



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

CLENES CUNHA LIMA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA PROVENIENTE DE MUDAS DE  
*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: REGULADORES  
DE CRESCIMENTO, PROCEDÊNCIAS E SUBSTRATOS**

**Belém  
2011**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA  
PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

CLENES CUNHA LIMA

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA PROVENIENTE DE MUDAS DE  
*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: REGULADORES  
DE CRESCIMENTO, PROCEDÊNCIAS E SUBSTRATOS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do programa de pós-graduação, área de concentração Silvicultura, para obtenção do título de **Mestre em Ciências Florestais**.

Sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dra. **SELMA TOYOKO OHASHI**.

**Belém  
2011**

**Ficha Catalográfica preparada pela seção de catalogação e  
Classificação da Biblioteca da UFRA**

---

Lima, Clenes Cunha

Propagação vegetativa por estaquia proveniente de mudas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: reguladores de crescimento, procedências e substratos./ Clenes Cunha Lima. - Belém, 2011.

90 f.:il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2011.

1. Paricá – Propagação vegetativa 2. Regulador de crescimento - AIB 3. Paricá - procedências 4. Substratos I. Título

CDD: 634.9565

---

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA PROVENIENTE DE MUDAS DE  
*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: REGULADORES  
DE CRESCIMENTO, PROCEDÊNCIAS E SUBSTRATOS**

**CLENES CUNHA LIMA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural da Amazônia, como parte das exigências do programa de pós-graduação, área de concentração Silvicultura, para obtenção do título de **Mestre em Ciências Florestais**

Aprovada em 19 de dezembro de 2011

**BANCA EXAMINADORA**

---

**Prof<sup>a</sup> Dra. Selma Toyoko Ohashi – Orientadora**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

---

**Dr. Oriel Filgueira de Lemos - 1º Examinador**  
**EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL**

---

**Prof. Dr. Jorge Alberto Gazel Yared- 2º Examinador**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

---

**Prof<sup>a</sup> Dra. Leonilde dos Santos Rosa - 3º Examinador**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DA AMAZÔNIA**

## *Dedicatória*

A **DEUS**, pela sua infinita misericórdia, que está acima de tudo e de todos

Aos meus pais, **Laudomiro Correia Lima** e **Maria Cleide Cunha Lima**

Ao meu irmão **Cleilson Cunha Lima**

Ao **Alessandro Corrêa de Lima**

Ao **Edison Branches**

## *Agradecimentos*

Ao Senhor Deus Pai e Misericordioso, por tudo o que fez tudo que tens feito e por tudo o que vais fazer em minha vida.

Ao meu pai, Laudomiro Correia Lima e minha mãe, Maria Cleide Cunha Lima, educação melhor não poderiam ter oferecido a mim e ao meu irmão Cleilson Cunha Lima, sempre com direcionamento da humildade e respeito ao próximo. Eu quero sempre que tudo que eu faça em minha vida seja prova de gratidão por tudo que vocês fizeram por mim.

Ao meu irmão pela imensa alegria, por todo amor e respeito que me concede.

Ao Alessandro Corrêa de Lima, sem palavras para descrever a importância que tivestes na minha vida. Obrigada por compartilhar comigo (da forma mais dura) todos os momentos acadêmicos, pela paciência e apoio sempre dispensados nesta jornada da minha vida.

Ao Edison Branches, que sempre acreditou e deu força em tudo na minha vida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural da Amazônia, pela oportunidade de realização do curso, e a todos os professores que dele fazem parte, sou muito grata pelo compartilhamento do conhecimento.

À professora Dra. Selma Toyoko Ohashi, pela orientação dispensada.

À classe 2009 do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, em especial, Helaine Pires, Luciana Creão, Odineila Martins e Edinelson Cardoso, pelo convívio e compartilhamento de pensamentos científicos no decorrer destes dois anos.

À Mylena Rodrigues, secretária do curso de pós-graduação, pela amizade e carinho, não medindo esforços em ajudar a todos os discentes.

À todos que trabalham no setor de produção de mudas do Instituto de Ciências Agrárias da UFRA, no nome do Senhor Carlos Alberto (Seu roxo), pela dedicação junto a mim nesta pesquisa e pela convivência, em momentos de tomada de decisões e descontrações.

À minha amiga Eng<sup>a</sup> Florestal Danila Gonçalves, pela amizade e carinho desde os tempos de graduação.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida.

Aos membros da banca examinadora: Dr. Oriel Filgueira Lemos, Dr. Jorge Alberto Gazel Yared e a Dra. Leonilde dos Santos Rosa, pelas contribuições nesta pesquisa.

Minha sincera gratidão, a todos que de alguma forma fazem parte da minha vida e que contribuíram para a realização e conclusão desta pesquisa.

*Muito Obrigada!*

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1

**TABELA 1.** Produtos e soluções para a obtenção das formulações utilizadas no enraizamento de estacas produzidas a partir de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*. 43

**TABELA 2.** Teste de comparação de médias, média geral, coeficiente de variação experimental e valor de F calculado para os parâmetros avaliados de percentagem de estacas enraizadas, percentagem de estacas vivas, percentagem de estacas mortas, número médio de raízes e comprimento da maior raiz obtida de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e tratadas com AIB em diferentes concentrações após 60 dias da implantação do experimento. 45

### CAPÍTULO 2

**TABELA 1.** Caracterização geográfica e climática das procedências das sementes de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* para obtenção de material vegetativo para produção de estacas. 56

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância para percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raiz (NMR), comprimento da maior raiz (CMR), percentagem de estacas vivas sem raiz (%EV), estacas mortas (%EM) e estacas brotadas (%EB) no período de 45 após a implantação do experimento. 59

**TABELA 3.** Percentagem de estacas enraizadas (%EE) provenientes de mudas produzidas de sementes de diferentes procedências de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). 60

**TABELA 4.** Comprimento da maior raiz (CMR) em estacas provenientes de mudas produzidas de sementes de diferentes procedências de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). 61

**TABELA 5.** Número médio de raiz (NMR) em estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). 63

**TABELA 6.** Percentagem de estacas mortas (%EM) provenientes de mudas produzidas de sementes de diferentes procedências de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). 66

**TABELA 7.** Percentagem de estacas vivas sem raiz (%EV) e Estacas Brotadas (%EB) provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). 67



### CAPÍTULO 3

**TABELA 1.** Resumo da análise de variância para percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raízes (NMR), comprimento da maior raiz (CMR), percentagem de estacas brotadas (%EB), comprimento de brotação (CB) e percentagem de estacas com calos (%ECC) obtidas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e plantadas em diferentes substratos e avaliadas ao longo do tempo. **79**

**TABELA 2.** Teste de comparação de médias para percentagem de estacas enraizadas (%EE), comprimento médio da raiz (CMR) e número médio de raízes (NMR) plantadas em três substratos: vermiculita+fibra de coco+areia (V+FC+A); vermiculita+fibra de coco (V+FC) e vermiculita+areia (V+A) e avaliadas em cinco períodos (10, 15, 20, 25 e 30 dias). **80**

**TABELA 3.** Percentagem de estacas com calos (%ECC), percentagem de estacas brotadas (%EB) e comprimento do broto (CB) nos diferentes tempos de avaliação (10, 15, 20, 25 e 30 dias). **84**

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

**FIGURA 1.** Enraizamento de estacas coletadas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 ppm). %EE: percentual de estacas enraizadas; %EV: percentual de estacas vivas e %EM: percentual de estacas mortas. Dados originais. **48**

### CAPÍTULO 2

**FIGURA 1.** Comportamento do enraizamento de estacas produzidas de diferentes materiais genéticos de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). Dados originais. **61**

**FIGURA 2.** Comportamento do comprimento da maior raiz (CMR) de estacas produzidas de diferentes materiais genéticos de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). Dados originais. **62**

**FIGURA 3.** Comportamento da percentagem de estacas brotadas em relação à percentagem de estacas enraizadas, obtidas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). Dados originais. **68**

### CAPÍTULO 3

**FIGURA 1.** Evolução do percentual de enraizamento em estacas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* ao longo do tempo em três substratos: vermiculita+fibra de coco+areia (V+FC+A); vermiculita+fibra de coco (V+FC) e vermiculita+areia (V+A). Dados originais. **81**

**FIGURA 2.** Evolução do número médio de raízes (A) e comprimento da maior raiz (B) em estacas de paricá ao longo do tempo em três substratos: vermiculita+fibra de coco+areia (V+FC+A); vermiculita+fibra de coco (V+FC) e vermiculita+areia (V+A). Dados originais. **82**

**FIGURA 3.** Evolução do percentual de estacas enraizadas (%EE) e percentagem de estacas brotadas (%EB) obtidas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em função do tempo. Dados originais. **86**

## SUMÁRIO

	Pág.
<b>PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA PROVENIENTE DE MUDAS DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby: REGULADORES DE CRESCIMENTO, PROCEDÊNCIAS E SUBSTRATOS</b>	13
<b>RESUMO GERAL</b>	13
<b>GENERAL ABSTRACT</b>	14
<b>1 CONTEXTUALIZAÇÃO</b>	15
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA</b>	17
2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PARICÁ	17
2.1.1 Taxonomia e descrição botânica	17
2.1.2 Origem e Distribuição geográfica	19
2.1.3 Características silviculturais e utilidades da planta	19
2.1.4 Produção de mudas de paricá	20
2.2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA PELO MÉTODO DA ESTAQUIA	21
2.2.1 Fatores biológicos e endógenos que influenciam o enraizamento das estacas	23
2.2.2 Fatores exógenos que influenciam o enraizamento das estacas	27
2.2.3 Reguladores de crescimento	29
<b>3 REFERÊNCIAS</b>	30
<b>CAPÍTULO 1. EFEITO DO ÁCIDO INDOL-BUTÍRICO (AIB) NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby</b>	39
<b>RESUMO</b>	39
<b>ABSTRACT</b>	40
1.1 INTRODUÇÃO	41
1.2 MATERIAL E MÉTODOS	42
1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45

1.4 CONCLUSÃO	50
REFERÊNCIAS	50
<b>CAPÍTULO 2. EFEITO DA PROCEDÊNCIA E DO AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby</b>	53
RESUMO	53
ABSTRACT	54
2.1 INTRODUÇÃO	55
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	56
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	58
2.4 CONCLUSÃO	69
REFERÊNCIAS	70
<b>CAPÍTULO 3. EFEITO DO SUBSTRATO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE PARICÁ - <i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby</b>	74
RESUMO	74
ABSTRACT	75
3.1 INTRODUÇÃO	76
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	77
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
3.4 CONCLUSÃO	88
REFERÊNCIAS	88
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>	91

## **PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR ESTAQUIA PROVENIENTE DE MUDAS DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby: REGULADORES DE CRESCIMENTO, PROCEDÊNCIAS E SUBSTRATOS**

### **RESUMO GERAL**

O paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, é uma espécie florestal nativa, largamente utilizada em reflorestamento na Amazônia em virtude do seu alto valor madeireiro. A espécie apresenta fácil propagação via semente, entretanto, apesar desta facilidade, características superiores de indivíduos selecionados somente poderão ser mantidas através da propagação vegetativa, que poderá aumentar a produtividade e gerar madeira de qualidade e homogênea para atender um mercado cada vez mais exigente em qualidade dos materiais genéticos a um baixo custo. Desta maneira para que o paricá permaneça no mercado serão necessários avanços tecnológicos e silviculturais que maximizem a produção florestal com material genético altamente selecionado. Nesse sentido esta pesquisa teve como objetivo otimizar o processo de propagação vegetativa de mudas de paricá, por meio da estaquia. Para isso, foram determinados os efeitos da aplicação de reguladores de crescimento no enraizamento das estacas; a influência da procedência no enraizamento das estacas e o substrato mais adequado ao enraizamento das estacas. Para o estudo foram produzidas mudas e destas foram coletadas as estacas, com tamanho médio de 12 cm de comprimento e 4,0 mm de diâmetro as quais foram utilizadas para implantação de ensaios experimentais visando testar diferentes dosagens de reguladores de crescimento, diferentes procedências e diferentes combinações de substratos. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com coleta e análise das variáveis: percentagem de estacas enraizadas, número médio de raiz, comprimento da maior raiz, percentagem de estacas vivas, mortas, com calo, brotadas e comprimento do broto. A partir dos resultados obtidos pode-se concluir que a propagação vegetativa do paricá por estaquia necessita de aplicação de regulador de crescimento AIB como forma de melhorar a formação e desenvolvimento das raízes; a aplicação na concentração entre 2.500 e 3.000 ppm foram as que apresentaram os melhores resultados, porém, pode ser melhorado quando do uso de substrato que proporcione melhor aeração e umidade, como a vermiculita + fibra de coco na proporção de 1:1v. As procedências testadas apresentaram comportamento diferencial com a aplicação do AIB, porém a interação foi simples não comprometendo a recomendação da aplicação de AIB entre 2.500 e 3.000 ppm para melhor enraizamento das estacas. Entretanto, são recomendados novos estudos abrangendo um maior número de procedências como forma de identificar os melhores materiais para obtenção das estacas. Além de ser feito o acompanhamento a campo após o enraizamento, a fim de avaliar o vigor e o desenvolvimento das estacas e assim comprovar a viabilidade do método da estaquia como uma alternativa de produção de mudas de paricá.

**Palavras-chave:** Propagação vegetativa. Estaquia. *Schizolobium amazonicum*

## VEGETATIVE PROPAGATION BY CUTTING *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby FROM THE SEEDLINGS: GROWTH REGULATORS, PROVENANCES AND SUBSTRATE

### GENERAL ABSTRACT

The paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, is a native forest species, widely used in reforestation in the Amazon because of its high timber value. The species is easily spread by seed, however, despite this facility, superior characteristics of selected individuals can only be maintained through vegetative propagation, which can increase productivity and produce quality wood and homogeneous to meet an increasingly demanding market for quality genetic material at a low cost. Thus for the paricá stay in the market and technological changes are needed to maximize the silvicultural forest production with highly selected genetic material. In this sense, this research aimed to optimize the process of vegetative propagation of seedlings paricá by means of cuttings. For this, we determined the effects of applied growth regulators on rooting of cuttings, the influence of the provenances on the rooting of cuttings and more substrates to the rooting of cuttings. For the study of these were produced seedlings and cuttings were collected, with an average size of 12 cm in length and 4.0 mm in diameter which were used for implantation of experimental tests aimed at testing different doses of growth regulators, different backgrounds and different combinations of substrates. The experimental design was completely randomized with collection and analysis of the variables: percentage of rooted cuttings, average number of root, longest root length, percentage of live cuttings, dead with callus, sprouts and bud length. From the results it can be concluded that the vegetative propagation by cuttings paricá requires application of growth regulator IBA in order to improve the training and development of roots, the application concentration between 2500 and 3000 ppm were presented the best results, however, can be improved when using a substrate that provides better aeration and moisture, such as vermiculite and coconut fiber 1:1 v. The provenances tested show a differentiation in the application of IBA, but the interaction was simple without compromising the recommendation of the application of IBA between 2500 and 3000 ppm for best rooting. However, further studies are recommended covering a greater number of origins in order to identify the best materials to obtain the cuttings. In addition to the monitoring be done in the field after rooting, in order to assess the strength and development of the cuttings and thus prove the feasibility of the method of cutting as an alternative for the production of seedlings paricá.

**Keywords:** Vegetative propagation. Cutting. *Schizolobium amazonicum*

## 1 CONTEXTUALIZAÇÃO

O paricá, *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, é uma espécie florestal nativa da Amazônia com alto valor madeireiro e bastante cultivada por empresas reflorestadoras no Estado do Pará (ROSA, 2006). Dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2009, 2010, 2011) demonstram a importância crescente que o paricá vem exercendo ao longo dos anos em áreas da Amazônia. Os estados do Pará e Maranhão, juntos se destacam, com ocupação até 2010 de aproximadamente 85 mil hectares de floresta plantada.

O aumento de plantios com esta espécie é decorrente entre outros fatores, de suas características silviculturais (crescimento acelerado; adaptabilidade em condições adversas de solo, fácil obtenção de semente e boa capacidade de regeneração em áreas alteradas por atividade antrópicas) e propriedades físico-químicas da madeira, que possibilitam múltiplos usos, com destaque para fabricação de lâminas e compensado (CARVALHO, 1994; ROSA, 2006; REIS, LAMEIRA e CORDEIRO, 2007).

O paricá apresenta fácil propagação via semente, necessitando apenas de quebra de dormência que antecipe a sua germinação e manutenção das plântulas a pleno sol por 30 a 45 dias para a formação da muda apta a ir ao campo. Apesar desta facilidade, características superiores de indivíduos selecionados somente poderão ser mantidas através da propagação vegetativa o que poderá aumentar o ganho nas próximas gerações pela propagação desses indivíduos superiores para atender um mercado cada vez mais exigente em qualidade dos materiais a um baixo custo. Desta maneira, para que o paricá permaneça no mercado, serão necessários avanços tecnológicos e silviculturais que maximizem a produção florestal com material genético superior.

Para as espécies do gênero eucalyptus já existem conhecimentos científicos e experiências suficientes para propagação vegetativa com sucesso (XAVIER et al., 2003). O eucalipto possui tecnologia para implementação do processo produtivo de mudas clonais, com ganhos em qualidade, rendimento e produtividade dos plantios através da propagação vegetativa de material genético que atenda a silvicultura em diferentes áreas da indústria e as exigências de mercado.

Para a grande maioria das espécies nativas, apesar da qualidade da madeira para diferentes usos, o cultivo restringiu-se a cultivos pontuais ou experimentais, tornando necessário o desenvolvimento da silvicultura para que tais espécies alcancem os níveis de

produtividade e custos dos plantios de eucalipto (AMATA, 2009). Para o paricá, as plantações existentes comprovam a viabilidade econômica e ambiental das áreas plantadas com a espécie.

A composição das plantações a partir de sementes é o processo mais adequado no início do programa de melhoramento por garantir variabilidade. Porém, existe manifestação de muitas características genéticas indesejáveis (MARTINS, 2000) que podem ser contornadas pela seleção de indivíduos superiores e sua reprodução.

Desta maneira o aprimoramento do processo de produção de mudas através do uso da propagação vegetativa para a espécie paricá é justificado pelo fato de garantir a propagação de materiais selecionados nas plantações heterogêneas. Com base nesses indivíduos, pode-se realizar uma produção contínua e homogênea, se existir facilidade nesse tipo de propagação ou reunir esses materiais em um só local e recombinar os genes dos indivíduos selecionados para formação da próxima geração.

A propagação vegetativa associada a programas de melhoramento tem como finalidades obter e reproduzir indivíduos com maior crescimento, aumentar a produtividade e gerar madeira de qualidade e homogênea, multiplicar árvores resistentes a pragas e doenças e transferir de geração para geração as características genéticas desejáveis. Porém, existem o risco do estreitamento da base genética e a dificuldade de propagação vegetativa para algumas espécies (GOMES, 1987; ALFENAS et al., 2004).

Pesquisas sobre o comportamento do paricá em relação aos métodos de propagação vegetativa foram desenvolvidas através de estudos realizados por Rosa e Pinheiro (2001) que avaliaram a eficiência do enraizamento de estacas; e Cordeiro et al. (2004) que trabalharam a indução de brotações a partir de segmentos nodais de plântulas assépticas germinadas in vitro, com a finalidade de micropropagar a espécie.

Entretanto, a viabilidade da aplicação da técnica da estaquia como forma de propagação de plantas por meio de segmentos caulinares de paricá depende do desenvolvimento de novas pesquisas que identifiquem as melhores condições para o crescimento e desenvolvimento de raízes nas estacas. Nesta perspectiva e considerando-se a importância comercial do paricá e os benefícios gerados pela propagação vegetativa, esta pesquisa considera que:

***O regulador de crescimento ácido indol-3-butírico (AIB) preparado em solução hidroalcoólica, o uso de material vegetativo obtido de diferentes procedências e o substrato***



*influenciam no processo de formação e desenvolvimento de raízes em estacas provenientes de mudas de paricá.*

Buscando responder a esse apontamento, esta pesquisa teve como **OBJETIVO GERAL:**

Otimizar o processo de propagação vegetativa de mudas de paricá, por meio da estaquia.

Como **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** foram estabelecidos os seguintes:

- ❖ Avaliar o efeito do regulador ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby;
- ❖ Determinar a influência da procedência e da concentração do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby;
- ❖ Testar diferentes substratos e diferentes tempos de avaliação no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, visando definir o melhor substrato para uso no sistema de produção de mudas de estacas juvenis da espécie.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DO PARICÁ

#### 2.1.1 Taxonomia e descrição da planta

A espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (BARNEBY, 1996), é conhecida comumente nos diferentes estados brasileiros como paricá, paricá-grande, canafístula, guapuruvu-da-amazônia, paricá-da-amazônia, paricá-da-terra-firme, faveira ou bandarria, entre outras denominações populares. Em termos taxonômicos com base na Classificação de Croquist a espécie apresenta a seguinte hierarquia:

**Divisão:** Magnoliophyta (Angiospermae)

**Classe:** Magnoliopsida (Dicotyledonae)

**Ordem:** Fabale

**Família:** Leguminosae

**Sub-família:** Caesalpinaceae

**Gênero:** Schizolobium

**Espécie:** *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby

O gênero anteriormente apresentava duas espécies classificadas como *Schizolobium parahyba* com ocorrência na mata atlântica e *Schizolobium amazonicum* com ocorrência na Amazônia e América Central, porém Barneby em 1996 em sua revisão do gênero reúne essas duas espécies em uma única e com duas variedades sendo elas: *Schizolobium parahyba* var. *parahyba* e a *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*.

A árvore apresenta copa galhosa, pouco densa não garantindo a completa cobertura contra insolação, permitindo o bom desenvolvimento de sub-bosque exuberante (ALBINO; ZANETTI, 2006). As folhas são bipinadas com 20 a 30 pares de pinas opostas e com pecíolo longo, de até 20 cm, alternas, compostas, com mais de um metro de comprimento em árvores jovens, reduzindo este tamanho com o desenvolvimento; o pecíolo é viscoso; as gemas e folhas tenras apresentam consistência pegajosa. As inflorescências são em forma de racemos terminais com flores vistosas de coloração amarela-clara, de aroma doce, zigomorfas, medindo de 2 cm a 2,2 cm de comprimento. O período de floração ocorre de junho a agosto e o período de frutificação é de outubro a novembro (ROSA, SANTOS e SILVA, 1997).

O fruto é um legume deiscente (criptosâmara), alado, obovado-oblongo, sésstil, achatado, glabro, coriáceo ou sublenhoso, com coloração bege a marrom quando maduro e esverdeado ou amarelado quando imaturo, bivalvado, mede de 6 cm a 10 cm de comprimento por 1,5 cm a 3 cm de largura; produz de uma a duas sementes por fruto. Os frutos deiscentes devem ser colhidos quando adquirem uma cor café-claro e no início da deiscência, quando liberam as sementes facilmente quando expostos ao sol. Cada fruto apresenta apenas uma semente na posição apical envolta pelo mesoendocarpo alado (OLIVEIRA; PEREIRA, 1984; CARVALHO, 1994; 2007;).

A semente é lisa, brilhante, cor de café, com o bordo mais escuro oblonga-achatada, com um endocarpo papiroso (duro), envolta por uma asa grande e papirácea. Variam entre 17 e 24 mm de comprimento, 12 a 15 mm de largura e 3 a 4 mm de espessura (OLIVEIRA; PEREIRA, 1984; CARVALHO, 1994).

