

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE TRÊS ESPÉCIES AMAZÔNICAS: PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke), COPAÍBA (*Copaifera multijuga* Hayne) E BREU (*Protium apiculatum* Swartz).

ANDRÉ LUIZ DE MENEZES

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS AGRÁRIAS, área de concentração em CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS.

MANAUS-AM
2006

**INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS – UFAM**

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DE TRÊS ESPÉCIES AMAZÔNICAS: PAU-
ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke), COPAÍBA (*Copaifera multijuga* Hayne) E
BREU (*Protium apiculatum* Swartz).**

ANDRE LUIZ DE MENEZES

ORIENTADOR: PAULO DE TARSO BARBOSA SAMPAIO

FONTE FINANCIADORA: CAPES

Dissertação apresentada ao Programa Integrado de Pós-Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais do convênio INPA/UFAM, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS AGRÁRIAS, área de concentração em CIÊNCIAS DE FLORESTAS TROPICAIS.

MANAUS-AM
2006

Agradecimentos

A minha mãe Galeandra

A Rejane Freitas

Ao Programa de Pós -Graduação em Biologia Tropical e Recursos Naturais-INPA/UFAM

A coordenação do curso de Ciências de Florestas Tropicais

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado

Ao Doutor Paulo de Tarso Barbosa Sampaio pela orientação

Aos professores do curso de Ciências de Florestas Tropicais

Aos Alunos do Curso de Mestrado do CFT da turma de 2004: Ralph, Daniel, Daniela Pauletto, Dalva, Patrícia Nazário, Raquel, André Levy, Francisco, Luiz Alberto, Auxiliadora, Renata e Cristina.

Aos alunos da turma de 2003 e 2005.

A secretaria do curso do CFT

A Coordenação de Pesquisas de Silvicultura Tropical

SUMÁRIO

| | |
|--|-----|
| Lista de Tabelas | vii |
| Lista de Figuras | ix |
| Resumo | 10 |
| Abstract..... | 12 |
| INTRODUÇÃO GERAL | 14 |
| CAPÍTULO 1- PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO PAU-ROSA (<i>Aniba rosaeodora</i> DUCKE) ATRAVÉS DA ESTAQUIA E MINIESTAQUIA. | 16 |
| 1. Revisão Bibliográfica | 16 |
| 1.1.1 Descrição botânica..... | 16 |
| 1.1.2 Distribuição geográfica..... | 16 |
| 1.1.3 Utilização e exploração do pau-rosa..... | 17 |
| 1.1.4 Problemas na produção de mudas de pau-rosa..... | 19 |
| 1.1.5 Propagação do pau-rosa..... | 19 |
| 1.1.6 Fatores que afetam o enraizamento de estacas | 20 |
| 1.1.7 Estaquia | 20 |
| 1.1.8 Utilização de substratos no enraizamento de estacas | 20 |
| 1.1.9 Uso de auxinas..... | 22 |
| 1.2.0 Juvenildade dos propágulos..... | 22 |
| 1.2.1 Rejuvenescimento de matrizes | 24 |
| 1.2.2 Uso da miniestaquia na propagação vegetativa..... | 25 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS..... | 27 |
| 2.1 Local dos experimentos | 27 |
| 2.2 Preparo das estacas | 27 |
| 2.3 Viveiro de enraizamento..... | 28 |
| 3. EXPERIMENTO 1: ESTAQUIA DE MATERIAL JUVENIL DE PAU-ROSA (<i>Aniba rosaeodora</i>) | 28 |
| 3.1 Delineamento experimental..... | 28 |
| 3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 3.2.1 Porcentagem de sobrevivência de estacas de pau-rosa..... | 29 |
| 3.2.2 Porcentagem de enraizamento de estacas de pau-rosa | 30 |
| 3.2.3 Número de raízes formadas por estaca. | 31 |
| 3.2.4 Comprimento médio de raízes de estacas de pau-rosa. | 32 |
| 3.2.5 Porcentagem de brotação em estacas..... | 33 |
| 3.2.6 Comprimento médio das brotações de estacas de pau-rosa..... | 34 |
| 3.2.7 Porcentagem de calos em estacas de pau-rosa..... | 35 |
| 3.2.8 Porcentagem de retenção foliar em estacas de pau-rosa..... | 36 |
| 3.3 CONCLUSÕES | 40 |
| 4. EXPERIMENTO 2 : ESTAQUIA DE MATERIAL ADULTO DE PAU-ROSA (<i>Aniba rosaeodora</i> Ducke). | 41 |
| 4.1 Delineamento experimental..... | 41 |
| 4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 41 |
| 4.2.1 Porcentagem de Sobrevivência das estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>)..... | 41 |
| 4.2.2 Porcentagem de enraizamento de estacas de pau-rosa | 42 |

| | | |
|---|---|----|
| 4.2.3 | Número médio de raízes por estaca..... | 43 |
| 4.2.4 | Porcentagem de formação de calos. | 44 |
| 4.2.5 | Porcentagem de retenção foliar em estacas de pau -rosa..... | 45 |
| 4.3 | CONCLUSÕES | 49 |
| 5. | EXPERIMENTO 3: EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB SOBRE MINIESTACAS DE PAU-ROSA (<i>Aniba rosaeodora</i>). | 50 |
| 5.1.0 | Preparo das minicepas | 50 |
| 5.1.1 | Nutrição mineral das minicepas | 50 |
| 5.1.2 | Delineamento experimental | 51 |
| 5.2 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 51 |
| 5.2.1 | Porcentagem de sobrevivência | 52 |
| 5.2.2 | Porcentagem de enraizamento | 53 |
| 5.2.3 | Número médio de raízes por miniestaca..... | 53 |
| 5.2.4 | Comprimento médio de raízes..... | 54 |
| 5.2.5 | Comprimento da maior raiz..... | 54 |
| 5.2.6 | Porcentagem de formação de calos | 54 |
| 5.2.7 | Porcentagem de retenção foliar | 55 |
| 5.3 | CONCLUSÕES | 57 |
| CAPÍTULO 2– PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO BREU-VERMELHO (<i>Protium apiculatum</i> Swartz) ATRAVÉS DA ESTAQUIA | | 58 |
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 58 |
| 1.2. | Caracterização botânica breu vermelho (<i>Protium apiculatum</i> Swartz)..... | 59 |
| 1.3. | Propagação vegetativa de espécie relacionada | 60 |
| 2. | MATERIAL E MÉTODOS..... | 60 |
| 2.1. | Estaquia de breu vermelho (<i>Protium apiculatum</i>)..... | 60 |
| 2.2. | Preparo das estacas | 61 |
| 2.3. | Delineamento experimental..... | 61 |
| 3. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 62 |
| 3.1 | Porcentagem de sobrevivência | 63 |
| 3.2 | Porcentagem de enraizamento | 63 |
| 3.3 | Número de raízes por estaca..... | 63 |
| 3.4 | Comprimento médio das raízes | 64 |
| 3.5 | Comprimento médio da maior raiz..... | 64 |
| 3.6 | Porcentagem de brotação..... | 65 |
| 3.7 | Porcentagem de retenção foliar | 65 |
| 4. | CONCLUSÕES | 67 |
| CAPÍTULO 3– PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA COPAÍBA (<i>Copaifera multijuga</i> Hayne) ATRAVÉS DA ESTAQUIA | | 68 |
| 1. | INTRODUÇÃO..... | 68 |
| 1.2. | Descrição botânica da copaíba (<i>Copaifera multijuga</i> Hayne)..... | 68 |
| 1.3. | Propagação vegetativa de espécie relacionada | 69 |
| 2. | MATERIAIS E MÉTODOS..... | 69 |
| 2.1 | Estaquia de copaíba (<i>Copaifera multijuga</i>)..... | 69 |
| 2.2 | Preparo das estacas | 69 |
| 2.3 | Delineamento experimental..... | 70 |
| 3. | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 71 |

| | |
|--|----|
| 3.1 Porcentagem de sobrevivência | 72 |
| 3.2 Porcentagem de estacas enraizadas | 72 |
| 3.3 Número médio de raízes/estaca | 72 |
| 3.4 Comprimento médio de raízes | 73 |
| 3.5 Comprimento médio da maior raiz/estaca | 73 |
| 3.6 Porcentagem de brotação | 74 |
| 3.7 Porcentagem de retenção foliar | 74 |
| 4. CONCLUSÕES | 76 |
| BIBLIOGRAFIA | 77 |

Lista de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de sobrevivência de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 30 |
| Tabela 2. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) enraizadas, submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 31 |
| Tabela 3. Análise de variância e comparação das médias do número de raízes formadas por estaca de estaca de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 32 |
| Tabela 4. Análise de variância e comparação das médias do comprimento médio de raízes de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 33 |
| Tabela 5. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de brotação em estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB. | 34 |
| Tabela 6. Análise de variância e comparação das médias de altura das brotações de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 35 |
| Tabela 7. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de formação de calos em estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 36 |
| Tabela 8. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de retenção foliar em estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 37 |
| Tabela 9. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de sobrevivência de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 42 |
| Tabela 10. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de enraizamento de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 43 |
| Tabela 11. Análise de variância e comparação das médias do número de raízes por estaca de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB. | 44 |
| Tabela 12. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de formação de calos em estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB. | 45 |
| Tabela 13. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de retenção foliar de estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) submetidas a tratamento com substrato e AIB..... | 46 |
| Tabela 14. Análise de variância da porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, média de raízes por miniestaca, comprimento médio das raízes, comprimento da maior raiz, porcentagem de estacas com formação de calos e porcentagem de foliar em miniestacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) aos 90 dias. | 51 |
| Tabela 15. Análise de variância do , comprimento da maior raiz, porcentagem de estacas com formação de calos e porcentagem de retenção foliar em miniestacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) aos 90 dias..... | 52 |
| Tabela 16. Comparação de médias de porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, média de raízes por miniestaca, comprimento médio das raízes, comprimento da maior raiz, porcentagem de estacas com formação de calos e porcentagem de retenção foliar em miniestacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) aos 90 dias. | 52 |
| Tabela 17. Análise de variância da porcentagem de sobrevivência, porcentual de estacas enraizadas, média de raízes/estaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz/estaca, porcentual de brotação e porcentagem de retenção foliar de estacas de breu (<i>Protium apicullatum</i>) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias. | 62 |
| Tabela 18. Análise de variância do comprimento médio da maior raiz/estaca, porcentual de brotação e porcentagem de retenção foliar de estacas de breu (<i>Protium apicullatum</i>) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias. | 62 |

| | |
|---|----|
| Tabela 19. Média da porcentagem de sobrevivência, porcentagem de estacas enraizadas, média de raízes/estaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz/estaca, porcentagem de brotação e porcentagem de retenção foliar de estacas de breu (<i>Protium apicullatum</i>) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias. | 62 |
| Tabela 20. Análise de variância do percentual de sobrevivência, percentual de estacas enraizadas, número médio de raízes/estaca, comprimento médio de raízes de estacas de copaíba (<i>Copaifera multijuga</i>) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias. | 71 |
| Tabela 21. Análise de variância do comprimento médio da maior raiz/estaca, percentual de brotação e percentual de retenção foliar de estacas de copaíba (<i>Copaifera multijuga</i>) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias. | 71 |
| Tabela 22. Médias de percentual de sobrevivência, percentual de estacas enraizadas, média de raízes/estaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz/estaca, percentual de brotação e percentual de retenção foliar de estacas de copaíba (<i>Copaifera multijuga</i>) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias..... | 71 |

Lista de figuras

| | |
|--|----|
| Figuras de 1 a 4. Estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) obtidas de mudas sob substrato 2 (Areia + Plantmax®) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias..... | 38 |
| Figuras de 5 a 8. Estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) obtidas de mudas sob substrato 1 (Vermiculita + Casca de arroz carbonizada) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias. . | 39 |
| Figuras de 9 a 12. Estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) obtidas de mudas sob substrato 2 (Areia + Plantmax®) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias. | 47 |
| Figuras de 13 a 16. Estacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) obtidas de arvores sob substrato 1 (Vermiculita + Casca de arroz carbonizada) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias. . | 48 |
| Figuras 17 a 21. Miniestacas de pau-rosa (<i>Aniba rosaeodora</i>) em diferentes concentrações de AIB aos 90 dias. | 56 |
| Figuras de 22 a 26. Estacas de breu (<i>Protium apiculatum</i>) obtidas de plântulas em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias. | 66 |
| Figuras de 27 a 31. Estacas de copaíba (<i>Copaifera multijuga</i>) obtidas de plântulas em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias. | 75 |

Resumo

A crescente utilização de matéria prima obtida de plantas da floresta Amazônica para fabricação de cosméticos e medicamentos, fez com que houvesse um elevado interesse por essas plantas. O estabelecimento de plantios com essas espécies visando o uso sustentável de seus produtos se faz necessário para atender a crescente demanda futura por matéria-prima como forma alternativa ao uso da terra na região Amazônica. Para que seja possível estabelecer plantio dessas espécies são necessárias pesquisas sobre os métodos de propagação dessas espécies assim como de tantas outras que também carecem de pesquisas relacionadas a essa área. Neste estudo foram realizados cinco experimentos envolvendo a propagação de vegetativa de três espécies da flora Amazônica: pau-rosa (*Aniba rosaeodora*), copaíba (*Copaifera multijuga*) e breu (*Protium apiculatum*). Sendo que para a espécie Pau-rosa, os experimentos foram: 1- Efeito de diferentes dosagens de AIB e tipos de substratos sobre estacas de Pau-rosa obtidas de mudas; 2-Efeito de diferentes dosagens de AIB e tipos de substratos sobre estacas de pau-rosa obtidas de arvores adultas; 3- Efeito de diferentes dosagens de AIB sobre miniestacas de pau-rosa. No experimento de breu (*Protium apiculatum*) o estudo foi: 4- Efeito de diferentes dosagens de AIB sobre estacas de breu obtidas de plântulas. Para a espécie Copaíba o experimento foi: 5- Efeito de diferentes dosagens de AIB sobre estacas de copaíba (*Copaifera multijuga*) obtidas de plântulas. O delineamento experimental utilizado no experimento 1 e 2 foi o inteiramente casualizado com quatro repetições em esquema fatorial (2x4), sendo os fatores: tipo de substrato (Vermiculita + Casca de arroz de arroz carbonizada e Areia + Plantmax[®]) e concentração de AIB (0, 2000, 3000 e 4000 ppm). Cada parcela experimental foi composta de seis estacas. O delineamento experimental utilizado no experimento 3 (miniestaquia de Pau-rosa) foi o inteiramente casualizado com cinco repetições e cinco tratamentos de diferentes dosagens de AIB (0, 2000, 4000, 5000 e 6000 ppm). Cada parcela experimental foi composta de seis estacas. O delineamento experimental utilizado no experimento com breu (*Protium apiculatum*) foi o inteiramente casualizado com quatro repetições e cinco tratamentos com diferentes concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 5000 e 6000 ppm). Cada parcela foi composta de dez estacas. O delineamento experimental utilizado no experimento com copaíba (*Copaifera multijuga*) foi o inteiramente casualizado com quatro repetições e cinco tratamentos de diferentes concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 5000 e 6000 ppm). Cada parcela foi composta de dez estacas. No experimento 1, o uso do AIB sobre as estacas obtidas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) afetou as seguintes variáveis analisadas: porcentagem de

sobrevivência, número de raízes formadas por estacas e comprimento médio de estacas. A utilização de dois diferentes substratos na propagação vegetativa de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) afetou as seguintes variáveis: porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, número de raízes formadas por estaca, porcentagem de brotação e porcentagem de formação de calos. No experimento 2, o uso do AIB sobre as estacas obtidas de árvores adultas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) afetou apenas o número de raízes formadas por estaca. A utilização de dois diferentes substratos na propagação vegetativa de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) afetou as seguintes variáveis: porcentagem de enraizamento, número de raízes formadas por estaca e porcentagem de retenção foliar. Não houve efeito de nenhum dos fatores para as seguintes variáveis: porcentagem de sobrevivência e porcentagem de formação de calos. No experimento 3 (Minietaquia de pau-rosa) a utilização de AIB não demonstrou efeito sobre nenhuma das variáveis analisadas. As médias totais do experimento de minietaquia para porcentagens de sobrevivência e enraizamento foram consideradas bastante elevadas quando comparada a estudos realizados com estacas da mesma espécie. No experimento com breu (*Protium apiculatum*), o uso do AIB sobre as estacas obtidas de plântulas não afetou significativamente nenhuma das variáveis analisadas. Os valores e porcentagens apresentados neste estudo para esta espécie foram considerados muito baixos. No experimento com copaíba (*Copaifera multijuga*), o uso do AIB sobre as estacas obtidas de plântulas afetou apenas a variável média de raízes formadas por estaca.

