

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

**PATRICIA ALVAREZ CABANEZ**

**MINIESTAQUIA NA PROPAGAÇÃO DA JABUTICABEIRA (*Plinia* sp.)**

ALEGRE-ES

2015

PATRICIA ALVAREZ CABANEZ

**MINIESTAQUIA NA PROPAGAÇÃO DA JABUTICABEIRA (*Plinia* sp.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal, na linha de pesquisa Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Ruimário Inácio Coelho

ALEGRE-ES

2015

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)  
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

---

C112m Cabanez, Patricia Alvarez, 1988-  
Minietaquia na propagação da jabuticabeira (Plinia sp.) / Patricia  
Alvarez Cabanez. – 2015.  
65 f. : il.

Orientador: Ruimário Inácio Coelho.  
Coorientador: José Augusto Teixeira do Amaral.  
Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade  
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias.

1. Minietaquia. 2. Propagação vegetativa. 3. Enraizamento de  
estacas. 4. Jabuticaba. I. Coelho, Ruimário Inácio. II. Amaral, José  
Augusto Teixeira do. III. Universidade Federal do Espírito Santo.  
Centro de Ciências Agrárias. IV. Título.

CDU: 63

---

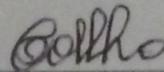
PATRICIA ALVAREZ CABANEZ

**MINIESTAQUIA NA PROPAGAÇÃO DA JABUTICABEIRA (*Plinia* sp.)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal na linha de pesquisa Fitotecnia.

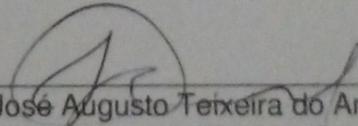
Aprovada em 20 de fevereiro de 2015.

COMISSÃO EXAMINADORA



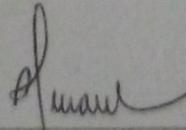
---

Prof. Dr. Ruimário Inácio Coelho  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Orientador



---

Prof. Dr. José Augusto Teixeira do Amaral  
Universidade Federal do Espírito Santo  
Coorientador



---

Prof. Dr. Rodrigo Sobreira Alexandre  
Universidade Federal do Espírito Santo

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pela força e sabedoria ao longo dessa jornada.

À Universidade Federal do Espírito Santo e ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, por me propiciar a realização do meu trabalho, bem como disponibilizar materiais e local para a realização dos trabalhos.

Aos meus pais, por todos os princípios ensinados, pela ajuda e força ao longo dos meus dias. A vocês, minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos, noivo, tios e primos pelas palavras de incentivo, confiança e carinho.

Ao Allan, Paulo, Waldir, Lucas, Vinícius, Leandro, Marília e João Victor pela ajuda durante a realização deste trabalho. Obrigada pelo companheirismo e atenção.

Agradeço especialmente ao meu orientador Ruimário Inácio Coelho, pelo apoio, compreensão, confiança e amizade demonstrados durante toda essa singular e complexa jornada. Sua valiosa orientação foi fundamental e imprescindível para a realização e conclusão deste trabalho.

Ao meu coorientador José Augusto Teixeira do Amaral, pela sua ajuda durante todo este tempo. Obrigada pela disposição, ensinamentos e amizade dedicados para a realização deste trabalho.

Ao professor Rodrigo Sobreira Alexandre pelas contribuições realizadas e por ceder parte do seu tempo para participação na banca examinadora da defesa.

Aos professores do programa de Pós-graduação, pelos ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

E a todos que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

## RESUMO

A propagação sexuada continua sendo o principal método empregado na produção de mudas para a jabuticabeira (*Plinia* spp.), o que resulta no longo período de juvenildade apresentado pelas plantas obtidas, com início de produção podendo ocorrer em até 14 anos. Para essas espécies ainda não foram estabelecidos métodos eficientes de propagação assexuada que permitam a produção em larga escala para formação de pomares comerciais com entrada em produção em poucos anos após o plantio. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento de miniestacas semilenhosas e herbáceas de jabuticabeira tratadas com AIB, em relação à indução e formação de raízes adventícias. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC) para os dois experimentos com quatro repetições e sete miniestacas por parcela para os dois experimentos. Para o experimento 1 utilizou-se o esquema fatorial 2 x 2, sendo dois tipos de folhas nas miniestacas (par de folhas com limbo intacto e par de folhas com limbo reduzido à metade) e duas concentrações do AIB (0 e 1000 mg L<sup>-1</sup>). Para o experimento 2 utilizou-se o esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tempos de imersão das miniestacas no AIB (30 e 60 segundos) e cinco concentrações do AIB (0; 50; 100; 200 e 400 mg L<sup>-1</sup>). As características avaliadas foram a porcentagem de miniestacas vivas, com calos, enraizadas, com folhas, número de raízes e comprimento da maior raiz. No experimento 2 também foi avaliado a porcentagem de miniestacas com brotação e comprimento médio da brotação. Os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão para o tratamento quantitativo, ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se do software R. A escolha da equação de regressão baseou-se na significância dos coeficientes e no maior valor do coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>). Conclui-se que a permanência do limbo foliar intacto nas miniestacas é essencial para o enraizamento e maior formação de calos; a aplicação de AIB é desnecessária para enraizamento de miniestacas herbáceas de jabuticabeira; e o emprego de miniestacas herbáceas obtidas de cepas se mostra viável para a multiplicação comercial de jabuticabeira.

Palavras-chave: miniestacas, propagação vegetativa, enraizamento, AIB, jabuticaba

## ABSTRACT

The sexual propagation remains the main method used in the production of seedlings for jaboticaba tree (*Plinia* spp.) Which results in long juvenility presented by plants obtained with early production may occur in up to 14 years. For these species have not yet been established efficient methods of asexual propagation to enable the large-scale production for formation of citrus groves with entry into production in a few years after planting. Thus, the aim of this work was to evaluate the behavior of softwood and herbaceous cuttings of jaboticaba tree treated with IBA, for induction and formation of adventitious roots. It was used a completely randomized experimental design (CRD) for the two experiments with four replicates and seven cuttings per plot for the two experiments. For the experiment 1 used the factorial 2 x 2, two types of leaves on cuttings (leaf pair with intact limb and pair of leaves with reduced blade in half) and two IBA concentrations (0 and 1000 mg L<sup>-1</sup>). For experiment 2 used the factorial 2 x 5, two immersion times of the shoots in IBA (30 and 60 seconds) and five concentrations of IBA (0, 50, 100, 200 and 400 mg L<sup>-1</sup>). The characteristics evaluated were the percentage of live cuttings, calluses, rooted with leaves, root number and length of roots. In experiment 2 was also evaluated the percentage of cuttings with budding and average length of sprouting. Data were subjected to analysis of variance and regression analysis for the quantitative treatment, at 5% probability, using the software R. The choice of regression equation was based on the significance of the coefficients and the higher value of coefficient of determination (R<sup>2</sup>). It is concluded that the permanence of the intact leaf blade in cuttings is essential for rooting and higher callus formation; the AIB application is unnecessary for rooting herbaceous cuttings jaboticaba tree; and the use of herbaceous cuttings obtained from strains shown feasible for commercial multiplication jaboticaba tree.

Keywords: minicuttings, vegetative propagation, rooting, AIB, jaboticaba

## SUMÁRIO

<b>RESUMO .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>v</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 JABUTICABEIRA.....	9
2.2 MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO .....	10
2.3 ENRAIZAMENTO E REGULADORES VEGETAIS .....	18
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>22</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
4.1 EXPERIMENTO 1.....	27
4.2 EXPERIMENTO 2.....	35
<b>5 CONCLUSÕES .....</b>	<b>44</b>
5.1 EXPERIMENTO 1.....	44
5.2 EXPERIMENTO 2.....	44
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>45</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A jabuticabeira (*Plinia* spp.) é uma espécie frutífera originária do centro-sul do Brasil, pertencente à família Myrtaceae, encontrada desde o extremo sul até o extremo norte do país (MANICA, 2000). Os frutos apresentam elevado valor nutritivo e a casca da jabuticaba apresenta elevados teores de antocianinas e flavonoides que apresentam atividades anticarcinogênicas e antioxidantes (DONADIO, 1983; MATTOS, 1983; KAPADIA et al., 1997; HAGIWARA et al., 2001). Dessa forma, observa-se a perspectiva de crescimento na demanda da jabuticaba para consumo *in natura* bem como para sua utilização pelas indústrias alimentícia, de cosméticos e farmacêutica (APEL et al., 2006; SASSO et al., 2010).

A propagação por sementes é o principal método utilizado em jabuticabeiras, que resulta na formação de pomares com início de produção vários anos após sua implantação. Fato esse que tem como causa o longo período juvenil apresentado pelas espécies, que se estende por até 14 anos (ANDRADE e MARTINS, 2003; HARTMANN et al., 2011). O longo período de juvenilidade, caracterizado pela ausência da capacidade de florescer e frutificar, constitui-se no grande limitador para expansão de pomares comerciais com as espécies de jabuticabeira, ficando assim o seu cultivo praticamente restrito a pomares domésticos (DANNER et al., 2006; HARTMANN et al., 2011).

Na propagação da jabuticabeira pode-se utilizar a enxertia, mergulhia aérea, micropropagação e estaquia como métodos de multiplicação via assexuada; porém seu emprego para produção comercial de mudas em grande escala encontra algumas limitações, gerando baixa oferta de mudas no mercado e com altos preços.

Neste sentido, o desenvolvimento de métodos de propagação para a jabuticabeira por via assexuada se reveste de grande importância para produção comercial de mudas, pois além da redução da fase juvenil em comparação a via sexual, também apresenta algumas vantagens como a manutenção das características genéticas das plantas-matrizes, elevando a produtividade com frutos de melhor qualidade (DANNER et al., 2006; HARTMANN et al., 2011).

A estaquia é um dos métodos de propagação mais utilizados para produção de mudas de espécies frutíferas em que ocorre a indução e formação de raízes

adventícias em segmentos destacados da planta matriz dando origem a uma nova planta (FACHINELLO et al., 2005; SASSO, 2010). Para algumas espécies esse tipo de propagação propicia a formação de mudas com boa qualidade e em menor tempo, sendo um método simples e de fácil execução.

Os fatores associados a rizogênese adventícia em estacas de espécies vegetais são de origem endógenas e exógenas; portanto, a indução e formação de raízes adventícias apresentam grande variabilidade entre as espécies, ocorrendo com grande facilidade em algumas e com muita dificuldades em outras. Muito embora, teoricamente, toda espécie pode emitir raízes adventícias, isto com base no fenômeno da totipotência. Para algumas espécies ainda não é possível o emprego da estaquia para obtenção comercial de mudas em muitas espécies frutíferas, tendo como limitação o baixo índice de enraizamento que se tem obtido, fato observado em espécies de jabuticabeira (DANNER et al., 2006; HARTMANN et al., 2011).

As auxinas são os principais reguladores vegetais usados para promover o enraizamento, acelerar a formação das raízes, aumentar o número e qualidade das raízes e uniformizar o enraizamento em estacas empregadas na propagação das plantas, sendo que estacas de algumas espécies só emitem raízes adventícias quando submetidas ao tratamento com reguladores vegetais (OLIVEIRA et al., 2001).

Dentre as auxinas sintéticas mais utilizadas para indução e formação de raízes em estacas está o ácido indol-3-butírico (AIB). A resposta ao tratamento com reguladores vegetais está associada a diversos fatores que podem variar com a espécie, tipos de estaca, época de obtenção das estacas, concentração e tempo de tratamento, entre outros (HARTMANN et al., 1990; PEREIRA, 2003).

Considerando a necessidade de se desenvolver métodos de multiplicação por via assexuada para a jabuticabeira, de modo a viabilizar a produção de mudas com qualidade em escala comercial, foram desenvolvidos dois experimentos com objetivo de avaliar o comportamento de miniestacas semilenhosas e herbáceas de jabuticabeira tratadas com AIB, em relação à indução e formação de raízes adventícias.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 JABUTICABEIRA

A jabuticabeira (*Plinia* spp.) é uma espécie frutífera originária do centro-sul do Brasil, sendo encontrada desde o extremo sul até o extremo norte do país (MANICA, 2000). O nome jabuticaba tem origem na palavra “iapoti’kaba”, do tupi, que significa fruta em botão (MENDONÇA, 2000). Pertence à família Myrtaceae, da qual também fazem parte as frutíferas: guabiroba, goiaba, cambuí, araçá, grumixama, cambucá, pitanga e pêssego-do-mato (DONADIO, 2000).

Ocorreu uma alteração na nomenclatura do gênero *Myrciaria* (BERG, 1857) para o gênero *Plinia* (SOBRAL, 1985). Este afirma que sementes com cotilédones separados são uma característica constante em *Plinia* e muito rara em *Myrciaria*, que tem os cotilédones, na maioria das vezes, soldados. Também, inflorescências congestas e caulífloras, entre outras, são características do gênero *Plinia*. Entretanto, ainda observa-se o gênero *Myrciaria* sendo largamente empregado no meio científico, podendo ser considerado como sinonímia do gênero *Plinia*.

Há nove espécies conhecidas de jabuticabeira e, dentre elas, destacam-se *Plinia trunciflora* Berg (jabuticaba de cabinho), *P. cauliflora* (DC) Berg (jabuticaba paulista ou jabuticaba-açu) e *P. jaboticaba* (Vell.) Berg (jabuticaba Sabará), sendo esta última a espécie mais conhecida e comercializada no Brasil (MATTOS, 1983).

A jabuticabeira é uma árvore que apresenta como características: grande variação na altura, podendo alcançar até 15 metros; a planta adulta possui uma copa muito densa; a floração ocorre no tronco e nos galhos; o fruto geralmente possui tamanho reduzido, forma arredondada e cor escura, com polpa esbranquiçada; as sementes são pequenas e arredondadas (LORENZI et al., 2006; DANNER et al., 2007); as folhas são opostas e lanceoladas; e as flores são brancas (MATTOS, 1983).

Os frutos apresentam elevado valor nutritivo, altos teores de vitaminas do complexo B (principalmente B2 e niacina) e sais minerais como ferro, cálcio e fósforo (DONADIO, 1983; MATTOS, 1983). Devido às propriedades organolépticas essa frutífera apresenta grande potencial de comercialização (MAGALHÃES et al., 1996),

sendo apreciada para consumo *in natura* ou processada na forma de doces, bebidas, geleias e sorvetes (DANNER et al., 2006). Também pode-se utilizar a jabuticabeira como planta ornamental devido ao seu aspecto atraente, principalmente durante a floração (DEMATTE, 1997). Além disso, a casca da jabuticaba contém elevados teores de antocianinas e flavonoides (DANNER et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2008) que apresentam atividades anticarcinogênicas (KAPADIA et al., 1997; HAGIWARA et al., 2001) e antioxidantes (PIETTA, 2000; WANG et al., 2000). Nesse sentido, observa-se a perspectiva de crescimento para comercialização e utilização pelas indústrias alimentícia, de cosméticos e farmacêutica (APEL et al., 2006; SASSO et al., 2010).

## 2.2 MÉTODOS DE PROPAGAÇÃO

A propagação por sementes é a principal forma de propagação da jabuticabeira e, nesse caso, há um longo período juvenil podendo se estender até 14 anos (ANDRADE e MARTINS, 2003; HARTMANN et al., 2011). O longo período de juvenilidade, caracterizado pela ausência da capacidade de florescer e frutificar, se constitui no grande limitador para expansão de pomares comerciais com as espécies de jabuticabeira, ficando assim o seu cultivo praticamente restrito à pomares domésticos. Neste sentido, o desenvolvimento de métodos de propagação para a jabuticabeira por via assexuada se reveste de grande importância para a obtenção de mudas, pois além da redução da fase juvenil em comparação a via sexual, também apresenta algumas vantagens como a manutenção das características genéticas das plantas-matrizes, elevando a produtividade e com frutos de melhor qualidade (DANNER et al., 2006; HARTMANN et al., 2011).