A árvore adulta é semelhante ao *Schizolobium parahyba* (Vell.) Blake (guapuruvu), principalmente no que se refere ao crescimento e ao emprego de sua madeira, no entanto, apresenta florescimento sem folhas, as folhas e frutos são duas vezes menores, as pétalas são oblongas mais firmes e glabras e possuem pedicelos articulados (DUCKE, 1949; BARNEBY, 1996).

### **2.1.2 Origem e distribuição geográfica**

O paricá é uma árvore natural de florestas primárias e secundárias, crescente em condições ambientais que vão, desde áreas de terra firme, até várzeas (DUCKE, 1939) localizadas no Brasil, Bolívia, Venezuela, Colômbia, Peru, Equador e Honduras. No Brasil, habita regiões do Acre, Amazonas, Mato Grosso, Pará e Rondônia, ocorrendo também em Santa Catarina e Bahia (mata atlântica). As plantações com esta espécie estão concentradas no Pará e Maranhão (ABRAF, 2010). No Pará, concentram-se em Dom Eliseu, Paragominas, Ulianópolis e Rondon do Pará.

### **2.1.3 Características silviculturais e utilidades da planta**

Espécie essencialmente heliófila, não tolerante às baixas temperaturas, possui desta forma excelente desenvolvimento em plantios a pleno aberto. Uma característica importante na silvicultura do paricá é que ele pode ser utilizado de várias formas em diferentes sistemas de produção. Pode-se implantar em áreas que não estejam mais sendo ocupadas como lavoura ou pastagem degradada, abandonada ou encapoeiradas (DUCKE, 1949; BIANCHETTI, TEIXEIRA e MARTINS, 1998).

O paricá apresenta bom desenvolvimento em plantações monoespecífica, consórcio com outras espécies florestais com mesmo ritmo de crescimento (mogno, breu, sucuruba, teca, jatobá, sumaúma, pau de balsa, castanha-do-brasil, andiroba, seringueira, tatajuba, eucalipto, como componente de sistemas agroflorestais, com espécies perenes ou semi-perenes de grande valor comercial (cacau, café, cupuaçu, guaraná, pimenta-do-reino), além do enriquecimento de capoeira. O índice de sobrevivência do paricá nesses sistemas é em torno de 97,8% (MARQUES, 1990; LELES et al., 1998; LIMA, et al., 2003)

É uma espécie com crescimento bastante promissor, de porte retilíneo e desprovido de galhos que favorece a qualidade do produto final. Apresenta boa adaptabilidade em condições

de solo de alta (solos argilosos do Pará) e baixa fertilidade (solos de Mato Grosso e Bolívia) (DUCKE, 1949). Possui grande potencial de produção, atingindo  $38 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$  aos seis anos de idade (CARVALHO, 2007). Além disso, é uma espécie de fácil propagação por sementes, com excelente poder germinativo

No processo de laminação da madeira, as propriedades físicas e texturais dispensam cozimento, com a madeira de coloração branca amarelada, superfície lisa, leve e mole, com densidade em torno de  $30 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$ , se torna uma boa opção para fabricação de forros, palito, papel, laminados e compensados, oferecendo ao final do processo de laminação, um produto com ótimo acabamento (ALBINO; ZANETTI, 2006). Além disso, tem potencial para produção de pasta celulósica, devido à facilidade para a deslignificação e para o processo de branqueamento, bem como pela produção de um papel branqueado de excelente resistência (ABRAF, 2010).

Decorrente dessas potencialidades físico-mecânicas e usos da madeira e ainda pela facilidade na produção, excelente ritmo de crescimento e bom índice de estabelecimento no campo, o paricá reúne ótimas qualidades silviculturais, impulsionando o aumento de áreas plantadas ao longo dos anos, podendo-se observar informações da ABRAF (2009, 2010, 2011), em seus relatórios anuais.

#### **2.1.4 Produção de mudas de paricá**

##### **a) Produção de mudas através de sementes**

A multiplicação via semente é o processo mais empregado para produção de mudas de paricá. Segundo Rosa (2006) e Alvino (2006) os plantios de paricá são realizados através de mudas produzidas via sexuada, com produção realizada em viveiros, utilizando terra preta como substrato. As autoras comprovaram ainda que a semeadura desta espécie feita diretamente no campo pode ser uma alternativa viável para o estabelecimento das plantações.

As sementes atingem um percentual de 80% a 90% de germinação quando submetidas a algum processo de quebra de dormência, podendo proporcionar percentagens superiores a 85%, já sem a superação da dormência, a germinação atinge apenas 16% (LAMEIRA et al., 2000).

Rosa et al. (2009) em pesquisa sobre emergência, crescimento e padrão de qualidades de mudas de paricá, teve início da emergência aos três dias após a semeadura, prolongando-se

até o décimo sexto dia, independente do sombreamento e profundidade utilizadas. Em relação ao crescimento em diâmetro e produção de matéria seca, um sombreamento de 30% foi considerado o melhor, uma vez que proporcionou às mudas maiores rusticidade e padrão de qualidade.

Portanto, a produção das mudas através de sementes é feita sem muitas exigências, alcançando níveis altamente significativos de produção. No entanto, esse método de produção, tem como desvantagem a desuniformidade nos povoamentos florestais. Nesse sentido, visando reduzir a variabilidade desses povoamentos, é que se buscam alternativas de melhoria na produção de mudas de paricá através dos métodos de propagação vegetativa.

De acordo com Hartmann, Kester e Davies (1990) a multiplicação por segmentos vegetativos é uma técnica que oferece vantagens de gerar material clonal que possibilita superar os problemas com a propagação por meio de semente.

#### b) Produção de mudas através da propagação vegetativa

Para o paricá, as pesquisas em propagação vegetativa ainda estão na sua fase inicial. O uso do método da estaquia foi estudado por Rosa e Pinheiro (2001), com índices significativos de enraizamento de estacas juvenis de paricá, quando retiradas das secções medianas e basais da planta, sendo recomendados pelos pesquisadores a utilização de 2.545 ppm de AIB para as estacas retiradas da secção basal e 3.979 ppm para as estacas retiradas da secção mediana, com índices de 83,07% e 80,12% de enraizamento, respectivamente.

A técnica da micropropagação também foi realizada nesta espécie. Resultados obtidos por Cordeiro et al. (2004), mostraram que a germinação *in vitro* pode ser uma alternativa para produção de explantes assépticos no processo inicial de micropropagação.

## 2.2 PROPAGAÇÃO VEGETATIVA PELO MÉTODO DA ESTAQUIA

A estaquia é um método de propagação vegetativa que consiste em destacar de uma planta-matriz um órgão, ramo, folha ou raiz e colocá-los em meio adequado para enraizamento e desenvolvimento da parte aérea (XAVIER, 2002). É um processo que pode ocorrer naturalmente, em que partes da planta podem originar novos indivíduos sem nenhuma interferência do homem como ocorre em muitas plantas herbáceas.

Na silvicultura brasileira a estaquia de ramo é uma das principais técnicas de propagação vegetativa de clones selecionados que visa atender aos objetivos da silvicultura

clonal, dada sua aplicabilidade operacional e levando-se em conta o custo de produção competitivo em relação às demais técnicas de propagação assexual (XAVIER, 2002).

A metodologia da propagação por estaquia constitui-se em quatro fases, inicia-se com a produção de brotos, seguida da preparação da estaca e do meio de crescimento, em terceiro o enraizamento e por fim a aclimação das mudas (FLORIANO, 2004). Segundo este mesmo autor, as fases mais importantes são o enraizamento e a produção de brotos, porque limitam a possibilidade ou não e a quantidade de mudas a produzir, sendo que plantas que não enraízam estão fora do processo, assim como plantas que não rebrotam; se enraizam ou produzem brotos com dificuldade, a quantidade de mudas que se pode obter é pequena, o que dificulta o uso em escala comercial.

A grande vantagem desta técnica é o ganho genético obtido em um curto período, com a implantação de povoamentos a partir de indivíduos selecionados, com algumas vantagens em relação a outros métodos, como a rapidez, a simplicidade (não necessita técnicas especiais), o baixo custo, não ocasiona incompatibilidade, proporcionando maior uniformidade e maior número de plantas por matriz (HIGA, 1983). Além disso, proporciona homogeneidade dos genótipos, facilitando o manejo por meio do entendimento da competição, permitindo a definição de parâmetros genéticos e estudos nutricionais e fenológicos da espécie (FERRARI, GROSSI e WENDLING, 2004).

A aplicação da estaquia é recente para as espécies de florestas nativas brasileiras. A maior parte da produção de mudas dessas espécies ainda é por meio de sementes, e muitas destas ainda apresentam algum tipo de limitação quanto à produção de mudas para atender a demanda comercial (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009).

Comparativamente a outras técnicas de propagação vegetativa, a viabilidade do uso da estaquia na propagação comercial, segundo Fachinello, Hoffman e Nachtigal (2005), depende da facilidade de enraizamento da espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta. E isto está diretamente ligado a diversos fatores intrínsecos à planta e às condições ambientais.

Portanto, o entendimento dos fatores que afetam o enraizamento de estacas em espécies florestais amplia o entendimento dos riscos para a formação de uma nova muda por esse método. A compreensão dos fatores e das condições que determinam o enraizamento devem ser trabalhadas para que possam ser contornados os problemas e haja o aumento da

promoção da formação de mudas a partir de partes vegetativas da planta. Esses fatores podem ser classificados como endógenos e exógenos e estão apresentados nos itens a seguir.

### **2.2.1 Fatores biológicos e endógenos que influenciam o enraizamento das estacas**

O enraizamento de estacas depende de fatores biológicos como o potencial da espécie (FOGAÇA; FETT-NETO, 2005; XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009) da procedência (PURI; SWAMY, 1999; KALIL FILHO; HOFFMANN e WENDLING, 2007; APARICIO et al., 2009) e do genótipo das matrizes (AGELE, AYANKANMI e KIKUNA, 2010). Além desses, outros fatores endógenos podem influenciar o enraizamento. Destacando-se as condições fisiológicas da planta matriz, a juvenilidade do material genético, a nutrição mineral da planta matriz (BONGA, 1982; XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009), a posição da estaca no ramo (apicais, medianas ou basais) e o grau de consistência e lignificação dos tecidos (herbáceas, semi-lenhosas e lenhosas) também podem influenciar significativamente no enraizamento (ONO; RODRIGUES, 1996).

#### a) Material genético e condições fisiológicas da planta matriz

As espécies de acordo com a sua habilidade de enraizar podem ser: espécies de fácil enraizamento; espécies com respostas crescentes ao enraizamento quando são proporcionadas condições adequadas de controle ambiental e manejo da fonte de propágulo vegetativo; e espécies com pequena ou nenhuma resposta aos estímulos para enraizamento (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009). No entanto, Fachinello et al. (1995) enfatiza a importância da interação de diversos fatores e não apenas do potencial genético.

As condições de crescimento da planta matriz influenciam fortemente a habilidade de enraizamento das estacas, uma vez que no transcorrer do seu desenvolvimento, as plantas lenhosas sofrem mudanças morfológicas e fisiológicas que influenciam seus hábitos de crescimento, vigor, filotaxia, forma e estrutura da folha, presença de espinhos, anatomia do caule, capacidade de enraizamento ou florescimento, entre outras, conhecidas como mudança da fase juvenil para a adulta ou madura (XAVIER, 2002).

Botezelli, Davide e Malavasi (2000) enfatizam que mesmo pertencendo a uma só espécie, em cada localidade, as sementes estão sujeitas a variações de temperatura, comprimento do dia, índices de pluviosidade e outras variantes que acabam por ressaltar certos aspectos de sua composição genética, ou seja, o meio pode ser adequado para expressão de determinadas características que, em outro local, não se manifestariam. Segundo

os mesmos autores a partir de procedências distintas é possível captar várias expressões do genótipo, possibilitadas pelas condições ambientais adequadas.

Em estudos de propagação vegetativa por estaquia desenvolvida com diferentes procedências de liquidambar (*Liquidambar styraciflua* L.), foram verificadas diferenças de enraizamento entre as procedências testadas, que segundo Kalil Filho, Hoffmann e Wendling (2007) variou de 13 % a 100 %, com superioridade para a procedência de Agudos, Estado de São Paulo. Segundo Shimizu e Spir (1999), a superioridade de crescimento desta procedência pode ser indicação de que a sua origem estaria dentre as com maior potencial.

O status fisiológico da planta-matriz também varia de acordo com o clone e as condições ambientais locais (XAVIER, 2002). No gênero *Eucalyptus* observam-se mudanças entre as várias espécies, bem como entre os clones da mesma espécie, quanto ao percentual de enraizamento. Assim, as estacas devem ser coletadas no seu máximo vigor vegetativo e de turgidez, em razão da vulnerabilidade das estacas recém-confeccionadas para suportar o estresse hídrico, diante da dificuldade de reidratação dos tecidos sem a presença de um sistema radicular.

A importância do status fisiológico da planta matriz e das estacas foi verificada por Xavier, Santos e Oliveira (2003), ao estudarem a propagação de miniestacas de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) retiradas de matrizes submetidas à temperatura em torno de 22°C. Os autores observaram que estas apresentaram maior enraizamento que aquelas submetidas à temperatura média mais baixa (16°C).

#### b) Juvenilidade

Um dos maiores problemas relacionados à estaquia, consiste na obtenção de brotos viáveis, com boa capacidade de enraizamento e desenvolvimento da nova planta no campo. Dentre os fatores, o grau de juvenilidade em que se encontram as brotações que serão utilizadas para o enraizamento influencia a capacidade de enraizamento das estacas (FERRARI, GROSSI e WENDLING, 2004).

Para vários autores ramos jovens e vigorosos em desenvolvimento ativo devem ser as principais fontes de estacas, pois estão em pleno crescimento, com grande emissão de gemas e folhas jovens, tornando-se importantes fontes de auxinas endógenas, além de apresentarem menor grau de lignificação, e conseqüentemente menor probabilidade de barreiras anatômicas que podem interferir negativamente para a formação de raízes adventícias, facilitando desta



forma a saída das raízes (KERSTEN, TAVARES e NACHTIGAL, 1994; MOTTA, 1995; HARTMANN et al., 2002).

Estudos na literatura mostram que o enraizamento varia com a espécie e com o material propagativo. Horbach (2008) constatou que matrizes adultas de erva-mate (*Illex paraguariensis*), atingiram uma porcentagem média de 26,7% de enraizamento. Já Higa (1983) obteve 60% de enraizamento em estacas provenientes de mudas com a mesma espécie. Em estudo desenvolvido com cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) Xavier et al., (2003) tiveram 100% de enraizamento de miniestacas caulinares de plântulas. Souza Junior e Wendling (2003), visando estabelecer uma metodologia eficaz para a propagação massal via miniestaquia de *Eucalyptus dunnii* a partir de material de origem seminal, concluíram que esta técnica é viável para produção de mudas da espécie, dispensando o uso de regulador para crescimento de raiz, com a justificativa do alto grau de juvenilidade do material.

Portanto, Wendling e Xavier (2001) enfatizam que a escolha do melhor propágulo para a clonagem é essencial para que não ocorram perdas devido à incapacidade de regeneração do material, e nem a formação de mudas com baixa vigor.

#### c) Nutrição mineral

A nutrição mineral pode influenciar o enraizamento de estacas de duas formas distintas: em decorrência do vigor vegetativo da planta matriz da qual se coletam as brotações (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009), em que estacas colhidas de uma mesma matriz e submetidas aos mesmos tratamentos respondem diferentemente quanto à taxa de enraizamento, em diferentes épocas do ano; e do próprio status nutricional do propágulo coletado (ROSA, 2006), sendo um fator determinante para o sucesso da propagação vegetativa.

Para o início da formação dos primórdios radiculares, a estaca necessita de muita energia. Uma das principais fontes de energia que estimulam e dão maior velocidade ao enraizamento são os carboidratos (MALAVASI, 1994). Algumas espécies de difícil enraizamento não enraízam apenas com o auxílio de auxinas aplicadas isoladamente, mas enraízam bem quando fontes de carboidratos como ribose, glicose e sacarose são adicionadas ao substrato (HARTMANN et al., 1997).

De maneira geral, ainda faltam informações sobre a influência de determinados elementos minerais no processo de enraizamento de estacas. No entanto, um bom estado nutricional da planta matriz, que seja vigorosa e sadia, podem garantir uma produção dos

propágulos vegetativos com qualidade, fator este importante para que a estaca tenha condições para completar o processo de enraizamento durante o período de permanência no ambiente de enraizamento. Portanto, a nutrição deve ser estipulada em função das necessidades de cada espécie.

#### d) Tipo de estaca

Na propagação por estaca caular, esta é constituída por segmento de um ramo com gemas apicais e, ou, laterais, podendo ser quanto à consistência e o grau de lignificação dos tecidos, herbáceas, semilenhosas e lenhosas. Em relação à posição ocupada no ramo de origem, as estacas podem ser apicais, medianas ou basais. Existem diferenças marcantes na composição química da base ao ápice dos ramos, assim como em relação à consistência e lignificação dos tecidos, com variações na formação de raízes em estacas (OLIVEIRA et al., 2001), podendo os resultados variar de espécie para espécie.

Leandro e Yuyama (2008), avaliando o enraizamento de diferentes tipos de estacas de castanha-de-cutia (*Couepia edulis* Prance), concluíram que é possível propaga-lá vegetativamente sem aplicação exógena de fitohormônios, quando se usam estacas herbáceas com folhas. Em *Eucalyptus*, as estacas herbáceas apicais com dimensões variando entre 4 e 6 cm de tamanho e com dois pares de folhas formadas reduzidas a metade, constituem o principal tipo de estaca utilizada na produção de mudas clonais (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009).

Já Frassetto et al. (2010) ao estudarem o potencial de enraizamento de diferentes tipos de estacas de *Sebastiania schottiana*, concluíram, que independente das doses do produto hormonal de enraizamento utilizadas, as estacas basais e medianas proporcionaram as maiores porcentagens de enraizamento. Os autores sugerem que a posição das estacas na planta pode diferenciar quanto ao conteúdo de auxinas, importantes na rizogênese adventícia e de carboidratos que servirão como reserva energética e de material para a construção de estruturas celulares necessárias para todos os processos fisiológicos da planta.

Maia et al. (2008), também verificou comportamento similar em estacas de *Hyptis suaveolens* (L.), encontrando 100% de enraizamento nas estacas retiradas da posição mediana. Em paricá, Rosa e Pinheiro (2001), recomendaram o uso de estacas medianas e basais para o enraizamento, com índices significativos de enraizamento nestes materiais.

### 2.2.2 Fatores exógenos que influenciam o enraizamento das estacas

Os fatores exógenos são aqueles relacionados com as condições ambientais que a planta matriz e as estacas estão expostas. Segundo Bonga (1982), esses fatores são luz, umidade e temperatura, o autor destaca ainda o substrato como fator importante no enraizamento.

#### a) Radiação solar

A luz fornecida às estacas durante o período de enraizamento é fundamental para que ocorra a rizogênese, cujas necessidades devem ser adequadas para a sobrevivência das estacas e a formação de raízes (XAVIER, 2002). A intensidade luminosa ideal para a sobrevivência das estacas e rizogênese são variáveis de acordo com a espécie e pode ser determinada apenas com a instalação de um experimento (IRITANI; SOARES, 1982). É decorrente também das condições ambientais específicas de cada experimento.

Gomes, Paiva e Couto (1996), aconselham que nas condições climáticas brasileiras, a luz recebida no interior da casa-de-vegetação no verão seja reduzida com uso de uma tela termo-refletores, colocada externamente na parte superior e nas laterais. É possível também usar um sombrite, para evitar a insolação excessiva das estacas.

#### b) Umidade

A umidade do ar é um fator importante para o sucesso da implantação de um programa de propagação vegetativa (PAIVA et al., 1996), sendo mais crítica em estacas com folhas. A falta de raízes impede a absorção de água suficiente, enquanto as folhas intactas e a nova brotação em crescimento continuam a perder água por transpiração (ZUFFELLATO-RIBAS; RODRIGUES, 2001). Desta forma, é necessário que haja controle da umidade no interior da casa-de-vegetação para fornecer umidade suficiente em volta da estaca e na superfície da folha, evitando a desidratação e, conseqüentemente, a morte dela. Entretanto, Xavier (2002) ressalta que o excesso também é prejudicial, por dificultar as trocas gasosas, propiciar o desenvolvimento de doenças, impedirem o enraizamento e provocar a morte dos tecidos.

#### c) Temperatura

A temperatura tem função reguladora do metabolismo das estacas e é importante na propagação vegetativa, pois induz e controla a formação de raízes adventícias (GOMES, PAIVA e COUTO, 1996). É de extrema relevância que a temperatura no leito de enraizamento seja adequada para fornecer condições de formação, desenvolvimento e

crescimento das raízes, como também condições para a sobrevivência das folhas, gemas e estacas, e a variação de temperatura quando possível deve ser evitada, pois é prejudicial para a sobrevivência e enraizamento das estacas (BERTOLOTTI; GONÇALVES, 1980).

#### d) Substratos

Dos fatores externos que influenciam a formação de raízes adventícias, Hoffmann et al. (1996), consideram o substrato como um dos que apresentam maior influência no enraizamento, especialmente em espécies com dificuldade na formação de raízes, já que garantem condições adequadas para o enraizamento.

O substrato ideal para a produção de mudas varia de acordo com a espécie a ser propagada e podem ser formados por um único material ou pela combinação de diferentes tipos de materiais. Segundo Fachinello, Hoffmann e Natchigal (2005) é preferível misturar duas ou mais matérias primas para obtenção de um substrato próximo do ideal, que apresente boa aeração, boa aderência à estaca e as raízes, boa capacidade de troca catiônica, boa retenção de água, seja de baixo custo e de fácil aquisição e não contenha ou libere quaisquer substâncias fitotóxicas.

Zuffellato-Ribas e Rodrigues (2001) destacam a vermiculita, casca de arroz carbonizada, espuma de poliuretano, turfa, substratos comerciais entre outros, como meio para o enraizamento. Dentre esses, a vermiculita é um dos mais utilizados para o enraizamento de estacas herbáceas e semi-lenhosas devido à elevada porosidade e boa retenção de umidade (GONÇALVES; MINAMI, 1994; FACHINELLO et al., 1995). Além de possuir pequena variação de características químicas e físicas, sendo praticamente isenta de patógenos, plantas invasoras e insetos, e é encontrada facilmente em casas de comercialização de produtos agrícolas (KÄMPF, 2000; HARTMANN et al., 2002; GONÇALVES; POGGIANI, 2004). O substrato constituído de vermiculita ou em combinação com outros materiais, é o mais utilizado na propagação vegetativa via estaquia de *Eucalyptus*, conforme Xavier, Wendling e Silva (2009).

Ainda na lista de substratos para o enraizamento de estacas, se encontra a fibra de coco. Substrato de baixa densidade, livre de patógenos e considerada de excelente aeração e excelente retenção de umidade (DOLE; WILKINS, 1999). De acordo com Cresswell (1992), a fibra de coco é recomendada como um componente de substrato para produção em recipiente em função de sua qualidade.