Abstract

The increasing use of substance gotten cousin of plants of the Amazonian forest for manufacture of cosmetics and medicines that has occurred in recent years, made with that it had one raised interest for these plants. The establishment of plantation of these species for a future exploitation of its products if makes necessary so that it can take care of the future demand and if to become in one of the alternatives the use of the land in the Amazon region. So that it is possible to establish plantation of these species is necessary inquiries on the methods of propagation of these species as well as of as much others that also lack of research related to this area. In this study three species had been carried through five experiments involving: rosewood (*Aniba rosaeodora*), Copaíba (*Copaifera multijuga*) and Breu (*Protium apiculatum*). Being that for the species rosewood, the experiments had been: 1 - Effect of different dosages of indole butyric acid (IBA) and types of Substratum on gotten props of Wood-rose of changes; 2-Effect of different dosages of indole butyric acid (IBA) and types of Substratum on gotten cuttings of rosewood of adult tree; 3 - Effect of different dosages of indole butyric acid (IBA) on minicuttings of rosewood. In the experiment of Breu (*Protium apiculatum*) the study it was: 4 - Effect of different dosages of indole butyric acid (IBA) on gotten props of Breu of seedlings. For the Copaíba species the experiment was: 5 - Effect of different dosages of indole butyric acid (IBA) on cuttings of copaíba (*Copaifera multijuga*) gotten of seedlings. The used experimental delineation in experiment 1 and 2 was of blocks casualizados with four repetitions in factorial project (2x4), being the factors: type of substratum (Vermiculita + carbonized rice husk and Sand + Plantmax[®]) and concentration of IBA (0, 2000, 3000 and 4000 ppm). Each experimental parcel was composed of six cuttings. The used experimental delineation in experiment 3 (minicuttings of rosewood) was of blocks casualizados with five repetitions and five treatments of different dosages of indole butyric acid (IBA) (0, 2000, 4000, 5000 and 6000 ppm). Each experimental parcel was composed of six cuttings. The used experimental delineation in the experiment of Breu (*Protium apiculatum*) was of blocks casualizados with four repetitions and five treatments of different concentrations of IBA (0, 2000, 4000, 5000 and 6000 ppm). Each parcel was composed of ten cuttings. The used experimental delineation in the experiment of Copaíba (*Copaifera multijuga*) was of blocks casualizados with four replicates and five treatments of different concentrations of IBA (0, 2000, 4000, 5000 and 6000 ppm). Each parcel was composed of ten cuttings. In experiment 1, the use of the IBA on the gotten cuttings of sprout rosewood (*Aniba rosaeodora*) affected the following analyzed variable:

survival percentage, roots number formed for cutting and average length of roots. The use of two different substratum in the vegetative propagation of rosewood (*Aniba rosaeodora*) revealed effect on the following evaluated variable: survival percentage , percentage of rooted cuttings, roots number formed for cutting, budshoot percentage and induction of callus percentage. In experiment 2, the use of the IBA on the gotten props of adult tree of rosewood (*Aniba rosaeodora*) affected only the root number formed for cutting. The use of two different substratum in the vegetative propagation of rosewood (*Aniba rosaeodora*) revealed effect on the following evaluated variable: rooted cuttings percentage, roots number formed for cutting and leaf retention percentage. It did not have effect of none of the factors for the following variable: percentage of survival and induction of callus percentage. In experiment 3 (Minicutting of rosewood) the IBA use did not demonstrate effect on none of the analyzed variable. The total averages of the experiment of minicutting for survival percentage and rooted cuttings percentage had been considered sufficiently raised when compared the studies carried through with cuttings of the same species. In the experiment of Breu (*Protium apiculatum*), the use of the IBA on the cuttings gotten of seedlings significantly did not affect none of the analyzed variable. The values and percentages presented in this study for this species had been considered very low. In the experiment of Copaíba (*Copaifera multijuga*), the use of the IBA on the props gotten of seedlings affected only the average variable of root number formed for cutting.

INTRODUÇÃO GERAL

Os recursos naturais existentes na Região Amazônica tornam-se conhecidos, gradativamente, à medida que a pesquisa científica se intensifica e os resultados são disponibilizados para a sociedade. O aproveitamento da flora aromática nativa se insere neste contexto, apesar de poucos produtos fazerem parte da pauta comercial de exportação, como é o caso do óleo essencial de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) e o óleo-resina de copaíba (*Copaifera ducke*, *C. reticulata* e *C. multijuga*). O elevado potencial da flora odorífera da região apresenta-se como a fonte renovável mais apropriada para a produção de essências aromáticas. Para isto, é necessário promover a domesticação das espécies identificadas como promissoras, para cultivos sustentáveis sob o ponto de vista econômico, social e ambiental (Cavalcante *et al.*, 2002).

Existe a necessidade de desenvolver pesquisas para aprimorar os métodos de propagação de espécies nativas da Amazônia, principalmente as de elevado interesse econômico. A propagação vegetativa pode auxiliar no processo de desenvolvimento do manejo sustentável dessas espécies que pela sua importância, tem acarretado uma diminuição considerável de suas populações naturais. Isso seria possível através do plantio dessas espécies em ambientes como capoeiras, áreas degradadas, clareiras e sistemas agroflorestais e com isso a pressão pelas populações naturais poderiam ser reduzidas.

O plantio racional de espécies nativas da Amazônia demanda de pesquisa básica das espécies de interesse nas áreas de: sementes, fisiologia, produção de mudas, fitossanidade, melhoramento genético, manejo, nutrição mineral e etc.

A qualidade das mudas é um aspecto relevante nos plantios de espécies florestais, pois aumenta as chances das plantas sobreviverem e desenvolverem, por isso são fundamentais pesquisas que abordem essa questão.

Pelas dificuldades encontradas pelo uso exclusivo de sementes na obtenção de mudas de pau-rosa, a propagação vegetativa pode contribuir para aumentar a oferta de mudas dessa espécie, assim como de outras espécies florestais. Como a demanda de mudas de pau-rosa não é atendida, o preço das mudas vendidas por poucos que tem acesso a matrizes é bastante elevado e encarece a implantação de plantios com essa espécie.

A portaria n. 37 de 1992 do IBAMA exige que os exploradores de linalol realizem o plantio de quatro mudas de pau-rosa para cada metro cúbico de madeira utilizada. No entanto, a

obtenção de sementes de pau-rosa, e de muitas outras espécies florestais, apresenta um alto grau de dificuldade devido às dimensões das árvores, baixa densidade, desconhecimento dos padrões fenológicos das espécies, dos predadores de sementes e das estratégias de dispersão de propágulos (Magalhães, 1982). O padrão de floração e frutificação irregular do pau-rosa e a perda de grande parte dos frutos por causa do ataque de predadores, dificultando ainda mais a obtenção de sementes no campo (Magalhães & Alencar, 1979). Devido a essas dificuldades, os produtores de óleo estão coletando plântulas para cumprir as leis do IBAMA, interferindo ainda mais na dinâmica de recrutamento das populações remanescentes (Spironello *et al.*, 2003).

Muitas espécies nativas da Amazônia como a copaíba (*Copaifera multijuga*) e o breu branco (*Protium apiculatum*) são pouco estudadas e existem poucos trabalhos relacionados à propagação vegetativa dessas espécies que fornecem produtos importantes para indústria de medicamentos e cosméticos.

CAPÍTULO 1- PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* DUCKE) ATRAVÉS DA ESTAQUIA E MINIESTAQUIA.

1. Revisão Bibliográfica

1.1.1 Descrição Botânica

Segundo Ducke (1938) e Kubitzki & Renner (1982), o pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) pertencente à família da Lauraceae, é uma árvore de grande porte, podendo atingir até 30 m de altura por 2 m de diâmetro, com tronco reto e cilíndrico e casca pardo-amarelada ou avermelhada que se desprende facilmente em grandes placas. A copa estreita ou ovalada ocupa o dossel intermediário ou superior da floresta.

As folhas são obovada-elíptica ou lanceolada, com uma grande variação em tamanho, geralmente medindo de 14 (6-25) cm de comprimento por 5 (2,5 -8) cm de largura. A superfície superior da folha é glabra, coriácea e verde escura e a inferior levemente pubescente e amarela pálido. As folhas se distribuem alternadamente ao longo dos ramos menores ou se concentram em suas pontas.

A inflorescência é uma panícula sub-terminal com múltiplas flores localizadas nas axilas das brácteas caducas ou das folhas persistentes, densamente ferrugínea-tomentosa, com 4 a 17 cm de comprimento.

A flor é hermafrodita, pequena (1,5 mm de comprimento), de cor ferrugínea-tomentosa. O fruto é uma baga com uma cúpula. A baga é de forma obovóide a ovóide, de cor verde quando imatura, tornando-se roxa-escura quando madura, contendo apenas uma semente. A semente tem dois cotilédones grandes, convexos, duros, lisos, de cor creme. O eixo embrionário é reto, central, próximo à base, com 3 mm de comprimento, e também de cor creme.

1.1.2 Distribuição geográfica

O pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) ocorre na Guiana Francesa, distribuindo-se ao longo do escudo das Guianas, Suriname e região amazônica da Venezuela, Colômbia e Peru (Ducke, 1938). No Brasil, ocorre desde o estado do Amapá no nordeste amazônico, seguindo as duas margens do Rio Amazonas e tributários até o Peru à noroeste (SUDAM, 1972); como

também desde a região centro-sul do estado do Pará até a bacia do Rio Purus no sul do estado do Amazonas (Ducke, 1938). A espécie pode ser encontrada tanto em floresta de terra firme úmida como também em área de campinarana, presente nas regiões norte e central da Amazônia, com hábitat preferencial em platôs e nascentes de igarapés (Kubitzki & Renner, 1982).

1.1.3 Utilização e exploração do Pau-Rosa

Desde o início do século passado, o pau-rosa vem sendo explorado de forma predatória, inicialmente na Guiana e, posteriormente no Brasil, para a comercialização de linalol na indústria de perfumaria. Mesmo com a descoberta do linalol sintético, na década de 50, a exploração da espécie prosseguiu na região amazônica, visto que a essência dela extraída faz parte do *bouquet* de perfumes da indústria francesa, dentre eles o Chanel No. 5. Após a descoberta do linalol sintético, houve um declínio na exploração do pau-rosa na região, mas essa queda está mais relacionada ao desaparecimento das populações naturais (principalmente nos estados do Pará e Amapá), visto que o produto tinha muita procura, e um preço elevado, não propriamente o linalol, mas ao *bouquet* (Leite *et al.*, 1999). O pau-rosa é uma espécie nativa de certas áreas da região amazônica, a rara ocorrência desta espécie bem como as práticas de explorações predatórias convencionais, as quais implica na destruição da árvore inteira, resultando na inclusão desta espécie na lista nacional das espécies ameaçadas em abril de 1992 (IBAMA, 1992 ; May & Barata, 2004).

O uso principal de *Aniba rosaeodora* é a extração do óleo de pau-rosa, constituído principalmente de um metabólito secundário conhecido como linalol, uma substância fixadora de perfumes. Além do uso na indústria de perfumes o óleo essencial do pau-rosa tem propriedades antimicrobianas (Chao *et al.*, 2000; Inouye *et al.*, 2001) anti-fúngicas (Simic *et al.*, 2000; Vanneste *et al.*, 2002), inseticidas (Choi *et al.*, 2003; Yang *et al.*, 2004) e aromaterápicas.

Apesar do linalol estar presente em todas as partes da árvore e o rendimento para a extração do óleo ser de 1,1 % e 2,4 % da biomassa de madeiras e folhas respectivamente, o óleo é normalmente extraído da madeira (Gottlieb & Kubitzki, 1981; Araújo *et al.*, 1971; Chaar, 2000).

O volume de óleo de pau-rosa exportado, na década de 60, chegou a mais de 500 t/ano, com cerca de 50 destilarias instaladas na região amazônica, extraindo aproximadamente 50 mil toneladas/ano de madeira de pau-rosa de florestas nativas. Porém, a contínua exploração, sem a reposição exigida por lei, levou e continua levando ao desaparecimento da espécie em áreas onde

ocorria em alta densidade (SUDAM, 1972). Fatores como a substituição do óleo natural de pau-rosa por correspondentes sintéticos e a inexistência de uma legislação florestal para o setor também contribuíram para o declínio da exportação do óleo nas últimas décadas (Sampaio, 2000). Nos anos de 2003 e 2004, o Estado do Amazonas exportou óleo essencial de pau-rosa num total de 25,14 e 17,77 toneladas, respectivamente. A queda de produção de óleo de pau-rosa foi de 29% entre os anos de 2003 e 2004 e com isso pressionou o aumento do kilo do óleo desse último ano. O óleo essencial de pau-rosa foi exportado a um preço médio de US\$ 34,00/kg em 2003 e alcançou em 2004, US\$ 52,00. Em janeiro de 2005 o preço do kilo do óleo essencial já chegou a ser comercializado a US\$ 61,76 (ACEAM, 2005; SECEX, 2005). Apesar da valorização ocorrida nos últimos tempos, a receita total obtida pela exportação de pau-rosa no ano de 2004 foi em valores de F.O.B US\$ 931.186 que é considerado baixo, pois se trata de um produto com baixo valor agregado e que possui elevadas perspectivas de geração de riquezas dentro do Estado. Por isso existe a necessidade de diversificar a utilização do óleo essencial de pau-rosa, bem como fortalecer as empresas interessadas no desenvolvimento de novos produtos obtidos a partir do linalol do pau-rosa.

