

Paulo de Tarso Barbosa Sampaio (\*)  
Rosana Cristina Pereira Parente (\*\*)  
Hiroshi Noda (\*)

## RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo o enraizamento de estacas de material juvenil (ramos laterais e terminais) de pau-rosa, através do uso das concentrações de 2000 ppm, 4000 ppm e 6000 ppm de ácido indol-3-butírico (AIB) na forma líquida. As condições de enraizamento as estacas foram oferecidas mediante o uso de nebulização intermitente, regulada em 20 segundos para aspersões com intervalos de 20 minutos. O substrato utilizado foi terraço + areia, na proporção de 4:1. Semanalmente foram feitas aplicações de fertilizante foliar. Aos 210 dias do plantio, as estacas foram retiradas do substrato e avaliados os seguintes parâmetros: porcentagem de enraizamento, porcentagem de sobrevivência, tamanho das raízes e Peso da matéria fresca das raízes. Os resultados obtidos mostram que a emissão de raízes das estacas de material juvenil, possivelmente depende do uso do ácido indol-3-butírico (AIB).

## INTRODUÇÃO

O Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) é uma essência florestal nativa da Amazônia que possui todas as partes aromáticas e fornece um óleo constituído em grande parte de linalol, produto usado na indústria de perfumes finos, como fixador. Este fato tem sido responsável pela intensa exploração seletiva da espécie ocasionando desaparecimento nas áreas de fácil acesso, uma vez que não há, ainda, uma consciência preservacionista da essência, embora recomendada e exigida por lei.

A imediata necessidade da implantação de extensos plantios de pau-rosa para atender a demanda do mercado consumidor e garantir sua sobrevivência, tem seu fator limitante na obtenção de sementes viáveis para produção de mudas. Portanto, o uso da propagação vegetativa por estaquia, torna-se uma alternativa viável do ponto de vista genético, por que representa uma garantia de que as futuras árvores conservarão as mesmas ca-

(\*) Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Manaus - AM.

(\*\*) Fundação Universidade do Amazonas (FUA), Manaus - AM.

racterísticas do material de origem.

Este tipo de propagação é de fundamental importância em florestas heterogêneas com reduzida frequência por espécie, baixa produção de sementes/árvores e irregularidade na frutificação, onde as sementes produzidas são pouco viáveis, com grande possibilidade de serem auto-fertilizadas, aliada a difícil e onerosa operação de coleta das mesmas.

O enraizamento de estacas a partir do material rejuvenescido da rebrota de toças, está intimamente relacionado com fatores fisiológicos da planta e ao meio ambiente oferecido às estacas durante o processo de enraizamento. Portanto, deve-se escolher matrizes sãs, vigorosas e que não apresentem deficiências minerais, para obtenção de resultados satisfatórios (Hartmann & Kester, 1975).

A maior parte das essências florestais têm mostrado um decréscimo na capacidade da emissão de raízes com o aumento da idade da árvore. Exemplos característicos do efeito juvenil são encontrados no *Eucalyptus grandis* e no *Eucalyptus deglupta*. O *E. grandis* perde sua habilidade para enraizamento a partir de 60 cm de altura, devido ao aumento de inibidores de enraizamento, presentes endogenamente. O *E. deglupta* tem boa habilidade para o enraizamento até um ano de idade (Gonçalves, 1981; Bruno et al., 1981).

As pesquisas de propagação vegetativa por estaquia mostram que estacas de material rejuvenescido de muitas espécies florestais, emitem vigoroso sistema radicular (Kanashiro, 1982; Vastano & Barbosa, 1983; Fonseca et al., 1984) enquanto que estacas de material adulto enraizam em número reduzido ou não chegam a desenvolver raízes (Kanashiro, 1982; Silva, 1984).

As auxinas podem ser sintetizadas em regiões de crescimento ativo na planta, como no meristema apical e gemas axilares ou elaboradas em laboratório. Estas substâncias levam ao crescimento por um efeito no alongamento celular, acelerando a formação de raízes e uniformizando o processo de enraizamento (Kramer & Kozłowski, 1972; Ferri, 1978).

As principais auxinas sintéticas produzidas em laboratório são: ácido indol-butírico (AIB), ácido naftalenoacético (ANA), ácido 2,4-diclorofenoxiacético (2,4 - D), ácido 2,4,5-triclorofenoxiacético (2,4,5-T) que podem ser encontrados comercialmente sob a forma líquida (diluída ou concentrada), em pasta e em forma de pó. A concentração, para aplicação nas estacas varia conforme o tipo de estacas e, de acordo com a espécie (Hartmann & Kester, 1975).