De acordo com Vilanova (1959) a propagação assexuada consiste na produção de plantas através de suas partes vegetativas (caules, raízes e folhas). É muito utilizada na floricultura, horticultura, fruticultura e silvicultura (SILVA, 1985). Esse tipo de propagação consiste num processo de multiplicação baseado na regeneração da planta-matriz, que ocorre pelos mecanismos de divisão e diferenciação celular baseada no princípio da totipotência (todas as células vegetais contêm informação genética necessária para a regeneração de plantas a partir de qualquer órgão

vegetal) e da desdiferenciação (capacidade previamente desenvolvida de as células desdiferenciarem para retornar à condição meristemática e desenvolver um novo ponto de crescimento). Assim, são formados clones, garantindo a manutenção das características de interesse. As mudas formadas pela propagação assexuada produzem em menor tempo do que aquelas propagadas sexualmente (HARTMANN et al., 2011).

Na propagação da jaboticabeira pode-se utilizar a enxertia, mergulhia aérea ou alporquia, micropropagação e estaquia como métodos de multiplicação via assexuada.

O método da enxertia tem como objetivo, entre outros aspectos, reunir em um indivíduo características desejáveis presentes em genótipos diferentes, ou seja, o porta-enxerto e o enxerto (HARTMANN et al., 2011), permitindo a reprodução integral do genótipo (HARTMANN et al., 1990). Esse tipo de propagação também apresenta dois inconvenientes: a ocorrência da incompatibilidade entre enxerto e porta-enxerto, e os enxertos produzem plantas com copas menores e menos produtivas apesar de serem mais precoces que as plantas de pé-franco (MANICA, 2000).

Franco et al. (2010) observaram que as jaboticabeiras 'Açu' e 'Sabará', submetidas aos métodos de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia e garfagem no topo à inglesa simples, apresentaram valores de pegamento inicial de 93,75% e que os valores de enxertia obtidos no trabalho permitem indicar a enxertia como método de propagação para as jaboticabeiras estudadas. Silva et al. (2008) testaram as espécies *P. jaboticaba* (Vell) Berg. e *P. cauliflora* (DC) Berg. enxertadas sobre porta-enxerto da mesma espécie por garfagem de topo em fenda cheia, e obteve-se pegamento de 93,75% e 68,75%, respectivamente. Assim, observa-se que esse método de propagação apresenta resultados satisfatórios, mas ainda são necessários mais estudos.

A alporquia ou mergulhia aérea é o método de propagação que concilia o enraizamento em conexão com a planta-matriz, favorecendo as condições para que a rizogênese ocorra (DANNER et al., 2006). Esse tipo de propagação consiste na realização de um anelamento no ramo visando impedir a translocação de carboidratos, hormônios e outras substâncias produzidas pelas folhas e gemas para outras partes da planta, favorecendo assim o desenvolvimento das raízes. Nesse

caso, ainda ocorre o fornecimento de água e nutrientes ao ramo pois o xilema não é afetado (SIQUEIRA, 1998). Danner et al. (2006) obtiveram 100% de enraizamento com esse tipo de propagação na jabuticabeira nas concentrações de 4000 e 6000 mg L<sup>-1</sup> de ácido indolacético (AIA). Nesse tipo de propagação não há como obter muitas mudas de uma única planta-matriz pois poderá ocorrer o depauperamento da planta.

A micropropagação ou propagação *in vitro* consiste no desenvolvimento de plantas em meio artificial a partir de pequenos propágulos (explantes) que podem ser oriundos de qualquer parte vegetal e é realizada em condições assépticas (SASSO, 2010). Alguns autores realizaram estudos com micropropagação para goiabeira serrana, pitangueira, araçazeiro e jabuticabeira (SOUZA et al., 2006a; SOUZA et al., 2006b; PICOLOTTO et al., 2007). Nesse tipo de propagação pode-se obter um grande número de plantas em pequeno espaço físico e de tempo e mudas livres de patógenos (SASSO, 2010). Porém, é um tipo de propagação altamente dependente da infraestrutura e condições adequadas para ocorrer o desenvolvimento das plantas livres de contaminação.

A estaquia é um dos métodos de propagação mais utilizados para as espécies frutíferas (SASSO, 2010) em que ocorre indução de enraizamento adventício em segmentos destacados da planta mãe que, em condições favoráveis, origina uma nova planta (FACHINELLO et al., 2005). As estacas utilizadas na propagação assexuada podem ser obtidas de caules, caules modificados (rizomas, tubérculos e bulbos), folhas ou raízes. Estacas caulinares são de fácil obtenção e há uma maior disponibilidade de material, possibilitando a ocorrência de resultados satisfatórios (PEREIRA, 2003). Segundo Fachinello et al. (2005) a estaquia vem sendo amplamente utilizada na fruticultura para a produção comercial de mudas com qualidade e em menor tempo, pois garante a manutenção das características varietais como uniformidade, produção, qualidade do fruto, precocidade e sanidade.

A estaquia como método de propagação associada a uma ou mais técnicas auxiliares, como a nebulização intermitente, aplicação de fitorreguladores, anelamento, estiolamento, dobra dos ramos, entre outras, pode proporcionar melhores resultados e tornar viável a propagação de muitas espécies. Através da estaquia é possível a obtenção de muitas plantas a partir de uma única planta

matriz, em curto espaço de tempo. Além do mais, é uma técnica de baixo custo e de fácil obtenção (FACHINELLO et al., 2005).

Estacas de jabuticabeira têm demonstrado grande dificuldade de enraizamento, conforme observado por vários autores (LEONEL et al., 1991; DUARTE et al., 1997; SCARPARE FILHO et al., 1999; CASAGRANDE JUNIOR et al., 2000; SCARPARE et al., 2002; PEREIRA et al., 2005; SASSO, 2009; SASSO et al., 2010). O baixo percentual de enraizamento dos propágulos vegetativos, para algumas espécies, pode estar correlacionado a uma série de fatores intrínsecos ao material vegetal ou extrínsecos, como a idade do tecido, o tipo e a época de coleta das estacas, a concentração de fitormônios, as condições de cultivo das estacas (DANNER et al., 2006), o potencial genético da espécie ou genótipo, condições fisiológicas e nutricionais da planta-matriz, presença de indutores e inibidores de enraizamento, presença de gemas e/ou folhas, água, temperatura e substrato (SMALLEY et al., 1991; MESÉN et al., 1997; RIECKERMANN et al., 1999; HARTMANN et al., 2011).

As estacas devem ser obtidas de ramos terminais com maturação recente, de plantas sadias e vigorosas, visto que esses fatores são muito importantes para o enraizamento. Também deve-se utilizar plantas que não apresentam deficiência de nutrientes ou atacadas por pragas e doenças, danificadas por geada ou seca e aquelas que não estejam em floração ou frutificação (HARTMANN et al., 1990). O uso de estacas apicais para a obtenção de mudas vem sendo utilizado com sucesso para muitas frutíferas da família Myrtaceae. O uso dessas estacas promove menor dano à planta matriz do que aquelas estacas que apresentam diâmetro de 1,5 a 2,0 cm com 40 cm de comprimento (MENDONÇA, 2000).

Para obter sucesso na propagação por estaquia devem ser considerados vários aspectos, dentre eles destaca-se: realizar a coleta de ramos nas primeiras horas do dia, acondicioná-los em sacolas de polietileno e pulverizá-los com água, em local sombreado e arejado até o momento da produção das estacas; realizar tratamento auxínico, quando necessário; atentar para o tipo de estaca empregada; considerar a concentração e o tempo de aplicação do regulador vegetal empregado; e local recomendado, com umidade elevada e temperatura variando entre 10°C e 32°C (ONO e RODRIGUES, 1996).

O enraizamento é influenciado pelas condições de crescimento, idade e características internas da planta-matriz como conteúdo de água, teor de reservas e

de nutrientes e o nível hormonal no momento da coleta das estacas (OLIVEIRA et al., 2001). As folhas são responsáveis pela produção de carboidratos, compostos nitrogenados e várias substâncias sinérgicas da auxina e, por isso, observam-se açúcares e nitrogênio solúvel e insolúvel consideravelmente alto na base das estacas (VAN OVERBEEK et al., 1946; MIDDLETON et al., 1980; PAVLINOVA et al., 2002; VEYRES et al., 2008; STENVALL et al., 2009). Alguns autores observaram que a presença das folhas nas estacas propicia o enraizamento mesmo sendo em baixos percentuais (PIO et al., 2004; PACHECO e FRANCO, 2008; NIENOW et al., 2010; HARTMANN et al., 2011).

Os carboidratos fornecem energia e carbono para a iniciação de raízes adventícias e, portanto, são considerados cofatores do enraizamento (HAISSIG, 1974; TORRES, 2003). Os carboidratos produzidos nas folhas são utilizados pela auxina que requer uma fonte de carbono para a biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas para a formação das raízes (FACHINELLO et al., 2005). Obtém-se uma maior porcentagem de enraizamento quando há maior concentração de carboidratos não estruturais antes e durante o enraizamento (VEIERSKOV e ANDERSEN, 1976; STRÖMQUIST e ELIASSON, 1979; REUVENI e RAVIV, 1980; CHAMPAGNOL, 1981).

As estacas podem ser herbáceas, semilenhosas e lenhosas quando se considera a consistência e o grau de lignificação dos tecidos. A escolha do tipo de estaca a ser utilizada tem grande importância para espécies que apresentam dificuldades para formação de raízes adventícias (OLIVEIRA et al., 2001). As estacas herbáceas são aquelas obtidas no período de crescimento vegetativo (tecidos com alta atividade meristemática e baixo grau de lignificação) ou aquelas com folhas e tecidos ainda não lignificados; as estacas semilenhosas são aquelas obtidas no final do verão e início do outono, com folhas e mais lignificadas que as herbáceas ou aquelas obtidas de ramos não-lignificados oriundos de plantas lenhosas; as estacas lenhosas são aquelas obtidas no inverno e são altamente lignificadas. A escolha pelo tipo de estaca a ser utilizada depende da espécie, facilidade de enraizamento e infraestrutura (FACHINELLO et al., 2005).

As estacas podem ser apicais, medianas ou basais, levando-se em consideração a posição ocupada no ramo de origem. Há diferenças na composição química da base ao ápice dos ramos e, portanto, ocorrem variações na formação de raízes para

estacas coletadas em diferentes partes dos ramos da planta-matriz (OLIVEIRA et al., 2001).

A anatomia dos ramos da espécie ou genótipo pode afetar o percentual de enraizamento das estacas. Sasso (2009) afirma que é provável que a jabuticabeira apresente anatomia semelhante à *Quercus macrocarpa*. Essa espécie apresenta menor proporção de células do parênquima (menos lignificadas) do que células do esclerênquima (mais lignificadas) e, por isso, há uma maior dificuldade de enraizamento dessas duas espécies. Assim, pode-se obter um maior enraizamento de jabuticabeira quando se realiza o revigoramento das estacas (XAVIER e COMÉRCIO, 1996; SASSO, 2009).

Em plantas perenes, estacas coletadas de ramos jovens podem enraizar com maior facilidade do que estacas coletadas de ramos maduros da mesma planta (THORPE e PATEL, 1984; HARTMANN et al., 2011). Segundo Fachinello et al. (2005) estacas provenientes de material vegetativo juvenil apresentam maior facilidade para a rizogênese adventícia, principalmente espécies que apresentam dificuldades de enraizamento. Material vegetativo mais maduro apresenta maior concentração de inibidores e menor de cofatores. Assim, recomenda-se a coleta de brotações jovens em plantas adultas, pois mesmo estas não caracterizando uma verdadeira condição de juvenilidade têm maior facilidade de enraizamento (FACHINELLO et al., 2005).

Verger et al. (2001); Gratieri-Sossella et al. (2008) afirmam que as técnicas de manutenção ou de restauração do estado juvenil são importantes para o sucesso da propagação vegetativa. Uma menor mortalidade é obtida quando utiliza-se miniestacas retiradas de materiais jovens em associação ao AIB.

O menor percentual de enraizamento de estacas oriundas de plantas adultas pode ocorrer devido à diminuição da capacidade de formar raízes com o aumento da idade, visto que ramos maduros tendem a ter menor concentração de auxina em virtude da maior idade ontogenética. Ocorre um acúmulo de inibidores de enraizamento e um aumento dos níveis fenólicos à medida que o tecido se torna mais velho, além da barreira anatômica de tecido lignificado entre o floema e o córtex (XAVIER et al., 2009). No estágio juvenil das plantas observa-se uma maior intensidade de cofatores do enraizamento e, por isso, maior enraizamento (HEUSER, 1976). O rejuvenescimento é importante, principalmente, para a

propagação vegetativa nas espécies que não enraízam ou que o fazem em baixas porcentagens (SANTOS, 2009).

A época de coleta das estacas influencia no enraizamento. Estudos demonstram que há períodos em que a porcentagem de enraizamento é alta e, em outros, esse percentual é baixo ou nulo. Isso ocorre em função das temperaturas, precipitações e condições em que essas estacas são coletadas. Fachinello et al. (2005) afirmam que estacas coletadas no período de crescimento vegetativo, ou seja, primavera/verão apresentaram maior capacidade de enraizamento devido às suas estruturas herbáceas. Dutra et al. (2002) observaram que estacas de pessegueiro retiradas na primavera e verão apresentaram os maiores percentuais de enraizamento. Zietemann e Roberto (2007), trabalhando com estacas de goiabeira, observaram que a coleta de estacas herbáceas no meio do período de verão é mais indicada para a produção de mudas dessa espécie.

O enraizamento das estacas pode sofrer interferências devido à capacidade de biossíntese hormonal entre os sistemas caulinar e radicular da espécie, associadas ao transporte basípeto das auxinas (GOLDSMITH, 1977) e ao acrópeto das citocininas (VAN STADEN e DAVEY, 1979). Isso ocorre porque as auxinas associadas à iniciação de raízes (WIGHTMAN et al., 1980) são predominantemente produzidas nos caules (DAVIES, 1995) e as citocininas são produzidas principalmente nas raízes (ITAI e BIRNBAUM, 1996) estimulando a iniciação de gemas caulinares (PILLARY e RAILTON, 1983). As giberelinas, em altas concentrações, principalmente quando associadas às auxinas em altas concentrações, podem inibir a formação da raiz (KOCHBA et al., 1974; RIBEIRO et al., 2006).

Um equilíbrio adequado nas concentrações da auxina, citocinina e giberelina na estaca é de fundamental importância para ocorrer o enraizamento (TAM et al., 2000; CATO, 2006). Possivelmente, há um desequilíbrio desses fitorreguladores na jabuticabeira e, por isso, há dificuldades no enraizamento (TAM et al., 2000). Também, baixas concentrações endógenas da auxina podem prejudicar o enraizamento e isso ocorre quando a auxina permanece na sua forma conjugada, ou seja, inativa (LEE e STARRATT, 1986; EPSTEIN et al., 1993; NORMANLY e BARTEL, 1999).