Dados obtidos por cromatografia gasosa confirmaram que o linalol extraído de um plantio de pau-rosa diferem um pouco do óleo extraído de plantas adultas encontradas em ambiente natural. Em parceria com uma empresa internacional de fragâncias, estão em andamento testes para determinar a aceitabilidade deste óleo na indústria de perfumaria. Estes resultados sugerem que a poda de indivíduos jovens de pau-rosa com no máximo cinco anos de idade, com a colheita de folhas e galhos para extração de linalol podem sustentar as empresas de óleos essenciais (Barata, 2001; Barata & Discola, 2002). Plantações de pau-rosa para extração de óleo da madeira, usando técnicas viáveis, podem requerer um tempo extremamente longo, antes de iniciar a produção. Com a possibilidade de obtenção de linalol através de folhas e galhos, o período pode ser reduzido para cinco anos ou menos, aumentando a atratividade para investidores (May & Barata, 2004).

O sucesso do manejo dos plantios de pau-rosa, visando a produção de óleo a partir de galhos e folhas das árvores, dependerá da capacidade de rebrota e do crescimento dos novos brotos das árvores podadas de pau-rosa. Em um estudo recente foi mostrado que a poda das copas com 13 anos antes da segunda poda estimulou o rebrotamento e a média do peso verde destas rebrotas (60,18 Kg) sendo significativamente superior à média do peso das árvores que nunca

tinham sido podadas (37,43 Kg), revelando que a poda estimulou a maior produção de biomassa aérea (Sampaio *et al.*, 2003a).

A capacidade de rebrota aliada à maior produtividade de óleo dos galhos e folhas em relação à madeira das árvores, indica que este método pode ser considerado como uma alternativa para o manejo sustentável do pau-rosa (Sampaio *et al.*, 2003b). A seleção de genótipos de pau-rosa que tolerem a poda da copa é essencial para tornar essa prática, uma atividade viável para a obtenção do linalol.

A longo prazo a capacidade da indústria brasileira de óleo essencial de pau rosa em garantir um volume regular ao mercado e preços atrativos para compradores e produtores vai depender possivelmente do estabelecimento de plantios (Santana *et al.*, 1997).

1.1.4 Problemas na produção de mudas de pau-rosa

A existência de poucas matrizes de pau-rosa e sua presença em lugares de difícil acesso torna difícil à propagação dessa espécie por viveiristas. As sementes de pau-rosa são atacadas por vários animais, incluindo algumas espécies de aves e larvas de insetos que diminuem a quantidade de sementes viáveis obtidas nas áreas de coleta de sementes (Spironello *et al.*, 2003).

As árvores nativas de pau-rosa possuem padrão irregular de floração e frutificação (Spironello *et al.*, 2003), por isso torna-se mais difícil a produção de mudas através de sementes dessas árvores.

Os plantios de pau-rosa são raros e poucos alcançam a idade reprodutiva, o que faz com que a demanda de mudas da espécie não tenha condições de ser atendida apenas por sementes. Por isso a necessidade de aperfeiçoar métodos de propagação vegetativa.

Os frutos quando maduros se desprendem da cúpula e caem no chão, mas podem ser predados tanto na copa como após a dispersão, o que torna a disponibilidade das sementes um dos pontos mais difíceis para propagação da espécie (Sampaio *et al.*, 2003).

1.1.5 Propagação do pau-rosa

A espécie pode ser propagada por sementes e estacas, sendo que a primeira é a maneira predominante na produção de mudas. A propagação por sementes é deficiente, pois as quantidades de sementes produzidas são baixas devido ao florescimento irregular dos indivíduos nativos e da elevada predação de frutos oriundos de plantio.

Sampaio *et al.* (1989) avaliaram o efeito do AIB sobre o enraizamento de material juvenil de pau-rosa, utilizando estacas terminais e laterais. O uso do AIB não promoveu aumento na percentagem de enraizamento. As estacas terminais e laterais obtiveram percentual médio de enraizamento de 57% e 74%, respectivamente.

Estacas obtidas de ramos inferiores de indivíduos adultos de pau-rosa apresentaram as seguintes médias de enraizamento e sobrevivência das estacas 12,02% e 30,76%, respectivamente (Sampaio, 1987).

1.1.6 Fatores que afetam o enraizamento de estacas

O potencial de enraizamento das estacas varia consideravelmente e pode ser influenciado por diversos fatores externos e internos e não somente do potencial genético (Fachinello *et al.*, 1995). Dentre esses diversos fatores podemos citar a condição fisiológica da planta matriz (conteúdo de água, nutrientes, teor de reservas, nível hormonal), presença de barreiras anatômicas, origem e idade da planta matriz, presença de enfermidade, o tipo de ramo escolhido para estacas, época do ano para a coleta, tratamento com reguladores de crescimento, nutrientes ou outras substâncias químicas, luminosidade, umidade e a temperatura do ambiente e do substrato (Chong 1981; Paiva & Gomes 1995; Hartmann *et al.*, 1997).

1.1.7 Estaquia

A técnica de multiplicação vegetativa mais comumente utilizada para a clonagem de plantas lenhosas, em larga escala, tem sido o enraizamento de estacas. Esse método de propagação vegetativa oferece certas vantagens quando comparado com a reprodução sexuada. A segregação e a recombinação gênica, verificadas na propagação sexuada de espécies alógamas, resultam em alto grau de variabilidade, enquanto que a reprodução por vias vegetativas redundam em uniformidade de crescimento, nas características morfológicas e nas qualidades tecnológicas (Assis & Teixeira, 1998).

1.1.8 Utilização de substratos no enraizamento de estacas

Um bom substrato de enraizamento deve, ao mesmo tempo, permitir adequadas condições de enraizamento e crescimento das mudas. Assim, a escolha depende das características físico-químicas e do comportamento da espécie a ser propagada. O substrato ideal deve apresentar

uniformidade em sua composição: baixa densidade, estabilidade volumétrica e granulométrica, boa porosidade, elevada capacidade de troca catiônica (CTC), boa capacidade de retenção de água, aeração e drenagem, isenção de pragas, organismos patogênicos e plantas invasoras, além de ser de fácil preparação e de baixo custo (Alfenas *et al.*, 2004).

Apesar do fato de que diferentes espécies demonstram exigências contrastantes a respeito do substrato utilizado na propagação vegetativa (Hartmann *et al.*, 1997), as razões para isto não são totalmente entendidas. A porosidade do substrato é importante para permitir a difusão do oxigênio para a base da estaca, onde é necessário para o desenvolvimento das raízes (Loach, 1985). O tamanho da partícula e características de retenção de água do substrato também determinam a disponibilidade de água para a estaca, os quais tem maior impacto sobre a fisiologia do enraizamento (Newton *et al.*, 1992).

O processo de formação de raízes em estacas pode ser limitado pelo substrato utilizado (Fachinello *et al.*, 1994) que influi na qualidade das raízes formadas e no percentual de enraizamento das estacas (Couvillon, 1988).

Uma das misturas mais utilizadas consiste de casca de arroz carbonizada: vermiculita (1:1), enriquecida, preferencialmente, com fertilizante solúvel e, ou peletizado de liberação lenta. Há evidências experimentais de que o uso de adubo solúvel favorece o enraizamento (Alfenas *et al.*, 2004).

Tofanelli *et al.* (2003) verificaram que as maiores percentagens de enraizamento de estacas de pêssigo foram obtidas através da utilização do substrato vermiculita + areia grossa. Neste mesmo trabalho, os tratamentos que utilizaram como substrato a areia, vermiculita e areia + vermiculita, proporcionaram os melhores resultados de brotação, número de raízes e comprimento de raiz.

Stumpf *et al.* (2001) trabalhando com estacas de *Chamaecyparis lawsoniana* relataram que o número de raízes formadas por estaca foi significativamente afetado pelo fator substrato e pela interação entre AIB e substrato. Verificou-se que a vermiculita proporcionou a formação de um maior número de raízes (3,6) quando comparada a casca de arroz carbonizada (2,9), provavelmente, devido às suas características físicas e valor de pH.

Na estaquia de *Baccharis spp.*, o uso da areia como substrato proporcionou as menores percentagens de enraizamento, quando comparado com diversos substratos (Bona *et al.*, 2005).

1.1.9 Uso de Auxinas

A descoberta de que auxinas naturais, tais como o ácido indol-acético (AIA), e outras sintéticas como o ácido indol-butírico (AIB) e o ácido naftalenoacético (ANA) estimulavam a produção de raízes adventícias em estacas foi um marco na história da propagação. A resposta, no entanto não é universal, estacas de algumas espécies de difícil enraizamento pouco enraizam após tratamento com auxinas (Hartmann *et al.*, 1997).

A auxina natural (ácido indolacético - AIA) é sintetizada, principalmente, nas gemas apicais e nas folhas jovens e transloca-se do ápice para a base da planta. Enquanto as auxinas estimulam o enraizamento adventício, as citocininas, que são produzidas nas raízes, estimulam a divisão celular. Geralmente, a alta relação auxina/citocinina favorece a formação de raízes, enquanto o contrário facilita a formação de ramos. Assim as auxinas possuem maior efeito na rizogênese de estacas, pois são essenciais para iniciação de raízes adventícias, bem como desempenham um importante papel no estímulo à divisão celular. As giberelinas, embora não sejam necessárias à formação de raízes, inibem o enraizamento de estacas, provavelmente por estimular o crescimento vegetativo que compete com a formação de raízes. Aplicações exógenas de auxina proporcionam maior porcentagem, velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (Hartmann *et al.*, 1997).

Borjes Junior *et al.* (2002) verificaram que concentrações reduzidas de AIB são as mais adequadas ao enraizamento em estacas de acácia negra, oriundas de indivíduos jovens.

De acordo com Negash (2002), o uso de AIB em estacas de *Juniperus* aumentou significativamente a formação de calos, formação de raízes e número de raízes nas estacas, quando comparado com a testemunha.

O ácido indolbutírico tem sido usado para enraizamento de estacas de diversas espécies arbóreas (Berhe & Negash, 1998). No entanto a concentração de AIB varia de acordo com a espécie (Tchoundjeu & Leakey, 1996).

1.2.0 Juvenildade dos propágulos

A idade da planta doadora das estacas é de fundamental importância, uma vez que em muitas espécies arbóreas, o processo de maturidade possui correlação negativa com o potencial de formação de raízes adventícias (Hackett, 1988).

Em espécies que se propagam facilmente por estaquia, a idade fisiológica da planta-matriz não exerce influência significativa no enraizamento. Em contraste, naquelas difíceis de enraizar, incluindo várias arbóreas e a maioria das espécies de *Eucalyptus*, é fundamental garantir a juvenilidade dos propágulos. Assim, quanto mais juvenil for o material vegetativo, maior será o sucesso do enraizamento, quer expresso em percentagem, na rapidez de formação das raízes, na qualidade do sistema radicular e na capacidade de crescimento da nova planta (Gomes, 1987). Por esse motivo, na macroestaquia se observam maiores variações e um menor potencial rizogênico, em comparação com as técnicas de miniestaquia e microestaquia. Isso ocorre porque, na macroestaquia, existem maiores variações quanto a posição (topófise) de coleta do propágulo e à maior idade ontogenética (ciclófise) da cepa. A idade fisiológica não coincide precisamente com a cronológica, uma vez que a idade em que determinada espécie conserva a capacidade rizogênica é variável (Gomes, 1987). Geralmente estacas de regiões inferiores ou centrais da planta possuem características mais juvenis do que aquelas originadas de regiões superiores e periféricas (Bonga & Von Aderkas, 1992).

A juvenilidade expressa pela capacidade de enraizamento aumenta do ápice para a base da planta matriz e é maior quando se utilizam miniestacas oriundas de minicepas. Por isso, a arquitetura da cepa e minicepa e a posição de coleta das brotações são fundamentais para garantir bons níveis de enraizamento de estacas e miniestacas (Alfenas *et al.*, 2004).

De acordo com Kibbler *et al.* (2004) estacas de *Backhousia citriadora* obtidas de mudas enraizaram mais rápido do que estacas obtidas de plantas adultas. Swamy *et al.* (2002) verificaram em *Robinia pseudocacia* e *Grewia optiva* que estacas juvenis em ambas espécies que receberam tratamento com auxinas enraizaram significamente melhor do que estacas obtidas de plantas adultas.

Negash (2002) concluiu que o fator mais importante no enraizamento de *Juniperus procera* foi à idade da planta matriz em que foi retirada a estaca. O autor observou que estacas oriundas de plantas de 5 meses de idade enraizaram quase duas vezes mais rapidamente do que estacas obtidas de plantas de 10 meses de idade.

Segundo Negash (2002) existem várias explicações para a limitação do enraizamento de estacas obtidas de plantas adultas sendo as principais: 1- diminuição no conteúdo de auxina com a idade; 2- aumento da lignificação dos tecidos (White & Lovell, 1984); 3- presença de um grande número de canais resiníferos e células esclerenquimáticas (White & Lovell, 1984); 4- diminuição

da resposta dos tecidos maduros às substâncias promotoras do enraizamento (Hartmann *et al.*,1997); 5- aumento na produção de inibidores de promotores de enraizamento em plantas mais velhas (Hartmann *et al.*,1997) e 6- envelhecimento fisiológico (Leakey *et al.*,1992).

1.2.1 Rejuvenescimento de matrizes

O rejuvenescimento de clones ou matrizes no caso de espécies nativas torna-se importante pelo fato de o processo de maturação ser um fenômeno que geralmente afeta espécies lenhosas, de acordo com o desenvolvimento ontogenético, em que uma das mais importantes consequências para a clonagem é a redução ou até mesmo a perda da capacidade de enraizamento que se verifica em plantas adultas (Gomes, 1987). De acordo com essas constatações pode-se concluir que o enraizamento de propágulos de plantas adultas selecionadas constitui um grande desafio (Xavier *et al.*, 2001).

A maturação em plantas lenhosas é um assunto de extrema importância em vista, principalmente, das variações na capacidade de propagação vegetativa, nas taxas e formas de crescimento, na qualidade e rapidez na formação de raízes, das mudanças nas características de crescimento, morfologia foliar e, também, a mudanças fisiológicas e bioquímicas, com a transição para o estado maduro. Para a propagação vegetativa e outras fases da silvicultura, torna-se muito importante a identificação de quais indivíduos ou órgãos e tecidos se apresentam juvenis ou podem ser rejuvenescidos.

O entendimento da troca da fase juvenil para a adulta irá incrementar as perspectivas de sucesso na clonagem de árvores adultas, resultando em maior eficiência no processo de seleção, melhoramento e clonagem e, conseqüentemente, em uma silvicultura clonal intensiva mais eficiente (Wendling & Xavier, 2001).

O rejuvenescimento pode ser considerado como uma forma de reverter as plantas do estágio maduro para o juvenil. Em geral, algumas características relacionadas à maturação mostram-se mais fáceis de serem revertidas do que outras e os respectivos tratamentos para promoção do rejuvenescimento influenciam de forma diferenciada essas características, o que leva à conclusão de que o rejuvenescimento ocorre em termos relativos e não absolutos (Hackett & Murray, 1993).

A compreensão dos aspectos relacionados à juvenilidade e maturidade dos materiais vegetais a serem propagados virão incrementar em muito o sucesso dos programas de silvicultura clonal. A escolha do material ideal para o processo de clonagem visa evitar ou diminuir perdas relacionadas à inaptidão dos propágulos à propagação vegetativa, a formação de mudas com baixo vigor aéreo e radicular, o crescimento plagiotrópico, entre outras características indesejáveis (Wendling & Xavier, 2001).