A areia também é utilizada como meio de suporte das estacas. Endres et al. (2007), utilizaram apenas areia grossa esterilizada como substrato para enraizamento de estacas de *Caesalpinia echinata* L. (pau-brasil). Este material em combinação a outros produtos também é utilizado, uma vez que garantem boas condições para que a estacas possam iniciar o processo de formação de raízes. As primeiras experiências com enraizamento de estacas de matas de galeria tiveram a areia como componente no substrato utilizado, de acordo com Oliveira et al. (2001).

### **2.2.3 Reguladores de crescimento**

Sabendo que existem espécies cujas estacas não enraízam bem em condições naturais, Biasi (1996), Fachinello et al. (1995) destacam que o uso de reguladores de crescimento torna-se uma importante técnica auxiliar para proporcionar melhoria no enraizamento das estacas. Sendo assim, a viabilidade da produção de mudas via estaquia tende a aumentar com o uso de reguladores vegetais. Xavier, Wendling e Silva (2009) relatam que os ganhos advindos da aplicação dos reguladores de crescimento têm sido mais frequentes em materiais com maior dificuldade de enraizamento, seja por questões genéticas ou em função do estágio de maturação dos propágulos.

O uso dessas substâncias diminui o tempo de permanência da estaca no leito de enraizamento, acelerando assim o tempo de formação da muda (ALVARENGA; CARVALHO, 1983; FERRI, 1997). As mudas com melhor sistema radicular terão maiores chances de sobrevivência e desenvolvimento mais vigoroso e rápido, proporcionando melhor ancoragem quando transplantadas para o campo, o que diminui a perda por mortalidade (REIS et al., 2000).

A formação de raízes adventícias em estacas, segundo Hartmann et al. (1997), envolve a ação de vários fitohormônios, como auxinas, citocininas, giberelinas, etileno. As auxinas são as substâncias mais importantes, que desempenham maiores funções no enraizamento de estacas. Entre as principais funções biológicas das auxinas, pode-se citar o crescimento de órgãos, especialmente as raízes.

A auxina de presença natural ácido indol-3-acético (AIA), é sintetizada principalmente em gemas apicais e em folhas jovens e, de maneira geral, move-se através da planta, do ápice para a base. Sendo assim, de acordo com Iritani e Soares (1982), a presença de folhas em estacas é importante em virtude da produção de auxinas e de outras substâncias que atuam no

enraizamento, principalmente, na velocidade do processo e no número de raízes formadas. No entanto, Alfenas et al. (2004), destacam que a perda de água pela transpiração pode levar as estacas à morte antes que se formem as raízes adventícias. Uma estaca que proporciona bons resultados é constituída de duas a quatro gemas, na qual são deixadas as folhas, reduzindo-as a cerca de 50% de sua área foliar (PAIVA; GOMES, 2001).

Dentre as auxinas sintéticas mais conhecidas e utilizadas no enraizamento de estacas, Paiva e Gomes (2001), citam as seguintes: ácido indolacético (AIA), ácido indol-butírico (AIB), ácido naftaleno acético (ANA) e o 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D).

Segundo vários autores (ALVARENGA; CARVALHO, 1983; PAIVA; GOMES, 2001; HARTMANN et al., 2002) o AIB é provavelmente o melhor regulador vegetal de uso geral, porque não é tóxico para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações, é bastante efetivo para um grande número de espécies e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas.

Almeida, Xavier e Dias (2007); Titon et al. (2003) e Wendling et al. (2000) mostraram a eficiência dessa substância para indução e desenvolvimento de raízes em clones de *Eucalyptus* spp, corroborando a afirmativa de Fachinello et al. (1995), que descreve que o AIB pode levar ao aumento da porcentagem de estacas enraizadas, acelerar a iniciação radicular e aumentar o número e qualidade das raízes formadas.

Entretanto, alguns autores obtiveram redução no enraizamento de estacas com a aplicação ou aumento da concentração de AIB. Como por exemplo, Ferreira et al. (2010); Nienow, Chura e Costa (2010) ao avaliarem o enraizamento de estacas de *Sapium glandulatum* e *Tibouchina sellowiana*, respectivamente, sugeriram um possível efeito fitotóxico do regulador de crescimento para as espécies, pois foi observado uma diminuição na porcentagem de enraizamento com o aumento das concentrações de AIB. Wendling e Xavier (2005) também constataram níveis de toxidez em função das aplicações de concentrações acima de 500 mg L<sup>-1</sup> de AIB, entre os clones de *E. grandis*. Para espécie, clones de *Eucalyptus*, o aprimoramento das técnicas de enraizamento de estacas tem levado à utilização de concentrações mais baixas de AIB e, em alguns casos, até a sua supressão (XAVIER, 2003).

A concentração hormonal necessária é variável para cada espécie, clone, estado de maturação do propágulo e forma de aplicação, que pode ser utilizada via líquido e via talco, sendo a forma líquida a mais uniforme e por isso pode resultar em dados mais consistentes

(BLAZICH, 1987; CHUNG; LEE, 1994; WILSON, 1994; DOLE; WILKINS, 1999). Alvarenga e Carvalho (1983), apontam que as respostas diferentes ocorrem devido às raízes serem muito sensíveis a essas substâncias, logo, qualquer acréscimo, além do necessário, pode tornar se inibitório à formação de raízes adventícias.

## REFERÊNCIAS

- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2009 **ano base 2008**/ABRAF. – Brasília 2009. 120p.
- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2010 **ano base 2009**/ABRAF. – Brasília, 2010. 140p.
- ABRAF. Anuário estatístico da ABRAF 2011 **ano base 2010**/ABRAF. – Brasília: 2011. 130p.
- AGELE, S. O.; AYANKANMI, T. G., KIKUNA, H. Effects of synthetic hormone substitutes and genotypes on rooting and minituber production of vines cuttings obtained from white yam (*Dioscorea rotundata*, Poi). **African Journal of Biothechnology**, v. 9, n. 30, p. 4714-4724, jul. 2010.
- ALBINO, U. B.; ZANETTI, L. Z. **O cultivo do paricá** / Dom Eliseu: Centro de Pesquisa do Paricá, 2006. 24 p. il.
- ALFENAS, A. C. et al. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442 p.
- ALMEIDA, F. D. de.; XAVIER, A.; DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 445-453, 2007.
- ALVARENGA, L. R.; CARVALHO, V. D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v. 9, n. 101, p.47-55, 1983.
- ALVINO, F. O. **Influência do espaçamento e da cobertura do solo com leguminosas sobre o crescimento do paricá**. 2006. 101p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém-PA, 2006.

AMATA. **Plantações espécies nativas**. São Paulo. 2009. 35p. Disponível em <[http://www.amatabrasil.com.br/pt/operacoes/Plantacoes\\_de\\_Especies\\_Nativas\\_04-02-09.pdf](http://www.amatabrasil.com.br/pt/operacoes/Plantacoes_de_Especies_Nativas_04-02-09.pdf)> acesso 16 de maio de 2011.

APARICIO, A.; PASTORINO, M.; MARTINEZ-MEIR, A.; GALLO, L. Vegetative propagation of patagonian express, a vulnerable species from the subarctic forest of South America. **Bosque**, v. 30, n. 1, p. 18-26, 2009.

BARNEBY, R. C. Neotropical Fabales at NY: asides and oversights. *Brittonia*. v. 48, n. 2, p.174-187, 1996.

BERTOLOTI, G.; GONÇALVES, A. N. **Enraizamento de estacas: especificações técnicas para construção do módulo de propagação**. Piracicaba-SP: IPEF, Circular Técnica, n. 94, 1980, 8f.

BIANCHETTI, A.; TEIXEIRA, C. A. D.; MARTINS, E. P. **Escarificação ácida para superar a dormência de sementes de pinho cuiabano (*Parkia multijuga* Benth.)**. Revista Brasileira de Sementes, Londrina-PR v. 20, n. 1, p. 215-218, 1998.

BIASI, L. A. Emprego do estiolamento na propagação de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 26, n. 2, p. 309-315, 1996.

BLAZICH, F. A. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. In: DAVIES, T.D.; HAISSIG, B.E.; SANKHLA, N. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press. *Advances in Plant Sciences Series*, 2, p. 132-149, 1987.

BONGA, J. M. Vegetative propagation in relation to juvenility, maturity and rejuvenation. In: BONGA, J.M.; DURZAN, D.J. **Tissue culture in forestry**. Boston: Martinus Nijhoff/Dr W. Junk Publishers, p. 387-406, 1982.

BOTEZELLI, L.; DAVIDE, A. C.; MALAVASI, M. M. Características dos frutos e sementes de quatro Procedências de *Dipteryx alata* vogel (baru). **Cerne**, Lavas-MG, v. 6, n. 1, p. 9-18, 2000.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 470-475, 1994.

\_\_\_\_\_. Paricá - *Schizolobium amazonicum*. **Circular Técnica** - EMBRAPA, Colombo, PR, n.142, nov. 2007. 8p.



CHUNG, D. Y.; LEE, K. J. Effects of clones, ortet age, crown position, and rooting substance upon the rooting of cuttings of Japanese larch (*Larix leptolepis* S. et Z. Gordon). **Forestry Genetics Research Institute**, v. 83, n. 2, p. 205-210, 1994. (CD-ROM).

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. Efeito de BAP sobre a proliferação de brotos in vitro de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (paricá). **Cerne**, Lavras-MG, v. 10, n. 1, p. 118-124, jan./jun. 2004.

CRESSWELL, G. C. **Report on the use of coir dust as substitute for peat in potting media**. Rydalmere: NSW Agriculture, Biological and Chemical Research Institute, 1992.

DOLE, J. M.; WILKINS, H. F. **Floriculture: Principles and Species**. 1 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1999, 613p.

DUCKE, A. **As Leguminosas da Amazônia brasileira**. Serviço floresta. Ministério da Agricultura. Serviço de Publicidade Agrícola. Rio de Janeiro, 1939. 88p.

\_\_\_\_\_: notas sobre a flora neotrópica - II. Belém: Instituto Agrônômico do Norte. Boletim Técnico, 18, 1949. 248p.

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 37, n. 3, jun. 2007.

FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPeI, 1995. 178p.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221p.

FERRARI, M. P.; GROSSI, F.; WENDLING, I. Propagação vegetativa de espécies florestais. 2004. Embrapa, Documentos 94. Disponível em <<http://www.cnpf.embrapa.br/publica/seriedoc/edicoes/doc94.pdf>> Acesso 17 de junho de 2011.

FERREIRA, B. G. A. et al. **Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (vell.) Pax com o uso de ácido indol Butírico e ácido naftaleno acético**. Ciência Florestal, Santa Maria-RS, v. 20, n. 1, p. 19-31, jan./mar. 2010.

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas-BA, v. 19, n. 1, p. 113-121, 1997.

FLORIANO, E. P. Produção de mudas florestais por via assexuada, **Caderno Didático** nº 3, 1ª ed./ Santa Rosa, 2004. 37p.

FOGAÇA C.M, FETT-NETO, A.G. Role of auxin and its modulators in the adventitious rooting of Eucalyptus species differing in recalcitrance. *Spring, Plant Growth Regulation*, p. 45-110, 2005.

FRASSETTO, E. G. et al. Enraizamento de estacas de *Sebastiania Schottiana* Müll. Arg. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 40, n. 12, p. 2505-2509, dez. 2010.

GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro. Série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1, 1987. 69 p.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N.; COUTO, L. Produção de mudas de Eucalipto. **Informe Agropecuário**, Viçosa-MG, v. 18, n. 185, p.15-23, 1996.

GONÇALVES, A. L.; MINAMI, K. Efeito de substrato artificial no enraizamento de estacas de calanchoe (*Kalanchoe x blossfeldiana* cv. *Singapur*, Crassulaceae). **Revista Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 51, n. 2, p. 240-244, 1994.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. **Substratos para a Produção de Mudas Florestais**. IV Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, Universidade Federal de Viçosa-MG, 2004.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles e practices**. 7. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, 880p.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. 6. ed, New Jersey: Prentice- Hall, 1997, 770p.

HARTMANN, T. H.; KESTER, D. E.; DAVIES, F.T. **Plant Propagation, Principles and practices**. Prentice Hall. New Jersey, 1990. 647p.

HIGA, R. C. V. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) por estaquia. In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS:

Silvicultura da erva-mate, 10. Documentos, 15, 1983, Curitiba-PR. **Anais...** Curitiba: Embrapa - CNPF, 1983. p. 119-123.

HOFFMANN, A. et al. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/Faepe, 1996. 319p.

HORBACH, M. A. Propagação *in vitro* e *ex vitro* de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire-Aquifoliaceae). 2008. 52 f. **Dissertação** (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS. 2008.

IRITANI, C.; SOARES, R. V. Indução do enraizamento de estacas de *Araucaria angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4., 1982, Belo Horizonte-MG. **Anais...** Belo Horizonte-MG: SBS, 1982. p. 313-317.

KALIL FILHO, A. N.; HOFFMANN, H. A.; WENDLING, I. Propagação Vegetativa de Liquidambar por Enxertia. **Circular Técnica**, 137. Colombo-PR, nov. 2007.

KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. 1 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, p.155-158, 2000.

KERSTEN, E. TAVARES, S. W.; NACHTIGAL, J. C. **Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de amexeira (*Prunus salicina*, Lindl.)**. Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas-BA, v. 16, n.1, p. 215-222, 1994.

LAMEIRA, O. A. et al. **Efeito da escarificação sobre a germinação de sementes de paricá (*Schizolobium amazonicum*) in vitro**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado Técnico, 21, 2000. 3p.

LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutírico. **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v. 38, n. 4, p. 597-602, 2008.

LELES, P. S. S. et al. Relações hídricas e crescimento de árvores de *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus pellita* sob diferentes espaçamentos na região de cerrado. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 22, n. 1, p. 41-50, 1998.

LIMA, S. F. et al. O. Comportamento do paricá (*Schizolobium amazonicum* Herb.) submetido á aplicação de doses de boro. **Cerne**, Lavras-MG, v.9, n. 2, p.192-204, 2003.

MAIA, S. S. S. et al. Enraizamento de *Hyptis suaveolens* (L.) poit. (*Lamiaceae*) em função da posição da estaca no ramo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife-PE, v. 3, n. 4, p. 317-320, out./dez. 2008.

MALAVASI, U. C. Macropropagação vegetativa de coníferas – perspectivas biológicas e operacionais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro-RJ, v. 1, n. 1, p. 131-35, 1994.

MARQUES, C. L. T. **Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas**, Pará. 1990. 92 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Viçosa. 1990.

MARTINS, E. G. **Seleção genética e características fisiológicas e nutricionais de procedências de *Grevillea robusta* A. Cunn estabelecidas no estado do Paraná**. 2000, 126 f. (Tese de doutorado em Agronomia), Curitiba-PR, Universidade Federal do Paraná. 2000.

MOTA, E. P. Técnicas de jardinagem: Uma parceria com a natureza. 1. Ed. Guaíba: **Livraria Editora Agropecuária**, p. 56-58, 1995.

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

OLIVEIRA, E. de C.; PEREIRA, T. S. **Morfologia dos frutos alados em Leguminosae-Caesalpinoideae - *Martiodendron Gleason*, *Peltophorum* (Vogel) Walpers, *Sclerolobium Vogel*, *Tachigalia Aublet* e *Schizolobium Vogel***. Rodriguésia, Rio de Janeiro, v. 36, n. 60, p. 35-42, 1984.

OLIVEIRA, M. C. de. et al. **Enraizamento de estacas para produção de mudas de espécies nativas de matas de galeria**. Recomendação Técnica, 41. Brasília, DF. Outubro, 2001. 4p.

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

PAIVA, H. N. de. et al. 1996. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por estaquia. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte-MG, v.18, n.185, p.23-27, 1996.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação vegetativa de espécies florestais**. Série Cadernos Didáticos, 83, Viçosa-MG, 2001.

PURI, S.; SWAMY, S. L. Geographical variation in rooting ability of stem cutting of *Azadirachta indica* and *Dalbergia sissoo*. **Genetic resources and crop evolution**, v. 46, n. 1, p. 29-36. Fev. 1999.

REIS, I. N. R. S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Indução da Calogênese em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) Através da Adição de AIB e BAP. Nota científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, supl. 2, p. 501-503, jul. 2007.

REIS, J. M. R. et al. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência Agrotécnica**, Lavras-MG, v. 24, n. 4, p. 931-938, 2000.

ROSA, L. dos S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém-PA, n. 45, p. 135-174, jan./jun. 2006.

ROSA, L. dos S.; SANTOS, D. S.; SILVA, L. C. B. da. Influência do sombreamento e da profundidade de semeadura no comportamento inicial do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), em condições de viveiro. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE COMPENSADO E MADEIRA TROPICAL, 3. 1997, Belém. **Anais...** Belém: ABINCI/AIMEX/FIEPA, 1997, p.95.

ROSA, L. dos S. et al. Emergência, crescimento e padrão de qualidade de mudas de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke sob diferentes níveis de sombreamento e profundidades de semeadura. **Revista Ciência Agrária**, Belém-PA, n. 52, p. 87-98, jul./dez. 2009.

ROSA, L. dos S; PINHEIRO, K. A. O. 2001. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber Ex. Ducke) obtidas de material juvenil e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém-PA, n. 35, p. 79-88, jan./jun. 2001.

SHIMIZU, J. Y.; SPIR, I. H. Z. Avaliação de procedências e progênies de liquidambar da América Central, do México e dos Estados Unidos, em Agudos, Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo-PR, n. 39, p. 93-108, jul./dez. 1999.

SOUZA JÚNIOR, L.; WENDLING, I.; Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., Chapecó. **Anais**. [Chapecó]: EPAGRI, 2003. s. 3-1. Seção: conservação, melhoramento e multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1, 2003.

TITON, M. et al. Efeito do AIB no Enraizamento de Miniestacas e Microestacas de Clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 1, p. 1-7, 2003.

WENDLING, I. et al. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2000.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Influência do Ácido Indolbutírico e da Miniestaquia Seriada no Enraizamento e Vigor de Miniestacas de Clones de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa -MG, v. 29, n. 6, p. 921-930, 2005.

WENDLING, I.; XAVIER, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. **Floresta e Ambiente**, Rio de Janeiro-RJ, v. 8, n. 1, p. 187-194, 2001.

WILSON, P. J. The concept of a limiting rooting morphogen in woody stem cuttings. **Journal of Horticultural Science**, v. 9, n. 4, p. 391-400, 1994.

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

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

XAVIER, A. et al. **Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia**. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

XAVIER, A.; SANTOS, G. A.; OLIVEIRA M. L. Enraizamento de Miniestaca Caulinar e Foliar na Propagação Vegetativa de Cedro-Rosa (*Cedrela fissilis* Vell.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 27, n. 3, p. 351-356, 2003.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia**: Uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos. 1 ed., Curitiba, 2001, 39p.

## **CAPÍTULO 1. EFEITO DO ÁCIDO INDOL-BUTÍRICO (AIB) NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby**

### **RESUMO**

Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito do regulador ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. As estacas obtidas das mudas foram tratadas com AIB em solução hidroalcoólica a 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 ppm; produto comercial com AIB veiculado em talco a 2.000 ppm; produto comercial composto por AIB e nutrientes; e um tratamento testemunha (0 ppm). As estacas foram plantadas em bandejas contendo vermiculita e fibra de coco (1:1 v) e colocadas em caixa revestida com plástico transparente para controle de umidade. O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, com cinco repetições e 10 estacas por parcela. Após 60 dias foram analisados a percentagem de estacas enraizadas, vivas e mortas, além do número e comprimento da raiz. A análise de variância indicou diferenças estatísticas significativas a 5% de probabilidade para todas as variáveis. Os melhores resultados ocorreram quando do uso de AIB a 2.000 e 3.000 ppm diluído em solução hidroalcoólica, os quais foram estatisticamente iguais e com os maiores percentuais de estacas enraizadas, número médio e comprimento da maior raiz e menor percentual de estacas mortas. A análise de regressão polinomial indicou que o ponto máximo de enraizamento pode ser obtido na concentração a 2.550 ppm de AIB diluído em solução hidroalcoólica.

**Palavras-chave:** Propagação vegetativa. Estaquia. AIB. Fabaceae.

**CHAPTER 1. EFFECT OF INDOLBUTYRIC ACID (IBA) ON ROOTING OF CUTTINGS OF *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby FROM SEEDLINGS**

**ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the effect of regulator indole-3-butyric acid (IBA) on rooting of cuttings from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. The cuttings obtained from the stems of the seedlings were treated with IBA in the hydro-alcoholic solutions at 1000, 2000, 3000 and 4000 ppm; commercial production with IBA in talc 2000 ppm; commercial product composed IBA and nutrients and treatment control (0 ppm). The cuttings were planted in plastic trays with vermiculite and coconut fiber (1:1 v) and placed in a box lined with plastic to control moisture. The experimental design was completely randomized with five repetitions and 10 cuttings per plot. After 60 days, were analyzed the percentage of rooted cuttings, living and dead, and number and length of root. The analysis of variance indicated statistical difference among at 5% of probability for all variables. The best results occurred when used IBA at 2000 and 3000 ppm diluted in hydro-alcoholic solutions, which were statistically equal, with the highest percentage of rooting, average number and length of roots and lower percentage of dead cuttings. The polynomial regression analysis indicated that the peak of roots can be obtained in the concentration 2550 ppm of IBA diluted in hydro-alcoholic solutions.

**Keywords:** Vegetative propagation. Cutting. IBA. Fabaceae.



## 1.1 INTRODUÇÃO

O *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, popularmente conhecido como paricá, é uma espécie florestal nativa da Amazônia, com alto potencial madeireiro, bastante cultivada por empresas reflorestadoras no Estado do Pará (ROSA, 2006). O aumento de plantios com esta espécie é decorrente principalmente de seu crescimento acelerado, boa adaptabilidade às condições adversas de solo e propriedades físico-químicas da sua madeira, que possibilitam múltiplos usos, com destaque para fabricação de lâminas e compensado (CARVALHO, 1994; REIS et al., 2007).

Embora o paricá apresente respostas satisfatórias à propagação via sexuada, necessitando apenas de métodos de quebra de dormência que antecipem a germinação de suas sementes, existem certas características que somente poderão ser mantidas através da reprodução assexuada. Além disso, para atender um mercado cada vez mais exigente serão necessários avanços tecnológicos e silviculturais que maximizem a produção florestal com material genético superior.

Dentro desse enfoque, Xavier et al. (2003) enfatiza que a propagação vegetativa constitui-se como um dos principais processos de produção de mudas, sendo base da silvicultura clonal, principalmente pela sua efetividade em capturar os ganhos genéticos obtidos dos programas de melhoramento.

A produção clonal de mudas proporciona inúmeros benefícios, dentre eles a conservação de características genotípicas observadas em indivíduos superiores, possibilidade de disseminação de espécies com problemas de baixa fertilidade ou escassez de sementes, proporcionam ganhos genéticos maiores do que na reprodução via sementes em um menor período de tempo, tornando-se uma alternativa para a produção de mudas em menor tempo e durante todo o ano (IRITANI; SOARES, 1983; WENDLING; SOUZA JÚNIOR, 2003).

Dentre as diversas técnicas de propagação vegetativa, a estaquia tem sido reconhecida como a que apresenta maior viabilidade econômica para o estabelecimento de plantios clonais (PAIVA et al., 1996). Entretanto, para o estudo de enraizamento de estacas, diversos fatores devem ser considerados para obtenção de sucesso no processo. Dentre esses fatores, merece destaque o uso de reguladores de crescimento que em muitas espécies pode acelerar o enraizamento e melhorar a qualidade do sistema radicular formado.