Vários autores chegaram a conclusão de que o AIB, é o mais indicado para uso prático, por sua baixa mobilidade e maior estabilidade química no corpo da estaca (Audus, 1963; Iritani, 1981 e Kanashiro, 1982).

Diversos fatores ambientais podem influenciar na capacidade de enraizamento das estacas, tais como: temperatura, umidade, luz e substrato.

A presença de folhas nas estacas é um grande estímulo para o enraizamento. Contudo, estas podem reduzir o teor de água nas estacas e provocar até a morte das mesmas, antes que enraizem. Portanto, o ambiente de enraizamento deve apresentar alta umidade relativa do ar, favorecendo a redução de temperatura do ar e a taxa de transpiração (Hartmann & Kester, 1975).

A intensidade luminosa também deve ser regulada de acordo com a espécie, a fim de

que o suprimento de carboidratos elaborados através da fotossíntese, seja suficiente para o início do processo de enraizamento e sobrevivência das estacas com folhas (Gonçalves, 1981).

O substrato a ser utilizado deve proporcionar boa retenção e drenagem de água, evitando a proliferação de microorganismos indesejáveis. A temperatura para favorecer a respiração e acelerar o enraizamento também deve ficar em volta de 22 a 28°C (Silva, 1985).

O presente trabalho teve como objetivo verificar a capacidade de enraizamento de estacas de *Aniba rosaeodora* Ducke, quando submetidas a tratamento com ácido indol-3-butírico, em condições ambientais favoráveis, usando-se material vegetativo com folhas.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local e época de coleta das estacas**

Em novembro/85, na Reserva Florestal Ducke, do INPA localizada no km 26 da rodovia AM 010, foram coletados ramos laterais e terminais da rebrota do fuste de uma árvore adulta. Os brotos, no momento da coleta, estavam com altura média de 1,5 m e, com 18 meses de idade.

### **Métodos de coleta e tipos de estacas**

Os brotos foram coletados nas primeiras horas da manhã, utilizando-se facões e tesouras de poda. Imediatamente, após a coleta, os mesmos foram acondicionados em caixas de isopor e levados para o viveiro de enraizamento, onde foram modeladas as estacas na forma definitiva.

Devido a grande dificuldade em se padronizar um só tipo de estacas, dois tipos foram utilizados: estacas com um ramo lateral com um par de meias-folhas e estacas sem ramo lateral com um par de meias-folhas.

Na elaboração dos dois tipos de estacas, efetuou-se um corte transversal no ápice das mesmas e um corte em forma de bixel na parte inferior. O comprimento das estacas ficou entre 13 a 17 cm, com diâmetro de 0.5 a 1.5 cm. Para prevenir o ressecamento e o possível lesionamento foi deixado 3 cm acima das gemas, das estacas.

### **Condições ambientais do enraizamento**

Os experimentos foram instalados no viveiro de enraizamento pertencente à EMBRAPA/UEPAE de Manaus, dotado de nebulização intermitente, regulada para 20 segundos com intervalos de 20 minutos. A cobertura e parte das laterais do viveiro eram protegidas por tela SARAM com 60% de proteção contra os raios solares.

O substrato utilizado foi terriço + areia média de construção, na proporção de 4:1. As estacas foram plantadas em sacos propagadores transparentes, com capacidade para 2kg de substrato, contendo 24 furos com diâmetro de 4 mm, até a altura de 1/3 do tamanho do saco.

### **Tratamento das estacas**

A auxina usada neste experimento foi o ácido indol-3-butírico (AIB), sob forma líquida, nas concentrações de 2000, 4000 e 6000 ppm. O tratamento se fez através de imersão da base das estacas nas soluções de AIB durante 5 segundos.

Para suprir as deficiências minerais das estacas, de 8 em 8 dias foram realizadas nebulizações com adubo foliar mais adesivo foliar, e uma vez por mês, foram efetuadas nebulizações com fungicida.

O plantio das estacas foi em 19.11.85 e a retirada das mesmas do substrato em 26.06.86. Portanto, o período de observação foi de 210 (duzentos e dez) dias.

### **Variáveis analisadas**

Após o período de contagem das observações, foram analisadas as seguintes variáveis:

- Porcentagem de Enraizamento (PE). Foi calculado a partir do número de estacas que emitiram raízes na repetição, e o número total de estacas da repetição, multiplicados por 100. Foi considerada enraizada, aquela estaca que emitiu uma ou mais raízes diferenciadas.

- Porcentagem de Sobrevivência (PS). Corresponde à relação entre o número de estacas vivas, em condições fisiológicas normais (enraizadas ou não) e o número total de estacas, multiplicado por 100.