1.2.2 Uso da miniestaquia na propagação vegetativa

Dentre os processos de propagação vegetativa, a miniestaquia é uma técnica recente que vem sendo utilizada com sucesso na maximização do processo de propagação clonal em *Eucalyptus*, que surgiu a partir do aprimoramento da estaquia, visando contornar as dificuldades de enraizamento de alguns clones (Xavier & Wendling, 1998; Wendling *et al.*, 2000). Consiste em manter os genótipos selecionados em recipientes no viveiro (jardim miniclinal), onde, após a poda dos ápices, estes emitem brotações que serão coletadas em intervalos regulares e estaqueadas em casa de vegetação, originando as mudas para o plantio comercial (Wendling & Souza Junior, 2003).

Dentre as vantagens da miniestaquia em relação à estaquia, podem-se citar a redução da área necessária para formação do jardim miniclinal, por localizar-se em bandejas no próprio viveiro; redução dos custos com transporte e coleta das brotações; maior eficiência das atividades de manejo no jardim miniclinal (irrigação, nutrição, manutenções e controle de pragas e doenças), além de proporcionar maior qualidade, velocidade e porcentual de enraizamento das miniestacas (Xavier *et al.*, 2003). Em relação à técnica de estaquia convencional de *Eucalyptus*, a miniestaquia apresenta uma série de vantagens: eliminação do jardim clonal de campo; maior facilidade no controle de patógenos, bem como das condições nutricionais e hídricas no jardim miniclinal; maior produtividade, uma vez que as operações de manejo do jardim miniclinal, coleta e confecção de miniestacas são mais fáceis e rápidas de serem executadas; maior produção de propágulos (miniestacas) por unidade de área e em menor unidade de tempo; a necessidade de menores dosagens de reguladores de crescimento vegetal e, em alguns casos, até a sua exclusão completa; a coleta das miniestacas pode ser realizada em qualquer horário do dia; a melhor qualidade do sistema radicular em termos de vigor, número, uniformidade e volume; redução do

tempo de formação da muda no viveiro, devido ao menor tempo de permanência para enraizamento (Wendling & Souza Junior, 2003).

Em termos de desvantagens da miniestaquia em relação à estaquia convencional pode-se citar: a maior sensibilidade das miniestacas às condições ambientais; a necessidade de maior rapidez entre a coleta dos propágulos no jardim miniclinal e a estaquia em casa de vegetação e a necessidade de um cronograma de produção melhor sincronizado (Wendling & Souza Junior, 2003).

Segundo Wendling & Souza Junior (2003), a clonagem comercial em nível de famílias, via material juvenil de origem seminal, é uma ferramenta potencial para obtenção de melhorias da qualidade do produto final obtido, pois, mesmo que não se tenha certeza do genótipo a ser multiplicado, tem-se estimativas de superioridade dos progenitores, bem como, uma maior uniformidade dos plantios obtidos. Além disso, é importante para o estabelecimento das metodologias básicas para a futura implementação da técnica de miniestaquia visando a clonagem de material adulto.

Titon *et al.*, (2003) verificaram que a aplicação de AIB nas dosagens de 0, 1000 e 2000 mg/l não apresentou grandes variações sobre o enraizamento de miniestacas de *Eucalyptus grandis*, sendo que a dosagem de 4.000 mg/l apresentou os menores índices de enraizamentos.

Wendling & Souza Junior (2003) concluíram que a miniestaquia de erva-mate (*Ilex paraguayensis*), a partir de material de origem seminal, é tecnicamente viável, sem a necessidade de aplicação de reguladores de crescimento para enraizamento, tornando-se uma alternativa para a produção de mudas desta espécie em menor intervalo de tempo e durante todo o ano. Xavier *et al.* (2003) também concluíram que a miniestaquia para cedro-rosa (*Cedrela fissilis*) é tecnicamente viável.

Xavier *et al.* (2003) verificaram que não houve efeito significativo da aplicação de diferentes dosagens de AIB sobre o enraizamento de miniestaquias de cedro-rosa (*Cedrela fissilis*). Explicado em parte, pelo fato de se tratar de material juvenil, no qual o balanço hormonal interno mostra-se favorável ao enraizamento, podendo ocorrer, em certas condições, resposta negativa às aplicações hormonais adicionais.

No entanto pouco ou quase nada se conhece sobre a miniestaquia como técnica de propagação vegetativa em aplicação em espécies nativas, tanto em nível experimental quanto comercial (Xavier *et al.*, 2003).

Assim, este capítulo tem como objetivo analisar a propagação vegetativa, via estaquia e miniestaquia do pau-rosa (*Aniba rosaeodora*). Sendo que no caso da estaquia, busca-se identificar o efeito da juvenilidade, substrato e das concentrações de AIB sobre o enraizamento das estacas. E no caso da miniestaquia, o que será analisado é o efeito do uso desta técnica na obtenção de propágulos para a propagação desta espécie. Ainda na miniestaquia, será analisado o efeito de diferentes concentrações de AIB sobre o enraizamento das miniestacas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local dos experimentos

Os experimentos foram realizados no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e na Universidade Tecnológica da Amazônia (UTAM), ambos localizados no município de Manaus, Amazonas.

Os experimentos de estaquia e miniestaquia foram realizados no campus do INPA-V8, cujas coordenadas geográficas são: latitude de 02°08'07"S, longitude de 60°01'38" W e altitude de aproximadamente 40 metros. O clima local é caracterizado como "Ami" na classificação de Köppen com pluviosidade e temperatura média anual de 2.458 mm e 25,6° C, respectivamente com estação seca de junho a outubro (Ribeiro, 1976).

2.2 Preparo das estacas

As estacas coletadas foram padronizadas em 15 cm de comprimento, um par de folhas reduzidas à metade com um corte transversal no ápice e outro corte em bisel na parte inferior das estacas. As estacas foram tratadas com fungicida, mergulhando-as em solução de Benlate (Benomyl) a 0,06 % durante um minuto para desinfestação. Em seguida as estacas foram tratadas com diferentes doses AIB (0, 2000, 3000 e 4000 ppm) usando a via líquida na base da estaca, durante 10 segundos. Os recipientes utilizados foram bandejas de isopor com 72 células. As estacas foram plantadas em dois tipos de substrato. Durante o experimento foram realizadas pulverizações quinzenais com Benlate (Benomyl) a 0,06 % para prevenir o ataque de patógenos e adubação foliar semanal.

2.3 Viveiro de Enraizamento

O viveiro de enraizamento está localizado no Campus V-8 do INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, AM), dotado de um sistema automático de nebulização e ventilação natural. O dispositivo disparador que foi adotado é o da balança de evaporação da água, acionando a admissão de água por meio do mercoïd (Sampaio, 1989). Este equipamento possibilita a manutenção de água na superfície foliar, evitando a desidratação das estacas. O tempo de nebulização intermitente adotado no experimento foi o de 5'/10'' (cinco minutos de intervalo com dez segundos de nebulização). O viveiro possui uma cobertura com sombrite com 70 % de sombreamento.

3. EXPERIMENTO 1: ESTAQUIA DE MATERIAL JUVENIL DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora*)

O material vegetativo de origem juvenil que forneceu as estacas, foi obtido de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke) oriundas de sementes originárias do plantio da Reserva Floresta Adolpho Ducke do INPA e que foram semeadas em dezembro de 2003 sob substrato com a seguinte proporção 3:1:1 (argila: areia: composto orgânico). As mudas foram repicadas para potes de polietileno de 5 litros em outubro e dezembro de 2004. O substrato utilizado para preencher os potes foi terriço da floresta. As mudas foram produzidas no viveiro pertencente a UTAM (Universidade Tecnológica da Amazônia) coberto com sombrite a 50%.

As mudas foram podadas na parte apical a uma altura de 15 cm da base, sendo que as estacas obtidas das mudas foram imediatamente acondicionadas em caixa de isopor contendo água e transferidas para o viveiro de enraizamento.

O experimento foi instalado no dia 15 de abril de 2005, nas primeiras horas do dia, sendo que a avaliação do experimento foi realizada durante os dias 18 e 19 de outubro de 2005, quando completou 180 dias.

3.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x2, constituído de quatro dosagens AIB (0, 2000, 3000 e 4000 ppm) e dois substratos (mistura de casca de arroz carbonizada + vermiculita de granulometria média na proporção 1:1 e mistura de

areia e Plantmax[®] na proporção 1:1), com quatro repetições e parcelas de seis estacas. As análises estatísticas deste experimento foram realizadas com o programa estatístico SYSTAT 8.0.

3.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.2.1 Porcentagem de sobrevivência de estacas de pau-rosa.

Na Tabela1 são apresentados os resultados da análise de variância e a comparação das médias da porcentagem da sobrevivência de estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) quando submetidas a tratamentos com substratos e AIB. Através da tabela pode-se notar que houve diferenças significativas entre os tratamentos com diferentes substratos e concentrações de AIB.

Sendo que no caso dos substratos, a diferença foi ao nível de 1% de probabilidade e quanto a concentração de AIB foi ao nível de 5% de probabilidade.

A maior porcentagem de sobrevivência entre os dois substratos foi observada no substrato 1 (vermiculita + casca de arroz carbonizada) pois o mesmo apresentou 68,75%, enquanto o substrato 2 apresentou 47,91 de porcentagem de sobrevivência. Este resultado apresentado pelo uso do substrato 1 pode estar relacionado a elevada capacidade do mesmo em reter água e manter um ambiente na base da estaca úmido que diminuiria a ocorrência de estresse hídrico durante o período que a estaca não possui sistema radicular estabelecido.

A maior porcentagem de sobrevivência (83,33%) foi observada no tratamento com AIB 3000 ppm no substrato1 (vermiculita + casca de arroz carbonizada) e as menores com AIB 0 e 4000 ppm no substrato 2 (areia + plantmax[®]) apresentando ambos 37,49%. Quanto a aplicação de AIB, houve uma tendência de aumento da sobrevivência de 0 até 3000 ppm e diminuindo ao mesmo patamar de 2000 ppm no caso de 4000 ppm, sendo que na concentração de 3000 ppm de AIB foi a que proporcionou maior porcentagem de sobrevivência (74,99%), mas não diferiu estatisticamente das concentrações 2000 e 4000 ppm. No entanto houve diferença quando comparado a testemunha que apresentou o menor percentual de sobrevivência entre os tratamentos com AIB que foi de 49,99%. Isso mostra que a aplicação de auxina artificial aumento o desempenho da sobrevivência de estacas de plantas lenhosas em certas condições.

Os resultados encontrados neste experimento diferem dos encontrados por Sampaio (1987), no qual não encontrou diferenças significativas entre as concentrações de AIB utilizadas.

Tabela 1. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de sobrevivência de estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e diferentes concentrações de AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 3471,73 | 13,63** |
| Concentrações | 3 | 1018,59 | 4,00* |
| Interação | 3 | 231,47 | 0,91 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 254,59 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=35,60

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato 1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média (%) |
|----------------------------|--|--|-----------|
| 0 | 62.49 | 37.49 | 49.99B |
| 2000 | 58.33 | 49.50 | 54.16AB |
| 3000 | 83.33 | 66.66 | 74.99A |
| 4000 | 70.83 | 37.49 | 54.16AB |
| Média | 68,75a | 47,91b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.2 Porcentagem de enraizamento de estacas de Pau-rosa

Apenas o fator substrato apresentou efeito significativo sobre o percentual de enraizamento. O substrato 1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) apresentou maior enraizamento do que o substrato 2 (areia + Plantmax[®]), com percentuais médios de 71,87% e 44,79%, respectivamente. Esses dados mostram uma certa vantagem do substrato 1 em favorecer o enraizamento de estacas de Pau-rosa, quando comparado ao substrato 2, que é o mais utilizado para enraizamento de espécies nativas. Esse melhor resultado observado através do uso do substrato 1, pode ser explicado pela maior capacidade de retenção de água, maior espaço poroso e menor densidade quando comparado ao substrato 2.

As concentrações de AIB (0, 2000, 3000 e 4000 ppm), apesar de não mostrarem diferenças significativas entre si, apresentaram médias numéricas bem diferentes. As médias da porcentagem de enraizamento foram crescentes até a dosagem de 3000 ppm e diminuiu na concentração de 4000 ppm. O melhor resultado foi observado na concentração de 3000 ppm apresentando 72% de enraizamento, enquanto a testemunha (ausência de AIB) teve 45% de enraizamento.

Os resultados são semelhantes aos encontrados por Sampaio (1987), com estacas de material juvenil da mesma espécie em que o uso de AIB também não apresentou diferenças significativas entre as concentrações. No enraizamento de várias espécies nativas do cerrado (*Emmotum nitens*, *Euplassa inaequalis*, *Hirtella gracilipes*, *Protium almecega*, *Pseudolmedia laevigata*, *Richeria grandis* e *Xylopia emarginata*) não foi encontrado efeito significativo do AIB (Oliveira, 2003).

Tabela 2. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de estacas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) enraizadas, submetidas aos tratamentos com substrato e diferentes concentrações de AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 5867,96 | 11,79* |
| Concentrações | 3 | 995,49 | 2,00 ^{ns} |
| Interação | 3 | 289,42 | 0,58 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 497,68 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=45,30

^{ns} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média (%) |
|----------------------------|---|--|-----------|
| 0 | 66,66 | 24,99 | 45,83 |
| 2000 | 62,50 | 49,99 | 56,24 |
| 3000 | 87,50 | 58,33 | 72,91 |
| 4000 | 70,83 | 45,83 | 58,33 |
| Média | 71,87a | 44,79b | |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.3 Número de raízes formadas por estaca.

O número de raízes formadas por estaca foi significativamente afetado pelo fator substrato, AIB e pela interação entre esses dois fatores. Verificou-se que o substrato 1 (vermiculita + casca de arroz carbonizada) proporcionou a formação de um maior número de raízes (5,41) do que o substrato 2 (areia + plantmax[®]), provavelmente devido as características físicas. Estes resultados estão de acordo com Stumpf (2001), o qual observou que estacas de *Chamaecyparis lawsoniana* sob substrato vermiculita alcançaram os melhores resultados.

Quanto ao efeito do AIB sobre o número de raízes por estaca verificou-se que as médias mais elevadas foram observadas nas concentrações de 4000 ppm nos dois substratos, sendo que o substrato 1 (vermiculita + casca de arroz carbonizada) proporcionou um maior número de raízes (11,00) do que o substrato 2 (areia + plantmax[®]) (5,08). A interação também foi observada por Stumpf (2001) em estacas de *Chamaecyparis lawsoniana*. Segundo Sampaio (1987) não foram encontradas diferenças significativas entre as concentrações de AIB utilizadas.

Os resultados obtidos neste experimento foram bastante satisfatórios para essa variável, quando comparado com os de Sampaio (1987), que registrou em estacas juvenis de pau-rosa uma média geral de 4,47 raízes por estaca.

Tabela 3. Análise de variância e comparação das médias do número de raízes formadas por estaca de estaca de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|---------|
| Substratos | 1 | 44,70 | 14,61** |
| Concentrações | 3 | 53,23 | 17,40** |
| Interação | 3 | 12,38 | 4,05* |
| Resíduo | 24 | 3,05 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=75,55

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) | Média |
|----------------------------|---|--|-------|
| 0 | 3,18Ba | 1,88Bb | 2,60B |
| 2000 | 2,90Ba | 2,71Bb | 2,81B |
| 3000 | 4,54Ba | 2,50Bb | 3,63B |
| 4000 | 11,00Aa | 5,08Ab | 8,37A |
| Média | 5.41a | 3.04b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.4 Comprimento médio de raízes de estacas de pau-rosa.