Pode ocorrer intensa oxidação de compostos fenólicos na região do corte da estaca prejudicando a formação de raízes, isto devido à liberação ou formação de exsudatos tóxicos no tecido da estaca (CASAGRANDE JUNIOR et al., 1999; CAMPOS et al., 2005; FERRIANI et al., 2008). Os diferentes tipos de fenóis nos tecidos em contato com o oxigênio iniciam reações de oxidação, cujos produtos resultantes são tóxicos ao tecido (FACHINELLO et al., 2005). Para reduzir e/ou evitar essa oxidação pode-se utilizar algumas substâncias como o ácido cítrico, ácido ascórbico e a polivinilpirolidona (SATO et al., 2001; FACHINELLO et al., 2005). Também pode-se realizar a lavagem das estacas em água, pois ocorre a lixiviação de alguns compostos fenólicos, evitando assim as oxidações (CAMPOS et al., 2005). Segundo Galeti et al. (2010) a técnica de imersão de estacas de amoreira por 24 horas em água possibilitou a lixiviação das substâncias inibidoras do enraizamento.

Dentre os fatores externos que atuam no enraizamento das estacas tem-se a água, a temperatura e o substrato. Pode-se realizar o controle da transpiração através da retirada das folhas basais. A água é fundamental para o enraizamento, visto que as estacas recém colocadas para o enraizamento no substrato não possuem raízes e, dessa forma, não têm como absorver água eficientemente para compensar a transpiração e o crescimento de novas brotações (PREECE e READ, 1993; PEREIRA, 2003). A nebulização artificial mantém elevada a umidade relativa do ar no ambiente, reduzindo a temperatura da folha, mantendo uma película sobre a mesma, permitindo a realização do estaqueamento em ambientes de maior luminosidade, não reduzindo a eficiência fotossintética (COSTA JUNIOR, 2000; FACHINELLO et al., 2005).

A temperatura deve ser mantida entre 10°C (noturna) e 32°C (diurna), sendo isso possível equilibrando sombreamento com a nebulização intermitente na casa de vegetação. Temperaturas elevadas favorecem a divisão celular para o enraizamento; entretanto, podem estimular uma maior transpiração, induzindo o murchamento da estaca. Deve-se evitar que as estacas fiquem murchas pois para que ocorra a divisão celular é necessário que as células se mantenham túrgidas (FACHINELLO et al., 2005). O sistema de nebulização é empregado para controlar a perda hídrica das estacas, favorecer a hidratação do substrato e controlar a temperatura. Recomenda-se que os tubetes com as estacas sejam colocados nas

estufas com irrigação do tipo nebulização ou microaspersão intermitente para que a umidade interna da estufa fique acima de 80% (OLIVEIRA et al., 2001).

O substrato utilizado na produção de mudas por estaquia além de servir como suporte às plantas também deve fornecer nutrientes e propiciar alguma retenção ou reserva de água para as plantas, ter porosidade para permitir a entrada de oxigênio e saída de gás carbônico e etileno oriundos da respiração das raízes. O desenvolvimento do sistema radicular depende das características físicas e químicas do substrato, devendo o mesmo ser livre de patógenos e pragas (SOUZA, 1983; KÄMPF, 1999; OLIVEIRA, 2000; SOUZA, 2002).

### 2.3 ENRAIZAMENTO E REGULADORES VEGETAIS

A estaca apresenta uma ou mais gemas e uma porção de tecido diferenciado sem a presença de raízes. A lesão do tecido de células do xilema e do floema na base da estaca oriunda do traumatismo ocorrido pelo corte será seguida da cicatrização, que consistirá na formação de uma capa de suberina, promovendo a redução da desidratação na área lesionada. Geralmente, nessa área ocorre a formação do calo (FACHINELLO et al., 2005), constituído por uma massa irregular de células parenquimáticas em vários estádios de lignificação através do processo de desdiferenciação, fase que antecede a formação das raízes (HARTMANN et al., 1990). Os calos surgem devido à atividade do câmbio e do felogênio em que as células do câmbio vascular proliferam e se diferenciam originando uma nova raiz (MESSINA e TESTOLINI, 1984). Normalmente, a formação do calo ocorre pela divisão das células do cambium e do floema, mas pode ser originado também das células do periciclo, córtex e medula (RODRIGUES e ONO, 1996), e a sua formação representa o início do processo da atividade morfogênética do tecido. As células que se tornam meristemáticas dividem-se formando os primórdios radiculares e, posteriormente, células adjacentes ao câmbio e ao floema iniciam a formação de raízes adventícias. Possivelmente, estacas com formação de calos respondem mais facilmente à aplicação de fitorreguladores para propiciar o enraizamento do que estacas sem formação de calo (FACHINELLO et al., 2005).

A formação de raízes adventícias é um processo de desenvolvimento marcado por uma sequência de eventos histológicos. Cada estágio de desenvolvimento possui diferentes requerimentos por substâncias de crescimento, como auxinas, citocininas e ácido giberélico (HARTMANN et al., 2011). A formação das raízes adventícias ocorre em duas fases, geralmente em sequência: iniciação, caracterizada pela divisão celular, e diferenciação das células do primórdio radicular, resultando no crescimento da raiz. O local de emissão das raízes adventícias é muito variável de acordo com a espécie e tipo de estaca (FACHINELLO et al., 2005).

O desenvolvimento das plantas, incluindo a indução e crescimento das raízes, naturalmente é controlado por hormônios vegetais (substâncias orgânicas naturais), sintetizados em pequenas concentrações e que agem em diferentes locais nas plantas. Análogos dessas substâncias podem ser produzidos artificialmente, recebendo a denominação de reguladores vegetais, como por exemplo auxinas e citocininas encontradas no comércio (FRANKENBERGER e ARSHAD, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2004).

Os principais reguladores vegetais usados para promover o enraizamento de estacas são as auxinas. As auxinas são fitormônios muito importantes para o enraizamento, possivelmente por estimularem a síntese de etileno, favorecendo assim a emissão de raízes (NORBERTO et al., 2001). Essa substância estimula as células do periciclo a se dividirem formando o primórdio radicular, crescendo a raiz lateral através do córtex e da epiderme da raiz (TAIZ e ZEIGER, 2004). Assim, as auxinas são utilizadas para aumentar a porcentagem de enraizamento, acelerar a formação das raízes, aumentar o número e qualidade das raízes e uniformizar o enraizamento (OLIVEIRA et al., 2001).

A citocinina é usada para estimular a formação de gemas adventícias (HARTMANN et al., 2011) e atua como reguladora da divisão celular e da diferenciação de certos tecidos de plantas, atuando no aumento do tamanho do meristema apical da raiz, indicando que pode desempenhar papel importante na regulação da proliferação de células iniciais e da vascularização da raiz (FRANKENBERGER e ARSHAD, 1995; TAIZ e ZEIGER, 2004). Outros reguladores vegetais e compostos auxiliares podem influenciar a organogênese, mas não consistentemente o bastante para merecer o uso comercial na propagação por estaquia (HARTMANN et al., 2011).

A auxina endógena ou exógena é indispensável para a iniciação de raízes adventícias em segmentos caulinares (HAISSIG, 1972). É produzida no caule e armazenada nos cloroplastos e no citoplasma das células (DAVIES, 1995). Após a aplicação da auxina nos segmentos do caule ocorre o transporte polar que causa um rápido acúmulo da substância na porção basal e, após algum tempo, a auxina acumulada nesse local poderá causar a formação de uma dilatação decorrente da multiplicação de células (calo), formando novos centros meristemáticos ou ativando meristemas existentes, que induzem a ativação do câmbio (SILVA, 2009).

Para ocorrer o enraizamento deve-se ter um balanço hormonal endógeno adequado, especialmente entre auxinas, giberelinas e citocininas, equilibrando os promotores e inibidores no processo de iniciação radicular. Essa concentração é variável de acordo com a espécie vegetal e com a concentração presente no tecido vegetal (FACHINELLO et al., 2005; HARTMANN et al., 2011), sendo que uma concentração acima do ideal pode ocasionar inibição do enraizamento (ALVARENGA e CARVALHO, 1983).

As auxinas sintéticas mais utilizadas para a formação do sistema radicular são o ácido indolacético (AIA), o ácido naftalenoacético (ANA) e o ácido indol-3-butírico (AIB). As auxinas são sintetizadas nas gemas apicais e folhas novas, sendo translocadas para a base da planta por um mecanismo de transporte polar. Os ápices radiculares também produzem auxinas mas não ocorre acúmulo nas raízes devido ao alto teor de substâncias inativadoras de auxinas nessa parte da planta (FACHINELLO et al., 2005)

O AIA é a auxina natural que ocorre nas plantas. Ela induz a atividade meristemática pela diferenciação das células na região da endoderme e periciclo adjacente ao floema (GORTER, 1968; THORPE e PATEL, 1984).

O ANA é utilizado no enraizamento de estacas, sendo mais ativo e mais fitotóxico que o AIB e o AIA (HARTMANN et al., 2011).

O AIB é uma das auxinas mais utilizadas no enraizamento de estacas. A concentração ótima para o enraizamento é variável entre as espécies e concentrações acima do ideal pode promover efeito inibitório do enraizamento (CARPENTER e CORNELL, 1992). O AIB apresenta uma degradação mais lenta na planta comparado ao ANA, acelera o poder de cicatrização do corte, a emissão e

aumento do comprimento de raízes (THORPE e PATEL, 1984; SOUZA, 1995), é menos tóxico que os demais reguladores de crescimento (HARTMANN et al., 2011), não é tóxico para a maioria das plantas mesmo quando utilizado em altas concentrações, é bastante efetivo para um grande número de espécies vegetais e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas (PIRES e BIASI, 2003).

O uso de substâncias reguladoras do crescimento no enraizamento de estacas foi estudado em diferentes espécies da família Myrtaceae e esses estudos demonstraram que há enraizamento adequado utilizando-se diferentes concentrações de auxinas (NACHTIGAL e FACHINELLO, 1995; SCARPARE FILHO et al., 1999; FRANZON, 2004; PEREIRA et al., 2005; COLOMBO et al., 2008; LANA et al., 2008; LOPES, 2009; LATTUADA et al., 2011). Hartmann et al. (1990) afirma que pode-se realizar a aplicação das auxinas em baixas ou em altas concentrações. Para a aplicação de auxinas o tempo de imersão e a concentração dependem do tipo de estaca e, assim, estacas lenhosas e semilenhosas permanecem na solução por um maior tempo comparado às estacas herbáceas (PEREIRA, 2003).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação instalada no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre-ES a 20°46'S de latitude e 41°33'W de longitude, com altitude de 277,41m. Utilizou-se o sistema intermitente de nebulização de tubulação única regulado por um temporizador, com duração de 50 segundos a cada 4 minutos.

O ambiente protegido com o sistema intermitente de nebulização é de fundamental importância para o enraizamento das estacas, visto que permite concentrar elevada umidade em seu ambiente, como condição essencial para a manutenção foliar, sobrevivência das estacas e seu enraizamento. Para o controle dos fatores externos, deve-se fornecer condições favoráveis nos ambientes protegidos, como a nebulização intermitente, proporcionando umidade adequada às estacas (FERMINO e BELLÉ, 2000; OLIVEIRA et al., 2003; HARTMANN et al., 2011). Gratieri-Sossella et al. (2008) afirmam que o sistema de nebulização intermitente tem grande importância na estaquia pois garante relações hídricas satisfatórias para as estacas.

Foram realizados dois experimentos. Para o experimento 1 foram coletados, no mês de setembro de 2013, ramos localizadas na parte mediana da copa de jabuticabeiras (*Plinia* sp.) com aproximadamente 36 anos de idade, que se encontram implantadas na área experimental do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), no município de Alegre (Figura 1A). Para o experimento 2 foram coletados, no mês de abril de 2014, brotos das cepas, após dois meses da poda total, de algumas plantas também pertencentes ao pomar da área experimental do CCA-UFES (Figura 1B). Realizou-se a poda com objetivo de obter brotos com maior grau de juvenilidade para preparo das miniestacas.



**Figura 1** – Plantas matrizes de jaboticabeiras estabelecidas na área experimental do CCA-UFES fornecedoras de ramos (A) e brotos (B), Alegre-ES, 2015

Os ramos e brotos escolhidos para a retirada das miniestacas apresentavam boa sanidade e vigor (Figura 2). Após a coleta, os ramos e brotos foram acondicionados em caixa de isopor tomando-se o cuidado para que as bases fossem mantidas imersas em água e assim transportados para o laboratório do CCA-UFES onde ocorreu a preparação das miniestacas com comprimento variando de 7 a 10 cm e diâmetro médio de 1,4 mm, deixando-se 2 folhas na parte superior. A base da miniestaca foi cortada em bisel próximo a uma gema. Imediatamente após o corte, as miniestacas foram imersas em água, evitando a desidratação. Em seguida, cada conjunto de sete miniestacas foi unido e imerso em soluções contendo diferentes concentrações do ácido indol-3-butírico (AIB). No experimento 2 as folhas mantidas nas miniestacas tiveram seus limbos preservados integralmente.



**Figura 2** – Miniestacas semilenhosas (A) e herbácea (B) de jaboticabeiras utilizadas nos experimentos, Alegre-ES, 2015

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), com quatro tratamentos de quatro repetições e sete miniestacas por parcela para o experimento 1, e para o experimento 2 foram 10 tratamentos de quatro repetições e sete miniestacas por parcela.

Para o experimento 1 utilizou-se o esquema fatorial 2 x 2, sendo dois tipos de folhas nas miniestacas (par de folhas com limbo intacto e par de folhas com limbo reduzido à metade) e duas concentrações de AIB (0 e 1000 mg L<sup>-1</sup>). Para o experimento 2 utilizou-se o esquema fatorial 2 x 5, sendo dois tempos de imersão das miniestacas no AIB (30 e 60 segundos) e cinco concentrações de AIB (0; 50; 100; 200 e 400 mg L<sup>-1</sup>). Para o experimento 1 as miniestacas permaneceram com suas bases imersas nas soluções de AIB por 30 segundos.

Para a preparação das soluções o AIB foi diluído em 1 mL de álcool etílico hidratado 92,8° IMPM em balão volumétrico e completou-se o volume com água destilada até 150 mL. Para o controle (0 mg L<sup>-1</sup>) colocou-se a mesma quantidade do álcool

utilizado para a diluição do AIB e completou-se o volume até 150 mL utilizando um balão volumétrico.

Após os tratamentos com AIB as miniestacas foram plantadas, enterrando-se 1/3 do seu comprimento no substrato contido em tubetes com 55 cm<sup>3</sup> de capacidade totalmente preenchidos. A composição do substrato utilizado nos experimentos encontra-se na Tabela 1. Para o experimento 1 foi utilizado o substrato HS Hortaliças e para o experimento 2 utilizou-se o substrato HS Florestal.

**Tabela 1** - Composição e características dos substratos utilizados nos experimentos

<b>Substratos</b>	<b>Formulações*</b>	<b>Garantias de qualidade*</b>
HS Hortaliças	cascas de pinus bioestabilizada; turfa vegetal; vermiculita expandida; corretivos de acidez; adubo superfosfato simples em pó + NPK + micro	umidade – 55%; Capacidade de retenção de água – 140%; Densidade – 500 kg m <sup>-3</sup> ; pH em água – 5,7 +/- 0,5; Condutividade elétrica – 1,0 +/- 0,3 mS cm <sup>-1</sup> ; natureza física sólida sem especificação granulométrica.
HS Florestal	cascas de pinus compostada; vermiculita expandida; corretivos de acidez; adubo superfosfato simples em pó + NPK + micro	umidade – 50%; Capacidade de retenção de água – 150%; Densidade – 450 kg m <sup>-3</sup> ; pH em água – 5,7 +/- 0,5; Condutividade elétrica – 1,8 +/- 0,3 mS cm <sup>-1</sup> ; natureza física sólida sem especificação granulométrica.

\*Informações fornecidas pelo fabricante.