Higashi, Silveira e Gonçalves (2000) destacam ainda que o uso de reguladores de crescimento diminui o tempo de permanência da estaca no leito de enraizamento, acelerando

assim o tempo de formação da muda e proporcionam um melhor sistema radicular. Assim, as mudas terão maiores chances de sobrevivência e desenvolvimento mais vigoroso e rápido (REIS et al., 2000).

Segundo Pires e Biasi (2003), o ácido indol butírico (AIB) é provavelmente o melhor regulador vegetal de uso geral, porque não é tóxico para a maioria das plantas, mesmo em altas concentrações, é bastante efetivo para um grande número de espécies e relativamente estável, sendo pouco suscetível à ação dos sistemas de enzimas de degradação de auxinas.

Em material juvenil de paricá, Rosa e Pinheiro (2001) utilizando concentrações de AIB obtiveram resultados significativos para o enraizamento das estacas, porém, estudos para uso de reguladores vegetais para enraizamento ainda são necessários para a otimização da técnica de estaquia e conseqüentemente obtenção de sucesso na produção de mudas propagadas vegetativamente. Este trabalho teve o objetivo de avaliar o efeito do regulador ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá.

## **1.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Campus Belém, Pará tendo como ambiente uma caixa de enraizamento mantida em ambiente de casa de vegetação coberta com telhas semitransparentes. A caixa foi confeccionada em madeira e revestida com plástico transparente em todos os lados para manutenção da umidade e com isto dar condições favoráveis ao enraizamento das estacas. Na parte superior da caixa, além da cobertura plástica, foi colocado um telado com sombrite a 50%, para que com o sombreamento houvesse diminuição da temperatura.

O material vegetal utilizado para obtenção das estacas foi proveniente de mudas de paricá com aproximadamente três meses de idade em média 50 cm de altura produzidas em sacos de polietileno contendo terra preta como substrato e conduzidos em uma área com 50% de sombreamento. Das mudas, foram obtidas as estacas com tamanho médio de 12 cm de comprimento e 4,0 mm de diâmetro e com duas a três gemas por estaca.

O corte da base e do ápice das estacas foi feito na forma de bisel com a finalidade de aumentar a área de absorção dos reguladores de crescimento, bem como evitar possível excesso de água na parte superior da estaca. Houve redução da área foliar para um ou dois

pares de folíolos, suficientes para realizar a fotossíntese e para não haver excesso de transpiração. Durante o preparo as estacas foram dispostas provisoriamente em um recipiente com água a fim de se minimizar a perda da turgescência celular dos tecidos vegetais.

A implantação do ensaio para comparação do efeito do AIB seguiu o delineamento experimental completamente casualizado, com sete tratamentos, cinco repetições e 10 estacas por parcela. Os tratamentos resultantes foram: solução alcoólica de AIB nas concentrações de (1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 ppm); dois produtos comerciais indutores de enraizamento (AIB a 2.000 ppm veiculado em talco e solução nutritiva tendo AIB como componente) e um tratamento testemunha (0 ppm), no qual não houve aplicação de nenhum produto na base das estacas. Os produtos e as soluções utilizadas no experimento estão discriminadas na Tabela 1.

**TABELA 1.** Produtos e soluções para a obtenção das formulações utilizadas no enraizamento de estacas produzidas a partir de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*.

**TABLE 1.** Products and solutions to obtain the formulations used in the rooting of the cuttings produced from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*.

<b>Produtos e Soluções</b>	<b>Formulação*</b>
AIB concentrado	AIB concentrado 99,9% de pureza (Sigma) veiculado em solução alcoólica a 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 ppm
Produto comercial 1	AIB 2.000 ppm veiculado em talco
Produto comercial 2	Solução nutritiva contendo: Boro (B) - 0,5%; Ferro (Fe) - 0,15%; Enxofre (S) - 0,5%; Cloro (Cl) - 0,3%; Zinco (Zn) - 1,12%; Tiamina; AIB (sem especificação)

\*Conforme garantias na embalagem dos produtos.

O preparo da formulação da solução alcoólica com AIB foi feita da seguinte forma: pesagem do AIB em balança de precisão em quantidade adequada de acordo com a concentração desejada. Logo após, foi realizada a diluição em 20 mL de álcool etílico 98° GL e adição de 20 ml de água destilada. Para o preparo do produto comercial 2 foram utilizadas 40 gotas do produto em 40 mL de água destilada, conforme indicação na embalagem do produto.

O tratamento com as soluções contendo os reguladores de crescimento foi realizado por imersão da base da estaca na solução durante um (1) minuto. O tratamento com o produto comercial 1 na forma de talco foi feito com contato direto da base da estaca no produto, e o

tratamento testemunha (0ppm) constituiu-se de imersão da base das estacas em solução de água e álcool etílico sem adição de AIB.

Após tratadas com as soluções as estacas foram colocadas em bandejas plásticas contendo vermiculita e fibra de coco (1:1v) e colocadas na caixa de enraizamento. As bandejas plásticas e a caixa de enraizamento foram previamente lavadas e desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio (0,5%) e após 15 minutos lavadas em água corrente.

A coleta de dados foi realizada aos 60 dias do plantio das estacas, e posteriormente esses dados foram utilizados para a obtenção das seguintes variáveis:

- a) Percentagem de estacas enraizadas (%EE): estacas que apresentavam pelo menos uma raiz visível. A percentagem total foi calculada pela relação das estacas enraizadas e o número total de estacas colocadas para enraizar;
- b) Número médio de raiz por estaca (NMR): contagem do número de raízes que se originaram diretamente das estacas dividido pelo número total de estacas da parcela;
- c) Comprimento da maior raiz (CMR): medição efetuada com régua milimetrada considerando a maior raiz formada por estaca (cm);
- d) Percentagem de estacas vivas (%EV): estacas vivas que não formaram calos nem raízes. A percentagem total foi calculada pela relação das estacas vivas sem calo e sem raiz e o número total de estacas colocadas para enraizar; e
- e) Percentagem de estacas mortas (%EM): estacas sem raiz que apresentavam necrose em toda ou na maior parte de sua extensão. A porcentagem total foi calculada pela relação das estacas mortas e o número total de estacas colocadas para enraizar.

Para a análise procedeu-se à transformação dos parâmetros de forma a garantir os pressupostos de normalidade e de igualdades de variâncias necessários para aplicação da Anova. Os valores em percentagem foram transformados através da fórmula  $\arcsen \sqrt{x/100}$ .

Os dados de número médio de raízes e comprimento médio da maior raiz foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ , em que x é o valor da variável obtida. Após transformação, realizou-se análise de variância (Teste F) e comparação de médias pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro. Os dados originais foram submetidos à análise de regressão polinomial. As análises foram efetuadas usando o software Excel 2007 e o programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas).

### 1.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância encontrou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos (Tabela 2) para todos os parâmetros avaliados com valores de F significativos ao nível de 5% de probabilidade.

**TABELA 2.** Comparação de médias, média geral, coeficiente de variação experimental e valor de F calculado para os parâmetros avaliados de percentagem de estacas enraizadas, percentagem de estacas vivas, percentagem de estacas mortas, número e comprimento da maior raiz obtidas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* e tratadas com AIB em diferentes concentrações após 60 dias da implantação do experimento.

**TABLE 2.** Comparison of means test, the overall mean coefficient of variation and F value calculated for the parameters evaluated percentage of root cuttings, percentage of live cuttings, percentage of dead cuttings, number and length of roots obtained paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* and seedlings treated with IBA at different concentrations 60 days after the experiment implantation.

Tratamentos	Percentual de Estacas Enraizadas (%EE)	Percentual de Estacas Vivas (%EV)	Percentual de Estacas Mortas (%EM)	Número Médio de Raiz (NMR)	Comprimento Maior Raiz (CMR)
3.000 ppm	70.00 a	17.00 c	13.00 c	3.13 a	2.32 a
2.000 ppm	62.00 a	24.00 bc	14.00c	3.16 a	2.30 a
4.000 ppm	44.00 b	33.00 b	23.00 c	3.25 a	2.21 a
1.000 ppm	39.00 bc	24.50 bc	36.50 b	3.27 a	2.03 b
PC1 <sup>1</sup>	26.00 c	34.00 ab	40.00 ab	1.99 b	1.87 bc
PC2 <sup>2</sup>	7.00 d	41.50 a	51.50 a	1.87 b	1.76 c
0 ppm	3.50 d	45.00 a	51.50 a	1.57 c	1.81 c
<b>Média</b>	<b>35.93</b>	<b>31.29</b>	<b>32.79</b>	<b>2.61</b>	<b>2.04</b>
<b>CV exp</b>	<b>22.61</b>	<b>19.67</b>	<b>18.83</b>	<b>10.86</b>	<b>8.89</b>
<b>Fcal</b>	<b>23.22*</b>	<b>36.89*</b>	<b>14.10*</b>	<b>23.55*</b>	<b>6.13*</b>

<sup>1</sup> PC1 – Produto comercial 1 (AIB em talco 2000ppm); <sup>2</sup> PC2 – Produto comercial 2 (elementos nutritivos e AIB solução). CVexp (Coeficiente de variação experimental); D.M.S (Desvio Médio Significativo): %EE = 16.30; %EV =12.35; %EM= 12.85; NMR= 0.26; CMR= 0.17. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). (\*) – Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Os coeficientes de variação encontrados apresentaram valores variando de baixo (8,89%) a alto (22,61%) de acordo com a classificação de Pimentel-Gomes (1990), porém, este mesmo autor considera como fator relevante no momento da interpretação de tal medida, a natureza do ensaio, a espécie estudada e a variável utilizada. Desta maneira há necessidade de acumular dados experimentais para estes tipos de variáveis e para a espécie em estudo para inferir sobre a magnitude deste parâmetro.

Quanto aos tratamentos estudados foi possível detectar que o AIB teve grande efeito indutor no enraizamento e crescimento da raiz nas estacas de paricá. O teste de comparação de médias dos tratamentos (Tabela 2) indicou que as soluções de AIB diluídas em álcool a 2.000 e 3.000 ppm foram mais eficientes em promover o enraizamento e crescimento da raiz sendo estatisticamente iguais entre si e com os maiores valores para %EE, menores %EM, maiores valores para NMR e CMR e com permanência de estacas vivas com capacidade de enraizar posteriormente.

Os tratamentos com AIB a 1.000 e 4.000 ppm diluído em álcool apresentaram igualdade estatística entre si para %EE, %EV e NMR e foram capazes de induzir o enraizamento, porém em menor proporção e com diferenças estatísticas em relação aos tratamentos com AIB a 2.000 e 3.000 ppm diluído em álcool e com valores superiores aos tratamentos com produtos comerciais e a testemunha. Estes resultados comprovam o efeito do AIB em promover o enraizamento das estacas de paricá.

Estudos com diferentes espécies florestais têm evidenciado a contribuição positiva dos reguladores de crescimento, sobretudo do AIB, no enraizamento e crescimento das raízes em estacas tais como: Sampaio et al. (2010) em estudos com miniestacas de material juvenil de *Aniba canelilla*; Bortolini et al. (2009) com a espécie *Tibouchina Aubl*; Gratieri-Sossella et al. (2008) em estacas de *Erythrina crista-galli*; Endres et al. (2007) em estacas de *Caesalpinia echinata*; e diversas pesquisas com *Eucalyptus spp.* (Goulart et al. 2008; Almeida, Xavier e Dias, 2007).

Os produtos comerciais utilizados tiveram pouca influencia na indução do enraizamento das estacas. As estacas tratadas com o produto comercial 1, que apresenta em sua composição 2.000 ppm de AIB veiculado em talco induziu o enraizamento, porém, em percentagem inferior ao tratamento com as soluções alcoólica de AIB, entretanto, não diferiu estatisticamente da solução de menor concentração de AIB (1.000 ppm).

O produto comercial 2, que contém em sua composição pequena quantidade de AIB e nutrientes, não diferiu estatisticamente das estacas não tratadas com regulador de crescimento (0 ppm), apresentando os menores percentuais de enraizamento, indicando a necessidade de aplicação de AIB, porém em concentração e forma de veiculação adequada.

A forma de veiculação do AIB pode ter resultados diferentes para cada espécie, Bitencourt et al. (2010) e Borges Junior e Martins-Corder (2002), ao estudarem o enraizamento de estacas caulinares de *Acacia mearnsii* e *Ginkgo biloba*, respectivamente,

aplicaram o AIB na forma de solução e talco e concluíram que o talco promoveu a maior porcentagem de estacas enraizadas. E Bortolini et al. (2008) recomendaram a aplicação de 3.000 ppm tanto na forma líquida quanto talco para o enraizamento de estacas de *Tibouchina sellowiana*.

Segundo Ono e Rodrigues (1996), a utilização de reguladores de crescimento em solução possibilita uma aplicação homogênea nas estacas e, conseqüentemente, um enraizamento uniforme. O talco por não ter uma homogênea aplicação, acarreta em enraizamento não uniforme em todo o diâmetro da estaca e pode ser lixiviado com o tempo (FORTES, 1998).

A não aplicação de AIB e o uso de produtos comerciais apresentaram as maiores %EM e %EV não enraizadas, segundo Nachtigal (1999), a não formação de raízes é considerado um dos fatores para a morte das estacas, uma vez que isto faz com que ocorra um esgotamento das reservas de nutrientes contidas nas estacas, levando as estacas que não emitiram raízes à morte.

Para a variável número médio de raiz observou-se que as quatro soluções de AIB diluídas em álcool não diferem estatisticamente entre si, porém, diferiram dos demais tratamentos. Os dois produtos comerciais, não diferiram entre si e o tratamento testemunha (0 ppm) diferiu estatisticamente de todos os tratamentos.

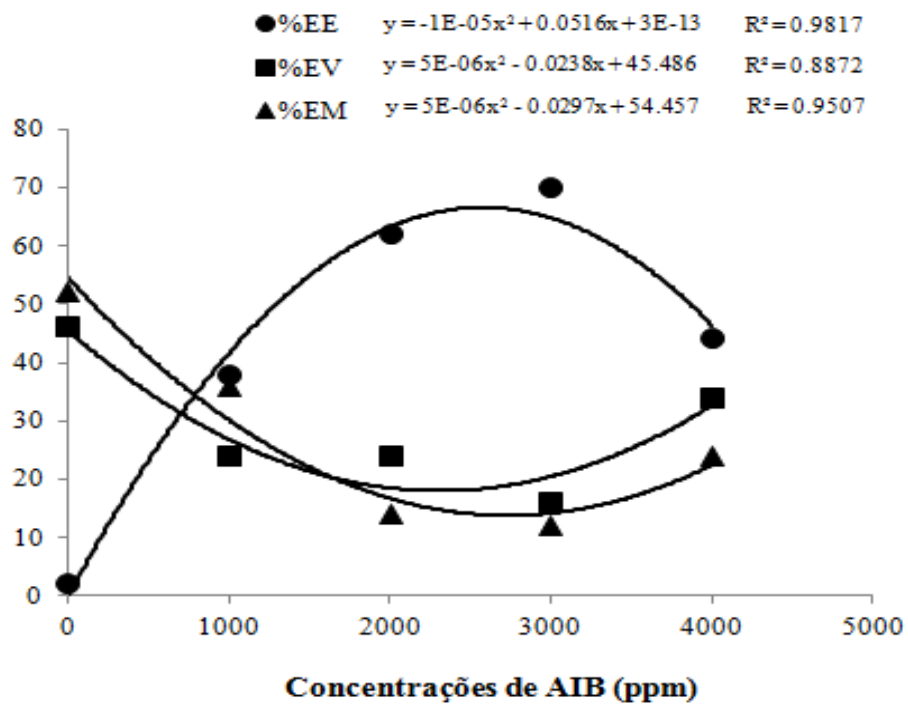
Quanto ao comprimento da maior raiz, os tratamentos com AIB nas concentrações de 2.000, 3.000 e 4.000 ppm diluídas em álcool, proporcionaram os maiores valores para esta variável sem diferenças estatísticas entre si, diferindo da solução de AIB a 1.000 ppm, que obteve o menor valor. Esta concentração por sua vez, foi igual estatisticamente ao produto comercial 1 (2.000 ppm de AIB em talco). Os dois produtos comerciais não diferiram entre si e do tratamento testemunha, que mais uma vez foram menos eficiente na expressão do enraizamento.

O baixo desenvolvimento das raízes nas estacas de paricá, tanto em número médio quanto em comprimento da maior raiz, pode ser resultante do tempo que as estacas enraizadas permaneceram no ambiente de enraizamento (60 dias), prejudicando o desenvolvimento da estaca, uma vez que após o processo de formação de raiz, a estaca necessitará de um manejo nutricional e ambiental mais adequado para completar seu desenvolvimento radicular e da parte aérea.

O AIB é um produto de baixa toxicidade, portanto, permite a sua utilização em variadas concentrações (ZANETTE, 1994), o que comprovou este experimento, mostrando que a variável número médio e comprimento da maior raiz não variou significativamente entre as diferentes concentrações de AIB.

De acordo com os resultados encontrados para todas as variáveis avaliadas pode-se verificar a importância do AIB não apenas para induzir o enraizamento das estacas, mas também para melhorar a qualidade do sistema radicular em relação a número e comprimento das raízes, e desta forma garantir a estaca à condução de uma formação radicular que possa ser capaz de sustentar a futura planta.

A análise de regressão aplicada aos dados do percentual de estacas enraizadas, estacas vivas e mortas sem raiz em função do uso das diferentes concentrações de AIB, revelou um efeito quadrático para as concentrações (Figura 1).



**FIGURA 1.** Enraizamento de estacas coletadas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 ppm). %EE: Percentual de Estacas Enraizadas; %EV: Percentual de Estacas Vivas; e %EM: Percentual de Estacas Mortas. Dados originais.

**FIGURE 1.** Rooting of cuttings collected from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 1,000, 2,000, 3,000 and 4,000 ppm). EE%: Percentage of rooted cuttings; EV%: Percentage of live cuttings, and %EM: Percentage of dead cuttings. Original data.



Para o percentual de enraizamento tem-se um acréscimo no enraizamento à medida que aumenta a concentração de AIB, porém, até 3.000 ppm, a partir do qual ocorre uma redução nesse percentual. Os maiores percentuais de enraizamento foram obtidos entre as concentrações 2.000 e 3.000 ppm. A análise de regressão polinomial indicou ainda que o ponto máximo estimado de enraizamento foi de 65,02 ( $R^2= 0,9817$ ), alcançado na concentração estimada de 2.550 ppm de AIB.

Considera-se ainda de acordo com o percentual de estacas vivas, que existe a possibilidade de aumentar a taxa de enraizamento e conseqüentemente maior sucesso no processo de estaquia de mudas de paricá, em decorrência das concentrações 2.000 e 3.000 ppm, que além de favorecerem o maior enraizamento, tiveram conseqüentemente as menores taxas de mortalidade.

Estes resultados são semelhantes aos obtidos por Rosa e Pinheiro (2001), que tiveram um aumento no percentual de enraizamento de estacas de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* até 4.000 ppm, a partir do qual houve decréscimo. Esse resultado pode ser explicado, de maneira geral, pelo fato do material utilizado ser juvenil, com isso o balanço hormonal endógeno torna-se favorável ao enraizamento, conforme enfatizam Xavier et al. (2003), onde podem ocorrer respostas negativas às aplicações exógenas de AIB em algumas espécies, com diminuição do percentual de estacas enraizadas com o aumento da concentração.

Resultados similares também foram observados em estacas juvenis de várias espécies. Como por exemplo, em *Ilex paraguariensis* (WENDLING; SOUZA JUNIOR, 2003); *Cedrella fissilis* (XAVIER et al., 2003); *Grevillea robusta* (SOUZA JÚNIOR et al., 2008). Os autores observaram, que à medida que a concentração de AIB foi aumentada, houve um ligeiro decréscimo na taxa de enraizamento, apontando este resultado ao alto grau de juvenilidade do material, pois o balanço hormonal endógeno nestas estacas favorece o enraizamento.

## 1.4 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que a propagação de estacas provenientes de mudas de paricá, pode ser realizada com solução de AIB, diluído em álcool, na concentração estimada de 2.550 ppm até 3.000 ppm, por proporcionar o potencial máximo de enraizamento das estacas.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. D. de.; XAVIER, A. DIAS, J. M. M. Propagação vegetativa de árvores selecionadas de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Por estaquia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 31, n. 3, p. 445-453, 2007.

BITENCOURT, J; ZUFFELLATO-RIBAS, K.C; KOEHLER, H.S. Estaquia de *Ginkgo biloba* L. utilizando três substratos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu-SP, v. 2, n.2, abr./jun. 2010.

BORGES JUNIOR, N.; MARTINS-CORDER, M.P. Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.). **Revista Árvore**, Viçosa-MG v. 26, n. 2, p. 223-7, 2002.

BORTOLINI, M. F. et al. Enraizamento de estacas caulinares de quatro espécies do gênero *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae juss.). **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas-SP, v. 14, n. 2, p. 187-192, 2009.

BORTOLINI, M. F. et al. *Tibouchina sellowiana* (Cham.) Cogn.: Enraizamento, anatomia e análises bioquímicas nas quatro estações do ano. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 18, n 2, p. 159-171, abr./jun., 2008.

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-SPI, p. 470-475. 1994.

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de Pau-Brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, Santa Maria-RS, v. 37, n. 3, jun., 2007.

FORTES, A. M. T. Efeito de auxinas e ácido bórico em dois métodos de aplicação no enraizamento de estacas de rosa. 1998. 95 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita, Botucatu-SP, 1998.

GOULART, P. B.; XAVIER, A.; CARDOSO, N. Z. Efeito dos reguladores de crescimento AIB E ANA no enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus Grandis* X *Eucalyptus Urophylla*. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 32, n. 6, p. 1051-1058, 2008.

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-MG, v. 32, n. 1, jan./feb. 2008.

HIGASHI, E. N.; SILVEIRA, R. L. V. de A.; GONÇALVES, A. N. **Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e a sua evolução no Brasil**. Circular Técnica IPEF, n. 192, 2000. 10p.

IRITANI, C.; SOARES, R. V. Indução do enraizamento de estacas de *Araucária angustifolia* através da aplicação de reguladores de crescimento. Edição dos **Anais** do 4º Congresso Florestal Brasileiro, Belo Horizonte. Silvicultura, São Paulo, v. 8, n. 28, p. 313-317, 1983.

NACHTIGAL, J. C. **Obtenção de porta-enxertos 'Okinawa' e de mudas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) utilizando métodos de propagação vegetativa**. 1999. 165f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 1999.

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

PAIVA, H. N. de, et al. Propagação vegetativa de *Eucalyptus* por estaquia. **Informativo Agropecuário**, Belo Horizonte, v.18, n.185, p. 23-27, 1996.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 468p. 1990.

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, p. 295-350, 2003.

REIS, I. N. R. S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Indução da Calogênese em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) Através da Adição de AIB e BAP. Nota científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre-RS, v. 5, supl. 2, p. 501-503, jul. 2007.

REIS, J. M. R.; CHALFUN, N. N. J.; LIMA, L. C. O.; LIMA, L. C. Efeito do estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas do porta-enxerto *Pyrus calleryana* Dcne. **Ciência Agrotécnica**, Lavras-MG, v. 24, n. 4, p. 193-938, 2000.