Apenas o fator AIB teve efeito significativo sobre o comprimento médio de raízes, sendo que os maiores comprimentos foram observados nas concentrações 0, 2000 e 3000 que não diferiram entre si. A concentração de 3000 ppm foi maior (6,64) do que a de 4000 ppm (3,51). Isso é explicado por essa concentração ter sido a que proporcionou um maior número de raízes

formadas por estacas, sendo que a maioria dessas raízes possuía um tamanho reduzido e isso contribuiu para a diminuição da média do comprimento das raízes.

De acordo com Sampaio (1987) não foram encontradas diferenças significativas entre as concentrações de AIB utilizadas para o comprimento das raízes de estacas de material juvenil de Pau-rosa.

As diferenças encontradas nesse experimento entre as diferentes concentrações de AIB diferem dos resultados encontrados por Sampaio (1987) em que a média geral do comprimento das raízes de estacas de pau-rosa (7,73 cm) foi ligeiramente superior as médias desse experimento, em que Sampaio (1987) avaliou aos 210 dias.

Tabela 4. Análise de variância e comparação das médias do comprimento médio de raízes de estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 9,19 | 2,34 ^{ns} |
| Concentrações | 3 | 16,82 | 4,29* |
| Interação | 3 | 5,70 | 1,45 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 3,91 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=41,70

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (cm) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (cm) | Média (cm) |
|----------------------------|--|---|------------|
| 0 | 8,20 | 4,74 | 6,47A |
| 2000 | 5,86 | 5,97 | 5,92AB |
| 3000 | 6,58 | 6,70 | 6,64A |
| 4000 | 4,02 | 2,99 | 3,51B |
| Média | 6,17a | 5,09a | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.5 Porcentagem de brotação em estacas.

O fator substrato apresentou efeito significativo sobre o percentual de brotação das estacas, o substrato 1 apresentou maior enraizamento do que o substrato 2, com percentuais

médios de 24,99% e 15,62%, respectivamente (Tabela 5). A concentração que apresentou a maior porcentagem de brotação foi a de 3000 ppm (31,25 %), embora não tenha apresentado diferenças significativas entre as demais concentrações de AIB o percentual alcançado nessa dosagem foi aproximadamente 100% superior as outras dosagens.

Resultados semelhantes foram encontrados na porcentagem de brotação de estacas de *Mikania laevigata*, onde 28,75% das estacas submetidas ao substrato formado por casca de arroz carbonizada emitiram brotações, enquanto que as estacas submetidas ao substrato areia apresentaram 2,50% de enraizamento (Lima *et al.*, 2003).

Tabela 5. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de brotação em estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 1188,28 | 9,49** |
| Concentrações | 3 | 183,66 | 1,46 ^{ns} |
| Interação | 3 | 354,81 | 2,83 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 125,19 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=72,40
^{ns} não significativo
 **significativo a 1% de probabilidade
 *significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média (%) |
|----------------------------|---|--|-----------|
| 0 | 29,16 | 8,33 | 18,75A |
| 2000 | 12,50 | 16,66 | 14,58A |
| 3000 | 29,16 | 33,33 | 31,25A |
| 4000 | 29,16 | 4,16 | 16,66A |
| Média | 24,99a | 15,62b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.6 Comprimento médio das brotações de estacas de Pau-rosa

Houve interação significativa entre o tipo de substrato e concentração de AIB, em que na concentração de 4000 ppm de AIB houve diferença significativa, sendo que as estacas submetidas ao substrato 1 atingiram uma altura superior as estacas submetidas ao substrato 2, com médias de 5,2 cm e 0,47 cm, respectivamente.

Lima *et al.* (2003) verificaram que estacas de *Mikania laevigata* submetidas ao substrato casca de arroz carbonizada apresentaram resultados diferentes e superiores aos observados em estacas submetidas ao substrato areia, com médias de 1,55 cm e 0,20 cm, respectivamente. Isto demonstra que os substratos com elevada capacidade de retenção de água, baixa densidade, elevada porosidade são os mais indicados para várias espécies.

Tabela 6. Análise de variância e comparação das médias de altura das brotações de estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------|
| Substratos | 1 | 12,36 | 3,11ns |
| Concentrações | 3 | 1,91 | 0,48ns |
| Interação | 3 | 16,19 | 4,08** |
| Resíduo | 24 | 3,97 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=96,20

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (cm) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (cm) | Média (cm) |
|----------------------------|--|---|------------|
| 0 | 3,34Aa | 1,18Aa | 2,26A |
| 2000 | 1,73Aa | 1,75Aa | 1,74A |
| 3000 | 1,73Aa | 3,60Aa | 2,67A |
| 4000 | 5,20Aa | 0,47Ab | 2,84A |
| Média | 2,99a | 1,75a | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.7 Porcentagem de calos em estacas de Pau-rosa

Apenas o fator substrato apresentou efeito significativo sobre o percentual de formação de calos. As estacas submetidas ao substrato 1 apresentaram maior enraizamento do que as estacas submetidas ao substrato 2, com percentuais médios de 29,48% e 11,52%, respectivamente.

Para o fator concentração do AIB, os resultados diferem dos observados por Sampaio (1987), o qual verificou que a porcentagem de formação de calos na base das estacas de pau-rosa aumentava a medida que aumentava-se as dosagens de AIB. Os percentuais encontrados por Sampaio (1987) apresentaram maior formação de calos do que os encontrados neste experimento,

com percentual médio de 86,32%.

Tabela 7. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de formação de calos em estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|---------|
| Substratos | 1 | 2491,12 | 10,38** |
| Concentrações | 3 | 444,633 | 1,85ns |
| Interação | 3 | 77,09 | 0,32ns |
| Resíduo | 24 | 239,83 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=87,50

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato 1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média (%) |
|----------------------------|--|--|-----------|
| 0 | 16,67 | 12,50 | 14,28A |
| 2000 | 27,77 | 4,42 | 14,43A |
| 3000 | 41,67 | 20,83 | 31,25A |
| 4000 | 27,78 | 8,33 | 16,67A |
| Média | 29,48a | 11,52b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

3.2.8 Porcentagem de retenção foliar em estacas de Pau-rosa

Nenhum dos dois fatores apresentaram efeitos significativos sobre o percentual de retenção foliar das estacas de pau-rosa.

Apesar do fator concentração de AIB não apresentar diferenças estatísticas, as médias variaram bastante entre si, sendo que a concentração de 3000 ppm alcançou 45,83% de retenção foliar e essa concentração foi a que demonstrou a maior porcentagem de enraizamento, indicando que a presença de folhas durante o processo de formação de raízes em estacas é um aspecto bastante importante na propagação vegetativa.

De modo geral os índices de retenção foliares obtidos neste experimento foram muito baixos, menor na maioria das vezes do que o índice de enraizamento. Isso pode ser explicado pelo

fato de que as folhas originais das estacas terem sido substituídas pelas folhas originárias das brotações e também pelo fato de que várias estacas apresentavam-se enraizadas, estavam desprovidas de folhas. Outro fato que pode ter contribuído para esse resultado foi a presença de fumagina sobre as folhas de muitas estacas.

Tabela 8. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de retenção foliar em estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------|
| Substratos | 1 | 78,15 | 0,17ns |
| Concentrações | 3 | 957,63 | 2,13ns |
| Interação | 3 | 78,12 | 0,17ns |
| Resíduo | 24 | 448,47 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=69,00

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB (ppm) | Substrato1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média (%) |
|----------------------------|---|--|-----------|
| 0 | 33,33 | 29,17 | 31,25A |
| 2000 | 16,67 | 25,00 | 20,83A |
| 3000 | 41,66 | 50,00 | 45,83A |
| 4000 | 25,00 | 25,00 | 25,00A |
| Média | 25,00a | 32,00a | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Figuras de 1 a 4. Estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) obtidas de mudas sob substrato 2 (Areia + Plantmax®) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias.



Figura 1- 0 ppm de AIB



Figura 2- 2000 ppm de AIB



Figura 3- 3000 ppm de AIB



Figura 4- 4000 ppm de AIB

Figuras de 5 a 8. Estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) obtidas de mudas sob substrato 1 (Vermiculita + Casca de arroz carbonizada) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias.



Foto 5. 0 ppm de AIB



Foto 6. 2000 ppm de AIB



Foto 7. 3000 ppm de AIB



Foto 8. 4000 ppm de AIB

3.3 CONCLUSÕES

O uso do AIB sobre as estacas obtidas de mudas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) afetou a porcentagem de sobrevivência, número de raízes formadas por estacas e comprimento médio de estacas.

O substrato formado pela mistura de vermiculita e casca de arroz carbonizada proporcionou maior porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, número de raízes formadas por estaca, porcentagem de brotação e porcentagem de formação de calos.

Houve interação entre os fatores concentrações de AIB e tipo de substrato apenas para as variáveis: número de raízes formadas por estaca e altura média das brotações.

Não houve efeito de nenhum dos fatores para a porcentagem de retenção foliar

O uso de material juvenil obteve melhores resultados, por isso é o mais indicado para uso na propagação vegetativa desta espécie.

4. EXPERIMENTO 2 : ESTAQUIA DE MATERIAL ADULTO DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora* Ducke).

O material adulto foi obtido de árvores do plantio da reserva florestal Adolpho Ducke, localizada no Km 26 da Estrada Manaus-Itacoatiara (AM-010), sendo que essas plantas possuíam 35 anos de idade e receberam podas freqüentemente devido a avaliação de produção de biomassa, as estacas obtidas dessas árvores são brotações localizadas próximas ao tronco da árvore.

O experimento foi instalado no dia 11 de julho de 2005, nas primeiras horas do dia, sendo que a avaliação do experimento foi realizada durante os dias 12 e 13 de janeiro de 2006, quando completou 180 dias.

4.1 Delineamento Experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 4x2, constituído de quatro dosagens de regulador de crescimento (0, 2000, 3000 e 4000 ppm) e dois substratos (mistura de casca de arroz carbonizada + vermiculita de granulometria média na proporção 1:1 e mistura de areia e Plantmax[®] na proporção 1:1), com quatro repetições e parcelas de seis estacas. As análises estatísticas deste experimento foram realizadas com o programa estatístico SYSTAT 8.0.

4.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.2.1 Porcentagem de Sobrevivência das estacas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*)

Através da Tabela 9. verifica-se que não houve efeito significativo dos tratamentos com substratos e AIB sobre a sobrevivência das estacas obtidas de arvores adultas de pau-rosa. Embora não havendo diferença estatística significativa, observa-se que a o uso do substrato 1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) proporcionou ao maior porcentual de sobrevivência das estacas. Os maiores percentuais de sobrevivência foram encontrados sob o substrato 1 e nas concentrações 2000 e 4000 ppm. De modo geral os valores de sobrevivência deste experimento foram muitos baixos, quando comparados aos encontrados quando as estacas foram obtidas de mudas desta espécie.

Tabela 9. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de sobrevivência de estacas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 702,75 | 3,73 ^{ns} |
| Concentrações | 3 | 101,27 | 0,53 ^{ns} |
| Interação | 3 | 332,67 | 1,76 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 188,05 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=111,40%

^{ns} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB | Substrato 1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada) (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | média |
|----------------------|--|--|---------|
| 0 | 16,66 | 8,33 | 12,49 A |
| 2000 | 24,99 | 8,33 | 16,66 A |
| 3000 | 4,16 | 12,49 | 8,33 A |
| 4000 | 24,99 | 4,16 | 14,58 A |
| Média | 17,70a | 8,33a | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2.2 Porcentagem de enraizamento de estacas de pau-rosa

Apenas o fator tipo de substrato apresentou efeito significativo sobre o percentual de enraizamento, as estacas submetidas ao substrato 1 apresentaram maior percentual de enraizamento do que as submetidas ao substrato 2 (areia + plantmax[®]), com percentuais médios de 6,25% e 1,04%, respectivamente (Tabela 10). Esta inferioridade do substrato 2 em relação ao substrato 1 ocorreu provavelmente devido a sua alta densidade, baixo espaço poroso, e baixa capacidade de retenção de água. Pois na constituição do substrato 2, 50% é formado por areia que apresenta tais características citadas anteriormente de acordo com Schmitz (2002).

Quanto ao uso do AIB no desenvolvimento radicular, pode-se notar que entre as concentrações de AIB, a testemunha (0 ppm) e a concentração de 3000 ppm não apresentaram enraizamento e os demais tratamentos apresentaram baixo percentual de enraizamento, sendo que o maior percentual observado neste experimento foi de apenas 8,33 % (4000 ppm). Esses resultados indicam que propágulos obtidos de indivíduos adultos apresentam poucas

possibilidades de enraizamento e que aplicações de hormônios vegetais em altas dosagens podem aumentar sensivelmente o percentual de enraizamento de estacas obtidas de material adulto.

Sampaio (1987) também verificou que os melhores resultados foram obtidos quando a dosagem de AIB usada foi de 4000 ppm, sendo que a mesma apresentou 13,58% de enraizamento. Estes baixos índices de enraizamento geralmente estão relacionados à elevada maturidade destes propágulos, sendo que maturidade está correlacionada negativamente à capacidade de enraizamento de propágulos (Xavier, 2001).

Tabela 10. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de enraizamento de estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 216,89 | 4,41* |
| Concentrações | 3 | 147,46 | 2,99 ^{NS} |
| Interação | 3 | 78,08 | 0,21 ^{NS} |
| Resíduo | 24 | 49,16 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=224,4%

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB | Substrato 1 Vermiculita + casca de arroz carbonizada (%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média |
|----------------------|---|--|-------|
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00A |
| 2000 | 12,50 | 0,00 | 6,25A |
| 3000 | 0,00 | 0,00 | 0,00A |
| 4000 | 12,50 | 4,16 | 8,33A |
| Média | 6,25a | 1,04b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2.3 Número médio de raízes por estaca

Houve efeito significativo dos fatores tipo de substrato e concentração de AIB sobre o número de raízes por estaca, sendo que as estacas submetidas ao substrato 1 apresentaram maior número de raízes por estaca que as estacas submetidas ao substrato 2, com médias de 0,84 e 0,12 raízes por estacas respectivamente. Apesar dos valores serem considerados baixos, provavelmente

essa diferença possa ser atribuída a característica física do substrato. Quanto ao uso do AIB, os maiores números de raízes por estaca foram observados nas concentrações de 2000 e 4000 ppm, demonstrando que uso de auxina exógena pode aumentar a quantidade de raízes em estacas obtidas de propágulos com elevada maturação.

De acordo com Sampaio (1987) o uso de diferentes concentrações não teve efeito significativo sobre o número de raízes em estacas de pau-rosa obtidas de árvores adultas, sendo que a média encontrada no experimento foi de 1,94 raízes por estaca.

Tabela 11. Análise de variância e comparação das médias do número de raízes por estaca de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 4,13 | 5,16* |
| Concentrações | 3 | 2,50 | 3,13* |
| Interação | 3 | 1,63 | 2,04 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 0,79 | |
| Total | 31 | | |

^{NS} não significativo

C.V.=221,70

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB | Substrato 1(Vermiculita + casca de arroz carbonizada) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) | Média |
|----------------------|---|---|-------|
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00B |
| 2000 | 1,87 | 0,00 | 0,94A |
| 3000 | 0,00 | 0,00 | 0,00B |
| 4000 | 1,50 | 0,50 | 1,00A |
| Média | 0,84a | 0,12b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2.4 Porcentagem de formação de calos.