Aos 60 dias foi avaliado a porcentagem de miniestacas com queda de folhas para o experimento 1. Aos 180 dias após o plantio foi avaliado para os dois experimentos a porcentagem de miniestacas vivas, com calos, enraizadas, com folhas, número de raízes e comprimento da maior raiz. No experimento 2 também foi avaliado a porcentagem de miniestacas com brotação e comprimento médio da brotação.

Foram consideradas miniestacas vivas aquelas que possuíam folhas, brotações, raízes e/ou calos e a base não apresentava necrose. Qualquer emissão de radicela foi considerada miniestaca enraizada, independentemente do tamanho e número de raízes emitidas. Para evitar danos ao sistema radicular e melhor visualização, o substrato foi retirado utilizando-se jatos de água com pressão moderada.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias foram comparadas empregando-se a análise de regressão para o tratamento quantitativo ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se do software R. A escolha da equação de regressão baseou-se na significância dos coeficientes e no maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 EXPERIMENTO 1

Com exceção das características porcentagem de miniestacas com calos (MCC) e comprimento da maior raiz (CMR) para as demais características avaliadas não houve interação entre as variáveis independentes tipo de miniestacas (TM) e tratamento com AIB (Tabela 2).

**Tabela 2** - Análise de variância para as variáveis porcentagem de miniestacas vivas (MV), miniestacas com calos (MCC), miniestacas enraizadas (ME), miniestacas com folhas (MCF), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em avaliações aos 180 dias do plantio, Alegre-ES, 2015

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		MV	MCC	ME
TM	1	12257,81**	6747,80**	1274,85**
AIB	1	318,80 <sup>ns</sup>	318,80 <sup>ns</sup>	51,05 <sup>ns</sup>
Interação TM x AIB	1	625,00 <sup>ns</sup>	625,00*	51,05 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	165,82	97,80	17,01
Média		54,46	47,32	8,93
CV (%)		23,64	20,90	46,21

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio		
		MCF	NR	CMR
TM	1	816,25**	60,06**	105,06**
AIB	1	816,25**	1,52 <sup>ns</sup>	2,25*
Interação TM x AIB	1	203,92 <sup>ns</sup>	1,52 <sup>ns</sup>	2,25*
Resíduo	12	68,07	0,64	0,45
Média		17,85	2,06	2,56
CV (%)		46,21	41,48	26,07

GL- grau de liberdade; TM- Tipo de miniestacas; AIB- tratamento com AIB; <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F; \*significativo pelo teste F  $p \leq 0,05$ ; \*\*significativo pelo teste F  $p \leq 0,01$ .

Para a característica porcentagem de miniestacas com folhas, em avaliação aos 180 dias após a instalação do experimento, houve diferença significativa em função do tipo de miniestacas e da aplicação de AIB (Tabelas 3 e 4, respectivamente). Para a porcentagem de miniestacas vivas, avaliada aos 180 dias, apenas o tipo de miniestacas apresentou diferença significativa, não sendo registrado efeito para tratamento com AIB (Tabelas 3 e 4, respectivamente). Fato que possivelmente tem explicação no tempo de manutenção das folhas pelas estacas, isto com base em avaliação realizada aos 60 dias após a implantação do experimento (Tabelas 5 e 6), quando registrou-se para miniestacas com limbo foliar reduzido à metade um percentual médio de 44,64% de queda de folhas. Para o mesmo período, o percentual para a mesma característica queda de folhas, registrado para miniestacas com limbo foliar intacto foi de 17,86%, índice este muito inferior ao registrado para o tipo de miniestaca cujo limbo foliar sofreu redução. O corte do limbo foliar à metade provavelmente ocasionou um estresse para a miniestaca e, assim, ocorreu uma maior queda de folhas nos primeiros 60 dias após a implantação do experimento.

**Tabela 3** - Porcentagem de miniestacas vivas (MV), miniestacas enraizadas (ME), miniestacas com folhas (MCF) e número de raízes (NR) em função do tipo de folha da miniestaca, Alegre-ES, 2015. Miniestacas com limbo foliar reduzido à metade (1/2 LF) e miniestacas com limbo foliar intacto (LI)

Tipo de miniestacas	MV (%)	ME (%)	MCF (%)	NR
1/2 LF	26,78b*	0,00b	10,71b	0,00b
LI	82,14a	17,85a	23,21a	3,88a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade.

**Tabela 4** - Porcentagem de miniestacas vivas (MV), miniestacas enraizadas (ME), miniestacas com folhas (MCF), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em função das concentrações de AIB, Alegre-ES, 2015

AIB (mg L <sup>-1</sup> )	MV (%)	ME (%)	MCF (%)	NR	CMR (cm)
0	58,93a*	7,14a	8,71b	2,25a	4,37b
1000	50,00a	10,71a	24,99a	1,63a	5,87a

\*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade.

**Tabela 5** - Análise de variância para a porcentagem de miniestacas sem folhas em avaliação aos 60 dias do plantio, Alegre-ES, 2015

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio
TM	1	2870,28*
AIB	1	114,81 <sup>ns</sup>
Interação TM x AIB	1	114,92 <sup>ns</sup>
Resíduo	12	395,47
Média		35,71
CV (%)		63,64

GL- grau de liberdade; TM- Tipo de Miniestacas; AIB- tratamento com AIB; <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F; \*significativo pelo teste F  $p \leq 0,05$ .

**Tabela 6** – Porcentagem de miniestacas sem folhas em função do tipo de folha na miniestaca em avaliação aos 60 dias do plantio, Alegre-ES, 2015. Miniestacas com limbo foliar reduzido à metade (1/2 LF) e miniestacas com limbo foliar intacto (LI)

Tipo de miniestacas	MSF (%)
1/2 LF	44,64a*
LI	17,86b

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 4 que não houve efeito do tratamento com AIB para porcentagem de miniestacas vivas, porém observa-se efeito do tratamento com AIB para porcentagem de miniestacas com folha. O que muito provavelmente pode estar relacionado com a redução do processo de degradação das paredes celulares da camada de abscisão mediada pela auxina.

Pereira (2003), trabalhando com estacas apicais de jabuticabeira tratadas com AIB, também não observou diferença estatística para porcentagem de estacas vivas. Pesquisas desenvolvidas com estacas de outras espécies como corticeira-da-serra (NEVES et al., 2006) e resedá-nacional (PRETI et al., 2012) também não observaram influência do tratamento com AIB na porcentagem de sobrevivência de estacas. Comportamento diferente foi registrado por Ohland et al. (2009) em pesquisa com estacas de figueira e Oliveira et al. (2003) com estacas semilenhosas e lenhosas de pessegueiro, nos quais observaram que o tratamento com AIB (1500; 2000 e 3000 mg L<sup>-1</sup>) proporcionou maior porcentagem de sobrevivência das estacas.

A resposta rizogênica de miniestacas de jabuticabeira se mostra muito lenta, o que demanda um tempo relativamente longo de sobrevivência das miniestacas até a emissão e crescimento das primeiras raízes, a considerar que as miniestacas são muito finas e contêm pouca substância de reserva para sua manutenção e formação

de raízes. Sendo assim, a manutenção das folhas é de fundamental importância para a sobrevivência das miniestacas em um período relativamente longo, necessário para que ocorra o enraizamento, período este que provavelmente é superior a 150 dias após o plantio.

A presença das folhas em miniestacas além de fornecer fitormônios e cofatores importantes no enraizamento também disponibiliza substâncias de reservas importantes para a sobrevivência das mesmas (PACHECO e FRANCO, 2008). Lima et al. (2007); Pacheco e Franco (2008) afirmam que a retenção foliar aumenta a mobilização de fotoassimilados aos primórdios radiciais, promovendo a manutenção das atividades metabólicas, sendo fonte de energia e carbono estrutural para o enraizamento. As folhas são locais de síntese de auxinas e carboidratos e, por isso, acredita-se que a presença das folhas favoreça a sobrevivência e o enraizamento das estacas. Segundo Hartmann et al. (2011) a presença das folhas exerce um estímulo para a formação das raízes, relacionado à translocação de carboidratos das folhas para a base da estaca e produção nas folhas de auxinas e outros cofatores para o enraizamento. Observações semelhantes também são feitas por Van Overbeek et al. (1946) segundo os quais as folhas são responsáveis pelo fornecimento de fatores nutricionais para as estacas e, por isso, observa-se açúcares e nitrogênio solúvel e insolúvel consideravelmente alto na base das estacas.

A prática de redução do limbo foliar comum na propagação de muitas espécies via estacas herbáceas se mostra desaconselhável para a jabuticabeira como observado nesta pesquisa. Semelhante ao observado neste trabalho, Santana et al. (2010) e Souza et al. (2013) observaram que a manutenção das folhas inteiras mostrou-se adequada para a produção de mudas de eucalipto. Corrêa; Biasi (2003) observaram que estacas com folhas inteiras apresentaram maior porcentagem de enraizamento e maior desenvolvimento de raízes.

Quanto à porcentagem de enraizamento das miniestacas de jabuticabeira, a principal e a mais importante característica avaliada nesta pesquisa não apresentou resposta ao tratamento com AIB, comportamento diferente do observado para tipos de miniestacas quando não foi registrado formação de raízes em miniestacas cujas folhas tiveram seus limbos reduzidos à metade (Tabelas 3 e 4). Mesmo para as

miniéstacas com formação de raízes, o percentual de enraizamento foi de apenas 17,85% (Figura 3).



**Figura 3** – Raízes formadas de miniéstacas semilenhosas de jaboticabeira, Alegres, 2015

Resultados semelhantes (10% e 13%) foram observados por Sasso et al. (2010) e Ramos et al. (2012), respectivamente, quando também não houve efeito para concentrações de AIB. Alguns pesquisadores obtiveram percentuais de enraizamento de estacas de jaboticabeira variando entre 30 e 50%, sem o uso do AIB e em concentrações de até  $6000 \text{ mg L}^{-1}$  (PEREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2005; SASSO et al., 2010). Esses resultados de enraizamento de estacas de jaboticabeira são importantes visto que essa espécie apresenta dificuldades de enraizamento, porém ainda são baixos considerando que o percentual mínimo de enraizamento das estacas para produção comercial de mudas preconizado por Hartmann et al. (2011) é de 70%.

De acordo com Centelhas et al. (2009) a presença de folhas nas estacas promove o acúmulo de auxinas endógenas, favorecendo o enraizamento. Provavelmente, as folhas das miniéstacas com o limbo foliar reduzido não promoveram acúmulo de auxinas endógenas em níveis favoráveis ao enraizamento e, por isso, a ausência da

rizogênese nessas miniestacas. Silva et al. (2012b) observaram que a manutenção de apenas um terço das folhas em cada estaca de *Melaleuca alternifolia* interferiu negativamente no enraizamento destas, o que corrobora com os resultados observados neste experimento.

O baixo percentual de enraizamento das miniestacas também pode estar relacionado ao tempo de exposição ao tratamento com AIB e, portanto, a imersão por 30 segundos pode ter sido insuficiente para propiciar uma maior taxa de enraizamento nas miniestacas nesta pesquisa. Alguns trabalhos demonstraram que há efeito do tempo de imersão das estacas no AIB para formação de raízes (PEREIRA e FORTES, 2004; BIASI e BOSZCZOWSKI, 2005; CARVALHO et al., 2005).

Fatores endógenos estimulam o enraizamento de estacas e que são fornecidos pelas folhas e gemas, incluindo os carboidratos, compostos nitrogenados e as várias substâncias sinérgicas da auxina (VAN OVERBEEK et al., 1946; MIDDLETON et al., 1980; PAVLINOVA et al., 2002; VEYRES et al., 2008; STENVALL et al., 2009); essa observação pode explicar a ausência de enraizamento das miniestacas de jaboticabeira, com limbo foliar reduzido à metade, nesta pesquisa.

A presença das folhas nas estacas propicia o enraizamento mesmo sendo em baixos percentuais e as estacas com folhas e tratadas com auxinas apresentam uma maior produção de raízes (PIO et al., 2004; PACHECO e FRANCO, 2008; NIENOW et al., 2010; HARTMANN et al., 2011). As estacas que não apresentavam folhas não formaram raízes. Os resultados desta pesquisa para porcentagem de enraizamento em miniestacas de jaboticabeira registram ausência total de enraizamento naquelas com limbo foliar reduzido à metade e ausência do tratamento com AIB (Tabelas 3 e 4). Outros pesquisadores observaram comportamentos semelhantes aos observados nesta pesquisa em relação à importância das folhas nas estacas na propagação assexuada para diferentes espécies e afirmam que a presença das folhas em estacas é essencial para a formação de raízes adventícias (PIO et al., 2004; BORDIN et al., 2005; FARIA et al., 2007; PACHECO e FRANCO, 2008; AZEVEDO et al., 2009). A manutenção das folhas nas estacas propicia a formação de raízes e maiores taxas de sobrevivência (SASSO, 2009; BETANIN e NIENOW, 2010; SOUZA et al., 2013).

Há espécies que apresentam dificuldades para enraizar ou não enraízam, mesmo na presença de auxinas. O que permite deduzir que outros fatores estão envolvidos no processo e que a resposta ao enraizamento pelas diferentes espécies de plantas não é universal (HARTMANN e KESTER, 1983). A dificuldade de formação de raízes, especialmente em espécies lenhosas, pode estar relacionada à oxidação enzimática (NORMANLY, 1997), ou por conjugação (COHEN e BANDURSKI, 1982), ou ainda pela presença de substâncias inibidoras da iniciação radicular e pela ausência de resposta à auxina acumulada (TREWAVAS, 1981).

A única interação significativa observada nesta pesquisa entre os fatores tipos de miniestaca e tratamento com AIB foi para a característica porcentagem de miniestacas com calo (Tabela 2), sendo o tratamento miniestaca com limbo foliar intacto e ausência de AIB a combinação que apresentou a maior porcentagem de miniestacas com calos (Tabela 7). Não se observou efeito para tratamento com AIB em miniestacas com limbo foliar reduzido à metade para porcentagem de miniestacas com calo, sendo que os valores para miniestacas com limbo foliar intacto sempre foi superior aos registrados para miniestacas com limbo foliar reduzido. Resultado parcialmente semelhante foi observado por Lattuada et al. (2011) trabalhando com estacas herbácea de pitangueiras, em que a interação entre tratamento com AIB e idade da planta matriz para a característica calogênese, quando a porcentagem de calos em estacas obtidas de plantas adultas foi de 34,14% na ausência do tratamento com AIB e a não formação de calos nas estacas tratadas com AIB.

**Tabela 7** - Porcentagem de miniestacas com calos (MCC) em função do tipo de folha da miniestaca e das concentrações de AIB, Alegre-ES, 2015. Miniestacas com limbo foliar reduzido à metade (1/2 LF) e miniestacas com limbo foliar intacto (LI)

AIB (mg L <sup>-1</sup> )	Tipo de Miniestacas	
	1/2 LF	LI
	%	
0	24,99aB*	78,57aA
1000	28,57aB	57,14bA

\*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, a 5% de probabilidade.

Lopes (2009), em dois ensaios com as espécies de cerejeira-do-mato (*E. volucrata* D.C.), pitangueira (*E. uniflora* L.) e grumixameira (*E. brasiliensis* Lam), observou que a formação de calos nas estacas ocorreu independente dos tratamentos com AIB; comportamento semelhante foi observado por Franzon (2004) em seu estudo com estacas herbáceas de goiabeira-serrana, tratadas com AIB em distintas concentrações não promoveram o aumento na formação de calo. Os resultados obtidos por esses pesquisadores e os resultados observados nesta pesquisa demonstram que o efeito do AIB para calogênese em estacas está associado a outros fatores e também demonstram comportamentos diferentes entre algumas espécies.