- Tamanho das raízes (TR). Foi obtido através do total do tamanho das raízes em uma determinada repetição, dividido pelo número de estacas enraizadas.

- Peso da matéria fresca das raízes (PMFD). Foi obtido através do peso total das raízes em uma determinada repetição, dividido pelo número de estacas enraizadas.

### **Procedimento estatístico**

O experimento, em esquema fatorial, seguiu um delineamento inteiramente ao acaso com 23 repetições por tratamento para as estacas de ramos laterais e 42 repetições por tratamento para as estacas de ramos terminais. Para a análise das observações das variáveis peso da matéria fresca das raízes e tamanho das raízes, utilizou-se o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij}(K) = m + R_i + D_j + R \times D_{ij} + \Sigma_{ij}(K)$$

Onde:  $Y_{ij}(K)$  = efeito da  $ijk$ -ésima observação

$m$  = média geral

$R_i$  = efeito do  $i$ -ésimo ramo

$D_j$  = efeito da  $j$ -ésima dosagem

$R \times D_{ij}$  = efeito da interação do  $i$ -ésimo ramo com a  $j$ -ésima dosagem

$\Sigma_{ij}(K) \sim N(\phi, \alpha^2)$  = erro experimental associado à  $ijk$  ésimas observação.

Para as variáveis, Porcentagem de Enraizamento e Porcentagem de Sobrevivência, utilizou-se o teste binomial.

Hipóteses testadas:

$$H : P = 1/2$$

$$H_a : P \neq 1/2$$

$$\text{O teste estatístico foi: } B^* = [B - E_0(B)] / [\sqrt{V_0(b)}]$$

rejeitamos  $H_0$  se  $B^* \leq -z(\alpha/2)$  ou  $B^* \geq z(\alpha/2)$ .

## RESULTADOS

### Porcentagem de Enraizamento

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram que os ramos laterais apresentaram maior média de enraizamento em relação aos ramos terminais. Com respeito as dosagens de AIB, observa-se uma tendência de crescimento das médias de enraizamento até a dosagem de 4000 ppm, mantendo-se estável na dosagem de 6000 ppm.

As informações obtidas através das análises dos dados pelo teste binomial sugerem que existe uma forte tendência de que mais de 50% das estacas de ramos laterais e terminais enraizaram ao nível de 1 a 5% de probabilidade.

**Tabela 1.** Porcentagem de Enraizamento das estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaedora* Ducke), em função de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico, material juvenil.

Tipos de Dosagem	Dosagem				Média
	Test	2000	4000	6000	
R. Terminais	48,78	58,54	60,97	60,97	57,32
R. Laterais	71,43	66,67	80,95	80,85	74,98
<b>Médias</b>	60,11	62,61	70,96	70,91	66,15

### Porcentagem de Sobrevivência

Observa-se pela Tabela 2 que o percentual médio de sobrevivência das estacas dos ramos laterais é superior aos dos ramos terminais, e a média de sobrevivência tende aumentar com a aplicação da dosagem de 2000 ppm, mantendo-se estável nas dosagem restantes.

As informações obtidas através das análises dos dados pelo teste binomial sugerem que existe uma forte tendência de que mais de 50% das estacas de ramos laterais e terminais estavam vivas no momento da coleta dos dados, ao nível de 1 a 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Porcentagem de Sobrevivência, das estacas de Pau-rosa (*Aniba roseodora* Ducke), em função de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico.

Tipos de Dosagem	Dosagem				Média
	Test	2000	4000	6000	
R. Terminais	85,36	85,36	87,80	87,80	86,58
R. Laterais	85,71	100,00	100,00	100,00	96,43
<b>Médias</b>	85,54	92,68	93,90	93,90	91,50

**Tamanho das raízes e Peso da matéria fresca das raízes**

As Tabelas 3 e 4, mostram que a análise da variância não detectou contrastes significativos entre os tratamentos, pelo teste de F.

**Tabela 3.** Resultados da ANOVA dos dados das estacas de material juvenil de pau-rosa, referentes ao tamanho das raízes, em função de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Ramos	1	0,0280	0,0280	0,0015
Dosagem	3	42,2991	14,0994	0,7515
R x D	3	20,6174	6,8725	0,3663
Tratamento	7	62,9435	8,9919	0,4793
Resíduo	140	2626,4708	18,7605	
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>2689,4143</b>		

Observa-se que o F calculado relativo as fontes de variação, não são significativos, se comparados com os valores de F tabelado a nível de 5% de significância.

**Tabela 4.** Resultados da ANOVA dos dados das estacas de material juvenil de pau-rosa, referentes ao peso da matéria fresca das raízes, em função de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico.