Neste experimento foi verificado que os fatores tipo de substrato e concentrações de AIB não demonstraram diferença significativa sobre o percentual de formação de calos em estacas de pau-rosa. Foram observados neste experimento percentuais muito baixos de formação de calos, devido a elevada mortalidade alcançada por esses propágulos que conseqüentemente afetou a formação de calos.

Resultados semelhantes foram verificados por Sampaio (1987), em que as estacas sob diferentes concentrações de AIB não demonstraram diferenças estatísticas, sendo que as

porcentagens observadas em seu estudo foram bastante superiores ao observado neste estudo, chegando a atingir 43,30% de formação de calos.

Os resultados obtidos no presente estudo diferem muito dos verificados por Miranda (2000), que em estacas de mogno utilizando areia como substrato atingiram os mais altos percentuais de formação de calos no experimento, chegando a 48,75%.

Tabela 12. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de formação de calos em estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 78,09 | 0,42 ^{ns} |
| Concentrações | 3 | 147,51 | 0,80 ^{ns} |
| Interação | 3 | 216,92 | 1,19 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 182,26 | |
| Total | 31 | | |

^{NS} não significativo

C.V.=171,20%

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB | Substrato 1(Vermiculita + casca de arroz carbonizada)(%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média |
|----------------------|--|---|-------|
| 0 | 4,16 | 4,16 | 4,16 |
| 2000 | 12,50 | 8,33 | 10,41 |
| 3000 | 0,00 | 8,33 | 4,16 |
| 4000 | 20,82 | 4,16 | 12,49 |
| Média | 9,37 | 6,24 | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

4.2.5 Porcentagem de retenção foliar em estacas de pau rosa.

Apenas o fator tipo de substrato mostrou efeito significativo sobre o percentual de retenção foliar, as estacas submetidas ao substrato 1 apresentaram maior retenção foliar do que as estacas submetidas ao substrato 2, com percentuais médios de 17,70% e 7,29%, respectivamente. A importância da presença da folha durante a formação de raízes adventícias fica evidente quando se observa que para este estudo, o menor percentual de enraizamento foi obtido em estacas submetidas ao substrato 2 (Tabela 10), onde também foram obtidas menores percentuais de retenção foliar (Tabela 13). Isso também foi observado por Lima *et al.*(2003) em estacas de *Mikania glomerata*.

Tabela 13. Análise de variância e comparação das médias da porcentagem de retenção foliar de estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) submetidas a tratamento com substrato e AIB.

| Causa de Variação | G.L | Quadrado Médio | F |
|-------------------|-----|----------------|--------------------|
| Substratos | 1 | 867,67 | 5,55* |
| Concentrações | 3 | 208,33 | 1,33 ^{ns} |
| Interação | 3 | 289,23 | 1,85 ^{ns} |
| Resíduo | 24 | 156,22 | |
| Total | 31 | | |

C.V.=112,30%

^{NS} não significativo

**significativo a 1% de probabilidade

*significativo a 5% de probabilidade

| Concentrações de AIB | Substrato 1 (Vermiculita + casca de arroz carbonizada)(%) | Substrato 2 (Areia + plantmax [®]) (%) | Média |
|----------------------|---|---|--------|
| 0 | 16,66 | 8,33 | 12,49A |
| 2000 | 25,00 | 12,50 | 18,74A |
| 3000 | 4,16 | 8,33 | 6,24A |
| 4000 | 24,99 | 0,00 | 12,49A |
| Média | 17,70a | 7,29b | |

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na vertical e minúscula na horizontal, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Figuras de 9 a 12. Estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) obtidas de mudas sob substrato 2 (Areia + Plantmax®) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias.



Foto 9. 0 ppm de AIB



Foto 10. 2000 ppm de AIB



Foto 11. 3000 ppm de AIB



Foto 12. 4000 ppm de AIB

Figuras de 13 a 16. Estacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) obtidas de arvores sob substrato 1 (Vermiculita + Casca de arroz carbonizada) em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias.



Foto 13. 0 ppm de AIB



Foto 14. 2000 ppm



Foto 15. 3000 ppm de AIB



Foto 16. 4000 ppm de AIB

4.3 CONCLUSÕES

O uso do AIB sobre as estacas obtidas de árvores adultas de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) afetou apenas o número de raízes formadas por estaca.

A utilização de dois diferentes substratos na propagação vegetativa de pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) mostrou efeito sobre porcentagem de enraizamento, número de raízes formadas por estaca e porcentagem de retenção foliar. O uso do substrato formado pela mistura de vermiculita com casca de arroz carbonizada proporcionou maiores valores de porcentagens de enraizamento.

Não houve efeito de nenhum dos fatores para as seguintes variáveis: porcentagem de sobrevivência e porcentagem de formação de calos.

A utilização de propágulo vegetativo obtido de tecidos maduros não deve ser utilizado na estaquia desta espécie, devido a baixa eficiência de enraizamento.

5. EXPERIMENTO 3: EFEITO DE DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE AIB SOBRE MINIESTACAS DE PAU-ROSA (*Aniba rosaeodora*).

5.1.0 Preparo das minicepas

O material vegetativo utilizado no fornecimento de miniestacas foi obtido de mudas de pau-rosa oriundas de sementes originárias do plantio da Reserva Ducke do INPA, que após a germinação em caixa de areia foram transferidas para substrato com a seguinte proporção 3:1:1 (argila: areia: composto orgânico). As mudas foram repicadas para potes de polietileno 5 litros em outubro e dezembro de 2004. O substrato utilizado para preencher os potes foi terriço da floresta e argila. As mudas foram produzidas no viveiro pertencente a UTAM (Universidade Tecnológica da Amazônia) coberto com sombrite a 50%. As mudas utilizadas estavam com 1,5 anos de idade. O viveiro de enraizamento utilizado nesse experimento foi o mesmo utilizado no experimento de estaquia de pau-rosa.

5.1.1 Nutrição mineral das minicepas

O jardim miniclinal foi o mesmo viveiro, onde foram produzidas as mudas e que pertence a UTAM, constituído de 120 minicepas, onde foram efetuadas adubações e irrigação. As minicepas foram adubadas semanalmente, aplicando-se 50 mL da seguinte formulação por minicepa: sulfato de amônio ($4,0 \text{ g L}^{-1}$), superfosfato simples ($10,0 \text{ g L}^{-1}$), cloreto de potássio ($4,0 \text{ g L}^{-1}$) e $1,0 \text{ g L}^{-1}$ de solução de micronutrientes (9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe, 2% de Mn e 0,12% de Mo) (Xavier & Wendling, 1998).

As mudas foram podadas na parte apical a uma altura de 15 cm da base, para estimular o surgimento de brotações laterais das minicepas, formando o jardim miniclinal, conforme procedimentos da técnica descrita por Xavier & Wendling (1998).

A coleta das miniestacas ocorreu quando a maioria das minicepas alcançaram um tamanho de 6 e 8 cm. A coleta das miniestacas foi feita aos 240 dias após a poda apical das mudas.

Após a coleta, as miniestacas foram colocadas em caixa de isopor com água e levadas imediatamente para casa de vegetação do INPA-V8. As miniestacas tiveram as bases mergulhadas na solução de AIB por um período de 10 segundos, antes de serem estaqueadas em bandejas de isopor, tendo como substrato uma mistura contendo vermiculita de granulometria média e casca de arroz carbonizada na proporção (1:1). Foram avaliados cinco concentrações de regulador de

crescimento (AIB) para enraizamento, constituídos pela aplicação das dosagens de 0, 2000, 4000, 5000 e 6000 ppm de AIB (ácido indolbutírico), via líquida na base da estaca, durante 10 segundos.

O experimento foi instalado no dia 22 dezembro de 2005, nas primeiras horas do dia, sendo que a avaliação do experimento foi realizada durante os dias 23 e 24 de março de 2006, quando completou 90 dias.

As avaliações realizadas neste experimento consistiram da medição da porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, número médio de raízes formadas por miniestaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz, porcentagem de brotação, porcentagem de formação de calos e porcentagem de retenção foliar.

5.1.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos de dosagens do regulador de crescimento (0, 2000 e 4000, 5000 e 6000 ppm de AIB-ácido indolbutírico) e cinco repetições por tratamento. Para cada repetição foram usadas 6 miniestacas, totalizando 150 miniestacas utilizadas no experimento. As análises estatísticas deste experimento foram realizadas com o programa estatístico SYSTAT 8.0.

5.2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 14. Análise de variância da porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, média de raízes por miniestaca, comprimento médio das raízes, comprimento da maior raiz, porcentagem de estacas com formação de calos e porcentagem de foliar em miniestacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) aos 90 dias.

| C.V | G.L. | Sobrevivência (%) | | Estacas enraizadas(%) | | Média de raízes /miniestaca | | Comprimento de raízes (cm) | |
|--------------|------|-------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------|---------------------|----------------------------|---------------------|
| | | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F |
| Concentração | 4 | 16,673 | 0,500 ^{ns} | 316,690 | 0,864 ^{ns} | 0,426 | 0,739 ^{ns} | 0,936 | 0,405 ^{ns} |
| Resíduo | 20 | 33,347 | | 366,703 | | 0,577 | | 2,311 | |
| Total | 24 | | | | | | | | |

Tabela 15. Análise de variância do , comprimneto da maior raiz, porcentagem de estacas com formação de calos e porcentagem de retenção foliar em miniestacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) aos 90 dias.

| C.V | G.L. | Comprimento da maior raiz (cm) | | Formação de calos (%) | | Retenção Foliar (%) | |
|--------------|------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|-------|
| | | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F |
| Concentração | 4 | 5,805 | 1,741 ^{ns} | 205,571 | 0,740 ^{ns} | 16,673 | 0,500 |
| Resíduo | 20 | 3,334 | | 277,819 | | 33,347 | |
| Total | 24 | | | | | | |

^{NS} não significativo

Tabela 16. Comparação de médias de porcentagem de sobrevivência, porcentagem de enraizamento, média de raízes por miniestaca, comprimento médio das raízes, comprimento da maior raiz, porcentagem de estacas com formação de calos e porcentagem de retenção foliar em miniestacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) aos 90 dias.

| Concentração (ppm) | Sobrevivência (%) | Estacas enraizadas (%) | Média de raiz/ miniestaca | Comprimento de raízes (cm) | Comprimento da maior raiz (cm) | Retenção Foliar (%) | Formação de calos (%) |
|--------------------|-------------------|------------------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|
| 0 | 100,00 | 73,33 | 2,08 | 4,12 | 7,72 | 100,00 | 26,66 |
| 2000 | 96,66 | 93,33 | 2,44 | 3,98 | 8,80 | 96,67 | 43,33 |
| 4000 | 96,66 | 76,66 | 2,48 | 3,33 | 8,52 | 96,67 | 30,00 |
| 5000 | 100,00 | 86,66 | 2,08 | 4,45 | 10,66 | 100,00 | 30,00 |
| 6000 | 96,66 | 83,33 | 2,77 | 4,29 | 8,98 | 96,67 | 33,33 |
| Média | 98,00 | 88,66 | 2,37 | 4,03 | 8,94 | 98,00 | 32,66 |
| CV (%) | 5,60 | 22,90 | 31,30 | 35,80 | 21,70 | 5,60 | 49,90 |

5.2.1 Porcentagem de sobrevivência

Através da Tabela 14, pode-se verificar que não houve efeito da concentração de AIB sobre o enraizamento de miniestacas de Pau-rosa, sendo que as concentrações de 0 e 5000 ppm apresentaram o máximo de sobrevivência (100%), não sendo muito diferente das outras dosagens. A média do experimento foi de 98% de sobrevivência. Esses resultados mostram que uso de propágulos mais juvenil apresenta maiores probabilidades de sucesso na propagação vegetativa, embora a manutenção da sobrevivência não seja uma garantia de seu posterior enraizamento (Xavier *et al.*, 2003).

Xavier *et al.*, (2003), obtiveram em estudo com miniestaquia de *Cedrela fissilis* porcentagens de sobrevivência aos 90 dias de 84,3%, um pouco abaixo da observado neste experimento. Wendling *et al.*, (2003) observaram que miniestacas de erva-mate apresentaram aos 120 dias, porcentagem média geral de sobrevivência de 75%, sendo que a menor porcentagem foi observada na dosagem de 6000 ppm de AIB.

5.2.2 Porcentagem de enraizamento

Como pode ser observado na tabela 14, não houve também efeito do uso de AIB sobre o enraizamento de miniestacas de pau-rosa, mas o maior percentual de enraizamento foi observado na dosagem de 2000 ppm (93,33) e a menor percentagem na testemunha (73,33).

Quando a ministaquia de pau-rosa é comparada com a estaquia é possível perceber uma superioridade do primeiro em relação ao segundo, tanto nos valores alcançados pela ministaquia, quanto no tempo para atingir esses valores. Sampaio (1987) verificou uma média no experimento de estacas de material juvenil de 66,15% aos 210 dias e esse experimento constatou uma média total de 88,66% em 90 dias.

Vários estudos mostram que o uso de diferentes dosagens de reguladores de crescimento não tem sido eficientes em aumentar o percentual de enraizamento em miniestacas, sendo que esse uso pode ter efeitos negativos sobre o enraizamento. Isto pode ser explicado, em parte, pelo fato de se tratar de material juvenil, no qual o balanço hormonal interno mostra-se favorável ao enraizamento (Wendling *et al.*, 2003; Xavier, *et al.*, 2003). Além do aumento dos percentuais de enraizamento em propágulos mais juvenis, a melhor qualidade e maior rapidez de formação do sistema radicular também tem sido citadas (Gomes, 1987), denotada pelo aumento do vigor radicular (número e comprimento de raízes) (Schneck, 1996).

5.2.3 Número médio de raízes por miniestaca

O número de raízes por miniestacas não foi afetado pelas concentrações de AIB utilizadas. Os valores mais elevados foram observados nas dosagens de 6000 e 4000 ppm que apresentaram em média de 2,77 e 2,48 raízes por minestaca, respectivamente. Os menores valores foram constatados nas dosagens de zero e 5000 ppm, que ambas alçaram em média 2,08 raízes por miniestaca. Pode ser que exista uma tendência de que o uso de AIB possa aumentar o número de raízes em miniestacas de Pau-rosa.

Os valores verificados por Sampaio (1987) são semelhantes aos obtidos nesse experimento, sendo que a principal diferença foi o tipo de propágulo e o tempo de enraizamento (210 dias). Por isso indica que a maior juvenilidade do propágulo influencia na velocidade de surgimento de raízes em segmentos caulinares. Quando comparado aos resultados obtidos no experimento de estaquia desse estudo, os valores alcançados na ministaquia foram bem menores.

Isso pode ser explicado em parte por causa do curto período de avaliação, no qual poucas raízes surgiram nesses primeiros 90 dias.