ROSA, L. dos S. Ecologia e silvicultura do paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) na Amazônia Brasileira. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém-PA, n. 45, p. 135-174, jan./jun. 2006.

ROSA, L. S.; PINHEIRO, K. A. O. 2001. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) obtidas de material juvenil e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista de Ciências Agrárias**. Belém-PA, n. 35, p. 79-88, jan./jun. 2001.

SAMPAIO, P. T. B. et al. Propagação vegetativa por miniestacas de preciosa (*Aniba canellila* (H. B.K) MEZ). **Acta Amazônica**, Manaus-AM, v. 40, n. 4, p. 687–692, 2010.

SOUZA JUNIOR, L. D.; QUOIRIN, M.; WENDLING, I. Miniestaquia de *Grevillea robusta* A. Cunn. a partir de propágulos juvenis. **Ciência Florestal**, Santa Maria-RS, v. 18, n. 4, p. 455-460, 2008.

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. s. 3-1. Seção: conservação, melhoramento e multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1., 2003.

XAVIER, A. et al. **Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia**. Revista Árvore, Viçosa-MG, v. 27, n. 2, p. 139-143, 2003.

ZANETTE, F. **Propagação da pereira (*Pirus comunis* var. Garber)**. 1994. 59 f. Tese (Concurso de Professor Titular de Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 1994.

## **CAPÍTULO 2. EFEITO DA PROCEDÊNCIA E DO AIB NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby**

### **RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi determinar a influência da procedência e da concentração do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. As procedências testadas foram: Belém (PA), Tucuruí (PA) e Sinop (MT) das quais foram obtidas sementes e produzidas mudas para obtenção de estacas. As estacas foram imersas em solução de AIB nas concentrações de 0, 2.000 e 3.000 ppm durante 10 segundos e plantadas em bandejas plásticas contendo vermiculita e fibra de coco como substrato (1:1 v). O delineamento foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 x 3 (procedências x concentração de AIB) com quatro repetições e dez estacas por parcela. Após 45 dias foram obtidos dados de percentagem de estacas enraizadas, número médio de raiz, comprimento da maior raiz, percentagem de estacas vivas sem formação de raiz, percentagem de estacas mortas e brotadas. A análise de variância indicou que não houve diferenças estatísticas significativas entre as procedências, porém para a concentração verificou-se que as soluções a 2.000 e 3.000 ppm foram mais eficientes para enraizamento e desenvolvimento de raiz. A interação indicou comportamento diferencial entre procedências devido a procedência Sinop (MT) ter apresentado o pior comportamento sem tratamento, porém com uma resposta superior as demais procedências quando da aplicação da solução de AIB. Devido a essa interação, faz-se necessário definir as concentrações mais adequadas aos diferentes materiais genéticos de paricá.

**Palavras-chave:** Estaquia. Auxina. AIB. Fabaceae.

## CHAPTER 2. EFFECT OF IBA AND PROVENANCES ON ROOTING OF CUTTINGS OF *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby FROM SEEDLINGS

### ABSTRACT

The objective of this study was to determine the influence of the provenances and concentration of the acid indole-3-butyric acid (IBA) on rooting of cuttings from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. The provenances tested were: Belem (PA), Tucuruí (PA) and Sinop (MT) of which were obtained from seeds and seedlings produced for obtaining cuttings. The cuttings were immersed in solutions IBA at concentrations of 0, 2,000 and 3,000 ppm for 10 seconds and planted in plastic trays containing vermiculite and coconut fiber with substrate (1:1 v). The design was completely randomized in a factorial 3 x 3 (provenances x IBA concentration) with four repetitions and ten cuttings per plot. After 45 days we obtained a percentage of rooted cuttings, average number of roots, longest root length, percentage of live cuttings without formation of root, percentage of dead cuttings and sprouting. Analysis of variance showed no statistically significant differences among at provenances, but for the concentration it was found that the solutions to 2000 and 3000 ppm were more effective in rooting and root development. The interaction indicated differential performance because the provenance origins Sinop (MT) have shown the worst behavior without treatment, but with a higher response other provenances when applying the solution of IBA. Due to this interaction, it is necessary to define the most appropriate concentrations to the different genetic materials paricá.

**Keywords:** Cutting. Auxin. IBA. Fabaceae.

## 2.1 INTRODUÇÃO

Materiais vegetais oriundos de processos de melhoramento genético favorecem a maior produtividade das florestas, uma vez que a propagação é realizada com materiais genéticos selecionados a partir de características desejáveis, como maior crescimento, melhor qualidade da madeira, brotação vigorosa e resistência a doenças e pragas (SILVA; ANGELI, 2006). Para manter as características nos indivíduos selecionados é necessário o uso da propagação vegetativa, no qual os descendentes apresentam a mesma constituição genética, dos indivíduos selecionados de alta produtividade e rápido crescimento, conservando a característica da planta mãe, e maior uniformidade nos plantios (FLORIANO, 2004).

Dentre as técnicas de propagação vegetativa, a estaquia é a mais utilizada para produção de mudas a partir de propágulos vegetativos em larga escala, pois além de manter as características do material genético, diminui o tempo de obtenção das mesmas e possibilita a uniformidade de enraizamento, além de reduzir o período juvenil e, desse modo, promover a antecipação do florescimento (HARTMANN et al., 2002).

No entanto, Silva e Angeli (2006) ressaltam que mesmo nas florestas clonais, onde os indivíduos possuem as mesmas características da planta mãe, podem ocorrer diferenças entre indivíduos da mesma espécie devido às diferenciações existentes entre o ambiente de crescimento do vegetal e ainda devido à própria fase de propagação do material.

Neste aspecto, estudos de enraizamento de espécies de diferentes procedências vêm, há muito tempo, revelando a existência de variações genéticas entre as diferentes origens geográficas e efeitos ambientais sobre o potencial de enraizamento de estacas (YING; BAGLEY, 1977; FARMER et al., 1989; COOPER, 1990; WILLYAMS et al., 1992; TAVARES et al., 1992; CORREA, 1995; SHIMIZU; SPIR, 1999; KALIL FILHO, HOFFMANN e WENDLING, 2007).

Ohashi, Yared e Faria Neto (2010) enfatizam que os ensaios de procedências são de grande valor por possibilitar conhecer e explorar o potencial das procedências em diferentes condições ambientais e para diferentes finalidades.

Dentre as espécies florestais utilizadas em diferentes modalidades de plantio no estado do Pará, destaca-se o *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, conhecida como paricá. Segundo Reis, Lameira e Cordeiro (2007), esta é uma espécie de rápido crescimento, pouco exigente em adubação e de fácil adaptação em diversos tipos de solo, por isso vem sendo utilizada em larga escala.

As pesquisas em propagação vegetativa de paricá ainda são escassas, com ênfase aos resultados obtidos por Rosa e Pinheiro (2001), que encontraram índices significativos de enraizamento de estacas juvenis retiradas das secções medianas e basais da planta e tratadas com concentrações do ácido indol-butírico (AIB). E as pesquisas com cultura de tecido de Cordeiro et al.(2004), em que os autores mostraram que a germinação *in vitro* pode ser uma alternativa para produção de explantes assépticos no processo inicial de micropropagação da espécie.

A aplicação de concentrações de AIB é uma técnica auxiliar que pode levar ao aumento da porcentagem de estacas enraizadas, acelerar a iniciação radicial e aumentar o número e qualidade das raízes formadas (FACHINELLO et al., 1995). A concentração hormonal é variável para cada espécie, clone e estado de maturação do propágulo (GOMES, 1987; WILSON, 1994; CHUNG et al., 1994).

Dessa forma, este trabalho teve por objetivo determinar a influência da procedência e da concentração do ácido indol-3-butírico (AIB) no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby.

## 2.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais genéticos utilizados neste trabalho foram obtidos de sementes coletadas em populações naturais ocorrentes em Tucuruí - PA e Sinop - MT e sementes de árvores plantadas no campus da Universidade Federal Rural da Amazônia em Belém. A localização geográfica (latitude e longitude) e os dados de precipitação anual e temperatura máxima e mínima dos locais de coleta estão discriminados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Caracterização geográfica e climática das procedências das sementes de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* para obtenção de material vegetativo para produção de estacas.

**TABLE 1.** Characterization of the geographical and climatic origins of seeds paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* to obtain material for the production of vegetative cuttings.

Procedências	Lat (S)	Long (N)	Alt. (m)	Temp (°C) <sup>1</sup>		Pp (mm/ano <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>
				Mín	Máx	
Belém (PA)	01°41'	48° 43'	10	29,9	31,3	3.000
Tucuruí (PA)	03°82'	49° 67'	148	25,9	26,2	2.400
Sinop (MT)	11°98'	55° 56'	371	23,1	23,2	2.200

<sup>1</sup>Dados: INMET. Estação mais próxima.



As sementes das três procedências foram destinadas à produção das mudas realizada em sacos de polietileno tendo como substrato terra preta, em uma área com sombreamento de 50% visando diminuir a insolação e temperatura, uma vez que a produção ocorreu no período de junho e julho, ocasião em que o clima em Belém (PA) apresentava-se quente e com menor precipitação.

Após 45 dias da semeadura, ocasião em que as mudas apresentavam em média 18,0 cm de altura e 5,0 mm de diâmetro a altura do colo, estas foram destinadas à produção das estacas, as quais foram coletadas da secção basal das mudas, com tamanho médio de 12 cm de comprimento e 4,0 mm de diâmetro, e com dois pares de folhas reduzidos a metade visando manter a fotossíntese e reduzir a transpiração da estaca.

Na base de todas as estacas foi feito um corte em bisel com a finalidade de aumentar a área de absorção do regulador de crescimento, assim como no ápice, para evitar possível excesso de água. Durante o preparo as estacas foram dispostas provisoriamente em um recipiente com água para evitar a desidratação.

Após estarem todas prontas, as estacas foram tratadas com ácido indol-butírico (AIB) e plantadas em bandejas plásticas contendo vermiculita e fibra de coco (1:1v) como substrato, mantidas em uma caixa de enraizamento confeccionada em madeira e revestida com plástico transparente em todos os lados para manutenção da umidade e com isto dar condições favoráveis ao enraizamento das estacas. Na parte superior da caixa, além da cobertura plástica, foi colocado um telado com sombrite a 50%, para que com o sombreamento houvesse diminuição da temperatura.

A caixa de enraizamento foi mantida em casa de vegetação coberta com telhas semitransparentes localizada no Instituto de Ciências Agrárias (ICA) da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA) - Campus Belém. As bandejas plásticas e a caixa de enraizamento foram previamente lavadas e desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio (0,5%) e após 15 minutos, lavadas em água corrente.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 x 3 (procedências e concentrações) com quatro repetições e 10 estacas por parcela. As estacas foram obtidas das procedências Belém (PA), Tucuruí (PA) e Sinop (MT) e tratadas com as concentrações de AIB 2.000 e 3.000 ppm e houve um tratamento testemunha no qual não houve aplicação do AIB (0ppm).

O preparo das concentrações hidro-alcóolica do AIB puro ( $C_{12}H_{13}NO_2$ ) ocorreu da seguinte forma: diluiu-se, em 20 mL de álcool etílico 98° GL e 20 mL de água destilada, a quantidade de AIB em gramas de acordo com a concentração desejada. No procedimento de preparo, adicionou-se o AIB depois o álcool e, finalmente, a água para completar a quantidade de solução.

Transcorridos 45 dias do plantio das estacas, avaliaram-se os seguintes parâmetros: percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raiz por estaca (NMR), comprimento da maior raiz (CMR), percentagem de estacas vivas sem raiz (%EVSR), percentagem de estacas mortas (%EM) e percentagem de estacas com brotos (%EB).

Para a análise houve transformação dos dados, de forma a garantir os pressupostos de normalidade e de igualdades de variâncias necessários para aplicação da Anova. Os valores em percentagem foram transformados através da fórmula  $\arcsen \sqrt{x/100}$ . Os dados de número médio de raiz e comprimento médio da maior raiz foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ , em que x é o valor da variável obtida.

Após transformação, realizou-se análise de variância (Teste F) e teste Tukey em nível de 5% de probabilidade do erro. Os dados originais foram submetidos à análise de regressão polinomial. As análises foram efetuadas usando o software Excel 2007 e o programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas).

### 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentado o resumo da análise de variância para os efeitos das procedências e das concentrações de AIB no processo de enraizamento de estacas de paricá. Analisando estes resultados, verifica-se que os coeficientes de variação experimental ( $CV_{exp}$ ) encontrados situaram-se de médio a alto, segundo a classificação de Pimentel-Gomes (1990), entretanto, o autor considera como fator relevante no momento da interpretação de tal medida, a natureza do ensaio, a espécie estudada e a variável utilizada e para o paricá e para este tipo de ensaio ainda são necessários acumular dados para fazer inferência em relação a este parâmetro.

**TABELA 2.** Resumo da análise de variância para percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raiz (NMR), comprimento da maior raiz (CMR), percentagem de estacas vivas sem raiz (%EV), percentagem de estacas mortas (%EM) e percentagem de estacas brotadas (%EB) no período de 45 dias após a implantação do experimento.

**TABLE 2.** Summary of analysis of variance for percentage of rooted cuttings (% EE), average number of root (NMR), longest root length (CMR), percentage of live rootless cuttings (%EV), dead cuttings (%EM) and cuttings sprouts (%EB) within 45 days after the experiment implantation.

Fonte de Variação	G.L	QUADRADO MÉDIO					
		% EE	NMR	CMR	% EV	% EM	% EB
Procedência (P)	2	108.31	1.07	0.27	36.73	41.65	47.208
AIB (A)	2	3363.10	176.81	2.63	1521.52	59.51	305.257
P x A	4	206.59	0.98	0.28	62.53	351.18	71.662
Resíduo	27	67.07	2.37	0.08	61.38	54.16	55.980
Média Geral		55.49	6.66	2.43	23.51	21.00	20.40
CVexp		14.76	23.11	11.64	33.32	35.04	36.68
Fcalc (P)		0.03ns	0.006ns	0.101ns	0.02ns	0.70ns	0.15ns
Fcalc (A)		16.28*	180.5*	9.26*	24.33*	0.17ns	4.26*
F calc P x A		3.08*	0.41ns	3.55*	1.02ns	6.48*	1.28ns

CVexp – Coeficiente de variação experimental. (\*) – significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; (ns) – não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Para o fator procedência, o ensaio não detectou diferenças estatísticas significativas ao nível de 5% de probabilidade para todas as variáveis analisadas. Para o fator concentração de AIB, houve diferenças estatísticas para a variável percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raiz (NMR), comprimento da maior raiz, percentagem de estacas vivas (%EV) e percentagem de estacas com brotos (%EB).

Para a interação entre esses fatores foram encontradas diferenças estatísticas significativas para as variáveis: percentagem de estacas enraizadas, comprimento da maior raiz e percentual de estacas mortas (%EM). Esses resultados denotam a diferença de comportamento das procedências de paricá quando tratadas com diferentes concentrações de AIB, para essas variáveis.

A comparação de médias para a variável percentagem de estacas enraizadas (%EE) (Tabela 3) encontrou que as procedências não diferiram entre si com médias estatisticamente iguais. O fator concentração de AIB influenciou no enraizamento das estacas, com as concentrações a 2.000 e 3.000 ppm iguais estatisticamente entre si diferindo do tratamento sem aplicação de AIB (0 ppm).

**TABELA 3.** Percentagem de estacas enraizadas (%EE) provenientes de mudas produzidas de sementes de diferentes procedências de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm).

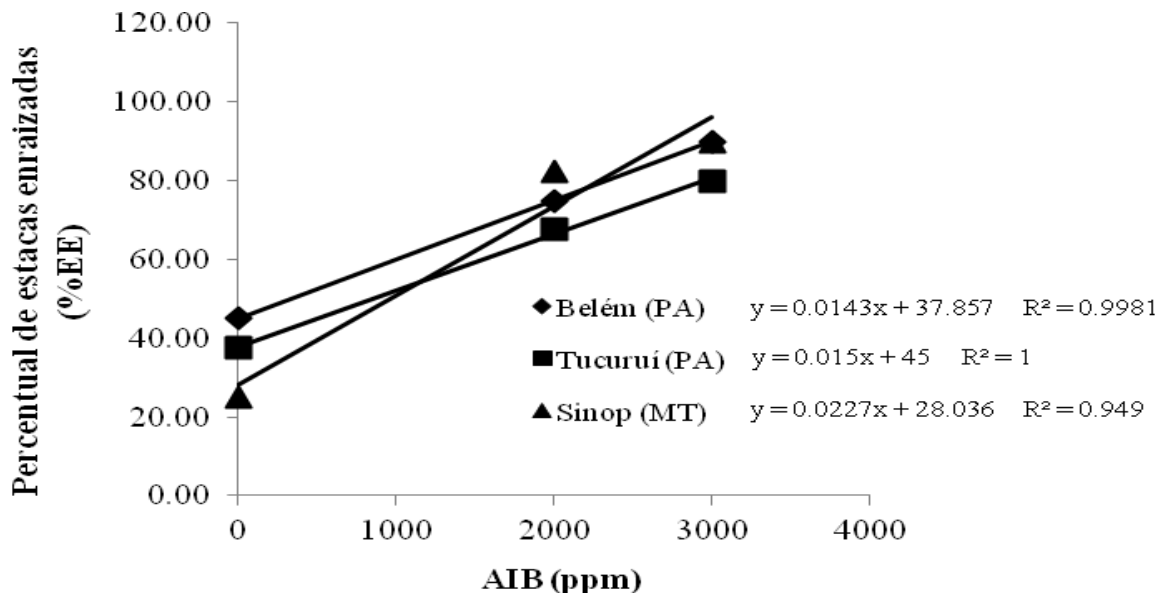
**TABLE 3.** Percentage of rooted cuttings (%EE) from seedlings grown from seeds of different provenances of paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm).

Procedências	Percentagem de estacas enraizadas (%EE)			Médias
	0 ppm	2.000 ppm	3.000 ppm	
Belém (PA)	42.12 Ab	60.64 Aba	72.54 Aa	<b>58.43 A</b>
Tucuruí (PA)	37.44 Ab	55.50 Ba	64.33 Aa	<b>52.42 A</b>
Sinop (MT)	29.52 Ab	71.87 Aa	65.47 Aa	<b>55.62 A</b>
<b>Médias</b>	<b>36.36 b</b>	<b>62.67 a</b>	<b>67.4 a</b>	<b>55.49</b>

D.M.S (Desvio Médio Significativo): AIB e Procedência =14.37. Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha não diferem entre as procedências e minúsculas na coluna não diferem entre as concentrações pelo teste Tukey ( $P < 0,05$ ). Dados transformados  $\arcsen \sqrt{x/100}$ .

A interação detectou comportamento diferencial das procedências nas diferentes concentrações. Este fato está associado ao comportamento da procedência Sinop que sem aplicação de AIB apresentou a menor taxa de enraizamento sendo inferior a Belém e Tucuruí que foram estatisticamente iguais. Entretanto, quando da aplicação de AIB a 2.000 ppm a procedência Sinop foi superior às procedências Belém e Tucuruí, as quais apresentaram igualdade estatística nesta concentração. No tratamento de AIB a 3.000 ppm todas as procedências tiveram comportamento iguais em termos estatísticos.

A análise de regressão para a percentagem de enraizamento das estacas (Figura 1) constatou que houve um aumento linear na percentagem de enraizamento das estacas produzidas das diferentes procedências à medida que aumentou a concentração de AIB, podendo-se observar, que há um baixo percentual de enraizamento de estacas não tratadas com AIB para as três procedências utilizadas.



**FIGURA 1.** Comportamento do enraizamento de estacas produzidas de diferentes materiais genéticos de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). Dados originais.

**FIGURE 1.** Behavior of stem cuttings produced from different genetic material paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm). Original data.

A procedência de Tucuruí quando tratada a 2.000 e 3.000 ppm apresentou a menor taxa total de enraizamento (67.5% e 80.0%, respectivamente) atingindo um máximo de 90.0% de enraizamento quando as estacas das procedências Belém e Sinop foram tratadas com AIB a 3.000 ppm.

Para a variável comprimento da maior raiz (CMR), a concentração de AIB influenciou significativamente, e mais uma vez, as concentrações 2.000 e 3.000 ppm apresentaram os melhores resultados e as procedências foram estatisticamente iguais entre si. Para a interação, assim como ocorreu para o percentual de estacas enraizadas, as procedências tiveram um comportamento diferencial (Tabela 4).

**TABELA 4.** Comprimento da maior raiz (CMR) em estacas provenientes de mudas produzidas de sementes de diferentes procedências de paricá, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm).

**TABLE 4.** Length of largest root (CMR) in cuttings from seedlings grown from seeds of different provenances of paricá, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm).

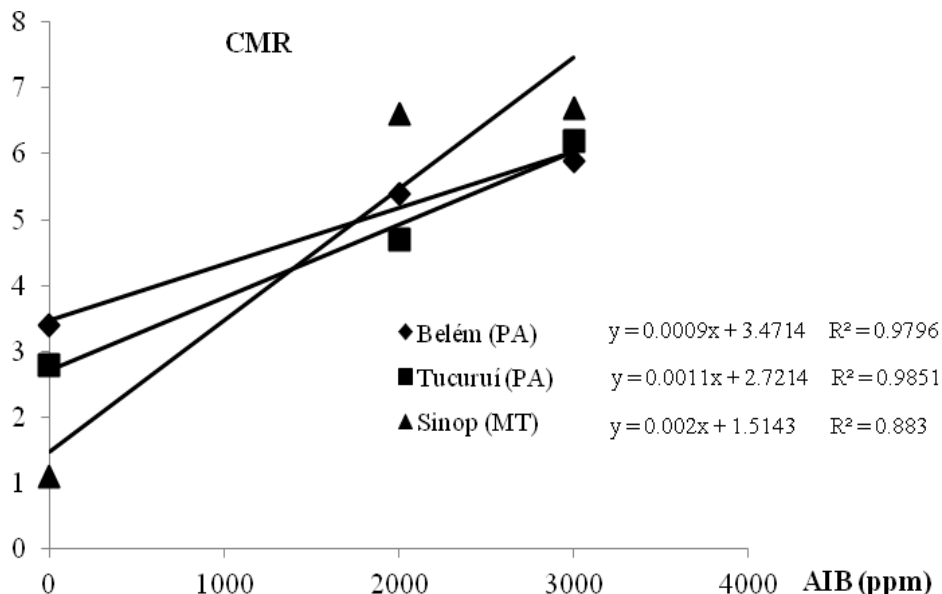
Procedências	Comprimento da maior raiz (CMR)			Médias
	0 ppm	2.000 ppm	3.000 ppm	
Belém (PA)	2.23 Ab	2.41 Ba	2.47 Ba	<b>2.37 A</b>
Tucuruí (PA)	2.21 Ab	2.37 Bb	2.71 Aa	<b>2.43 A</b>

Sinop (MT)	2.03 Bb	2.71 Aa	2.75 Aa	<b>2.50 A</b>
<b>Médias</b>	<b>2.16 b</b>	<b>2.50 a</b>	<b>2.64 a</b>	<b>2.43</b>

D.M.S (Desvio Médio Significativo): AIB e Concentração =0.16. Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha não diferem entre as procedências e minúsculas na coluna não diferem entre as concentrações pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ). Dados transformados  $\sqrt{x+1}$ .