C. V.	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Ramos	1	0,5103	0,5103	1,0260
Dosagem	3	0,6697	0,2232	0,4488
R x D	3	2,4693	0,8231	1,6549
Tratamento	7	3,6492	0,5213	1,0481
Resíduo	140	69,6321	0,4974	
<b>Total</b>	<b>147</b>	<b>73,2814</b>		

### Teor de carboidrato

Para o cálculo de pentosanas, celulose e lignina foram coletadas estacas de material juvenil (ramos laterais e terminais).

A lignina das duas amostras foi calculada segundo as normas da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel, M 10/71.

As pentosanas foram calculadas pelo método brometo-bromato, segundo Browning, 1967.

A determinação da quantidade de celulose foi realizada pelo processo de Kuerschner, de acordo com Halward & Sanches (1975).

**Tabela 5.** Teor de carboidratos nos ramos juvenis e adultos de pau rosa (*Aniba roseodora* Ducke).

Amostras	Pentosanas %	Celulose Bruta %	Celulose Corrigida %	Lignina %
MATERIAL JUVENIAL				
Ramos Terminais	12,98	37,52	34,64	38,17
Ramos Laterais	14,21	46,80	44,08	31,27
MATERIAL ADULTO				
Galhos com Anelamento	13,19	37,32	33,74	40,49

### DISCUSSÃO

#### Porcentagem de Enraizamento

Sabe-se que existe grande diferença na capacidade de emissão de raízes entre ramos laterais e terminais (Hartmann & Kester, 1975). A Tabela 5 mostra que os maiores teores de carboidratos das estacas de ramos laterais podem ter ocasionado a maior porcentagem de enraizamento, em relação as estacas de ramos terminais. Resultados semelhantes foram observados por Cid *et al.* (1981) trabalhando com estacas basais de *Pueraria phaseoloides*.

A aplicação do ácido indol-3-butírico em três diferentes concentrações, pode ter contribuído para o aumento da porcentagem de enraizamento, independentemente do tipo de estacas (Tabela 1). Observa-se ainda, que os dois tipos de estacas, sem nenhum tratamento enraizaram ao nível médio de 85,54%. Resultados parcialmente semelhantes foram observados por Kamashiro (1982), Galvão (1981) e Corrêa (1981).

#### Porcentagem de Sobrevivência

Umidade e proteção contra a incidência direta dos raios solares, sobre a superfície das folhas das estacas antes da emissão do sistema radicular, são fatores importantes para a sobrevivência das mesmas. Sabe-se que estacas de pau-rosa sem folhas não

emitem raízes (Sampaio, 1987). Por isso, supõe-se que o uso do sistema de nebulização intermitente juntamente com a tela SARAM com 70% de proteção contra os raios solares, tenham sido eficientes para a manutenção das folhas nas estacas, evitando a desidratação e a morte das mesmas.

O maior teor de carboidrato dos ramos laterais (Tabela 5) possivelmente favoreceu o alto índice de sobrevivência deste tipo de estacas em relação as de ramos terminais. Gonçalves (1981) ressalta a importância do estado nutricional do material a ser propagado vegetativamente para a viabilização do enraizamento das estacas.

Nota-se que a aplicação do ácido indol-3-butírico em três diferentes concentrações, possivelmente, favoreceu a sobrevivência das estacas dos tipos de ramos (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Silva (1984).

#### **Tamanho e peso da matéria fresca do sistema radicular**

O desenvolvimento satisfatório do sistema radicular de estacas está relacionado com as características físicas e químicas do substrato e o teor de auxinas endógenas das mesmas (Hartmann & Kester, 1975).

O substrato utilizado neste estudo, apresentou problemas por excesso de umidade nos quatro meses em que o experimento ficou sob nebulização intermitente. Este fato provavelmente influenciou negativamente no crescimento das raízes, já que o excesso de água no substrato provocou a falta de aeração e conseqüentemente o apodrecimento do sistema radicular de várias estacas, o que possivelmente, mascarou o efeito benéfico da aplicação do AIB, para a estimulação do crescimento das raízes das estacas de pau-rosa. Diversos trabalhos destacam a importância das características físicas do substrato no desenvolvimento do sistema radicular (Iritane, 1981; Galvão, 1981).

#### **CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados obtidos concluiu-se que:

- a) O processo de enraizamento das estacas de pau-rosa, possivelmente independe da aplicação de auxinas exógenas;
- b) O material rejuvenescido obtido de rebrota de toças de árvores adultas, apresentou bons resultados no que se refere a porcentagem de enraizamento e sobrevivência das estacas;
- c) Os ramos laterais apresentaram-se como excelentes fontes para propagar vegetativamente o pau-rosa através de estaquia.