5.2.4 Comprimento médio de raízes

O comprimento de raízes em miniestacas também não foi influenciado pelas dosagens de AIB e os valores observados entre as dosagens foram bem próximos. O maior valor (4,45 cm) foi verificado na concentração de 5000 ppm, que foi uma das dosagens que apresentaram o menor, número de raízes por miniestacas. Assim como houve presença de poucas raízes, houve uma maior oferta de reservas e nutrientes para serem alocados para essas poucas raízes desenvolverem mais. Os resultados encontrados para miniestaquia de pau-rosa diferem dos encontrados para estaquia desse estudo, em que houve diferença significativa ao uso de diferentes dosagens de AIB. Na estaquia o melhor resultado (6,64 cm) foi observado em estacas submetidas a dosagem de 3000 ppm.

Sampaio (1987) verificou na estaquia de pau-rosa que o fator dosagem de AIB não influenciou o comprimento de raízes, sendo que o comprimento médio das raízes do experimento foi de 7,73 aos 210 dias. Dessa forma pode-se verificar que as dosagens de AIB tiveram pouca capacidade de proporcionar o alongamento das raízes dessa espécie. Na estaquia de *Aniba canelilla* foi verificado uma média total de 7,56 cm, sendo que o fator dosagem de AIB proporcionou efeito significativo sobre essa variável (Siqueira, 2005).

5.2.5 Comprimento da maior raiz

Tanto como as outras variáveis, o comprimento da maior raiz também não mostrou diferenças significativas entre as diferentes dosagens de AIB utilizadas. Apesar de não ter havido diferença os maiores valores foram observados nas dosagens mais elevadas de AIB, sendo que as dosagens de 5000 e 6000 ppm apresentaram média de 10,66 cm e 8,98 cm, respectivamente, enquanto a testemunha apresentou comprimento médio da maior raiz de 7,72 cm. Essa variável não foi possível comparar com estudos envolvendo a mesma espécie.

5.2.6 Porcentagem de formação de calos

Não houve efeito significativo do fator dosagem de AIB sobre a porcentagem da formação de calos em miniestacas de Pau-rosa. A maior porcentagem de formação de calos foi observada

quando foi utilizado a dosagem de 2000 ppm de AIB que apresentou 43,33% de formação de calos, enquanto a testemunha apresentou a menor porcentagem de formação de calos que foi de apenas 26,66%. Os resultados obtidos para a miniestaquia se situam um pouco acima do que foi observado para a estaquia de pau-rosa em que o maior porcentagem foi observada na dosagem de 3000 ppm, que apresentou 31,25 % de formação de calos nas estacas.

Hartman *et al.* (1997) afirmam que a formação de calo em propágulos é um indicativo do fornecimento de condições ambientais adequadas para o enraizamento, portanto Wendling, (2003) observou na propagação vegetativa de erva-mate que a ausência e presença de calo em propágulos juvenis e adultos, respectivamente era um indicativo de baixa juvenilidade dos propágulos.

5.2.7 Porcentagem de retenção foliar

Também não foi observado efeito significativo do fator dosagem de AIB sobre a porcentagem de retenção foliar em miniestacas de pau-rosa. As porcentagens de retenção foliar em miniestacas em todas as dosagens de AIB utilizada foram elevadas, pouco diferentes entre si, sendo que a média do experimento foi de 98,00% de retenção foliar. Essa elevada retenção foliar combinada a uma elevada porcentagem de enraizamento, mostra que quanto maior a juvenilidade dos propágulos utilizados, maior a probabilidade de sucesso na propagação de espécies lenhosas. Geralmente em estudos de miniestaquia esta variável não é avaliada, provavelmente devido as elevadas porcentagens observadas e inexistência de diferença entre tratamentos.

Figuras 17 a 21. Miniestacas de Pau-rosa (*Aniba rosaeodora*) em diferentes concentrações de AIB aos 90 dias.



Foto 17. 0 ppm de AIB



Foto 18. 2000 ppm de AIB



Foto 19. 4000 ppm de AIB



Foto 20. 5000 ppm de AIB

Foto 21. 6000 ppm de AIB



5.3 CONCLUSÕES

A utilização de AIB não demonstrou efeito sobre a maioria das variáveis analisadas.

As médias totais do experimento de miniestaquia para porcentagens de sobrevivência e enraizamento foram elevadas quando comparada a estudos realizados com estacas da mesma espécie.

As médias de número de raízes por miniestaca e comprimento médio das raízes foram elevadas para o curto período de observação.

A propagação vegetativa do pau-rosa mostrou-se viável através do uso da miniestaquia.

A miniestaquia nesta espécie deve ser utilizada como alternativa para estabelecer maior eficiência na propagação vegetativa de pau-rosa.

CAPÍTULO 2– PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO BREU-VERMELHO (*Protium apiculatum* Swartz) ATRAVÉS DA ESTAQUIA

1. INTRODUÇÃO

A crescente utilização de matéria prima obtida de plantas da floresta Amazônica para fabricação de cosméticos e medicamentos que tem ocorrido nos últimos anos, fez com que houvesse um elevado interesse por essas plantas. Aliado as propriedades de tais plantas com o marketing, através do uso do nome “Amazônia”, várias empresas nacionais desses segmentos tem criado linhas de produtos que tem em sua composição algum elemento da flora Amazônica. Nesse momento esses produtos deixam de fazer parte apenas dos pequenos comércios especializados de ervas e raízes das cidades amazônicas para se transformarem em produtos sofisticados, com elevado valor agregado e amplamente encontrados em grande parte do Brasil. A maioria desses produtos são obtidos através do extrativismo, que há séculos é realizado pelas populações que habitam essas áreas. Espécies como a copaíba e o breu fazem parte dessa flora de grande importância na fabricação de cosméticos e medicamentos. O estabelecimento de plantio dessas espécies para um futuro aproveitamento de seus produtos se faz necessário para que possa atender a demanda futura e se tornar em uma das alternativas ao uso da terra na região Amazônica. Para que seja possível estabelecer plantio dessas espécies são necessárias pesquisas sobre os métodos de propagação dessas espécies assim como de tantas outras que também carecem de pesquisas relacionadas a essa área. A propagação vegetativa pode ser uma alternativa para a produção de mudas dessas espécies, visto que a produção de mudas obtidas de sementes depende muito de algumas variáveis difíceis de serem controladas e que estão relacionadas à planta matriz.

Um grande número de espécies arbóreas tropicais tem sido propagadas vegetativamente com sucesso e os resultados indicam que uma ampla variedade de fatores pode influenciar essa habilidade de enraizamento (Leakey *et al.*, 1994 apud Negash, 2002).

Para entender as respostas das inúmeras espécies vegetais quando submetidas à técnica de estaquia, deve-se considerar os vários fatores que influenciam o enraizamento de estacas. Dentre eles podem ser mencionados, a condição fisiológica da planta matriz que está relacionada ao conjunto de características internas da planta, tais como, o conteúdo de água, teor de reservas e de

nutrientes (Moe & Andersen 1988; Fachinello *et al.*, 1995), e o nível hormonal na época da coleta das estacas (Hartmann *et al.*, 1997); presença de barreiras anatômicas (Beakbane 1969; Edwards & Thomas 1980 e Hartmann *et al.*, 1997) a origem e a idade da planta matriz; a presença de enfermidades; condições de luminosidade e temperatura; tipo de estaca; posição da estaca no ramo; diâmetro das estacas; consistência da estaca; comprimento da estaca; a época do ano da coleta; ambiente de enraizamento (umidade, luminosidade, temperatura e o substrato de enraizamento) (Chong 1981; Hartmann *et al.*, 1997) e tratamento com reguladores de crescimento, nutrientes ou outras substâncias químicas.

1.2. Caracterização botânica breu vermelho (*Protium apiculatum* Swartz)

Árvore de dossel, casca vermelho-escuro. Resina branca, perfumada. Folhas alternas, imparipinadas, com 2-4 jugos, mais freqüentemente 3, pecioladas; folíolos 5-9, freqüentemente 7 oblongos-lanceolados ou elípticos, obtusos no ápice. Inflorescência axilar, glomerulada, bastante ramificada, com brácteas e bractéolas. Flores brancas, verde-amareladas ou rosadas; estames exsertos, filetes de 1,5 mm de comprimento com antera oblonga de 1 mm. Fruto, dupla resinoso, ovóide, pericarpo vermelho e polpa branca, bastante resinosa, com 2-3 sementes (Loureiro, 1978).

Características da madeira: Madeira moderadamente pesada (0,55 a 0,70 g/cm³); de lenho bege escuro, levemente rosado, uniforme grã regular; textura média; cheiro e gosto indistintos. Fácil de trabalhar, recebendo um acabamento tanto agradável (Loureiro, 1978).

A família Burseraceae compreende 16 gêneros e mais de 800 espécies tropicais e subtropicais. Alguns gêneros desta família produzem de uma seiva oleosa rica em óleo essencial e triterpenos das séries oleano, ursano e eufano (Pernet, 1972). A espécie *Protium heptaphyllum* é largamente encontrada na região amazônica e produz uma resina oleosa também conhecida como breu branco, almécega do Brasil, goma-limão, etc. Sua utilização é amplamente difundida, sendo usada na medicina popular, como analgésico, cicatrizante e expectorante; na indústria de verniz; na calafetagem de embarcações e em rituais religiosos (incenso). Isto torna, sobretudo, importante o conhecimento de sua constituição química para contribuir com o aproveitamento e controle na medicina e na indústria. Na medicina popular, esta espécie é considerada como um importante agente terapêutico, sendo utilizada como antiinflamatório, analgésico, expectorante e cicatrizante. É utilizada também na indústria de verniz e calafetagem de embarcações (Correia, 1984). Recentemente, estudos farmacológicos realizados com o óleo da resina comprovaram sua eficácia

terapêutica, demonstrando atividades antiinflamatória, antinociceptiva e antineoplásica (Siani *et al.*, 1999). O teor de óleo essencial varia de acordo com a parte da planta e estado de maturação dos órgãos vegetais, podendo obter da seiva exsudada do caule, frutos verdes e frutos maduros os seguintes valores: 11,0%, 3,0% e 1,5%, respectivamente (Bandeira *et al.*, 2002).

1.3. Propagação vegetativa de espécie relacionada

A espécie não possui informações na literatura sobre a propagação vegetativa da mesma. No entanto existem alguns trabalhos sobre espécies do mesmo gênero (Oliveira, 2003; Oliveira *et al.*, 2001; Rios *et al.*, 2001; Silva & Martins, 1999).

A porcentagem de estacas enraizadas de *Protium almecega*, espécie que ocorre no cerrado e que foi coletada no fim da estação seca com aplicação de várias dosagens de (AIB) foi muito baixa. O enraizamento apenas ocorreu nos tratamentos com 4000 ppm de AIB (via palito embebido) com 3,33% e com 4000 ppm de AIB (via imersão rápida) com 10%, porém não foram significativamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade (Oliveira, 2003).

Assim, este capítulo tem como objetivo analisar a propagação vegetativa, via estaquia em breu-vermelho (*Protium apiculatum*) Este estudo busca identificar o efeito de diferentes concentrações de AIB sobre o enraizamento dessa espécie.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Estaquia de Breu Vermelho (*Protium apiculatum*)

O material vegetativo do breu-vermelho foi coletado na Reserva Florestal Adolpho Ducke, que possui as seguintes coordenadas geográficas: 01° 40'S e 60° 50'W e está localizada no município de Manaus, no km 26 da AM-010 (Manaus-Itacoatiara). As estacas foram coletadas de mudas da regeneração natural da floresta.

O viveiro de enraizamento utilizado no experimento foi o mesmo utilizado nos experimentos descritos no capítulo anterior.

2.2. Preparo das estacas

As estacas foram padronizadas no comprimento de aproximadamente 20 cm e com um par de folhas cortado ao meio. As estacas obtidas foram imediatamente acondicionadas em caixa de isopor contendo água e transferidas para a casa de vegetação.

As estacas foram tratadas com fungicida, mergulhando-as em solução de Benlate (Benomyl) a 0,06 % durante um minuto para desinfestação. Após o tratamento com fungicida as bases das estacas foram mergulhadas em solução com o hormônio AIB (ácido indol-butírico) de acordo com o tratamento, durante 10 segundos. A base da estaca foi cortada em bisel, para aumentar a superfície de contato com o tratamento. O recipiente utilizado foi bandejas de isopor com 72 células, sendo que o substrato utilizado foi vermiculita + casca de arroz carbonizada na proporção 1:1. Durante o experimento foram realizadas pulverizações quinzenais com Benlate (Benomyl) a 0,06 % para prevenir o ataque de patógenos e adubação foliar semanalmente.

O experimento foi instalado no dia 14 de agosto de 2005, nas primeiras horas do dia, sendo que a avaliação do experimento foi realizada durante os dias 16 e 17 de janeiro de 2005, quando completou 180 dias.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de enraizamento, número médio de raízes/estaca, comprimento médio das raízes, comprimento médio da maior raiz, porcentagem de brotação, porcentagem de sobrevivência e retenção foliar aos 180 dias.

Foram avaliados cinco concentrações referentes ao regulador de crescimento para enraizamento, constituídos pela aplicação das dosagens de 0, 2000, 4000, 5000 e 6000 ppm de AIB (ácido indolbutírico), via líquida na base da estaca.

2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições sendo que cada repetição possui 10 estacas. As análises estatísticas deste experimento foram realizadas com o programa estatístico SYSTAT 8.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 17. Análise de variância da porcentagem de sobrevivência, porcentual de estacas enraizadas, média de raízes/estaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz/estaca, porcentual de brotação e porcentagem de retenção foliar de estacas de Breu (*Protium apicullatum*) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias.

| C.V | G.L. | Sobrevivência (%) | | Estacas enraizadas(%) | | Média de raízes /estacas | | Comprimento de raízes (cm) | |
|--------------|------|-------------------|---------|-----------------------|---------|--------------------------|---------|----------------------------|---------|
| | | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F |
| Concentração | 4 | 170,000 | 0,708ns | 17,500 | 0,130ns | 2,981 | 0,389ns | 16,526 | 2,895ns |
| Resíduo | 15 | 240,000 | | 135,00 | | 7,654 | | 5,709 | |
| Total | 19 | | | | | | | | |

Tabela 18. Análise de variância do comprimento médio da maior raiz/estaca, porcentual de brotação e porcentagem de retenção foliar de estacas de Breu (*Protium apicullatum*) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias.

| C.V | G.L. | Comprimento da maior raiz (cm) | | Porcentagem de Brotação (%) | | Retenção Foliar (%) | |
|--------------|------|--------------------------------|---------|-----------------------------|---------|---------------------|---------|
| | | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F |
| Concentração | 4 | 25,183 | 1,124ns | 70,000 | 0,656ns | 55,000 | 0,275ns |
| Resíduo | 15 | 22,413 | | 106,667 | | 200,000 | |
| Total | 19 | | | | | | |

Tabela 19. Média da porcentagem de sobrevivência, porcentagem de estacas enraizadas, média de raízes/estaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz/estaca, porcentagem de brotação e porcentagem de retenção foliar de estacas de Breu (*Protium apicullatum*) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias.

| Tratamentos | Sobrevivência (%) | Estacas enraizadas (%) | Média de raízes /estacas | Comprimento de raízes (cm) | Comprimento da maior raiz (cm) | Brotação (%) | Retenção Foliar (%) |
|-------------|-------------------|------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------|
| 0 | 35,00 | 12,50 | 3,12 | 6,57 | 10,10 | 22,50 | 15,00 |
| 2000 | 27,50 | 12,50 | 3,62 | 2,74 | 6,25 | 15,00 | 17,50 |
| 4000 | 22,50 | 17,50 | 5,00 | 4,81 | 10,00 | 17,50 | 17,50 |
| 5000 | 17,50 | 15,00 | 2,87 | 2,69 | 5,90 | 12,50 | 12,50 |
| 6000 | 27,50 | 15,00 | 4,25 | 6,97 | 11,47 | 12,50 | 22,50 |
| Média | 26,00 | 14,50 | 3,77 | 4,76 | 8,74 | 16,00 | 17,00 |
| CV (%) | 57,70 | 72,40 | 68,40 | 59,40 | 54,80 | 62,20 | 76,60 |

3.1 Porcentagem de Sobrevivência

A porcentagem de sobrevivência de estacas de breu não foi significativamente afetado pelo uso de AIB. A maior porcentagem de sobrevivência das estacas foi alcançada na testemunha indicando que a adição de AIB, possível promotor de enraizamento, pode ter sido tóxico induzindo a morte da maioria das estacas nos outros tratamentos. Oliveira (2003) verificou resultados semelhantes a este estudo em estacas de *Virola sebifera*. As menores porcentagens de sobrevivência foram verificadas nas dosagens de 4000 e 5000 ppm com valores de 22,50 e 17,50%, respectivamente.