De acordo com Fachinello et al. (1995), ainda que a formação de calos não seja uma indicação segura da formação de raízes adventícias em espécies que apresentam dificuldades de enraizamento, a formação de raízes é precedida pela calogênese, embora sejam fenômenos independentes. Portanto, dependendo do tempo de sobrevivência das miniestacas e do estado dos calos, possivelmente aquelas miniestacas vivas que apresentavam tal estrutura ainda poderiam enraizar.

Em relação ao comprimento da maior raiz, foram analisados apenas os resultados para tratamento com AIB quando se utilizou miniestacas com limbo foliar intacto, uma vez que em miniestacas com limbo foliar reduzido não houve formação de raiz. Para essa característica observa-se efeito para tratamento com AIB (Tabela 4). Semelhante ao observado neste trabalho, por Schuch et al. (2007) trabalhando com microestacas de mirtilo; Souza et al. (2012) com estacas de videira; Vignolo et al. (2012) com estacas de mirtilheiro; Alexandre et al. (2014) com estacas de *Paniflora mucronata*; Beckmann-Cavalcante et al. (2014) com estacas de periquito-gigante; Pontes Filho et al. (2014) com estacas de pitaia também observaram efeito do tratamento com AIB no comprimento médio da raiz. Em contrapartida, Lone et al. (2010) com estacas de azaleia; Yamamoto et al. (2013) com estacas herbáceas de amora-preta não observaram efeito do AIB no comprimento médio das raízes.

## 4.2 EXPERIMENTO 2

Na Tabela 8 observa-se o resumo da análise de variância para as variáveis estudadas. Verifica-se que não há interação significativa entre tempo de imersão da base das miniestacas nas soluções de AIB e as concentrações de AIB para todas as características avaliadas. Com exceção da característica porcentagem de miniestacas com brotação, em avaliação realizada aos 180 dias após a instalação do experimento, para a qual se verificou efeito do AIB, para as demais características avaliadas não se observou efeito em função dos tratamentos.

**Tabela 8** - Análise de variância das características porcentagem de miniestacas vivas (MV), miniestacas com calos (MCC), miniestacas enraizadas (ME), miniestacas com folhas (MCF), miniestacas com brotações (MCB), comprimento médio das brotações (CMB), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em avaliações aos 180 dias do plantio, Alegre-ES, 2015

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MV	MCC	ME	MCF
TI	1	27,75 <sup>ns</sup>	27,79 <sup>ns</sup>	173,59 <sup>ns</sup>	444,56 <sup>ns</sup>
AIB	4	10,41 <sup>ns</sup>	520,75 <sup>ns</sup>	510,34 <sup>ns</sup>	416,65 <sup>ns</sup>
Interação TI x AIB	4	45,10 <sup>ns</sup>	340,37 <sup>ns</sup>	503,39 <sup>ns</sup>	201,49 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	50,88	398,18	460,67	268,54
Média		96,67	29,17	67,08	70,84
CV (%)		7,38	68,41	31,99	23,13
Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		MCB	CMB	NR	CMR
		27,77 <sup>ns</sup>	0,031 <sup>ns</sup>	12,10 <sup>ns</sup>	0,016 <sup>ns</sup>
AIB	4	1417,11*	0,026 <sup>ns</sup>	32,62 <sup>ns</sup>	1,76 <sup>ns</sup>
Interação TI x AIB	4	930,98 <sup>ns</sup>	0,068 <sup>ns</sup>	35,85 <sup>ns</sup>	2,95 <sup>ns</sup>
Resíduo	30	412,09	0,109	23,67	1,79
Média		45,01	0,56	14,00	4,02
CV (%)		45,10	58,53	34,75	33,31

GL- grau de liberdade; TI- tempo de imersão das miniestacas no AIB; AIB- concentrações de AIB; <sup>ns</sup>Não significativo pelo teste F; \*significativo pelo teste F  $p \leq 0,05$ ; \*\*significativo pelo teste F  $p \leq 0,01$ .

A ausência de efeito do tratamento com AIB foi observada para muitas características biométricas (Tabela 9). Em diversos trabalhos de pesquisa também

foi observada a ausência de efeito auxínico: Bastos et al. (2006) não observaram diferença na sobrevivência de pitaia; Neves et al. (2006) em relação a sobrevivência, formação de calos e indução de raízes de corticeira-da-serra; Zietemann e Roberto (2007) para sobrevivência, retenção foliar, formação de calos, enraizamento e o comprimento de raízes de estacas herbáceas de goiabeira cv. Paluma e Pizzatto et al. (2011) não observaram efeito para número de brotos para as estacas de hibisco.

**Tabela 9** - Porcentagem de miniestacas vivas (MV), miniestacas com calos (MCC), miniestacas enraizadas (ME), miniestacas com folhas (MCF), comprimento médio das brotações (CMB), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em função das concentrações de AIB, Alegre-ES, 2015

AIB (mg L <sup>-1</sup> )	MV (%)	MCC (%)	ME (%)	MCF (%)	CMB (cm)	NR	CMR (cm)
0	95,83 <sup>ns</sup>	22,92 <sup>ns</sup>	70,83 <sup>ns</sup>	68,77 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	13,62 <sup>ns</sup>	3,44 <sup>ns</sup>
50	95,83	27,08	68,75	68,75	0,63	16,00	4,67
100	97,92	35,42	62,50	68,76	0,59	11,13	3,92
200	95,84	39,59	56,26	64,59	0,49	13,38	4,25
400	97,91	20,84	77,09	83,33	0,58	15,88	3,80

ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Com relação aos resultados observados para a porcentagem de sobrevivência das miniestacas ao longo dos 180 dias de condução do experimento encontra-se explicação para ausência de efeito dos tratamentos no elevado índice registrado nesta pesquisa, superando a média de 97%. Esse fato demonstra que os fatores essenciais para sobrevivência das miniestacas utilizadas estavam presentes no ambiente e na própria miniestaca, e que os tratamentos aplicados se mostraram desnecessários para essa característica quando se utiliza miniestacas herbáceas retiradas de cepas de jabuticabeira recém-podadas (Tabelas 9 e 10).

**Tabela 10** - Porcentagem de miniestacas vivas (MV), miniestacas com calos (MCC), miniestacas enraizadas (ME), miniestacas com folhas (MCF), miniestacas com brotação (MCB), comprimento médio das brotações (CMB), número de raízes (NR) e comprimento da maior raiz (CMR) em função do tempo de imersão das miniestacas no AIB, Alegre-ES, 2015. Tempo de imersão das miniestacas no AIB em segundos (TI)

TI (s)	MV (%)	MCC (%)	ME (%)	MCF (%)	MCB (%)	CMB (cm)	NR	CMR (cm)
30	95,84 <sup>ns</sup>	30,00 <sup>ns</sup>	65,00 <sup>ns</sup>	67,50 <sup>ns</sup>	45,84 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	13,45 <sup>ns</sup>	4,04 <sup>ns</sup>
60	97,50	28,34	69,17	74,17	44,17	0,59	14,55	4,00

ns – não significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Altoé et al. (2011) afirmam que vários fatores estão envolvidos na sobrevivência das miniestacas, tais como: as condições fisiológicas, condições de temperatura e umidade no ambiente, práticas de manejo realizadas durante a condução do experimento e a juvenilidade dos tecidos. A elevada taxa de sobrevivência das miniestacas em casa de vegetação também pode estar relacionada à época de coleta do material em período favorável a um maior acúmulo de reservas nos tecidos (LORENZI, 1992; TAIZ; ZEIGER, 2004).

Os valores registrados nesta pesquisa para porcentagem de miniestacas com calos e porcentagem de miniestacas enraizadas alcançaram a média de 29,17% e 67,08%, respectivamente, sendo que para o enraizamento variou de 56,26 a 77,09% (Tabela 9). Os resultados observados para calogênese e enraizamento parecem indicar grande habilidade para rizogênese adventícias nas miniestacas utilizadas nesta pesquisa (Figura 4), visto que em muitos casos as raízes aparecem após a formação dos calos por meio da diferenciação das células parenquimatosas formadas deste (HARTMANN et al., 1990). Segundo Fachinello et al. (1995); Mayer et al. (2001); Villa et al. (2003) a formação de calos e raízes são fenômenos independentes e não há uma relação direta entre eles mas são influenciados, na maioria das vezes, pelos mesmos fatores internos.



**Figura 4** – Raízes formadas de miniestacas herbáceas de jaboticabeira, Alegre-ES, 2015.

A porcentagem média de enraizamento das miniestacas registrada neste trabalho, embora não tenha apresentado efeito para interação entre os fatores de variação e nem efeito independente para os mesmos (Tabela 8), apresenta valor expressivo e de grande importância, situando acima dos valores já registrados por outras pesquisas com estacas herbáceas de jaboticabeiras (SCARPARE FILHO et al., 1999; SCARPARE et al., 2002; PEREIRA et al., 2005; SASSO, 2009; SASSO et al., 2010) e com valor médio (67,08%) muito próximo ao sugerido por Hartmann et al. (2011) como percentual mínimo de enraizamento para a multiplicação comercial de plantas, que é de 70%. É importante observar que, mesmo não havendo diferença estatística, os valores registrados para esta característica variou 56,26 a 77,09%, superando em algumas observações 70%.

As condições nas quais os experimentos foram conduzidos levam a pressupor que este percentual médio de enraizamento (67,08%), utilizando miniestacas herbáceas obtidas de cepas de jaboticabeira, pode ser ainda melhorado e, para isso, novas pesquisas deverão ser realizadas.

Os resultados registrados neste experimento e no experimento anteriormente discutido neste trabalho mais a corroboração dos resultados observados por outros pesquisadores (CASAGRANDE JÚNIOR et al., 2000; PEREIRA, 2003; PEREIRA et al., 2005; SASSO et al., 2010) demonstram ausência de resposta pelas estacas de jaboticabeira à aplicação exógena de reguladores vegetais para o processo da rizogênese e mesmo quando há resposta essa é de baixa eficiência e depende ainda da época de coleta, do tipo e da origem das estacas utilizadas.

Spandre et al. (2012), trabalhando com enraizamento de estacas de *Casearia sylvestris* Swartz retiradas nas quatro estações, verificaram ausência de enraizamento para aquelas coletadas no outono e no inverno e taxa de apenas 6,3% em estacas coletadas no verão, sendo que o melhor desempenho foi observado para aquelas coletadas na primavera que alcançou 39,1% de enraizamento após 240 dias do tratamento, concluindo que o AIB na concentração de até 3000 mg L<sup>-1</sup> não estimulou o enraizamento das estacas e que a melhor época do ano para a estaquia da espécie é na primavera.

São diversos os trabalhos de pesquisa com diferentes espécies de plantas em que também não se observou efeito no índice de enraizamento em função da aplicação de reguladores vegetais. Como os desenvolvidos por Lone et al. (2010) com azaleia; Borges et al. (2011) utilizando miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptos globulus*; Lattuada et al. (2011) estudando pitangueira; Oliveira et al. (2012) com *Melaleuca alternifolia*; Pasa et al. (2012) com amoreira-preta Xavante; Rodrigues et al. (2012) com *Clidemia blepharodes* e *C. suffruticosa*; Yamamoto et al. (2013) com estacas herbáceas de amora-preta Xavante, utilizando soluções cujas concentrações de AIB em alguns trabalhos chegaram a 6000 mg L<sup>-1</sup>. É importante observar que a ausência de resposta se refere à aplicação exógena de reguladores vegetais e não aos hormônios do grupo das auxinas cujo papel no fenômeno da rizogênese é de conhecimento geral e inquestionável.

A ausência de resposta ao tratamento com reguladores vegetais do grupo das auxinas não é o comportamento mais observado em pesquisas com enraizamento (BETANIN e NIENOW, 2010; CARDOSO et al., 2011; PIZATTO et al., 2011; SHUSTER et al., 2011; RIOS et al., 2012; TOSTA et al., 2012; VALERI et al., 2012). Porém há espécies que apresentam dificuldades para enraizar ou não enraizam mesmo quando tratadas com reguladores vegetais, o que demonstra que outros fatores estão envolvidos no processo e que a resposta ao enraizamento pelas espécies não é universal (HARTMANN e KESTER, 1983).

As miniestacas de jabuticabeira apresentando consistência herbácea pouco lignificada explica o excelente desempenho observado neste experimento para enraizamento das miniestacas de jabuticabeira, que apresentavam maior grau de juvenilidade.

Estacas com maior juvenilidade apresentam maior potencial de enraizamento, possivelmente devido à maior concentração de auxinas endógenas, menor diferenciação e grau de lignificação, em relação às obtidas de plantas adultas (GRATIERI-SOSSELLA et al., 2008). Segundo Fachinello et al. (2005) são necessários cofatores para o enraizamento de estacas que são sintetizados em estacas de plantas jovens ou em gemas e folhas jovens, por isso a necessidade na utilização de material vegetativo juvenil. Espécies que apresentam dificuldades de enraizamento, como é o caso da jabuticabeira, podem apresentar maior formação de raízes através da manutenção das estacas na condição juvenil por meio de podas sucessivas (HUANG et al., 1992).

De acordo com Fachinello et al. (2005) estacas mais herbáceas apresentam maior capacidade para o enraizamento, principalmente em espécies que apresentam dificuldades de formação de raízes. Hartmann et al. (2011) afirmam que estacas com menor grau de lignificação têm em suas células meristemáticas um metabolismo mais ativo e há ausência ou menor quantidade de compostos fenólicos, o que facilita o enraizamento e o brotamento, fato que possivelmente também explica os bons resultados para essa característica observada nesta pesquisa.

Alto percentual de enraizamento também foi observado por Altoé et al. (2011) trabalhando com araçazeiro e goiabeira em que as estacas foram coletadas de minicepas obtidas do desponte da parte aérea das mudas. Gratieri-Sossella et al. (2008) observaram maior porcentagem de enraizamento quando utilizou-se miniestacas de corticeira do banhado de plantas jovens.

A taxa de enraizamento, relativamente alta para miniestacas de jabuticabeira, registrada nesta pesquisa, possivelmente encontra explicação no percentual médio de 70,84% de miniestacas com folhas no momento das avaliações (Tabelas 9 e 10). Segundo Hartmann et al. (2011), o enraizamento adventício e a sobrevivência das estacas são favorecidos pela retenção foliar. As folhas são locais de síntese de auxinas e carboidratos, importantes ao processo de enraizamento e, por isso, espera-se que as folhas favoreçam a sobrevivência e a formação de raízes (PACHECO e FRANCO, 2008). É provável que a retenção foliar tenha aumentado a mobilização de fotoassimilados aos primórdios radiciais. Os fotoassimilados são importantes visto que estão envolvidos na manutenção das atividades metabólicas, sendo fonte de energia e carbono estrutural ao enraizamento (LIONAKIS, 1984).

Resultados semelhantes foram obtidos por Hoffmann et al. (1995) e Mayer e Pereira (2003). Breen e Muraoka (1974) consideram as folhas jovens as responsáveis pelo enraizamento devido à produção de auxinas e cofatores de enraizamento transportados para a base das estacas.

Possivelmente os tempos de imersão e as concentrações de AIB utilizadas neste trabalho foram insuficientes para propiciar uma maior taxa de enraizamento nas miniestacas de jaboticabeira. Vários trabalhos demonstram que o tempo de imersão e o uso do AIB exercem influência no enraizamento de estacas de várias espécies vegetais (PEREIRA e FORTES, 2004; BIASI e BOSZCZOWSKI, 2005; CARVALHO et al., 2005; CAMPAGNOLO e PIO, 2012; PEÑA et al., 2012; HERNANDEZ et al., 2013; MARANGON e BIASI, 2013; OLIVEIRA e RIBEIRO, 2013; RADMANN et al., 2014; TRACZ et al., 2014). Nesse sentido, os resultados de enraizamento podem ser explicados, também, pela quantidade endógena de auxinas presentes nas miniestacas suficientes para promoverem a formação das raízes e que as diferentes concentrações de AIB estudadas não promoveram aumento significativo na quantidade de auxinas na miniestaca. As miniestacas utilizadas provavelmente já apresentavam um equilíbrio adequado de hormônios vegetais para o enraizamento, com quantidades internas suficientes para a formação de suas raízes. Segundo Fachinello et al. (2005) é necessário que haja um balanço adequado de fitormônios importantes para o enraizamento, especialmente auxinas, citocininas e giberelinas.

