 27, n. 3, p. 351-356.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. (2013) **Silvicultura clonal - Princípios e Técnicas**. 2 ed., Viçosa: UFV. 280p.

ZIMMERMANN, F. J. P. (2014) **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. 2. ed. Brasília, DF : Embrapa, 582 p.

APÉNDICE

Tabela 1A. Análise de variância da sobrevivência (%), enraizamento (%), número de raízes (NR), e comprimento total de raízes (CTR) de miniestacas de vinhático aos 45 dias após o estaqueamento no primeiro ciclo, em função das doses crescentes de AIB.

Causas da variação	%SOB %ENR NR CTR				
	G.L.	Q.M.			
Doses	4	0,310	9,227	2,374	0,098
Regressão Linear	1	0,017	0,000	0,006	0,000
Regressão Quadrática	1	1,007	10,518	0,595	0,098
Regressão Cúbica	1	0,069	3,718	0,374	0,289
Desvios de Regressão	1	0,172	22,670	0,045	0,007
Resíduo	15	0,493	7,590	2,299	0,214

*Significativo a 5% pelo teste F; **Significativo a 1% pelo teste Tukey. Dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$.

Tabela 2A. Análise de variância da altura (H), diâmetro do colo (DAC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), número de raízes primárias (NRP), comprimento total de raiz (CTR), porcentagem de sobrevivência (%), e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) de mudas de vinhático, aos 5 meses após o estaqueamento, em função de diferentes doses de AIB (mg L^{-1}).

Causas da variação	H DAC MSPA MSSR NRP CTR %SOB IQD								
	G.L.	Q.M.							
Doses	4	5,005	5,005	0,799	0,210	0,033	3,255	28,946	9,299*
Regressão Linear	1	0,870	0,871	0,069	0,019	0,013	0,921	2,352	0,179
Regressão Quadrática	1	17,901*	17,901*	2,797*	0,708*	0,114*	9,177*	88,754*	34,981*
Regressão Cúbica	1	0,919	0,920	0,178	0,091	0,004	0,216	0,163	0,715
Desvios de Regressão	1	0,326	0,327	0,156	0,021	0,001	2,709	24,515	1,322
Resíduo	15	2,336	23,361	0,313	0,111	0,028	2,103	18,628	2,031

*Significativo a 5% pelo teste F. Dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$.

Tabela 3A. Análise de variância da sobrevivência (%), enraizamento (%), número de raízes (NR) e comprimento total de raiz (CTR), das miniestacas de vinhático, em três ciclos de produção, em função da aplicação de AIB, aos 45 dias após o estaqueamento.

Causas da variação	%SOB		%ENR		NR	CTR
	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----		
Ciclo	2	1,705	3,203	0,194	0,168	
Dose	1	0,240	0,001	0,147	0,343	
Ciclo x Dose	2	1,061	19,771	0,403	0,100	
Resíduo	18	0,551	6,317	0,129	0,215	

*Significativo a 5% pelo F; **Significativo a 1% pelo teste de Tukey. Dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$.

Tabela 4A. Análise de variância da altura (H), diâmetro (DAC), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca do sistema radicular (MSSR), número de raízes primárias (NRP), comprimento total de raiz (CTR), porcentagem de sobrevivência (%SOB) e Índice de Qualidade de Dickson (IQD) das miniestacas de vinhático, em três ciclos de produção, em função da aplicação de AIB, aos cinco meses após o estaqueamento.

Causas da variação	H		DAC		MSPA		MSSR		NRP		CTR		%SOB		IQD	
	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----
Ciclo	2	7,812*	0,534	0,239*	0,028	1,436	10,469	33,151*	0,331							
Dose	1	2,094	0,527	0,147	0,014	1,670	22,991	0,855	0,163							
Ciclo x Dose	2	3,788	0,635*	0,182*	0,013	1,848	22,521*	7,157	0,494							
Resíduo	18	1,517	0,150	0,052	0,012	0,588	5,840	2,279	0,234							

*Significativo a 5% pelo teste F; **Significativo a 1% pelo teste de Tukey. Dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$.

Tabela 5A. Análise de variância do enraizamento (%), número de raízes primárias (NRP), número de raízes secundárias (NRS), comprimento de raiz (C), diâmetro de raiz (D) e volume de raiz (V) de miniestacas de vinhático, submetidas a diferentes tratamentos de manejo de luz e de nitrogênio, aos 45 dias após o estaqueamento.

Causas da variação	%ENR		NRP		NRS		C		D		V	
	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----	G.L.	-----Q.M.-----
Tratamento	3	5,416	0,306	9,319*	23,270	0,051*	0,004					
Resíduo	16	2,254	0,112	2,869	9,472	0,011	0,002					

*Significativo a 5% pelo teste F; **Significativo a 1% pelo teste de Tukey. Dados foram transformados para $\sqrt{(x+1)}$.