A procedência Belém apresentou o desenvolvimento do comprimento da maior raiz estatisticamente igual nas diferentes concentrações. A procedência Tucuruí apresentou igualdade estatística nas concentrações 0 e 2.000 ppm diferindo da concentração 3.000 ppm que obteve o maior valor. Para a procedência de Sinop as concentrações 2.000 e 3.000 ppm, foram estatisticamente iguais, apresentando os maiores comprimentos da maior raiz comparativamente à 0 ppm.

A análise de regressão (Figura 2) mostrou um aumento linear no comprimento da maior raiz com o aumento da concentração de AIB, podendo-se observar, que há um menor comprimento da raiz nas estacas não tratadas com AIB para as três procedências utilizadas.



**FIGURA 2.** Comportamento do comprimento da maior raiz de estacas produzidas de diferentes materiais genéticos de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). Dados originais.

**FIGURE 2.** Behavior of major root length of cuttings produced from different genetic materials paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm). Original data.

Para o número médio de raiz, a concentração de AIB influenciou no comportamento desta variável (Tabela 5). As concentrações de AIB a 2.000 e 3.000 ppm foram mais

eficientes para aumentar a quantidade de raízes, produzindo em média 8.26 e 9.44 raízes por estaca, respectivamente.

**TABELA 5.** Número médio de raiz (NMR) em estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm).

**TABLE 5.** Average Number of root (NMR) in cuttings from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm).

AIB (ppm)	Número Médio de Raiz (NMR)
3.000	9.44 a
2.000	8.26 a
0	2.28 b
<b>Média</b>	<b>6.66</b>

D.M.S (Desvio Médio Significativo) =2.71. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Dados transformados  $\sqrt{x+1}$ .

Segundo Antunes et al. (1996), além da percentagem de enraizamento, o número e comprimento de raízes formadas nas estacas são as variáveis mais relevantes na produção de mudas. Biondi et al. (2008) destacam ainda que, para a sobrevivência de mudas proveniente de propagação vegetativa, o número de raízes na estaca deve ser mais importante do que o comprimento das raízes porque a área de absorção de água e nutrientes é bem maior.

Além disso, estacas com raízes maiores têm mais chance de perda ou danos na transposição de mudas para outro recipiente. Este comportamento foi observado neste experimento, no qual a quantidade de raízes formadas foi maior que o tamanho da maior raiz, atingindo em média 6.66 raízes por estaca com 2.35 cm de comprimento.

Esses resultados demonstraram que as concentrações de AIB foram eficientes para aumentar a taxa de enraizamento e melhorar o sistema radicular das estacas em relação a número e comprimento de raiz. Vários autores destacam que o emprego de reguladores de crescimento pode tornar mais eficiente a formação das raízes, pois essas substâncias, além de acelerarem o processo de enraizamento, melhoram a qualidade das raízes formadas, produzindo mudas com uniformidade (HARTMANN; KESTER, 1978; ONO, 1992; FACHINELO, HOFMANN e NACHTIGAL, 1994).

Resultados semelhantes aos encontrados neste estudo foram observados por Bortolini et al. (2009), que obtiveram superioridade no tratamento com 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB com a espécie *Tibouchina* Aubl, assim como os resultados de Biasi et al. (1997), em que a maior emissão de raízes por estacas de videira foi encontrada com a maior concentração de AIB

(2.000 mg L<sup>-1</sup>) e também Endres et al. (2007) para o percentual de enraizamento de estacas de pau-brasil. Os autores concluíram que estacas tratadas com 2.500 mg L<sup>-1</sup> de AIB se mostraram superiores ao controle. Wendling et al. (2000) também constataram o efeito positivo das concentrações de 1.000 a 3.000 mg L<sup>-1</sup> de AIB no processo de rizogênese de miniestaca de *Eucalyptus* spp.

Em outra dimensão, a literatura aponta que o uso do AIB é dispensável para o enraizamento de propágulos juvenis de espécies florestais obtidos de mudas produzidas por semente, como *Calycophyllum spruceanum* (GATTI, 2002), *Cedrella fissilis* (XAVIER et al., 2003), *Ilex paraguariensis* (WENDLING; SOUZA JUNIOR, 2003) e *Sapium glandulatum* (FERREIRA et al., 2010). Os autores enfatizam como causa para esse resultado o alto grau de juvenilidade do material utilizado, no qual o balanço hormonal interno mostrou-se favorável ao enraizamento das estacas.

Gatti (2002), estudando o enraizamento de estacas de teca *Tectona grandis* Linn. F. e de pau mulato *Calycophyllum spruceanum* (Benth) K. Schum com o uso de AIB, conclui que para percentagem de enraizamento das estacas não há necessidade do uso de indutores de enraizamento, no entanto, para estacas de pau mulato, concentrações de 1.000 e 2.000 ppm antecipam e aumentam o comprimento da raiz. Portanto, a literatura mostra a importância do AIB não apenas para induzir a formação de raízes, mas também como forma de melhorar a qualidade do sistema radicular das estacas.

Considera-se ainda que a qualidade do material genético é fundamental para melhorar o processo de enraizamento, sendo demonstrado que em estacas de paricá pode existir comportamento diferencial no enraizamento quanto à origem dos propágulos vegetativos em decorrência de diferentes concentrações de AIB.

Botezelli et al. (2000) destacam que a procedência das sementes confere as diferenças fenotípicas determinadas pelas variações ambientais. Deste modo, mesmo sendo de uma mesma espécie, em cada localidade de desenvolvimento da planta mãe, as sementes estão sujeitas a variações de qualidade fisiológica devido a diferenças edafoclimáticas e outras variantes que acabam por ressaltar certos aspectos de sua composição genética, ou seja, o meio pode ser adequado para expressão de determinadas características que em outro local não se manifestariam.

Neste caso, quando se faz uso de propágulos vegetativos de plantas produzidas através de sementes de diferentes procedências, as características genéticas destas procedências serão



transferidas aos seus descendentes. Portanto, o que se tem é uma resposta em função da variabilidade genética e da adaptação edafoclimáticas das procedências, acarretando manifestações diferentes daquelas que seriam obtidas no seu local de origem.

Desta forma, pode-se inferir com base nos resultados obtidos que as diferenças no enraizamento das estacas, quando tratadas com as concentrações de AIB podem ser decorrentes das variações genéticas e ambientais e ainda da interação genótipo x ambiente entre as procedências testadas. Entretanto, faz-se necessário o desenvolvimento de novos trabalhos que possam ampliar a amostragem para melhor estudar a variação entre procedências de paricá quanto ao enraizamento de estacas e desta forma obter maiores informações sobre a variabilidade genética na propagação vegetativa do paricá.

De acordo com Schwaegerle (2005), as plantas podem muitas vezes mostrar todo um conjunto de respostas ao enraizamento de estacas que pode variar de forma complexa entre os genótipos. Em relação às condições ambientais, Correa (1995) concluiu que para o enraizamento de diferentes procedências de erva-mate os efeitos ambientais foram preponderantes na manifestação deste caráter, recomendando uma melhoria da metodologia de enraizamento como forma de obter maiores taxas de enraizamento para a espécie.

Cooper (1990), verificando a variação da capacidade de enraizamento de procedências de *E. dunnii*, observou diferenças entre as procedências utilizadas, com percentagem de enraizamento variando de 20,1% a 55,8%. O autor evidencia o fator genético dentro desta espécie como mais um parâmetro a ser considerado para a maximização do potencial de enraizamento de estacas.

Assim como Correa (1995), ao estudar o enraizamento de estacas de três procedências de erva-mate, em que obteve diferenças significativas para percentual de enraizamento, número de raízes por estacas, número de raízes principais e maior comprimento de raiz, sugerindo a presença de variabilidade genética entre as procedências para essas variáveis. Tavares et al. (1992) também observaram uma variação na capacidade de enraizamento de 0 a 100 % em materiais de diferentes procedências para a mesma espécie.

Resende e Araújo (1993) destacam que a presença de variabilidade genética permite maior flexibilidade das estratégias de melhoramento na seleção para a característica enraizamento. Deste modo, torna-se importante verificar melhor as diferenças quanto ao comportamento do enraizamento de estacas de procedências de paricá, e com isso, contribuir

para um melhor entendimento sobre a variabilidade genética da espécie no que se refere à propagação vegetativa por estaquia.

Além disso, é importante que se faça o acompanhamento do desenvolvimento das estacas após o processo de enraizamento, avaliando o seu desempenho quanto aos caracteres de sobrevivência, produção e crescimento da estaca, como forma de obter maiores informações quanto ao comportamento de mudas de paricá produzidas de propágulos provenientes de diferentes procedências.

Para a variável percentagem de estacas mortas (%EM), não ocorreram diferenças estatísticas entre as procedências e nem para as concentrações de AIB, porém ocorreu interação entre estes fatores (Tabela 6).

**TABELA 6.** Percentagem de estacas mortas (%EM) provenientes de mudas produzidas de sementes de diferentes procedências de paricá, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm).

**TABLE 6.** Percentage of dead cuttings (%EM) from seedlings grown from seeds of different provenances of paricá, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2000 and 3000 ppm).

Procedências	Percentagem de estacas mortas (%EM)			Médias
	0 ppm	2.000 ppm	3.000 ppm	
Belém (PA)	20.47ABa	26.19 Aa	16.66 Aa	<b>21.11 A</b>
Tucuruí (PA)	11.43 Bb	32.84 Aa	24.16 Aa	<b>22.81 A</b>
Sinop (MT)	25.67Aa	11.43 Bb	20.17 Aa	<b>19.09 A</b>
<b>Médias</b>	<b>19.09 a</b>	<b>23.49 a</b>	<b>20.33 a</b>	<b>21.00</b>

D.M.S (Desvio Médio Significativo): AIB e Concentração =12.92. Médias seguidas de mesma letra maiúsculas na linha não diferem entre as procedências e minúsculas na coluna não diferem entre as concentrações pelo teste Tukey ( $P<0,05$ ). Dados transformados  $\arcsen \sqrt{x/100}$ .

A procedência Belém apresentou as maiores mortalidades nas concentrações 0 e 2.000 ppm com igualdade estatística entre si, e menores valores para a concentração de AIB a 3.000 ppm. Para a procedência de Tucuruí, a menor mortalidade ocorreu para a concentração de AIB a 2.000 ppm, seguido da concentração de 2.000 ppm e a menor mortalidade quando não foi aplicada o AIB. Para a procedência de Sinop, a menor percentagem de estacas mortas ocorreu na concentração 2.000 ppm diferindo do tratamento sem aplicação de AIB e com AIB a 3.000 ppm que foram estatisticamente iguais entre si.

Em relação a outros estudos, há evidências diferentes, como os resultados obtidos por Cooper (1990), no qual não obteve diferenças significativas para o percentual de estacas mortas entre as procedências de *Eucalyptus dunni*. A morte das estacas durante o processo de enraizamento em câmara úmida, normalmente, está associada à ocorrência de agentes

causadores de podridões, principalmente fungos, e à não formação de raízes, que faz com que ocorra um esgotamento das reservas de nutrientes das estacas (NACHTIGAL, 1999). No entanto, esses fatores são relativamente inerentes às condições de cada experimento. Neste estudo não foi feito controle fitossanitário, o que pode ter contribuído para a morte das estacas.

No teste de comparação de médias para a influência das concentrações de AIB nas variáveis percentagens de estacas vivas e estacas brotadas (Tabela 7), verificou-se que ambas as variáveis apresentaram melhor desempenho quando não foram tratadas com o AIB (0 ppm), diferindo estatisticamente das duas concentrações utilizadas.

**TABELA 7.** Percentagem de estacas vivas sem raiz (%EV) e estacas brotadas (%EB) provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm).

**TABLE 7.** Percentage of root cuttings live (%EV) and sprouting cuttings (%EB) from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm).

AIB (ppm)	VARIÁVEIS	
	%EV	%EB
0	44.51 a	30.11 a
2.000	13.83 b	16.68 b
3.000	12.20 b	14.40 b
<b>Média</b>	<b>23.51</b>	<b>20.40</b>

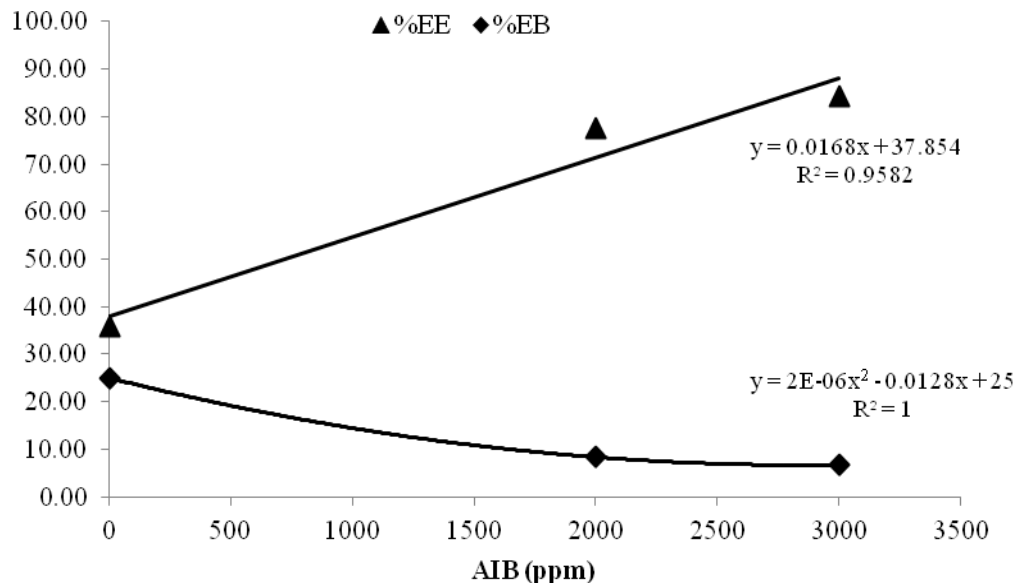
D.M.S (Desvio Médio Significativo): %EV =13.75 e %EB =13.13. Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Dados transformados  $\sqrt{x/100}$ .

Para as estacas vivas, os resultados são decorrentes do maior percentual de enraizamento nas estacas tratadas com as concentrações de AIB. As estacas responderam positivamente na ausência do AIB, no que diz respeito a manterem-se vivas, independente da formação de calos ou não, comparativamente às estacas que receberam aplicações de AIB.

Presume-se, em relação a esse comportamento, que as condições ambientais na caixa de enraizamento foram favoráveis à propagação vegetativa por estaquia de mudas de paricá, mantendo vivas mesmo as estacas que não receberam aplicações exógenas de AIB para indução de raiz. Porém, nas concentrações 2.000 e 3.000 ppm, ainda existem 13.83 e 12.20% de estacas vivas. Embora essa variável não garanta um enraizamento futuro, proporciona às estacas maiores chances de continuar o processo de formação de raízes, o que poderia

augmentar a taxa de enraizamento em estacas provenientes de mudas de paricá com o surgimento dos primórdios radiculares.

Para o percentual de estacas brotadas, os resultados encontrados indicam haver uma relação entre essa variável e o enraizamento, pois o maior percentual de estacas que brotaram foi observado naquelas que não receberam aplicações de AIB, ou seja, foi maior em estacas com os menores percentuais de enraizamento (Figura 3).



**FIGURA 3.** Comportamento da porcentagem de estacas brotadas em relação à porcentagem de estacas enraizadas, obtidas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 dias após o tratamento com concentrações de AIB (0, 2.000 e 3.000 ppm). Dados originais.

**FIGURE 3.** Behavior percentage of sprouting in the percentage of rooted cuttings obtained from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum*, 45 days after treatment with IBA concentrations (0, 2,000 and 3,000 ppm). Original data.

Observa-se uma relação inversa entre a porcentagem de estacas enraizadas e a porcentagem de estacas brotadas, identificando que quanto maior a formação de raiz, menor foi o número de estacas que emitiram brotos. Na concentração 0 ppm onde o enraizamento das estacas foi de 35.83%, baixo em relação às outras concentrações, o comportamento foi inverso para a porcentagem de estacas brotadas, atingindo o maior percentual de estacas com desenvolvimento de brotos (25.00%) nesta concentração, com redução da porcentagem após o aumento da concentração.

Em pesquisa realizada por Rosa e Pinheiro (2001), os autores mostraram que as estacas de paricá possuem uma resposta maior ao enraizamento quando do uso de concentrações de AIB. Portanto, considerando que as reservas presentes nas estacas são metabolizadas tanto para o enraizamento quanto para a indução de brotações, sugerimos que

as estacas não tratadas com o AIB tiveram maiores chances de metabolizar essas reservas para formação de novas estruturas da parte aérea. Possivelmente, estas relações expliquem o fato da brotação mais intensa ter ocorrido nas estacas que não formaram raízes.

Em estudos de Leão (2003) com a espécie videira também foi verificada essa relação entre estacas enraizadas e estacas brotadas. A autora obteve brotação em todas as estacas, não apresentando resposta ao enraizamento, indicando assim que poderia haver competição da brotação pelos carboidratos na estaca que estariam disponíveis para a formação de raízes. Comportamento semelhante também foi encontrado por Leandro e Yuyama (2008) e Bastos (2010), ao estudarem o enraizamento de estacas de castanha-de-cutia e umbu-cajeira, respectivamente, em diferentes concentrações de AIB, o número de brotos foi reduzido com o aumento da concentração.

No entanto, conforme Bastos (2010) deve-se enfatizar que mesmo ocorrendo brotações nas estacas formadas a partir das reservas orgânicas contidas nas estacas, só haverá o desenvolvimento da parte aérea se houver emissão de raízes adventícias para que haja suprimento nutricional e hídrico.

## 2.4 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos e discutidos neste trabalho para as condições utilizadas pode-se concluir que:

- a procedência não exerceu influência no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby;
- as estacas de paricá têm alto potencial de enraizamento quando tratadas com concentrações entre 2.000 e 3.000 ppm do regulador de crescimento ácido indol-butírico (AIB), porém, devido às interações com as procedências, há ainda necessidade de definir as concentrações adequadas aos diferentes materiais genéticos, pois foi observado comportamento diferencial entre as procedências quando tratadas com as concentrações de AIB.

## REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. A. S.; et al. Efeito do método de aplicação e de concentrações do ácido indol butírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 3, p. 371-376, dez.1996.

BASTOS, L. P. Caracterização de frutos e propagação vegetativa de spondias. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-Ba. **2010**. 53 f; il.

BIONDI, D.; BREDOW, E. A. LEAL, L. **Influência do diâmetro de estacas no enraizamento de *Tecoma stans* (L.) Juss. ex Kunth**. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 29, n. 2, p. 277-282, abr./jun. 2008.

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.

BORTOLINI, M. F. et al. Enraizamento de estacas caulinares de quatro espécies do gênero *Tibouchina* Aubl. (Melastomataceae juss.). **Revista brasileira de horticultura ornamental**. Vol. 14, No 2, p. 187-192 (2009).

BOTEZELLI, L.; et al. Características dos frutos e sementes de quatro procedências de *Dipteryx alata* VOGEL (Baru). **Cerne**, Lavras-MG, v. 6, n. 1, p.9-18, 2000.

COOPER, M. A. Maximização do Potencial de Enraizamento de Estacas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Pr. 1990. 90 f.

CORDEIRO, I. M. C. C. et al. Efeito de BAP sobre a proliferação de brotos in vitro de *Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke (paricá). **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 1, p. 118-124, jan. / jun. 2004.

CORRÊA, G. Controle-genético do enraizamento de estacas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire). **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Pr. 1995. 69 f.

CHUNG, D. Y.; LEE, K. J. Effects of clones, ortet age, crown position, and rooting substance upon the rooting of cuttings of Japanese larch (*Larix leptolepis* S. et Z. Gordon). **Forestry Genetics Research Institute**, v. 83, n. 2, p. 205-210, 1994. (CD-ROM).

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Rural**, vol. 37, nº 3, Santa Maria, jun 2007.

FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 1995. 178p.

FARMER JR. R. E.; FREITAG, M.; GARLICK. K. Genetic variance and "C" effects in balsam poplar rooting. **Silvae Genetica**. Frankfurt, v.38, n.2, p.62-65, 1989.

FERREIRA, B. G. A.; et al. Miniestaquia de *Sapium glandulatum* (Vell.) Pax com o uso de ácido indol butírico e ácido naftaleno acético. **Ciência Florestal**. v. 20, n. 1, jan.-mar., 2010.

FLORIANO, E. P. Produção de mudas florestais por via assexuada, **Caderno Didático** nº 3, 1ª ed./ Santa Rosa, 2004. 37 p. il.

GATTI, K. C. Propagação vegetativa de pau mulato (*Calycophyllum sprucanum* (Benth) K. Schum.), jequitibá (*Cariniana estrellensis* (Raddi) Kuntze) e teca (*Tectona grandis* Linn. F.) por miniestaquia. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Viçosa. 2002. Viçosa – MG.

GOMES, A. L. **Propagação clonal: princípios e particularidades**. Vila Real: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, 1987. 69 p. (Série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1).

HARTMANN, H. T.; et al. **Plant propagation: principles e practices**. 7. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002, p. 880.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Propagación de plantas**. México: C.E.C., 1978. 810 p.

KALIL FILHO, A. N.; HOFFMANN, H. A.; WENDLING, I. **Propagação vegetativa de liquidambar por enxertia**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 7 p. (Embrapa Florestas. Circular técnica, 137).

LEÃO, P. C. de S. Utilização de diferentes tipos de estaca na produção de mudas do porta-enxerto de videira, CV. IAC 572 'Jales'. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.1, jan-fev, p. 164-168, 2003.

LEANDRO, R. C.; YUYAMA, K. Enraizamento de estacas de castanha-de-cutia com uso de ácido indolbutírico. **Acta Amazônica**, vol. 38(3) 2008: 421 – 430

NACHTIGAL, J. C. **Obtenção de porta-enxertos ‘Okinawa’ e de mudas de pessegueiro (*Prunus pérsica* (L.) Batsch) utilizando métodos de propagação vegetativa**, 1999. Dissertação (Doutorado na área de Concentração em Produção Vegetal), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 1999.

OHASHI, S. T.; YARED, J. A. G.; FARIAS NETO, J. T. de. Variabilidade entre procedências de paricá *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby plantadas no município de Colares – Pará. **Acta Amaz.** vol.40 no.1 Manaus Mar. 2010

ONO, E.O, RODRIGUES, J. D.; RODRIGUES, S.D. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estaca de camélia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 4, n. 2, p. 107- 112, 1992.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

ROSA, L. S.; PINHEIRO, K. A. O. 2001. Propagação vegetativa de estacas de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber Ex. Ducke) obtidas de material juvenil e imersas em ácido indol-3-butírico. **Revista de Ciências Agrárias**, Belém, n. 35, p. 79-88, jan./jun. 2001.

REIS, I. N. R. S.; LAMEIRA, O. A.; CORDEIRO, I. M. C. C. Indução da Calogênese em Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) Através da Adição de AIB e BAP. Nota científica. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 501-503, jul. 2007.

RESENDE, M. D. V. de; ARAÚJO, A. J. de. Modelo genético-estatístico para estimação de componentes da variação genética e parâmetros genéticos em testes de progênies com indivíduos repetidos clonalmente. **Floresta**, v.3, p.1-8,1993.