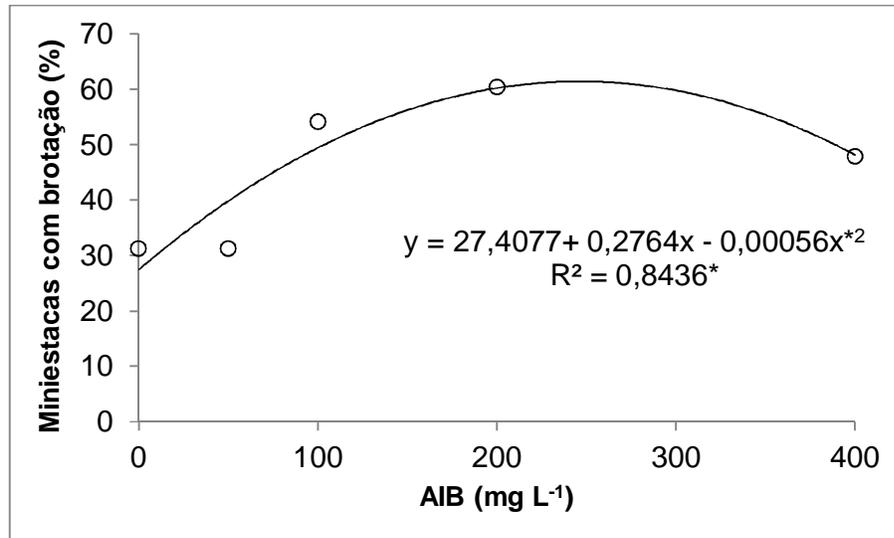
O ambiente no qual as miniestacas foram mantidas favoreceu a sobrevivência e o enraizamento. Utilizou-se o sistema de nebulização intermitente para controlar a temperatura e a perda de água pela miniestaca. Fachinello et al. (2005) afirmam que a redução da transpiração, respiração e temperatura pelas folhas são obtidas com a formação de uma película de água sobre as folhas, proporcionada pelo ambiente com alta umidade relativa, o que favorece a manutenção de folhas nas estacas, sobrevivência e enraizamento. Segundo os mesmos autores, a divisão celular necessária ao enraizamento ocorre mediante a turgescência das células.

Os resultados obtidos para comprimento médio dos brotos, número de raízes e comprimento médio das raízes não apresentaram efeito em função dos tratamentos (Tabelas 9 e 10). Essa ausência de efeito dos tratamentos para essas características biométricas pode ter explicação no curto período disponível para o crescimento, na reduzida quantidade de substância de reservas contidas nas

miniestacas, associado à ausência de resposta ao AIB. O baixo conteúdo de carboidrato presente em garfos empregados na enxertia em jabuticabeira (MALAGI et al., 2012) explica o baixo índice de crescimento dos brotos. Também é oportuno observar que a jabuticabeira, apesar de alcançar porte elevado, apresenta crescimento muito lento.

Outros pesquisadores também não observaram efeito do AIB para o comprimento médio dos brotos, número de raízes e comprimento da raiz trabalhando com outras espécies (VILELA et al., 2010; PIZZATTO et al., 2011; AMARAL et al., 2012). Porém outros autores já observaram efeito do AIB para essas características (SILVA et al., 2012a; TADEU et al., 2012; KIELSE et al., 2013; BECKMANN-CAVALCANTE et al., 2014; PAULUS et al., 2014).

O percentual de miniestacas com presença de brotos foi a única característica que apresentou efeito em função do tratamento com AIB, cujo comportamento é explicado pela equação de segundo grau representada na Figura 5. A porcentagem máxima de miniestacas com brotação, estimada pela equação, é de 61,51% para concentração de 246,78 mg L<sup>-1</sup> de AIB. O coeficiente de determinação mostra que 84,36% da variação para porcentagem de miniestacas com brotação deveu-se ao tratamento com AIB. As avaliações realizadas nesta pesquisa para outras características, cujos resultados não demonstraram efeito para tratamentos, não explicam de maneira consistente o comportamento observado para porcentagem de miniestacas com brotos ao final do experimento, especialmente em relação ao crescimento dos brotos cujos resultados não demonstraram efeito para tratamento.



**Figura 5** - Porcentagem de miniestacas de jabuticabeira com brotação em função dos níveis de AIB utilizados no experimento, Alegre-ES, 2015.

Vilela et al. (2010) não observaram efeito do AIB e ANA no número de brotos em estacas de olho-de-boneca; Amaral et al. (2012) não observaram efeito do AIB no número de brotos por estaca de pingo-de-ouro; Tadeu et al. (2012) observaram correlação negativa da porcentagem de brotação de estacas de amoreira preta com o aumento das concentrações de AIB; Paulus et al. (2014) observaram que o comportamento do número de brotos de estacas de cidró foi explicado pela equação de segundo grau e a maior porcentagem foi obtida para a concentração de 1500 mg L<sup>-1</sup>; essas observações demonstram que o efeito do AIB sobre brotações em estacas tratadas necessita de mais estudos.

## 5 CONCLUSÕES

### 5.1 EXPERIMENTO 1

Miniestaca com limbo foliar intacto promove o enraizamento e maior formação de calos.

O uso do AIB na concentração de  $1000 \text{ mg L}^{-1}$  não influenciou no enraizamento em miniestacas semilenhosas de jabuticabeira.

### 5.2 EXPERIMENTO 2

O uso do AIB é desnecessário para enraizamento de miniestacas herbáceas de jabuticabeira.

O emprego miniestacas herbáceas obtidas de cepas se mostra viável para a multiplicação comercial de jabuticabeira, considerando o percentual de enraizamento de 70%.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEXANDRE, R. S.; COSTA, P. R.; CHAGAS, K.; MAYRINCK, L. G.; DETONI, J. L.; SCHMILDT, E. R. Enraizamento adventício de estacas do maracujazeiro silvestre *Passiflora mucronata* Lam.: forma de veiculação e concentrações do ácido indol-3-butírico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 4, p. 567-571, 2014.

ALTOÉ, J. A.; MARINHO, C. S.; TERRA, M. I. C.; BARROSO, D. G. Propagação de araçazeiro e goiabeira via miniestaquia de material juvenil. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 312-318, 2011.

ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9. n. 101, p. 47-55, 1983.

AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C.; SILVA JÚNIOR, J. V.; BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; CAVALCANTE, I. H. L. Produção de mudas de *Duranta repens* L. pelo processo de estaquia. **Revista de Ciências Agrárias**, Dourados, v. 35, n. 1, p. 134-142, 2012.

ANDRADE, R. A.; MARTINS, A. B. G. Influência da temperatura na germinação de sementes de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 197-198, 2003.

APEL, M. A.; SOBRAL, M.; ZUANAZZI, J. A.; HENRIQUES, A. T. Essential oil composition of four *Plinia* species (Myrtaceae). **Flavour and Fragrance Journal**, Chichester, v. 21, n. 3, p. 565-567, 2006.

AZEVEDO, C. P. M. F.; FERREIRA, P. C.; SANTOS, J. S.; PASIN, L. A. A. P. Enraizamento de estacas de cana-do-brejo. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 909-912, 2009.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação da pitaya 'vermelha' por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006.

BECKMANN-CAVALCANTE, M. Z.; AMARAL, G. C.; AVELINO, R. C.; BRITO, L. P. S.; CAVALCANTE, I. H. L. Propagação de *Alternanthera dentata* pelo processo de estaquia. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 2, p. 170-177, 2014.

BETANIN, L.; NIENOW, A. A. Propagação vegetativa da corticeira-da-serra (*Erythrina falcata* Benth.) por estaquia caulinar e foliar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 871-880, 2010.

BEZERRA, J. E. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; FREITAS, E. V.; SANTOS, V. F. Método de enxertia e idade de porta-enxerto na propagação da pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 262-265, 1999.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; FREITAS, E. V.; SILVA JUNIOR, J. F. Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 160-162, 2002.

BIASI, L. A.; BOSZCZOWSKI, B. Propagação por estacas semilenhosas de *Vitis rotundifolia* cvs. Magnolia e Topsail. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 4, p. 405-407, 2005.

BIASI, L. A.; POMMER, C. V.; PINO, P. A. G. S. Propagação de porta-enxertos de videira mediante estaquia semilenhosa. **Bragantia**, Campinas v. 56, n. 2, p. 367-376, 1997.

BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo: EPU/USP, 1973, 176p.

BORDIN, I.; HIDALGO, P. C.; BÜRKLE, R.; ROBERTO, S. R. Efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 215-218, 2005.

BORGES, S. R.; XAVIER, A.; OLIVEIRA, L. S.; MELO, L. A.; ROSADO, A. M. Enraizamento de miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus globulus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 35, n. 3, p. 425-434, 2011.

BREEN, P. J.; MURAOKA, T. Effect of leaves on carbohydrate content and movement of 14 C-assimilate in plum cuttings. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 99, n. 4, p. 326-332, 1974.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 232-237, 2012.

CAMPOS, A. D.; ANTUNES, L. E. C.; RODRIGUES, A. C.; UENO, B. **Enraizamento de estacas de mirtilo provenientes de ramos lenhosos**. Pelotas: EMBRAPA Clima Temperado, 2005. (Comunicado Técnico n.133). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/745235/1/Comunicado133.pdf>>. Acesso em: 08 out. 2014.

CARDOSO, C.; YAMAMOTO, L. Y.; PRETI, E. A.; ASSIS, A. M.; NEVES, C. S. V. J.; ROBERTO, S. R. AIB e substratos no enraizamento de estacas de pessegueiro 'Okinawa' coletadas no outono. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1307-1314, 2011.

CARPENTER, W. J.; CORNELL, J. A. Auxin application duration and concentration govern rooting of hibiscus stem cuttings. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 117, n. 1, p. 68-74, 1992.

CARVALHO, C. M.; CUNHA, R. J. P.; RODRIGUES, J. D. Enraizamento de estacas semilenhosas de licheira utilizando ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 95-97, 2005.

CASAGRANDE JUNIOR, J. G.; BIANCHI, V. J.; STRELOW, E. Z.; BACARIN, M. A.; FACHINELLO, J. C. Influência do sombreamento sobre os teores de carboidratos e fenóis em estacas semilenhosas de araçazeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 12, p. 2219-2223, 1999.

CASAGRANDE JÚNIOR, J. G.; DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; NACHTIGAL, J. C.; STRELOW, E. Efeito do estiolamento de ramos e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas de jaboticabeira. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 6, n. 1, p. 24-26, 2000.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoizeiro, sorgo e trigo e interações hormonais entre auxinas, citocininas e giberilinas**. 2006. 74 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

CHAMPAGNOL, F. Relation entre la formation de pousse et de racines par une bouture de vigne et la quantité d'amidon initialement présente. **Comptus Rendus Académie des Sciences**, v. 67, p. 1398-1405, 1981.

COHEN, J. D.; BANDURSKIN, R. S. Chemistry and physiology of the bound auxins. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 33, p. 403-430, 1982.

COLOMBO, L. A.; TAZIMA, Z. H.; MAZZINI, R. B.; ANDRADE, G. A.; KANAYAMA, F. S.; BAQUERO, J. E.; AULER, P. A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas herbáceas da seleção 8501-1 de goiabeira submetidas a lesão na base e a concentrações de AIB. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 3, p. 539-546, 2008.

CORRÊA, C. F.; BIASI, L. A. Área foliar e tipo de substrato na propagação por estaquia de cipó-mil-homens (*Aristolochia triangularis* Cham. Et Schl.). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 9, n. 3, p. 233-235, 2003.

COSTA JUNIOR, W. H. **Enraizamento de estacas de goiabeiras**: influência de fatores fisiológicos e mesológicos. 2000. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JUNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; DONAZZOLO, J.; SASSO, S. A. Z. Enraizamento de jaboticabeira (*Plinia trunciflora*) por mergulhia aérea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 530-532, 2006.

DANNER, M. A.; CITADIN, I.; FERNANDES JÚNIOR, A. A.; ASSMANN, A. P.; MAZARO, S. M.; SASSO, S. A. Z. Formação de mudas de jaboticabeira (*Plinia* sp.), em diferentes substratos e tamanhos de recipientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 179-182, 2007.

DANNER, M. A.; SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; AMBROSIO, R.; SACHET, M. R.; MAZARO, S. M. Variabilidade da qualidade de frutos de jaboticabeiras de diferentes sítios de ocorrência da região sudoeste do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 20., 2008, Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. 1 CD-ROM.

DAVIES, P. J. The plant hormones: their nature, occurrence, and functions. In: \_\_\_\_\_. **Plant hormones**: physiology, biochemistry and molecular biology. Dordrecht: Kluwer Academic Publication, 1995. p. 1-12.

- DEMATTÊ, M. E. S. P. Ornamental use of Brazilian Myrtaceae. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 452, p. 143-179, 1997.
- DONADIO, L. C. Cuidados com a jaboticabeira. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 1983. p. 16. (Suplemento Agrícola).
- DONADIO, L. C. **Jaboticaba (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg)**. Jaboticabal: Funep, (Série Frutas Nativas, 3), 2000, 55p.
- DUARTE, O. R.; HUETE, M.; LÜDDER, S. P. Propagation of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg.) by terminal leafy cuttings. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 452, p. 123-128, 1997.
- DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 2, p. 327-333, 2002.
- EPSTEIN, E.; ZILKAH, S.; FAINGERSG, G.; ROTBAUM, A. Transport and metabolism of indole-3-butyric acid in easy and difficult-toroot cuttings of sweet cherry (*Prunus avium* L.). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 329, p. 292-295, 1993.
- ESAU, K. **Plant anatomy**. 2ed. New York: J. Wiley, 1965, p. 69.
- EVANS, H. R. Recent work on the propagation of coffee from cuttings in Kenya. **Tropical Agriculture Surrey**, Trinidad y Tobago, v. 35, p. 65-76, 1958.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. Propagação vegetativa por estaquia. In: FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. (Eds). **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005, p. 69-107.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2ed. Pelotas: Editora e Gráfica UFPEL, 1995, p.41-125.
- FAHN, A. **Anatomia vegetal**. 3ed. Madrid: Piramide, 1982, 599p.
- FARIA, A. P.; ROBERTO, S. R.; SATO, A. J.; RODRIGUES, E. B.; SILVA, J. V.; SACHS, P. J. D.; CAMOLESI, M. R.; UNEMOTO, L. K. Enraizamento de estacas semilenhosas do porta-enxerto de videira 'IAC 572-Jales' tratadas com diferentes

concentrações de ácido indolbutírico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, n. 3, p. 393-398, 2007.

FERMINO, M. H.; BELLÉ, S. Substratos hortícolas. In: PETRY, C. (Org.) **Plantas ornamentais: aspectos para produção**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, p. 29-40, 2000.

FERRIANI, A. P.; MAYER, J. L. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; BONA, C.; KOEHLER, H. S.; DESCHAMPS, C.; CARPANEZZI, A. A.; OLIVEIRA, M. C. Estaquia e anatomia de vassourão-branco. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 9, n. 2, p. 159-166, 2008.