#### **SUMMARY**

*The objective of this study was the propagation of pau-rosa (Rose wood - *Aniba roseodora* Ducke from cuttings of juvenile material (lateral and terminal branches) treated*

with indole-3-butyric acid, a rooting hormone.

Cuttings were rooted under intermittent misting (20 sec. misting every 20min.) and were treated weekly with foliar fertilizer. At 210 days cuttings were removed and the following parameters were evaluated: Fresh weight of roots, size of roots, percentage survival and percentage rooting. Results indicated that the rooting of juvenile material is possibly independent of the use of indole-3-butyric acid.

#### Referências bibliográficas

- Alencar, J. C. & Fernandes, N. P. - 1978. Desenvolvimento de árvores nativas em ensaios de espécies 1, pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans). *Acta Amazonica*, 8(4):523-541.
- Audus, L. J. - 1963. **Plant Growth Substance**. 2. ed. New York, Intercience.
- Browing, B. L. - 1967. **Methods of wood chemistry**. New York, Intercience Publishers.
- Bruno, A.; Brandi, R. M.; Barros, N. F. - 1977. Enraizamento de estacas provenientes de mudas de *Eucalyptus grandis* Maiden e Hook. *Ceres*, 24(134):342-345.
- Cid, L. P. B.; Fialho, J. F.; Neves, M. A. - 1981. Influência de diferentes concentrações de ácido 3-indolacético mais boro, teores de carboidratos e nitrogênio, no enraizamento de estacas de *Pueraria phaseoloides*. *Pesquisa Agropec. Bras. Brasília*, 16(5):623-626.
- Corrêa, M. P. F. - 1981. Propagação Vegetativa do Guaranazeiro *Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart). Ducke. EMBRAPA-UEPAAE, Manaus (AM) 4 p. [Pesquisa em andamento, 23].
- Ferri, M. G. - 1978. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, E. P. V.: EDUSP.
- Fonseca, C. E. L.; Corrêa, M. P. F.; Sperândio, J. P.; Canto, A. C. - 1984. Propagação Vegetativa de Jacarandá-da-Bahia (*Dalbergia nigra* Fr. All.) através de estaquia. EMBRAPA-UEPAAE. Manaus 2 p. [Pesquisa em andamento, 51].
- Galvão, E. V. P. - 1981. **Efeito do ácido indol-butírico em diferentes substratos no enraizamento de estacas de caule de maniçoba (*Manihot glaziovii* Muell. Arg.)**. Dissertação de Mestrado. Fortaleza - CE.
- Gonçalves, A. N. - 1981. Aspectos Fisiológicos da Multiplicação Vegetativa. In: **Seminário sobre multiplicação vegetativa. Situação atual e perspectiva**. Brasília (DF). ESALQ/USP - SP. [Mimeografado].
- Halward, A. & Sanches, C. - 1975. **Métodos de ensaios nas indústrias de Celulose e Papel**. São Paulo, Ed. Brusco.
- Hartmann, H. T. & Kester, D. E. - 1975. **Propagacion de plantas: principios e practicas**. México, Continental. 693 p.
- Iritani, G. - 1981. **Ação de reguladores de crescimentos na propagação por estaquia de *Ilex paraguariense* Saint Hilaire e *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze**. Dissertação de Mestrado, Curitiba - PR. 163 p.
- Kanashiro, M. - 1982. Propagação vegetativa de *Cordia goeldiana* Huber. EMBRAPA/CPATU. (PA). Comunicação técnica, 35:1-4.
- Kramer, P. J. & Kozlowsk, T. - 1972. **Fisiologia das árvores**. Lisboa, Fund. Calouste Gulbenkian.

- Sampaio, P. T. B. - 1987. **Propagação Vegetativa do Pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) pelo método de estaquia.** Dissertação de Mestrado. Manaus (AM). INPA/FUA.
- Silva, I. C. - 1984. **Propagação Vegetativa de *Ocotea puberula* Nees e *Ocotea pretiosa* Benth e Hook. pelo método da estaquia.** Dissertação de Mestrado, Curitiba - PR.
- - 1985. **Propagação Vegetativa. Aspectos Morfo-fisiológicos.** Belém-PA- CEPLAC. **Boletim Técnico, 4.**
- Vastano, B. & Barbosa, A. P. - 1983. **Propagação Vegetativa do Piquiá (*Caryocar villosum* Pers.), por estaquia.** *Acta Amazonica*, 13(1):143-148.

(Aceito para publicação em 13.04.1989)