SILVA, P. H. M. da.; ANGELI, A. Implantação e manejo de florestas comerciais. Documentos Florestais, n° 18, maio de 2006, **IPEF**.

SCHWAEGERLE, K. E. Quantitative genetic analysis of plant growth: biases arising from vegetative propagation. **Evolution**, 59(6), 2005, pp. 1259–1267

SHIMIZU, J. Y.; SPIR, I. H. Z. Avaliação de procedências e progênies de liquidambar da América Central, do México e dos Estados Unidos, em Agudos, Brasil. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 39, p. 93-108, jul./dez. 1999.



STORCK, L.; et al. Precisão experimental em erva-mate (*Ilex paraguariensis* ST. HIL). **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 159-161. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. 2002.

TAVARES, F. R.; PICHET, J. A.; MASCHIO, L. M. de A. Alguns fatores relacionados com a estaquia da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL - Florestas: Desenvolvimento e Conservação (7.: 1992: Nova Prata). **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1992. vol.2, p.626-640.

XAVIER, A.; et al. **Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia**. R. **Árvore**, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.139-143, 2003

WILLYAMS.D.; WHITEMAM.P.; CAMERON, J. Inter and intra-family variability for rooting capacity in micropropagated *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*. In: SYMPOSIUM MASS PRODUCTION TECHNOLOGY FOR GENETICALLY IMPROVED FAST GROWING FOREST TREE SPECIES (1992: Bordeaux). **Anais ...** Nangys: AFOCEL, 1992. v.2, p.177- 181.

WILSON, P. J. The concept of a limiting rooting morphogen in woody stem cuttings. **Journal of Horticultural Science**, v. 9, n. 4, p. 391-400, 1994.

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais**. [Chapecó]: EPAGRI, 2003. s. 3-1. Seção: conservação, melhoramento e multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1., 2003.

WENDLING, I.; et al. Efeito do regulador de crescimento AIB na propagação de clones de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. **Revista Árvore**, v. 24, n. 2, p. 187-192, 2000.

YING, G.; BAGLEY.W.T. Variation in rooting capability of *Populus deltoides*. **Silvae Genetica**. Frankfurt, v.26, n.516, p.204-207, 1977.

### **CAPÍTULO 3. EFEITO DO SUBSTRATO NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS PROVENIENTES DE MUDAS DE PARICÁ - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby**

#### **RESUMO**

Este trabalho teve por objetivo avaliar a influência do substrato e do tempo de avaliação no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. Para tanto foram produzidas mudas e obtidas estacas as quais foram imersas em solução de ácido indol-3-butírico (AIB) na concentração de 3.000 ppm durante 10 segundos e logo após, plantadas em bandejas plásticas contendo os substratos testados e colocadas em caixa de enraizamento revestida com plástico transparente para controle de umidade. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida no tempo, com seis repetições e 10 estacas por parcela. As parcelas constituíram-se das seguintes misturas de substratos (vermiculita+fibra de coco+areia lavada – 50:25:25; vermiculita + fibra de coco – 50:50 e vermiculita+areia – 50:50), e as subparcelas representada pelas avaliações no decorrer do tempo (10, 15, 20, 25 e 30 dias): percentagem de estacas enraizadas, número médio de raiz por estaca, comprimento da maior raiz, percentagem de estacas vivas sem raiz, percentagem de estacas mortas sem raiz, percentagem de estacas com calos, percentagem de estacas brotadas e comprimento do broto. Os resultados demonstraram que as misturas vermiculita + fibra de coco e fibra de coco+areia apresentaram os melhores resultados e que o ponto máximo de enraizamento ocorre aos os 20 dias, sem haver incremento significativo a partir desse período. Para as variáveis percentagem de estacas com calo, brotadas e comprimento de broto houveram diferenças significativas para o tempo apenas na primeira avaliação (10 dias), apresentando a partir desse período respostas estatisticamente iguais.

**Palavras-chave:** Propagação vegetativa. Estaquia. Substrato. *Schizolobium amazonicum*

### CHAPTER 3. EFFECTS OF SUBSTRATE ON ROOTING OF CUTTINGS OF *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby FROM SEEDLINGS

#### ABSTRACT

This work aimed to evaluate the influence of substrate and time on rooting of cuttings from seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby. Were produced for both seedlings and cuttings obtained which were immersed in a solution of indole-3-butyric acid (IBA) at a concentration of 3000 ppm for 10 seconds and after, planted in plastic trays containing the substrates and placed in rooting box covered with transparent plastic for moisture control. The experimental design was completely randomized in split plot in time, with six repetitions and 10 cuttings per plot. The plots consisted of the following mixtures of substrates (vermiculite + coconut fiber+ washed sand - 50:25:25; coconut fiber + vermiculite – 50:50 and vermiculite + sand - 50:50), and subplots represented by assessments over time (10, 15, 20, 25 and 30 days): percentage of root cuttings, average number of root cuttings, longest root length, percentage of alive cuttings without root, percentage of dead cutting without root, percentage of cuttings with callus, percentage cuttings of sprouting and bud length. The results showed that vermiculite + coconut fiber and coconut fiber + sand showed the best results and that the point of maximum rooting occurs at 20 days, with no significant increase from that period. For the percentage callus cuttings, sprouting and bud length there were significant differences for the time only the first assessment (10 days), with responses from that period were statistically equal.

**Keywords:** Vegetation propagation. Cutting. Substrate. *Schizolobium amazonicum*

### 3.1 INTRODUÇÃO

A produção de mudas por meio da propagação vegetativa é um processo freqüente e natural em muitas espécies frutíferas, no entanto, a sua aplicação em espécies florestais nativas ainda precisa de avanços quanto ao aprimoramento do processo. Xavier, Wendling e Silva (2009) destacam que o crescente aumento pelo interesse desse processo é decorrente tanto das vantagens dos métodos utilizados quanto da possibilidade de contornar problemas de determinadas doenças, heterogeneidade e produtividade dos plantios florestais.

A estaquia é o método mais utilizado para as espécies florestais (XAVIER, WENDLING e SILVA, 2009), uma forma simples e prática de propagação, que consiste em destacar uma parte da planta e colocá-la em substrato adequado para que surjam raízes e se origine uma nova planta (MOTTA, 1995).

Portanto, para o sucesso desta técnica torna-se necessário atentar para determinados fatores que podem influenciar negativa ou positivamente à formação de raízes. Condições adequadas de aeração e boa drenagem para o suporte da estaca é um fator determinante em todo o processo que envolve o enraizamento, possibilitando deste modo a sobrevivência e desempenho da futura planta.

Hoffmann et al. (1996) consideram o substrato como um dos fatores que apresentam maior influencia no enraizamento das estacas. De forma geral, Gonçalves e Poggiani (2004); Kampf (2000) consideram que um bom substrato deve permitir aeração na base da estaca e ao mesmo tempo fornecer água para o desenvolvimento das raízes, além de ser livre de patógenos, quimicamente estável, de fácil obtenção e preço acessível.

A vermiculita é um dos mais utilizados para o enraizamento de estacas herbáceas e semi-lenhosas devido à elevada porosidade e boa retenção de umidade, além de possuir pequena variação de características químicas e físicas, ser praticamente isenta de patógenos, plantas invasoras e insetos, e é encontrada facilmente em casas de comercialização de produtos agrícolas (FACHINELLO et al., 1995; KÄMPF, 2000; HARTMANN et al., 2002), podendo ser utilizada isolada ou em combinação à outros materiais.

*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, o paricá, está entre o grupo de espécies florestais nativas da Amazônia que estão na fase de aperfeiçoamento do processo de propagação vegetativa. Forte representante do grupo de espécies com alto valor madeireiro, destaca-se pelo rápido crescimento e adaptabilidade em condições adversas de solo. Entretanto, para que o paricá permaneça no mercado é

fundamental avanços em termos tecnológicos e silviculturais que maximizem a produção florestal com material genético altamente selecionado.

Além de ser uma alternativa para a obtenção de mudas, a propagação vegetativa desta espécie torna-se importante em termos de melhoramento e preservação, por contemplar características desejáveis do material genético superior, e desta forma, conforme Alfnas et al. (2004), possibilitarão ainda maiores produtividades e uniformidade de crescimento das plantações, gerando assim madeira de qualidade e homogênea.

Nesse enfoque, este trabalho teve por objetivo testar diferentes substratos e diferentes tempos de avaliação no enraizamento de estacas provenientes de mudas de paricá, visando definir o melhor substrato para uso no sistema de produção de mudas de estacas juvenis da espécie.

### **3.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no viveiro da Universidade Federal Rural da Amazônia, campus Belém (PA). As plantas de paricá utilizadas para obtenção das estacas apresentavam quatro meses de idade. As estacas foram obtidas a partir da região basal da muda com tamanho médio de 12 cm de comprimento e 4,0 mm de diâmetro.

Para diminuição da transpiração a área foliar das estacas foi reduzida a um ou dois pares de folíolos, suficientes para realizar a fotossíntese e para não haver excesso de transpiração. O corte na base e ápice de todas as estacas foi feito em forma de bisel com a finalidade de aumentar a área de absorção da solução de enraizamento. Para evitar perda de umidade as estacas foram armazenadas em recipiente com água até o momento do plantio.

Para o preparo da solução de AIB a 3.000 ppm foi feita uma diluição do regulador (em forma de pó) em álcool etílico e em seguida completado o volume com água destilada. Nessa solução foram imersas a base das estacas durante 10 segundos e em seguida, foram colocadas em bandejas plásticas contendo os substratos a serem testados.

Para controle da umidade do ambiente as bandejas plásticas com as estacas foram colocadas em uma caixa de enraizamento confeccionada em madeira e revestida com plástico transparente em todos os lados para manutenção da umidade e com isto dar condições favoráveis ao enraizamento das estacas. A caixa de enraizamento foi mantida em ambiente de casa de vegetação coberta com telhas semitransparentes.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, em parcela subdividida no tempo, com seis repetições e 10 estacas por parcela. As parcelas constituíram-se das diferentes composições de substratos (vermiculita + fibra de coco + areia lavada - 2:1:1v; vermiculita + fibra de coco - 1:1v e vermiculita + areia - 1:1v) e as subparcelas representada pelo tempo de avaliação (10, 15, 20, 25 e 30 dias após a implantação do experimento). Para cada tempo de avaliação foram sorteadas três estacas em cada parcela para cada substrato, totalizando 18 plantas por avaliação, para obtenção total dos dados.

Os dados coletados foram utilizados para posterior obtenção das seguintes variáveis: percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raiz por estaca (NMR), comprimento da maior raiz (CMR), percentagem de estacas vivas sem raiz (%EV), percentagem de estacas mortas sem raiz (%EM); percentagem de estacas brotadas (%EB); comprimento do broto (CB) e percentagem de estacas com calos (%ECC).

Procedeu-se à transformação dos dados, de forma a garantir os pressupostos de normalidade e de igualdades de variâncias necessários para aplicação da Análise de Variância (Anova). Os valores em percentagem foram transformados através da fórmula  $\arcsen \sqrt{x/100}$ . Os dados de número médio de raízes, comprimento médio da maior raiz e comprimento de broto foram transformados em  $\sqrt{x+1}$ , em que x é o valor da variável obtida.

Após transformação, realizou-se análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As interações significativas foram submetidas à análise de regressão para verificar o efeito do tempo no enraizamento e desenvolvimento da plântula. As análises foram efetuadas usando o software Excel 2007 e o programa estatístico SAEG (Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas).

### **3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Com base na análise de variância (Tabela 1) pode-se observar que houve diferenças estatísticas significativas entre os substratos para as variáveis %EE, CMR e NMR e para o tempo de enraizamento houve diferenças estatísticas significativas para todas as variáveis avaliadas. Foi observado também que ocorreu interação entre os substratos e o tempo de enraizamento quando se levou em consideração as respostas das variáveis para a %EE e CMR.

**TABELA 1.** Resumo da análise de variância para percentagem de estacas enraizadas (%EE), número médio de raízes (NMR), comprimento da maior raiz (CMR), percentagem de estacas brotadas (%EB), comprimento de brotação (CB) e percentagem de estacas com calos (%ECC) de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* plantadas em diferentes substratos e avaliadas ao longo do tempo.

**TABLE 1.** Summary of analysis of variance for percentage of rooted cuttings (% EE), average number of roots (NMR), longest root length (CMR), percentage of sprouting cuttings (% EB), length of sprouting (CB) and percentage of cuttings with callus (% ECC) paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* planted seedlings in different substrates and evaluated over time.

Fonte de Variação	G.l	QUADRADO MÉDIO					
		%EE	NMR	CMR	%ECC	%EB	CB
Substrato (parcela)	2	398.15	15.38	1.14	2.45	10.47	0.03
Erro (a)	10	39.32	0.66	0.06	58.05	96.68	0.01
Tempo (subparcela)	4	4730.51	11.53	3.34	573.85	2133.89	0.07
Substrato X tempo	8	736.30	0.38	0.10	79.18	35.66	0.006
Resíduo	65	56.83	0.44	0.044	96.22	205.69	0.007
<b>Total</b>	<b>89</b>						
Média		35.37	10.27	1.74	72.55	34.97	1.13
CVexp (substrato)		17.73	7.91	14.47	10.50	28.12	8.39
CVexp (tempo)		21.31	6.46	12.14	13.52	41.01	7.51
Fcalc substrato (S)		10.13*	23.29*	17.93*	0.04ns	0.11ns	3.05ns
Fcalc tempo (T)		6.42*	30.46*	33.25*	7.25*	59.83*	12.27*
Fcalc S x T		12.96*	0.86ns	2.25*	0.82ns	0.17ns	0.80ns

CVexp – Coeficiente de variação experimental. (\*) - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; (ns) - não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

De maneira geral, tem sido encontrado que o substrato tem grande influência no enraizamento e crescimento das estacas (HOFFMANN et al., 1996; GONÇALVES; POGGIANI, 2004). Dentre os substratos utilizados a combinação vermiculita com fibra de coco e a combinação vermiculita com fibra de coco e areia foram as que melhor favoreceram a %EE, CMR e NMR, diferindo estatisticamente da combinação de vermiculita e areia, que se mostrou inferior para estas variáveis (Tabela 2).

O tempo para enraizamento indicou que aos 20 dias ocorreu o máximo para %EE, CMR e NMR, e a interação mostrou comportamento diferencial dos substratos nos diferentes tempos. O aumento no percentual de enraizamento ocorreu até 20 dias nos substratos vermiculita+ fibra de coco + areia e no substrato vermiculita + fibra de coco. Para o substrato vermiculita +areia, este ponto ocorreu aos 25 dias.

**TABELA 2.** Teste de comparação de médias dos substratos e tempo de avaliação para percentagem de estacas enraizadas (%EE), comprimento médio da raiz (CMR) e número médio de raízes (NMR) plantadas em três substratos: vermiculita+fibra de coco+areia (V+FC+A); vermiculita+fibra de coco (V+FC) e vermiculita+areia (V+A) e avaliadas em cinco períodos (10, 15, 20, 25 e 30 dias).

**TABLE 2.** Test comparing averages of substrates and evaluation time for percent rooted cuttings (%EE) root length (CMR) and average number of roots (NMR) planted on three substrates: coconut fiber + vermiculite + sand (V+ FC+A); coconut fiber+vermiculite (V+FC) and vermiculite+sand (V+A) and evaluated in five periods (10, 15, 20, 25 and 30 days).

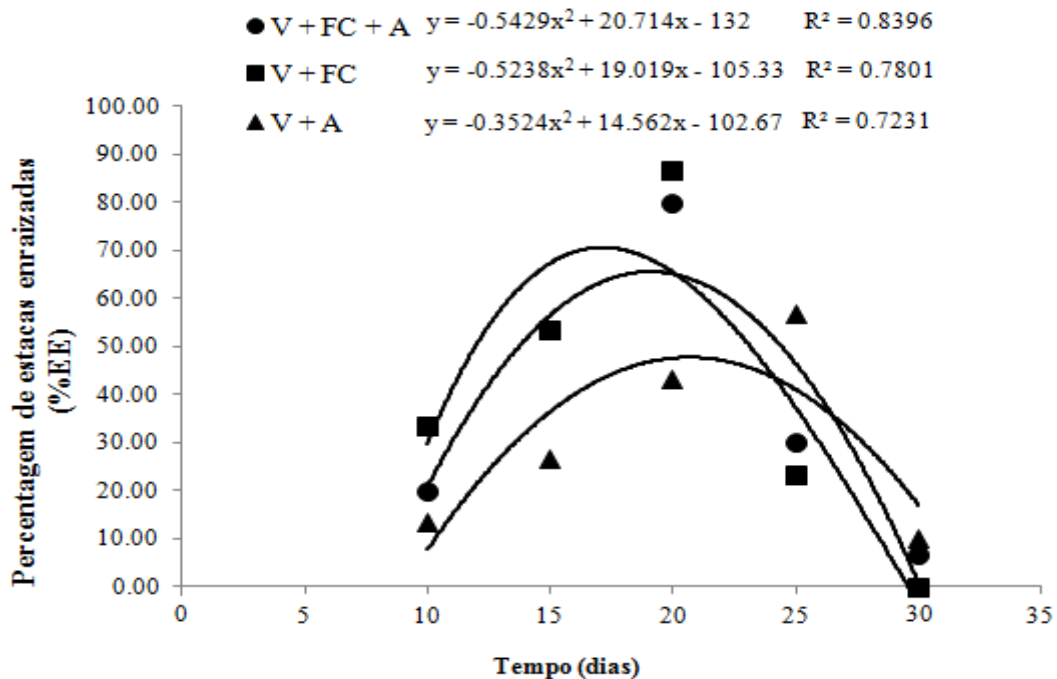
Substratos	Percentagem de Estacas Enraizadas (%EE)					Média
	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias	
V + FC + A	25.76 Ad	46.92 Ab	64.24 Ba	32.90 Ac	14.92 Ae	<b>36.95 A</b>
V + FC	35.01 Ac	46.92 Ab	69.26 Aa	28.68 Ac	9.10 Bd	<b>37.79 A</b>
V + A	20.74 Bd	28.68 Bc	39.23 Cb	49.03 Ba	17.83 Ad	<b>31.10 B</b>
<b>Média</b>	<b>27.17 c</b>	<b>40.84 b</b>	<b>57.58 a</b>	<b>36.87 b</b>	<b>13.95 d</b>	<b>35.28</b>
Substratos	Comprimento da Maior Raiz (CMR)					Média
	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias	
V + FC + A	1.06 Ad	1.81 Ab	2.17 Aa	2.02 Ac	2.09 Aa	<b>1.83 A</b>
V + FC	1.08 Ac	1.69 Ab	2.25 Aa	2.20 Aa	2.21 Aa	<b>1.88 A</b>
V + A	1.02 Ad	1.27 Bc	1.65 Bb	1.86 Ba	1.80 Bab	<b>1.52 B</b>
<b>Média</b>	<b>1.05 c</b>	<b>1.59 b</b>	<b>2.02 a</b>	<b>2.03 a</b>	<b>2.03 a</b>	<b>1.74</b>
Substratos	Número Médio de Raiz (NMR)					Média
	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias	
V + FC + A	1,91	3,79	3,97	4,06	4,01	<b>3.55 A</b>
V + FC	2,17	3,24	4,30	4,16	4,14	<b>3.60 A</b>
V + A	1,32	2,23	2,84	2,75	2,54	<b>2.34 B</b>
<b>Média</b>	<b>1.80 b</b>	<b>3.09 b</b>	<b>3.70 a</b>	<b>3.65 a</b>	<b>3.56 a</b>	<b>3.16</b>

D.M.S (Desvio Médio Significativo): %EE - Substrato= 4.67; Tempo= 7.05; CMR – Substrato= 0.13; Tempo= 0.20; NMR – Substrato= 0.41; Tempo= 0.62. Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas na linha não diferem entre os substratos e minúsculas na coluna não diferem entre os períodos de avaliação pelo teste Tukey (P<0,05). Dados transformados - %EE:  $\arcsen \sqrt{x/100}$ ; NMR e CMR:  $\sqrt{x+1}$ .

Com os resultados encontrados admite-se que o tipo de substrato e o tempo para enraizamento são importantes no processo de rizogênese de estacas de paricá. A análise de regressão efetuada indicou a tendência para formação de raízes nas estacas de paricá seguindo uma curva quadrática, com o máximo enraizamento de 67.3% atingido aos 18 dias para os



substratos vermiculita+fibra de coco+areia, 65.5% aos 19 dias para vermiculita+fibra de coco e 47.7% aos 21 dias para o substrato vermiculita + areia (Figura 1).



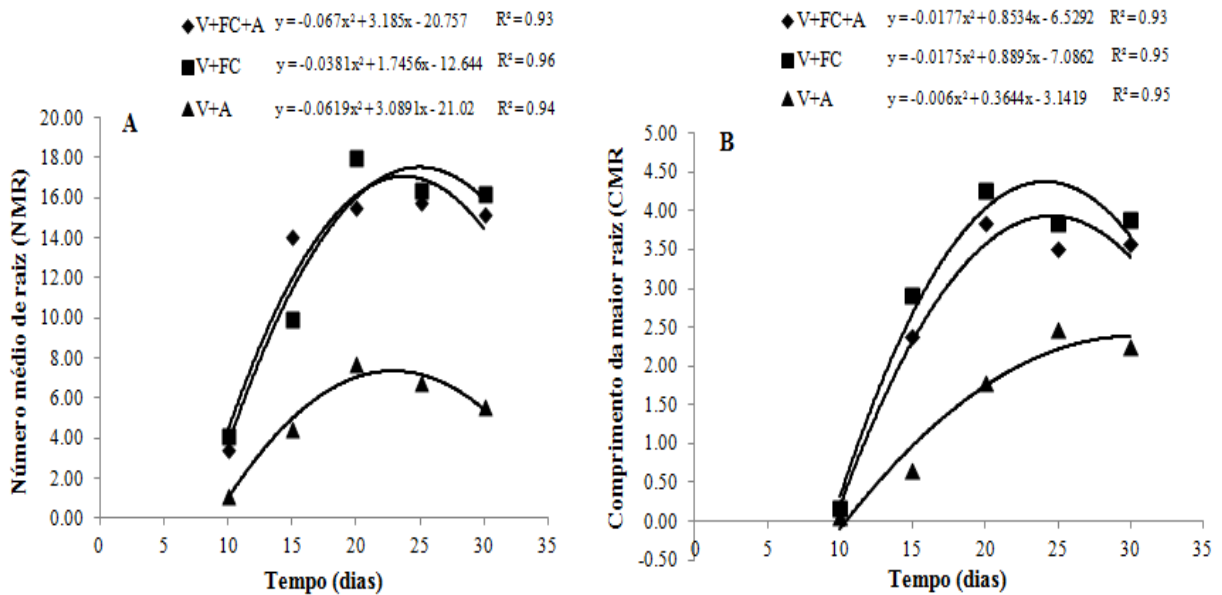
**FIGURA 1.** Evolução do percentual de enraizamento em estacas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* ao longo do tempo em três substratos: vermiculita+fibra de coco+areia (V+FC+A); vermiculita+fibra de coco (V+FC) e vermiculita+areia (V+A). Dados originais.

**FIGURE 1.** Evolution of the percentage of rooting in cuttings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* over time in three substrates: vermiculite + sand + Coconut Fiber (FC+V+A) + vermiculite+coconut fiber (V+FC) and sand+vermiculite (V+A). Original data.