FOCHESATO, M. L.; MARTINS, F. T.; SOUZA, P. V. D.; SCHWARZ, S. F.; BARROS, I. B. I. Propagação de louro (*Laurus nobilis* L.) por estacas semilenhosas com diferentes quantidades de folhas e tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 8, n. 3, p. 72-77, 2006.

FRANCO, L. R. L.; SILVA, J. F.; MAIA, V. M.; LOPES, P. S.; AMORIM, I. J. F.; MIZOBUTSI, E. H. Pegamento e crescimento inicial de mudas de jabuticabeiras 'Açu' e 'Sabará' submetidas a dois tipos de enxertia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 535-538, 2010.

FRANKENBERGER, W. T.; ARSHAD, M. In: \_\_\_\_\_. **Phytohormones in soils: microbial production and function**. New York: Marcel Dekker, 1995. 503p.

FRANZON, R. C. **Caracterização de mirtáceas nativas do Sul do Brasil**. 2004. 114 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2004.

GOLDSMITH, M. H. M. The polar transport of auxin. **Annual Review of Plant Physiology**, New Haven, v. 28, p. 439-478, 1977.

GORTER, C. J. Hormones translocation and rooting. In: VARDAR, V. (Org). **The transport of plant hormones**. North Holand, Amsterdã, p. 293-308, 1968.

GRATIERI-SOSSELLA, A.; PETRY, C.; NIENOW, A. A. Propagação da corticeira do banhado (*Erythrina crista-galli* L.) (fabaceae) pelo processo de estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 163-171, 2008.

HAGIWARA, A.; MIYASHITA, K.; NAKANISHI, T.; SANO, M.; TAMANO, S.; KADOTA, T.; KODA, T.; NAKAMURA, M.; IMAIDA, K.; ITO, N.; SHIRAI, T.

Pronounced inhibition by a natural anthocyanin, purple corn color, of 2-amino-16-phenylimidazol (4,5-b) pyridine (PhIP)-associated colorectal carcinogenesis in male F344 rats pre-treated with 1,2- dimethylhydrazine. **Cancer Letters**, Oxford, v. 171, n. 1, p. 17-25, 2001.

HAISSIG, B. E. Meristematic activity during adventitious root primordium development: Influences of endogenous auxin and applied gibberellic acid. **Plant Physiology**, Rockville, v. 49, p. 886-892, 1972.

HAISSIG, B. E. Metabolism during adventitious root primordium initiation and development. **New Zealand Journal of Forest Science**, Nova Zelândia, v. 4, p. 324-337, 1974.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation**. Englewood Clippis: Printice Hall, 1983. 727p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagacion de plantas - principios y practicas**. México: Compañia Editorial Continental S.A., 1990, 760p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, F. T. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, 1990, 647p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JUNIOR, R. T.; GENEVE, R. L. **Plant Propagation: principles and practices**. 8ed. New Jersey: Prentice Hall, 2011, 915p.

HEUSER, C. W. Juvenility and rooting cofactors. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 56, n. 1, p. 251-261, 1976.

HERNANDEZ, W.; XAVIER, A.; PAIVA, H. N.; WENDLING, I. Propagação vegetativa do jequitibá-rosa (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 5, p. 955-967, 2013.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS, A. M. Enraizamento de estacas de duas cultivares de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) em diferentes substratos. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.1, n. 1, p. 7-11, 1995.

HU, C. Y.; WANG, P. J. Meristem, shoot tip and bud culture. In: EVANS, D. A.; SHARP, W. R.; AMMIRATO, P. V.; YAMADA, Y. (Org.). **Handbook of plant cell cultures**. New York: Macmillan, v. 1, 1983. p. 177-227.

HUANG, L. C.; LIUS, S.; HUANG, B. L.; MURASHIGE, T.; MAHDI, E. F. M.; VAN GUNDY, R. Rejuvenation of *Sequoia sempervirens* by repeated grafting of shoot tips onto juvenile rootstocks in vitro. **Plant Physiology**, Rockville, v. 98, p. 166-173, 1992.

ITAI, C.; BIRNBAUM, H. Synthesis of plant growth regulators by roots. In: WAISEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, V. (Org.) **Plant roots: the hidden half**. New York: Marcel Dekker, 1996. p. 273-284.

JANICK, J. A. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1966, 485p.

JARVIS, B. C. Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings. In: JACKSON, M. B. (Org.) **New root formation in plants and cutting**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p. 191-222.

KÄMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substrato. In: KÄMPF, A. N.; FIRMINO, M. H. **Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p. 139-146.

KAPADIA, G. J.; BALASUBRAMANIAN, V.; TOKUDA, H. I.; WASHINA, A.; NISHINO, H. Inhibition of 12-O-tetradecanoylphorbol-13-acetate induced Epstein virus early antigen activation by natural colorants. **Cancer Letters**, Oxford, v. 115, n. 2, p. 173-178, 1997.

KIELSE, P.; BISOGNIN, D. A.; HEBERLE, M.; FLEIG, F. D.; XAVIER, A.; RAUBER, M. A. Propagação vegetativa de *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. ex Steudel por estaquia radicular. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 59-66, 2013.

KOCHBA, J.; BUTTON, J.; SPIEGEL-ROY, P.; BORNMAN, C. H.; KOCHABA, M. Stimulation of rooting of citrus embryoids by gibberellic acids and adenine sulphate. **Annals of Botany**, Oxford, v. 38, p. 795-802, 1974.

LANA, R. M. Q.; LANA, A. M. Q.; BARREIRA, S.; MORAIS, T. R.; FARIA, M. V. Doses do ácido indolbutírico no enraizamento e crescimento de estacas de eucalipto (*Eucalyptus urophylla*). **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 3, p. 13-18, 2008.

LATTUADA, D. S.; SPIER, M.; SOUZA, P. V. D. Pré-tratamento com água e doses de ácido indolbutírico para estaquia herbácea de pitangueiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n.12, p. 2073-2079, 2011.

LEE, T. T.; STARRATT, A. N. Inhibition of conjugation of indole-3-acetic acid with amino acids by 2,6-dihydroxyacetophenone in *Teucrium canadense*. **Phytochemistry**, Oxford, v. 25, n. 11, p. 2457-2461, 1986.

LEONEL, S.; VARASQUIM, L. T.; RODRIGUES, J. D.; CEREDA, E. Efeito da aplicação de fitorreguladores e ácido bórico em estacas de jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 13, n. 3, p. 219-222, 1991.

LIMA, D. M.; ALCANTARA, G. B.; FOGAÇA, L. A.; QUOIRIN, M.; CUQUEL, F. L.; BIASI, L. A. Influência de estípulas foliáceas e do número de folhas no enraizamento de estacas semilenhosas de maracujazeiro amarelo nativo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, p. 671-676, 2007.

LIONAKIS, S. M. Anatomy of root initiation in stem cuttings of Kiwifruit plant (*Actinidia chinensis* P.). **Fruits**, Paris, v. 39, p. 207-210, 1984.

LONE, A. B.; UNEMOTO, L. K.; YAMAMOTO, L. Y.; COSTA, L.; SCHNITZER, J. A.; SATO, A. J.; RICCE, W. S.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Enraizamento de estacas de azaleia (*Rhododendron simsii* Planch.) no outono em AIB e diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 8, p. 1720-1725, 2010.

LOPES, P. Z. **Propagação vegetativa e interação com endomicorrizas arbusculares em mirtáceas nativas do sul do Brasil**. 2009. 120 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**. Nova Odessa: Plantarum, 1992, 115p.

LORENZI, H.; BACHER, L.; LACERDA, M.; SARTORI, S. **Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura)**. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2006, 672p.

MAGALHÃES, M. M.; BARROS, R. S.; FINGER, F. L. Change in nonstructural carbohydrates in developing fruit of *Myrciaria jaboticaba*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 66, p. 17-22, 1996.

MALAGI, G.; CITADIN, I.; SCARIOTTO, S.; WAGNER JÚNIOR, A.; SACHET, M. R. Enxertia interespecífica de jaboticabeira: influência do tipo de garfo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 221-224, 2012.

- MANICA, I. **Frutas nativas, exóticas e silvestres**. Porto Alegre: Cinco Continentes Editora, 2000, 327p.
- MARANGON, M. A.; BIASI, L. A. Estaquia de mirtilo nas estações do ano com ácido indolbutírico e aquecimento do substrato. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 1, p. 25-32, 2013.
- MATTOS, J. L. R. **Fruteiras nativas do Brasil: jaboticabeiras**. Porto Alegre: Nobel, 1983, 92p.
- MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas herbáceas de quatro clones de umezeiro (*Prunus mume* Sieb. et Zucc.) durante o inverno ameno, em Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, p. 505-507, 2003.
- MAYER, N. A.; PEREIRA, F. M.; NACHTIGAL, J. C. Propagação do umezeiro (*Prunus mume* Sieb & Zucc.) por estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 673-676, 2001.
- MENDONÇA, R. M. N. **Maturação, secagem e armazenamento de sementes e propagação vegetativa de jaboticabeiras (*Myrciaria* sp.)**. 2000. 136 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- MESÉN, F.; NEWTON, A. C.; LEAKEY, R. R. B. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: the effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 92, p. 45-54, 1997.
- MESSINA, R.; TESTOLINI, R. Indagini anatomiche sull'origine delle radici avventizie in tale di Actinidia (*Actinidia chinensis* Planch). **Riveste Ortoflorofruticoltura**, v. 68, p. 51-56, 1984.
- MIDDLETON, W.; JARVIS, B. C.; BOOTH, A. The role of leaves in auxin and boron-dependent rooting of stem cuttings of *Phaseolus aureus* Roxb. **New Phytology**, Cambridge, v. 84, p. 251-259, 1980.
- MINDÉLLO NETO, U. R. Estaquia herbácea de pessegueiro cv. charme, em função de diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e número de folhas. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n.1, p. 27-29, 2006.

MUÑOZ, H. I.; VALENZUELA, B. J. The rooting capacity of softwood cuttings from three varieties of grapevine. The effect of the position on the shoot and the time of collection. **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 38, p. 14-17, 1978.

NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. Enraizamento de estacas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 34-39, 1995.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, 2006.

NIENOW, A. A.; CHURA, G.; PETRY, C.; COSTA, C. Enraizamento de estacas de quaresmeira em duas épocas e concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 16, n. 1-4, p. 139-142, 2010.

NORBERTO, P. M.; CHALFUN, N. N. J.; PASQUAL, M.; VEIGA, R. D.; PEREIRA, G. E.; MOTA, J. H. Efeito da época de estaquia e do AIB no enraizamento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 533-541, 2001.

NORMALY, J. Auxin metabolismo. **Physiologia Plantarum**, Copenhagem, v. 100, p. 431-442, 1997.

NORMANLY, J.; BARTEL, B. Redundancy as a way of life – IAA metabolism. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 2, n. 3, p. 207-218, 1999.

OHLAND, T.; PIO, R.; CHAGAS, E. A.; BARBOSA, W.; DALASTRA, I. M.; KOTZ, T. E. Enraizamento de estacas apicais lenhosas de figueira 'Roxo de Valinhos' com a aplicação de AIB e cianamida hidrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 31, n. 1, p. 273-279, 2009.

OLIVEIRA, A. P.; NIENOW, A. A.; CALVETE, E. O. Capacidade de enraizamento de estacas semilenhosas e lenhosas de cultivares de pessegueiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 282-285, 2003.

OLIVEIRA, J. A. **Efeito dos substratos artificiais no enraizamento e no desenvolvimento de maracujazeiro-azedo e doce por estaquia**. 2000. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2000.

OLIVEIRA, L. A. **Caracterização morfológica e molecular da jabuticabeira (*Myrciaria sp.*)**. Ituverava: FAFRAM, 2002, 190p. (Relatório Científico - FAPESP).

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F. Enraizamento de estacas de *Euplassa inaequalis* (Pohl) Engl. de mata de galeria em diferentes estações do ano. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 991-999, 2013.

OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, J. F.; RIOS, M. N. S.; REZENDE, M. E. **Enraizamento de estacas para a produção de mudas de espécies nativas de matas de galeria**. Brasília: EMBRAPA Cerrados, 2001. (Recomendação Técnica n.41). Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/566480>>. Acesso em: 08 out. 2014.

OLIVEIRA, Y.; LOPES, V. R.; ZUFFELATO-RIBAS, K. C.; NERY, F. S. G.; KEPPEL, S. C. Influência do ácido indol butírico e de diferentes alturas de coleta de estacas apicais no enraizamento de *Melaleuca alternifolia* [Maiden & Betche] Cheel. **Revista Brasileira de Biociências**, Pelotas, v. 18, n. 2-4, p. 196-203, 2012.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. **Aspectos de fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jabotical: Funep, 1996, 83p.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Estudo da influência da época de coleta dos ramos no enraizamento de estacas caulinares de café (*Coffea arabica* L. cv 'Mundo Novo'). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 29-35, 1992.

PACHECO, J. P.; FRANCO, E. T. H. Substratos e estacas com e sem folhas no enraizamento de *Luehea divaricata* Mart. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1900-1906, 2008.

PASA, M. S.; CARVALHO, G. L.; SCHUCH, M. W.; SCHMITZ, J. D.; TORCHELSEN, M. M.; NICKEL, G. K.; SOMMER, L. R.; LIMA, T. S.; CAMARGO, S. S. Qualidade de luz e fitorreguladores na multiplicação e enraizamento in vitro da amoreira-preta 'Xavante'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 8, p. 1392-1396, 2012.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; VALE, M. R.; SILVA, R.; SILVA, C. R. **Fruticultura Comercial**: propagação de plantas frutíferas. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001, 137p.

PAULUS, D.; VALMORBIDA, R.; TOFFOLI, E.; PAULUS, E. Propagação vegetativa de *Aloysia triphylla* (L'Hér.) Britton em função da concentração de AIB e do

comprimento das estacas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, n. 1, p. 25-31, 2014.

PAVLINOVA, O. A.; BALAKHONTSEV, E. N.; PRASOLOVA, M. F.; TURKINA, M. V. Sucrose-phosphate synthase, sucrose synthase, and invertase in sugar beet leaves. **Russian Journal of Plant Physiology**, New York, v. 49, p. 68-73, 2002.

PEÑA, M. L. P.; GUBERT, C.; TAGLIANI, M. C.; BUENO, P. M. C.; BIASI, L. A. Concentrações e formas de aplicação do ácido indolbutírico na propagação por estaquia dos mirtilheiros cvs. Flórida e Clímax. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 57-64, 2012.

PEREIRA, J. E. S.; FORTES, G. R. L. Produção de mudas pré-básicas de batata por estaquia a partir de plantas micropropagadas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 186-192, 2004.

PEREIRA, M. **Propagação via estacas apicais, caracterização morfológica e molecular de jabuticabeiras (*Myrciaria spp.*)**. 2003. 86 f. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

PEREIRA, M.; OLIVEIRA, A. L.; GONÇALVES, A. N.; ALMEIDA, M. Efeitos de substratos, valores de pH, concentrações de AIB no enraizamento de estacas apicais de jabuticabeira [*Myrciaria jabuticaba* (Vell.) O. Berg.]. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, n. 69, p. 84-92, 2005.

PICOLOTTO, L.; SCHUCH, M. W.; SOUZA, J. A.; SILVA, L. C.; FERRI, J.; FACHINELLO, J. C. Efeito do hipoclorito, fotoperíodo e temperatura no estabelecimento in vitro de jabuticabeira. **Scientia Agraria**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 1-5, 2007.

PIETTA, P. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, Cincinnati, v. 63, n. 7, p. 1035-1042, 2000.

PILLARY, I.; RAILTON, I. D. Complete release of axillary buds from apical dominance in intact, light-grown seedlings of *Pisum sativum* L. following a single application of cytokinin. **Plant Physiology**, Rockville, v. 71, p. 972-974, 1983.

PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; CONTIJO, T. C. A.; TOLEDO, M.; CARRIJO, E. P. Presença de folhas e gema apical no enraizamento de estacas

herbáceas de figueira oriundas de desbrota. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 10, n. 1, p. 51-54, 2004.

PIO, R.; GONTIJO, T. C. A.; CARRIJO, E. P.; VISIOLI, E. L.; TOMASETTO, F.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D. Enraizamento de estacas de figueira 'Roxo de valinhos' coletadas em diferentes posições do ramo. In: CONGRESSO DA PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA, 11., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. CD-ROM.

PIRES, E. J. P.; BIASI, L. A. Propagação da videira. In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 295-350.

PIZZATTO, M.; WAGNER JÚNIOR, A.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 4, p. 487-492, 2011.

PONTES FILHO, F. S. T.; ALMEIDA, E. I. B.; BARROSO, M. M. A.; CAJAZEIRA, J. P.; CORRÊA, M. C. M. Comprimento de estacas e concentrações de ácido indolbutírico (AIB) na propagação vegetativa de pitaia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 788-793, 2014.

PREECE, J. E.; READ, P. E. **The Biology of Horticulture**. New York: John Wiley, 1993, 480p.

PRETI, E. A.; YAMAMOTO, L. Y.; CARDOSO, C.; AQUINO, G. S.; PAES, V. S.; ASSIS, A. M.; MACHADO, M. H.; NEVES, C. S. V. J.; ROBERTO, S. R. Estaquia de resedá-nacional (*Physocalymma scaberrimum* Pohl.) em diferentes substratos e concentrações de AIB. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 377-383, 2012.

RADMANN, E. B.; FEIJÓ, A. R.; GOULART, R. C.; FISCHER, D. L. O.; BIANCHI, V. J. Interação entre o genótipo e AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de portaenxertos de pessegueiro. **Nativa**, Sinop, v. 2, n. 4, p. 129-133, 2014.

RAMOS, M. C. P.; CAMPOS, A. G.; MAGALHÃES, D. S.; RUFINI, J. C. M. Enraizamento de estaca caulinar de jabuticabeira Sabará submetidas a concentrações de AIB. In: XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Sociedade Brasileira de Fruticultura, p. 5452-5455.

- REUVENI, O.; RAVIV, M. Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, p. 127-130, 1980.
- RIBEIRO, M. N. O.; PASQUAL, M.; VILLA, F.; ALBUQUERQUE, K. S. Efeitos do AIB e GA3 na micropropagação de *Zantedeschia aethiopica*. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 53, n. 309, p. 568-573, 2006.
- RIECKERMANN, H.; GOLDFARB, B.; CUNNINGHAM, M. W.; KELLISON, R. C. Influence of nitrogen, photoperiod, cutting type, and clone on root and shoot development of rooted stem cuttings of sweetgum. **New Forests**, Hampshire, v. 18, p. 231-244, 1999.
- RIOS, E. S.; PEREIRA, M. C.; SANTOS, L. S.; SOUZA, T. C.; RIBEIRO, V. G. Concentrações de ácido indolbutírico, comprimento e época de coleta de estacas, na propagação de umbuzeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 52-57, 2012.
- RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 1996. 83p.
- RODRIGUES, D. S.; ROCHA, C. O.; CHIEA, S. A. C. Utilização de reguladores vegetais na propagação vegetativa de *Clidemia blepharodes* DC. e *C. suffruticosa* O. Berg (Melastomataceae). **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p. 1-8, 2012.
- SANTANA, R. C.; DUTRA, T. R.; CARVALHO NETO, J. P.; NOGUEIRA, G. S.; CRAZZIOTTI, P. H.; BARROS FILHO, N. F. Influence of leaf area reduction on clonal production of eucalyptus seedlings. **Cerne**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 251-257, 2010.
- SANTOS, J. P. **Potencial de enraizamento de estacas lenhosas de espécies florestais da mata ciliar**. 2009. 84 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- SASSO, S. A. Z. **Propagação vegetativa de jabuticabeira**. 2009, 64 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2009.
- SASSO, S. A. Z.; CITADIN, I.; DANNER, M. A. Propagação de jabuticabeira por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 2, p. 577-583, 2010.

SATO, A. Y.; DIAS, H. C. T.; ANDRADE, L. A.; SOUZA, V. C. Micropropagação de *Celtis* sp.: controle da contaminação e oxidação. **Cerne**, Lavras, v. 7, n. 2, p. 117-123, 2001.

SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A.; SCARPARE FILHO, J. A.; BORBA, M. R. C. Propagação da jabuticabeira 'Sabará' (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.) Berg.) através de estacas caulinares. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002.

SCARPARE FILHO, J. A.; NETO, J. T.; COSTA, J. W. H.; KLUGE, R. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira Sabará (*Myrciaria jaboticaba*), em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 146-149, 1999.

SCHUCH, M. W.; ROSSI, A.; DAMIANI, C. R.; SOARES, G. C. Aib e substrato na produção de mudas de mirtilo cv. "Climax" através de microestaquia. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 5, p. 1446-1449, 2007.

SHUSTER, M. Z.; SZYMCZAK, L. S.; LUSTOSA, S. B. C.; RAMALHO, K. R. O. Enraizamento de estacas de amendoim forrageiro tratadas com AIB. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 2, p. 122-136, 2011.

SILVA, I. C. **Propagação vegetativa; Aspectos morfológicos**. Itabuna: CEPLAC, 1985. v. 4, p. 1-26 (Boletim Técnico).

SILVA, J. A.; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas herbáceas de nespereira (*Eriobotrya japonica* Lindl). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 369-371, 2004.

SILVA, J. F.; MAIA, V. M.; PEREIRA, M. C. T.; LOPES, P. S.; AMORIM, I. J. F. A. Pegamento de variedades de jabuticabas submetidas a dois tipos de enxertia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2008., Vitória. **Anais...** Vitória: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008. p.1-1.

SILVA, K. N.; PIO, R.; TADEU, M. H.; ASSIS, C. N.; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; PATTO, L. S. Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 418-422, 2012a.

SILVA, R. C.; ANTUNES, M. C.; ROVEDA, L. F.; CARVALHO, T. C.; BIASI, L. A. Enraizamento de estacas de *Melaleuca alternifolia* submetidas a diferentes reguladores vegetais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1643-1652, 2012b.

SIQUEIRA, D. L. **Produção de mudas frutíferas**. Viçosa: CPT, 1998, 74p.

SMALLEY, T. J., DIR, M. A., ARMITAGE, A. M. Photosynthesis and leaf water carbohydrate and hormone status during rooting of stem cuttings of *Acer rubrum*. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 116, p. 1052-1057, 1991.

SOBRAL, M. Alterações Nomeclaturais em *Plinia* (Myrtaceae). **Boletim do Museu Botânico de Curitiba**, Curitiba, n. 63, p. 1-4, 1985.

SOUSA, C. A. F.; SODEK L. The metabolic response of plants to oxygen deficiency. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 2, p. 83-94, 2002.

SOUZA, C. C.; XAVIER, A.; LEITE, F. P.; SANTANA, R. C.; LEITE, H. G. Padrões de miniestacas e sazonalidade na produção de mudas clonais de *Eucalyptus grandis* Hill x *E. urophylla* S. T. Black. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 67-77, 2013.

SOUZA, C. M. **Enraizamento de microestacas in vivo e propagação in vitro de repolho (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* L.)**. 1995. 84 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1995.

SOUZA, E. R.; RIBEIRO, V. G.; MENDONÇA, O. R.; SANTOS, A. S.; SANTOS, M. A. C. Comprimentos de estacas e AIB na formação de porta-enxertos de videira ‘Harmony’ e ‘Campinas’. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 5, n. 2, p. 19-32, 2012.

SOUZA, M. Nutrição e adubação para produzir mudas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 102, p. 40-43, 1983.

SOUZA, N. A. **Utilização da casca de coco para produção de tutores tipo xaxim e substrato para cultivo de *Syngonium angustatum* Schott**. 2002. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos, 2002.

SOUZA, J. A.; SCHUCH, M. W. ; SILVA, L. C.; SOARES, G. C. Desinfestação e estabelecimento in vitro de feijoa (*Acca sellowiana* (Berg) Burret) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.). **Revista Científica Rural**, Bagé, v. 11, n. 1, p. 39-44, 2006a.

SOUZA, J. A.; SCHUCH, M. W.; SILVA, L. C. Efeito do tipo de ramo e do regime de luz fornecido à planta-matriz no estabelecimento in vitro do araçazeiro cv. "Irapuã". **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 6, p. 1920-1922, 2006b.

SPANDRE, P.; ZANETTE, F.; BIASI, L. A.; KOHELER, H. S.; NIESING, P. C. Estaquia caulinar de guaçatonga (*Casearia sylvestris* Swartz) nas quatro estações do ano, com aplicação de diferentes concentrações de AIB. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 14, n. 3, p. 529-536, 2012.

STENVALL, N.; PIISILÄ, M.; PULKKINEN, P. Seasonal fluctuation of root carbohydrates in hybrid aspen clones and its relationship to the sprouting efficiency of root cuttings. **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, v. 39, p. 1531-1537, 2009.

STRÖMQUIST, L. H.; ELIASSON, L. Light inhibition of rooting in Norway spruce (*Picea abies*) cuttings. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v. 57, p. 1314-1316, 1979.

TADEU, M. H.; PIO, R.; TIBERTI, A. S.; FIGUEIREDO, M. A.; SOUZA, F. B. M. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de *Rubus fruticosus* tratadas com AIB. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 6, p. 881-884, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, 719 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Auxins: growth and tropisms. In: \_\_\_\_\_. **Plant physiology**. California: The Benjamin/Cummings, 1991. p. 398-424.

TAM, Y. Y.; EPSTEIN, E.; NORMANLY, J. Characterization of auxin conjugates in Arabidopsis. Low steady-state levels of indole-3-acetyl-aspartate, indole-3-acetylglutamate, and indole-3-acetylglucose. **Plant Physiology**, Rockville, v. 123, n. 2, p. 589-595, 2000.

TEIXEIRA, L. N.; STRINGHETA, P. C.; OLIVEIRA, F. A. Comparação de métodos para quantificação de antocianinas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 4, p. 297-304, 2008.

THORPE, T.A.; PATEL, K.R. Clonal propagation: adventitious buds. In: VASIL, I. K. (Org.). **Cell culture and somatic cell genetics of plants**. London: Academic Press, 1984. v. 1, p. 49-58.

TORRES, A. G. M. **Relação entre sazonalidade, desrama e carboidratos no crescimento do eucalipto na propagação vegetativa por miniestaquia**. 2003. 65 f. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

TOSTA, M. S.; OLIVEIRA, C. V. F.; FREITAS, R. M. O.; PORTO, V. C. N.; NOGUEIRA, N. W.; TOSTA, P. A. F. Ácido indolbutírico na propagação vegetativa de cajaraneira (*Spondias* sp.). **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 33, iss. 1, p. 2727-2740, 2012. (Edição Suplementar)

TRACZ, V.; CRUZ-SILVA, C. T. A.; LUZ, M. Z. Produção de mudas de penicilina (*Alternanthera brasiliana* (L.) Kuntze) via estaquia. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 644-648, 2014.

TREVISAN, R.; FRANZON, R. C.; FRITSCH NETO, R.; GONÇALVES, R. S.; GONÇALVES, E. D.; ANTUNES, L. E. C. Enraizamento de estacas herbáceas de mirtilo: influência da lesão na base e do ácido indolbutírico. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 402-406, 2008.

TREWAVAS, A. How do plant growth substances work?. **Plant, Cell and Environment**, Malden, v. 4, p. 203-228, 1981.

VALERI, S. V.; SÁ, A. F. L.; MARTINS, A. B. G.; BARBOSA, J. C. Enraizamento de estacas de *Caesalpinia echinata* Lam. em hidroponia. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 22, n. 2, p. 241-250, 2012.

VAN OVERBEEK, J.; GORDON, S. A.; GREGORY, L. E. An analysis of the function of the leaf in the processo f root formation in cuttings. **American Journal of Botany**, Columbus, v. 33, p. 100-107, 1946.

VAN STADEN, J.; DAVEY, E. The synthesis, transport and metabolism of endogenous cytokinins. **Plant, Cell and Environment**, Malden, v. 2, p. 93-106, 1979.

- VEIERSKOV, B.; ANDERSEN, A. S. Influence of cotyledon excision and sucrose on root formation in pea cuttings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 36, p. 105-109, 1976.
- VERGER, M.; LE BOULER, H.; RONDOUIN, M. Bouturage horticole des ligneux. **PHM Revue Horticole**, n. 431, p. 27-29, 2001.
- VEYRES, N.; DANON, A.; AONO, M.; GALLIOT, S.; KARIBASAPPA, Y. B.; DIET, A.; GRANDMOTTET, F.; TAMAOKI, M.; LESUR, D.; PILARD, S.; BOITEL-CONTI, M.; SANGWAN-NORREEL, B. S.; SANGWAN, R. S. The Arabidopsis sweetie mutant is affected in carbohydrate metabolism and defective in the control of growth, development and senescence. **The Plant Journal**, Malden, v. 55, p. 665-686, 2008.
- VIGNOLO, G. K.; FISCHER, D. L. O.; ARAUJO, V. F.; KUNDE, R. J.; ANTUNES, L. E. C. Enraizamento de estacas lenhosas de três cultivares de mirtilheiro com diferentes concentrações de AIB. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 795-800, 2012.
- VILANOVA, M. T. Propagación vegetativa del café. **Café Salvador**, El Salvador, v. 29, p. 669-681, 1959.
- VILELA, X. M. S.; PASQUAL, M.; VILLA, F.; ARAÚJO, A. G. Tipos de pseudobulbos e número de nós no enraizamento e brotação de *Dendrobium nobile*. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 7, p. 1-7, 2010.
- WANG, C. J.; WANG, J. M.; LIN, W. L.; CHU, C. Y.; CHOU, F. P.; TSENG, T. H. Protective effect of Hibiscus anthocyanins against tert-butyl hidroperoxide induced hepatic toxicity in rats. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 38, n. 5, p. 411-416, 2000.
- WHITE, J.; LOVELL, P. H. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *G. Lucida*. **Annals of Botany**, London, v. 54, p. 7-20, 1984.
- WIGHTMAN, F.; SCHNEIDER, E. A.; THIMANN, K. V. Hormonal factors controlling the initiation and development of lateral roots II. Effects of exogenous growth factors on lateral root formation in pea roots. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 49, p. 304-314, 1980.
- WILLIAMS, R. R.; TAJI, A. M.; BOLTON, J. A. Suberization and adventitious rooting in Australian plants. **Australian Journal of Botany**, Clayton, v. 32, p. 363-366, 1984.

XAVIER, A.; COMÉRCIO, J. Microestaquia: uma maximização da micropropagação de *Eucalyptus*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 20, n. 1, p. 9-16, 1996.

XAVIER, A.; WENDLING, I.; SILVA, R. L. **Silvicultura clonal**: princípios e técnicas. Viçosa: Editora UFV, 2009. 272p.

YAMAMOTO, L. Y.; KOYAMA, R.; BORGES, W. F. S.; ANTUNES, L. E. C.; ASSIS, A. M.; ROBERTO, S. R. Substratos no enraizamento de estacas herbáceas de amora-preta Xavante. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 1, p. 15-20, 2013.

ZIETEMANN, C.; ROBERTO, S. R. Efeito de diferentes substratos e épocas de coleta no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira, cvs. Paluma e Século XXI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 31-36, 2007.