O menor enraizamento na composição de substrato para vermiculita e areia pode ser atribuído as condições de umidade e aeração uma vez que a areia devido sua menor granulometria reduz o tamanho dos poros dificultando a aeração e devido não reter água, diminui a umidade. Desta maneira, a definição de um substrato adequado é fundamental para que o material vegetal possa expressar eficientemente seu potencial, e com isso acelerar o processo rizogênico.

Para o número médio de raiz não ocorreu interação entre substrato e o tempo de avaliação, porém, o comportamento dessas variáveis seguiu uma curva quadrática com tendência de aumento tanto no NMR quanto no CMR e posterior diminuição.

A análise de regressão efetuada indicou que para o NMR houve uma tendência de aumento até os 20 dias para os três substratos testados. Porém, para o CMR o aumento ocorre até 20 dias para os substratos vermiculita+fibra de coco+areia e vermiculita+fibra de coco e para vermiculita+areia de até 25 dias, com redução gradativa posteriormente nestas variáveis a partir destes períodos (Figura 2).



**FIGURA 2.** Evolução do número médio de raízes (A) e comprimento da maior raiz (B) em estacas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* ao longo do tempo em três substratos: Vermiculita+Fibra de Coco+Areia (V+FC+A); Vermiculita+Fibra de Coco (V+FC) e Vermiculita+Areia (V+A). Dados originais.

**FIGURE 2.** Evolution of average number of root (A) and longest root length (B) in cuttings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* over time in three substrates: vermiculite + sand + coconut fiber (V + A + FC), vermiculite + coconut fiber (FC + V) and sand + vermiculite (V + A). Original data.

Sugere-se em relação a esses resultados, que as reservas orgânicas contidas nas estacas não foram suficientes ao desenvolvimento da raiz no decorrer do tempo. Desta forma, torna-se necessário que as estacas a partir do processo de formação das raízes sejam transferidas para um ambiente mais adequado ao seu desenvolvimento, com manejo nutricional e ambiental de acordo com as exigências da espécie, uma vez que as condições da caixa propagadora não são as melhores para o desenvolvimento da estaca.

Diversos trabalhos demonstram a eficiência da vermiculita pura ou em mistura com outros produtos como meio adequado à emissão e crescimento de raízes em estacas de diversas espécies, tais como, estacas de erva-mate (*Illex paraguariensis*) (GRAÇA et al. 1988); crótons (*Codiaeum variegatum*) (TILLMANN et al. 1994); camu-camu (*Myrciaria dubia*) (SILVA et al., 2009). Na clonagem de *Eucalyptus*, Xavier (2003) destaca que o substrato constituído apenas de vermiculita ou pela combinação com casca de arroz carbonizada, e ainda outras combinações, é o mais utilizado para propagação por estaquia desta espécie.

O substrato vermiculita + areia apresentou as menores respostas para a formação e desenvolvimento das raízes, sendo que nesta mistura houve maiores quantidades de areia (50%) em relação às outras duas combinações, o que pode ter favorecido estes resultados. A

areia apresenta desuniformidade de retenção e distribuição de água, uma vez que a parte superior do substrato fica ressecada, não ocorrendo drenagem uniforme no ambiente e manutenção de umidade do substrato, o que pode ter prejudicado a emissão de raízes.

Campinhos (1982) e Thompson (1992), citados por Xavier et al. (2003) relatam que o sucesso no enraizamento depende, em parte, da habilidade do sistema de propagação em dar condições de turgidez ao propágulo até que este forme suas próprias raízes e absorva água.

A fibra de coco se destaca pelas boas propriedades físicas, como a não reação com os nutrientes da adubação, caso seja feita e longa durabilidade sem alterações das características físicas (KAMPF et al., 2006; FARIA, 2010). Desta forma, em combinação com a vermiculita, forneceu as melhores condições para estimular os processos enzimáticos que induzem a desdiferenciação e diferenciação celular, que responderá ao estímulo, originando os primórdios radiculares.

Diferentemente dos resultados obtidos neste trabalho, Silva et al. (2009) estudando o enraizamento de estacas de camu-camu (*Myrciaria dubia*), recomendaram a areia combinada com vermiculita como um dos substratos que proporcionam os melhores resultados a formação de raízes em estacas desta espécie. Assim como Valmorbidia e Lessa (2005), em estudo de estaquia de *Ginkgo biloba*, obtiveram até 80,55% de enraizamento na condição de areia como substrato.

Em estacas caulinares de cubiu (*Solanum sessiliflorum*), Pinto (2006) não encontrou diferença significativa entre os substratos vermiculita e areia para a formação de raízes das estacas, viabilizando estes dois substratos como meios eficientes ao enraizamento desta espécie. Portanto, a utilização da areia em algumas espécies é considerada um meio adequado ao enraizamento de estacas, além de ser de baixo custo.

Stankova e Panetsos (1997) relatam sobre o fato de que, as espécies apresentam períodos variáveis para indução de enraizamento. Em *Caesalpinia echinata* (pau-brasil), Endres et al. (2007) ao estudarem o enraizamento desta espécie, recomendaram que o tempo de permanência das estacas sob nebulização deve ser superior a 120 dias, visto que grande parte das estacas sobreviventes, não apresentaram calos ou raízes. Em estudos de enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp Ferreira et al. (2004) consideraram que 20 e 30 dias são os tempos mais indicados para o enraizamento dos clones estudados. Já em estacas de *Cestrum laevigatum* (coerana), Melo (2007) observou que com cinco dias após o estaqueamento já havia emissão de raízes adventícias.

Vale ressaltar, que todas as estacas que morreram (13.9%) no período final de avaliação (30 dias) apresentavam raízes. Pressupõe-se em relação a isso, que o fato de a maioria das estacas atingirem o máximo de enraizamento no período de 20 dias pode ter contribuído para a morte das estacas no decorrer do tempo.

Deste modo, maiores atenções devem ser dadas quanto ao tempo de permanência da estaca no ambiente de enraizamento, tempo este favorável até as estacas atingirem o processo de formação de raiz, uma vez que a partir deste processo a estaca necessitará de condições mais adequadas para que possa formar um sistema radicular vigoroso capaz de sustentar a planta. Além de considerar, que o substrato é um componente eficiente e capaz de promover melhorias e ganhos significativos na produção de mudas via estaquia.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados das médias para o percentual de estacas com calos (%ECC), estacas brotadas (%EB) e comprimento do broto (CB). Para essas variáveis houve diferença significativa devido à primeira avaliação.

**TABELA 3.** Percentagem de estacas com calos (%ECC), percentagem de estacas brotadas (%EB) e comprimento do broto (CB) nos diferentes tempos de avaliação (10, 15, 20, 25 e 30 dias).

**TABLE 3.** Percentage of cuttings with callus (%ECC), percentage of sprouting (%EB) and bud length (CB) at different times of evaluation (10, 15, 20, 25 and 30 days).

Tempo de Avaliação	Variáveis		
	%ECC	%EB	CB (cm)
10 dias	65.64 B	16.33 B	1.02 B
15 dias	78.96 A	34.33 A	1.15 A
20 dias	77.74 A	42.35 A	1.14 A
25 dias	76.05 A	41.53 A	1.16 A
30 dias	74.38 AB	40.32 A	1.19 A
<b>Médias</b>	<b>72.55</b>	<b>34.97</b>	<b>1.13</b>

D.M.S (Desvio Médio Significativo): %ECC= 9.18; %EB= 13.42; CB= 0.08. Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05). Dados transformados: %ECC e %EB - arcsen  $\sqrt{x/100}$ ; CB -  $\sqrt{x+1}$ .

Em relação à formação de calos nas estacas, observa-se que houve certo equilíbrio entre as condições internas e externas à estaca desde os primeiros dias após o estaqueamento, uma vez que já ocorre aos 10 dias um percentual considerável de estacas com calos, atingindo aos 15 dias o percentual máximo (78.96%), sem alteração significativa até a última avaliação.

Entretanto, é possível notar, que os calos não estavam presentes em todas as estacas de paricá, portanto, a formação dos mesmos não pode ser considerada um pré-requisito para a

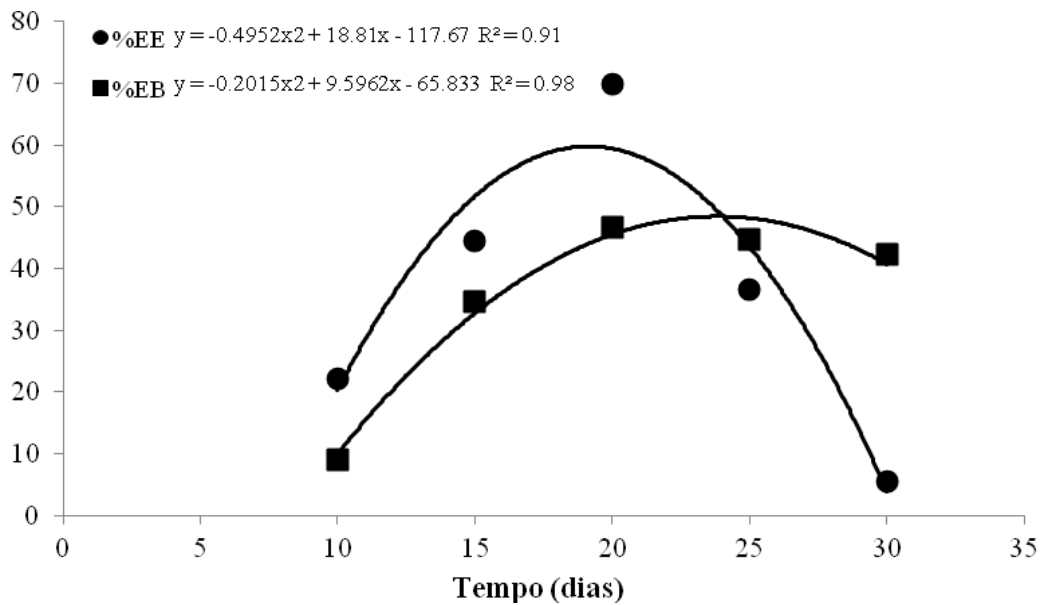
formação de raízes, ou seja, os primórdios radiculares originaram-se das regiões da estaca que não contêm calos.

Gomes et al. (2002), relatam que quando a estaca é submetida a condições adequadas e quando é feita aplicação de auxina, há um rápido acúmulo dessa substância na porção basal devido ao transporte polar, que faz com que após certo tempo a auxina acumulada nesse local produza em sua base um ativo crescimento celular de zonas parenquimáticas do floema e do córtex, denominado calo, que exerce forte pressão sobre o anel esclerenquimático, rompendo sua continuidade, sem entretanto, que isso assegure a formação de raízes, se não houver diferenciação em primórdio de raiz.

A rapidez na formação de calos muitas vezes determina o êxito do plantio de estacas em algumas espécies florestais, porém, nem sempre está relacionado com a formação de raízes, como no caso das espécies de difícil enraizamento onde a formação de raízes pode ocorrer sobre o calo, no entanto, a formação do mesmo não é um indício da formação dos primórdios radiculares, já que são processos fisiológicos independentes (HARTMANN et al., 2002).

Em estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata*), Endres et al. (2007) sugeriram que apesar do baixo enraizamento das estacas a potencialidade da formação de calos nas estacas, que se mostrou favorável mesmo na ausência do fitorregulador, pode ser indicativo de formação de raízes em longo prazo, que os autores indicam acima de 120 dias.

O desenvolvimento de brotação nas estacas teve um comportamento semelhante ao enraizamento. A evolução do enraizamento e da brotação nas estacas no decorrer do tempo teve um crescimento ascendente seguindo uma curva quadrática (Figura 3).



**FIGURA 3.** Evolução do percentual de estacas enraizadas (%EE) e percentagem de estacas brotadas (%EB) obtidas de mudas de paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* em função do tempo. Dados originais.

**FIGURE 3.** Evolution of the percentage of rooting (% EE) and percentage of sprouting (%EB) seedlings paricá - *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* a function of time. Original data.

No entanto, apesar de não haver incremento significativo no percentual de estacas brotadas a partir de 20 dias, o ponto máximo de estacas que emitiram brotações ocorreu aos 25 dias, com 57.2%, enquanto o percentual de enraizamento foi inferior a partir desse período, principalmente aos 30 dias onde ocorre o menor percentual de enraizamento, com alcance máximo de 61.00% de estacas enraizadas aos 19 dias, com posterior redução.

Provavelmente, como reflexo da maior formação de raízes nas primeiras avaliações, as estacas ao final do experimento passaram a desenvolver melhor as brotações, o que pode ser visto como um resultado positivo para o enraizamento das estacas, uma vez que as brotações durante o processo de enraizamento podem se constituir em drenos de fotoassimilados, que seriam utilizados no processo de indução e desenvolvimento de raízes, afetando negativamente o enraizamento de estacas.

Bettioli Neto et al., (2006), encontram resultados semelhantes a estes. Os autores sugeriram que a maior brotação ocorrente nas estacas não tratadas com a auxina pode estar ligado ao fato da aplicação exógena de AIB promover um desbalanceamento das substâncias presentes internamente nas estacas, promovendo assim um favorecimento ao enraizamento pelo suplemento de auxina, mas conseqüentemente, um desfavorecimento do crescimento das brotações.

Além do mais, conforme Fachinello, Hoffmann e Nachtigal (2005) a brotação também prejudica a absorção de água, justamente porque ainda não houve formação de raízes.

Quanto ao comprimento dos brotos, os resultados mostraram um baixo desenvolvimento da parte aérea, atingindo em média 1.13 centímetros de comprimento. Essa observação permite considerar que a permanência das estacas nos substratos por mais de 20 dias talvez tenha sido muito prolongado para o desenvolvimento tanto da raiz quanto da parte aérea, inclusive prejudicando as outras estacas a emitirem brotações, uma vez que as estacas não receberam nenhum tratamento nutricional ao longo do tempo, o que pode ter sido um fator importante ao baixo desenvolvimento da parte aérea, considerando que as reservas orgânicas presentes nas estacas foram assimiladas para produção de raízes.

Apesar de não ser pré-determinado um tempo de permanência das estacas no ambiente de enraizamento, que pode variar com a espécie, uma boa alternativa para a otimização da estaquia, é a possibilidade de redução desse tempo, que diminui os riscos de ocorrência de doenças ao longo do tempo decorrente das condições propícias do ambiente, o que pode ocasionar a morte da estaca, além de prejudicar no seu desenvolvimento. Wendling e Souza Junior (2003) destacam ainda, que a redução do tempo de permanência no ambiente de enraizamento pode reduzir o tempo de formação da muda no viveiro.

Xavier et al. (2003) destacam que o processo de enraizamento de estacas passa pela desdiferenciação das células, formação das raízes iniciais, desenvolvimento em primórdios de raiz reconhecíveis e finalmente crescimento e emergência radicular.

Entretanto, é importante assegurar as condições ideais para que a estaca possa estabelecer com eficiência a formação de uma muda completa, uma vez que o ambiente de enraizamento não é o local mais adequado para que a estaca possa continuar seu desenvolvimento, pois a partir do processo de formação de raiz, há maiores exigências para a estaca complementar seu desenvolvimento em diâmetro, altura, brotação, rusticidade e aspectos nutricionais.

### 3.4 CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos pode-se concluir que:

- a vermiculita em combinação com fibra de coco foram os substratos que proporcionam as melhores condições para a formação e desenvolvimento de raízes em estaca provenientes de mudas de paricá;

- o tempo ótimo para enraizamento e crescimento das estacas de paricá provenientes de mudas ocorre até 20 dias para os substratos que possuem vermiculita e fibra de coco em sua composição sendo necessário posteriormente oferecer melhores condições de nutrição para que haja desenvolvimento das estacas.

### REFERÊNCIAS

ALFENAS, A. C.; ZAUZA, E. A.; MAFIA, R. G.; ASSIS, T. F. **Clonagem e doenças do eucalipto**. Viçosa: UFV, 2004. 442p.

BETTIOL NETO, J. E.; PIO, R.; BUENO, S. C. S.; BASTOS, D. C; SCARPARE FILHO, J. A. Enraizamento de estacas dos portas enxertos Araticum-de-terra-fria (*Rollinia sp.*) a Araticum-mirim (*Rollinia emarginata* Schldtl.) para anonáceas. *Ciência agrotécnica*, Lavras-MG, v. 30, n. 6, p. 1077-1082, nov./dez. 2006. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v30n6/a05v30n6.pdf>> acesso 02 de setembro de 2011.

ENDRES, L. et al. Enraizamento de estacas de pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam) tratadas com ácido indol butírico e ácido naftalacético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 886-889, mai./jun., 2007.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C. **Propagação de plantas frutíferas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 221 p.

FACHINELLO, J. C.; HOFMANN, A. e NACHTIGAL, J. C. *et al.* **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas, UFPEL, 1995. 179 p.

FARIA, R. T. et al. **Cultivo de orquídeas**. Londrina: Mecenias, 2010. 208 p.

FERREIRA, E. M. et al. Determinação do tempo ótimo do enraizamento de miniestacas de clones de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.28, n.2, p. 183-187, 2004.



FRACARO, A. A.; PEREIRA, F. M. Distribuição do sistema radicular da goiabeira ‘Rica’ produzida a partir de estaquia herbácea. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1 p. 183-185, abr. 2004.

GOMES, G. A. C; et al. Propagação de espécies lenhosas. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 23, n. 216, p. 12-15. 2002.

GONÇALVES, J. L. M. e POGGIANI, F.; **Substratos para a Produção de Mudanças Florestais**. IV Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2004.

GRAÇA, M. E. C. et al. **Estaquia de Erva-mate**. Colombo: Embrapa Florestas CNPF. Circular Técnica, n. 18, 1988. 6p.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles e practices**. 7. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002. 880p.

HOFFMANN, A. et al. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/Faepe, 1996. 319 p.

KÄMPF, A. N. **Produção Comercial de Plantas Ornamentais**. 1 ed. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, p.155-158, 2000.

KÄMPF, A.N. et al. **Floricultura: técnicas de preparo de substratos**. Brasília: LK, 2006. 132 p.

MELO, L. A. **Estudo da propagação vegetativa e das alterações morfoanatômicas de plantas de *Cestrum laevigatum* – coerana – submetidas ao déficit hídrico e à hipoxia**. 2007. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2007.

MOTTA, E. P. Técnicas de jardinagem: uma parceria com a natureza. 1 ed. Guaíba: livraria editora Agropecuária, p. 56-58., 1995.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13. ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

PINTO, E. O. S. Germinação de sementes, enraizamento de estacas caulinares e cultivo in vitro de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal.). 2006. 51 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) Universidade Estadual Paulista, UNESP, Botucatu, 2006.

SILVA, F. V. C. et al. Propagação vegetativa de camu-camu por estaquia: efeito de fitorreguladores e substratos. **Revista Agroambiente On-line**, v. 3, n. 2, p. 92-98, jul./dez., 2009.

STANKOVA, T. e PANETSOS, K. Vegetative propagations of *Cupressus sempervirens* L. of cretan origin by softwood stem cuttings. **Silvae genetica**, Frankfurt, v.46, n.2-3, p.-137-144, jul. 1997.

TILLMANN, M. A. A. et al. Comparação entre diversos substratos no Enraizamento de estacas de cróton (*Codiaeum variegatum* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 51, n. 1, p. 17-20, jan/abr., 1994.

VALMORBIDA, J. e LESSA, A. O. Enraizamento de estacas de *Ginkgo biloba* tratadas com ácido 3-indolbutírico e ácido bórico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 514., 2005.

WENDLING, I.; SOUZA JÚNIOR, L. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. In: CONGRESSO SUL-AMERICANO DA ERVA-MATE, 3., 2003, Chapecó. **Anais...** Chapecó: EPAGRI, 2003. s. 3-1. Seção: conservação, melhoramento e multiplicação. Feira do Agronegócio da Erva-mate, 1., 2003.

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

XAVIER, A. et al. **Propagação vegetativa de cedro-rosa por miniestaquia**. Revista *Árvore*, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.139-143, 2003.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vimos que o enraizamento de estacas pode ser influenciado por diversos fatores, entre eles estão o uso de reguladores de crescimento na base das estacas, o material genético utilizado para produção das estacas e os substratos no qual essas estacas são plantadas. Estes fatores podem ser um diferencial para o processo de enraizamento de estacas em diversas espécies.

Diante do estudo desses fatores, este trabalho pode comprovar que para a espécie *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* dentre os produtos utilizados para o enraizamento das estacas, o ácido indol-butírico (AIB) em solução hidroalcoólica foi o mais efetivo no enraizamento e desenvolvimento de raízes nas estacas obtidas de mudas. Dentre essas soluções as concentrações entre 2.500 e 3.000 ppm são as mais indicadas para uso em estacas de paricá, por conferirem os maiores percentuais de enraizamento, maiores crescimento das raízes tanto em número médio quanto em comprimento, além de favorecerem as menores percentagens de mortalidade.

Identificou-se também quanto à avaliação de procedências para produção de material vegetativo, que houve uma relação positiva entre as três procedências utilizadas e as concentrações de AIB, existindo um comportamento diferencial com a aplicação de reguladores de crescimento entre as três procedências. Entretanto, a interação foi simples não comprometendo a recomendação da aplicação de AIB entre 2.500 e 3.000 ppm para melhor enraizamento das estacas, que mais uma vez teve efeito significativo no processo de formação de raízes em estacas de paricá.

Nesse intuito, ao fazer uso de concentrações entre 2.500 e 3.000 ppm de AIB em estacas provenientes de material genético que possua maior capacidade genética de enraizamento e plantadas em substratos constituídos com vermiculita e fibra de coco proporcionará maior sucesso no processo de produção de mudas vegetativamente. Portanto, estudos abrangendo um maior número de procedências é ainda uma necessidade, uma vez que essa característica pode conferir maiores informações sobre a variabilidade genética da espécie, no que se refere ao processo de produção vegetativa.

Considerando ainda, que o uso de concentrações de AIB, além de aumentar a taxa de enraizamento, também acelera o processo de formação de raízes, com melhorias significativas na qualidade do sistema radicular. O que foi comprovado no trabalho que determinou o substrato mais adequado ao enraizamento das estacas, destacando-se o uso da

vermiculita+fibra de coco, como os substratos que compõem as condições mais adequadas ao processo de formação e desenvolvimento de raízes em estacas de paricá. Nesse sentido, quando se fez uso da concentração 3.000 ppm de AIB e plantou as estacas neste substrato, além de ocorrer a maior taxa de enraizamento, acelerou o processo de iniciação e desenvolvimento radicular nas estacas.

Portanto, sugere-se que para o processo de estaquia de mudas de paricá, seja feito o uso de concentrações de AIB entre 2.500 e 3.000 ppm em estacas que possuam maior capacidade de enraizamento e plantadas em substratos com maior aeração e umidade, pois, haverá um melhor equilíbrio entre as condições inerentes a própria estaca e ao ambiente de propagação, e assim, maior competência destas estacas em desenvolverem raízes adventícias.

Entretanto, faz-se necessário, que para trabalhos futuros com o enraizamento de estacas de paricá seja feito o acompanhamento das estacas enraizadas após o plantio em campo, a fim de avaliar o vigor e o desenvolvimento das estacas, tanto do sistema radicular quanto da parte aérea, e assim comprovar a viabilidade do método da estaquia como uma alternativa de produção de mudas de paricá.