3.2 Porcentagem de enraizamento

Na tabela 17 e 19 são apresentados os resultados da análise de variância e a comparação de médias de porcentagem de estacas enraizadas de *Protium apiculatum* submetidas a tratamentos com AIB. De acordo com teste Tukey não houve diferença significativa entre a testemunha e as demais dosagens de AIB.

O percentual de enraizamento apresentou aumento de acordo com o aumento da dosagem até a concentração de 4000 ppm e a partir dessa concentração houve uma diminuição do percentual de enraizamento.

A maior porcentagem de enraizamento (17,50%) foi observada na dosagem de 4000 ppm, enquanto que a menores porcentagens de enraizamento foram observadas nas dosagens de zero e 2000 ppm de AIB.

Oliveira (2003) em estacas *Protium almecega* também observou que a adição de AIB não proporcionou diferença entre os tratamentos, mas os tratamentos que apresentaram os maiores índices de enraizamento foram os que utilizaram 4000 ppm de AIB, sendo que o tratamento de 4000 ppm via imersão rápida (10 segundos) apresentou 3,33% e o outro tratamento com 4000 ppm foi via imersão prolongada (24 horas) apresentou 10% de enraizamento. Isso indica que em espécies de difícil enraizamento, o uso de altas concentrações de AIB podem favorecer o aumento dos percentuais de enraizamento.

3.3 Número de raízes por estaca

O número de raízes por estaca não foi significativamente afetado pela concentração de AIB. Apesar disso a dosagem de 4000 e 6000 ppm com valores de 5 e 4,25 foram os tratamentos que apresentaram os maiores valores para essa variável, respectivamente. Enquanto que os

menores números de raízes por estaca foram observados na testemunha e na dosagem de 5000 ppm, em que foram encontrados valores de 3,12 e 2,87, respectivamente.

Os resultados obtidos por Herrera (2001), concordam com este estudo em que estacas de *Laurus nobilis* não responderam ao do uso do AIB sobre o número de raízes por estaca, apesar dos números obtidos pelos diferentes tratamentos serem muito discrepantes entre si.

Aminah *et al* (1985), em estudo de estaquia de *Shorea leprosula* afirmaram que os tratamentos das estacas com AIB aumentaram o número de raízes formadas e a velocidade de formação de raízes em consequência, aumentando a área de sustentação das estacas. Tal fato se torna muito importante, no momento em que as estacas são transferidas ao campo, pois pode aumentar a porcentagem de sobrevivência das mesmas.

3.4 Comprimento médio das raízes

Através da tabela 18, observa-se que não houve efeito significativo dos tratamentos com AIB sobre o comprimento das raízes de Breu.

Os maiores comprimentos das raízes foram obtidos com tratamentos de zero e 6000 ppm de AIB com valores de 6,57 e 6,97cm, respectivamente. Em parte isso pode ser explicado pelo fato de a testemunha ter sido um dos tratamentos que obtiveram uma das menores médias de número de raízes por estaca que conseqüentemente apresentou raízes de elevado comprimento, apesar de possuir poucas raízes. Enquanto que o tratamento de 6000 ppm de AIB apresentou a segunda maior média de número de raízes por estaca, sendo que as raízes além de serem numerosas nesse tratamento, também são de elevado comprimento.

Os menores comprimentos das raízes foram obtidos com tratamentos de 2000 e 5000 ppm com valores de 2,74 e 2,69cm, respectivamente.

Os resultados obtidos neste estudo diferem dos observados por Siqueira (2005) na estaquia de *Aniba canelilla* em que o uso de AIB proporcionou diferenças significativas entre os tratamentos e também o aumento do comprimento das raízes com a elevação da concentração da auxina.

3.5 Comprimento médio da maior raiz

Assim como a variável anterior, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Os maiores comprimentos da maior raiz foram verificados nos tratamentos de zero, 4000 e 6000 ppm

com valores de 10,10, 10,00 e 11,47cm, respectivamente. Os resultados dessa variável possuem o mesmo comportamento da variável anterior.

3.6 Porcentagem de brotação

Não houve diferença significativa entre os tratamentos de diferentes concentrações de AIB.

A maior porcentagem de brotação (22,50%) foi verificada na testemunha e as menores nas concentrações de 5000 e 6000 ppm (12,50%). A média geral da porcentagem de brotação do experimento foi de 16,00%.

Os resultados obtidos neste experimento diferem quanto aos valores verificados por Siqueira (2005), em experimento com estaquia de *Aniba canelilla*, que constatou valores médios de 52,8%, bem superior ao observado no presente estudo.

3.7 Porcentagem de retenção foliar

Pelo teste de Tukey não houve diferença significativa entre os tratamentos com AIB.

A maior porcentagem de retenção foliar (22,50%) foi observada na dosagem de 6000 ppm de AIB e a menor na dosagem de 5000 ppm (12,50%). A média geral obtida neste experimento foi de 17,00%, menor do que a porcentagem de sobrevivência, evidenciando que uma parte das folhas originais foram substituídas por folhas novas originadas da brotação.

Resultados semelhantes foram observados por Miranda & Miranda (2000) na estaquia de mogno em que a adição de AIB não proporcionou diferenças significativas entre os tratamentos.

Figuras de 22 a 26. Estacas de Breu (*Protium apiculatum*) obtidas de plântulas em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias.



Foto 22. 0 ppm de AIB

Foto 23. 2000 ppm de AIB



Foto 24. 4000 ppm de AIB

Foto 25. 5000 ppm de AIB



Foto 26. 6000 de AIB

4. CONCLUSÕES

O uso do AIB sobre as estacas obtidas de plântulas de breu (*Protium apiculatum*) não afetou significativamente nenhuma das variáveis analisadas

Os valores e porcentagens apresentados neste estudo para esta espécie foram considerados baixos.

A utilização de material vegetativo juvenil nesta espécie mostrou-se adequado para esta espécie que é considerada de difícil enraizamento.

É possível propagar o breu (*Protium apiculatum*) através de estacas de material juvenil independente do uso de AIB.

CAPÍTULO 3– PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA COPAÍBA (*Copaifera multijuga* Hayne) ATRAVÉS DA ESTAQUIA

1. INTRODUÇÃO

1.1. Descrição botânica da Copaíba (*Copaifera multijuga* Hayne)

Descrição botânica: árvore de 20 a 30m de altura, com diâmetros de até 80 cm, de tronco reto, com copa globosa e ampla, casca rugosa, gris verdosa com lenticelas pequenas de cor marrom, com galhos glabros. Folhas paripinadas coriáceas, alternas, compostas; com 4 a 5 pares de folíolos, pelúcidos, densos e finamente reticulados; lustrosas em ambas as faces, folíolos oblonga-elípticos, redondos ou agudos na base, obtusamente acuminados de 3 a 5cm de comprimento e de 1 a 2 cm de largura. Inflorescência terminal racemosa, em panículas estreitas. Flores brancas sésseis, cheirosas, pequenas, bissexuais, glabras por fora e volumosas por dentro. Fruto, baga bivalva deiscente com 1 a 4 sementes cobertas por um arilo de viva cor alaranjadas (Loureiro,1978).

Características gerais da madeira: madeira pesada (0,75 a 0,85 g/cm³); cerne castanho avermelhado, bem demarcado do alburno mais claro; grã um tanto regular; textura média, análoga à do cedro; cheiro de cumarina ao cortar; sabor indistinto; de lustre um tanto sedoso e vivo.

Segundo Ducke (1949), *Copaifera multijuga* Hayne apresenta ampla distribuição geográfica, ocorrendo desde o médio Tapajós até a Amazônia ocidental.

O óleo de copaíba é encontrado em canais secretores localizados em todas as partes da árvore. Estes canais são formados pela dilatação de espaços intercelulares (meatos) que se intercomunicam no meristema, chamados de canais esquizógenos. O caráter mais saliente deste aparelho secretor está no tronco, onde os canais longitudinais, distribuídos em faixas concêntricas, nas camadas de crescimento demarcadas pelo parênquima terminal, reúnem-se com um traçado irregular, em camadas lenhosas, muitas vezes sem se comunicarem. Segundo alguns autores, o óleo é produto da desintoxicação do organismo vegetal e funciona como defesa da planta contra animais, fungos e bactérias (Alencar, 1982).

A disseminação da indústria de produtos naturais em todo mundo e no Brasil, nos últimos anos, levou à comercialização extensiva do óleo de copaíba pelos laboratórios farmacêuticos. Das

pequenas cidades do interior da Amazônia, os óleos de copaíba são transportados para as cidades de Manaus e Belém, de onde são exportados para a Europa e América do Norte ou enviados para a região sudeste para serem vendidos pelas farmácias que comercializam produtos naturais. Os óleos podem ser encontrados nas farmácias de todo o país em diversas apresentações. As mais comuns são em cápsulas ou envasados em pequenos frascos de 30 ml.

1.2. Propagação vegetativa de espécie relacionada

A espécie *Copaifera langsdorffii*, que ocorre na região de cerrado não apresentou potencial de enraizamento das estacas obtidas de indivíduos adultos em duas épocas do ano, final das chuvas e início da seca (Rios *et al.*, 2001). Silva & Martins (1999) relatam que estacas obtidas de mudas de *C. langsdorffii* apresentaram aos 30 dias após o estaqueamento, 5 % de primórdios radiculares, mostrando que a juvenilidade do propágulo nesta espécie é um fator muito importante.

Assim, este capítulo tem como objetivo analisar a propagação vegetativa, via estaquia em copaíba (*Copaifera multijuga*). Este estudo busca identificar o efeito de diferentes concentrações de AIB sobre o enraizamento dessa espécie.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Estaquia de Copaíba (*Copaifera multijuga*).

O material vegetativo da copaíba (*Copaifera multijuga*) foi coletado de plantas da regeneração natural da floresta com apenas um par de folhas.

O viveiro de enraizamento utilizado no experimento foi o mesmo utilizado nos experimentos descritos no capítulo anterior.

2.2 Preparo das estacas

As estacas desta espécie foram padronizadas ao comprimento de aproximadamente 13 cm e com um par de folhas, sendo que como as folhas da espécie são compostas, elas ficaram com a metade dos folíolos em cada folha. As estacas obtidas das mudas foram imediatamente acondicionadas em caixa de isopor contendo água e transferidas para a casa de vegetação.

As estacas foram tratadas com fungicida, mergulhando-as em solução de Benlate (Benomyl) a 0,06 % durante um minuto para desinfestação. Após o tratamento com fungicida as bases das estacas foram mergulhadas em solução com o hormônio AIB durante 10 segundos. A base da estaca foi cortada em bisel, para aumentar a superfície de contato com o tratamento. O recipiente utilizado foram bandejas de isopor com 72 células, sendo que o substrato utilizado foi uma mistura de vermiculita + casca de arroz carbonizada na proporção 1:1. Durante o experimento foram realizadas pulverizações quinzenais com Benlate (Benomyl) a 0,06 % para prevenir o ataque de patógenos e adubação foliar semanalmente.

O experimento foi instalado no dia 16 de agosto de 2005, nas primeiras horas do dia, sendo que a avaliação do experimento foi realizada durante os dias 18 e 19 de fevereiro de 2005, quando completou 180 dias.

As variáveis analisadas foram: porcentagem de enraizamento, número médio de raízes/estaca, comprimento médio das raízes, comprimento médio da maior raiz, porcentagem de brotação, porcentagem de sobrevivência e retenção foliar aos 180 dias.

Foram avaliados quatro tratamentos referentes ao regulador de crescimento para enraizamento, constituídos pela aplicação das dosagens de 0, 2000, 4000, 5000 e 6000 ppm de AIB (ácido indolbutírico), via líquida na base da estaca.

2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos e quatro repetições sendo que cada repetição possuía 10 estacas. As análises estatísticas deste experimento foram realizadas com o programa estatístico SYSTAT 8.0.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 20. Análise de variância do percentual de sobrevivência, percentual de estacas enraizadas, número médio de raízes/estaca, comprimento médio de raízes de estacas de Copaíba (*Copaifera multijuga*) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias.

| C.V | G.L. | Sobrevivência (%) | | Estacas enraizadas(%) | | Média de raízes /estacas | | Comprimento de raízes (cm) | | |
|--------------|------|-------------------|---------|-----------------------|---------|--------------------------|--------|----------------------------|---------|--|
| | | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F | |
| Concentração | 4 | 537,500 | 1,853ns | 267,500 | 1,655ns | 8,577 | 3,360* | 2,833 | 1,291ns | |
| Resíduo | 15 | 290,000 | | 161,667 | | 2,553 | | 2,194 | | |
| Total | 19 | | | | | | | | | |

*Significativo a 5% de probabilidade
ns: não significativo

Tabela 21. Análise de variância do comprimento médio da maior raiz/estaca, percentual de brotação e percentual de retenção foliar de estacas de Copaíba (*Copaifera multijuga*) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias.

| C.V | G.L. | Comprimento da maior raiz (cm) | | Porcentagem de Brotação (%) | | Retenção Foliar (%) | |
|--------------|------|--------------------------------|---------|-----------------------------|---------|---------------------|---------|
| | | Q.M | F | Q.M | F | Q.M | F |
| Concentração | 4 | 7,001 | 0,736ns | 280,000 | 1,680ns | 392,500 | 1,613ns |
| Resíduo | 15 | 9,517 | | 166,667 | | 243,333 | |
| Total | 19 | | | | | | |

*Significativo a 5% de probabilidade
ns: não significativo

Tabela 22. Médias de percentual de sobrevivência, percentual de estacas enraizadas, média de raízes/estaca, comprimento médio de raízes, comprimento médio da maior raiz/estaca, percentual de brotação e percentual de retenção foliar de estacas de Copaíba (*Copaifera multijuga*) em diferentes concentrações do regulador de crescimento AIB aos 180 dias.

| Tratamentos | Sobrevivência (%) | Estacas enraizadas (%) | Média de raiz/estacas | Comprimento de raízes(cm) | Comprimento da maior raiz (cm) | Brotação (%) | Retenção Foliar (%) |
|--------------|-------------------|------------------------|-----------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------|---------------------|
| 0 | 50,00a | 15,00a | 5,25a | 3,92a | 7,82a | 10,00a | 50,00a |
| 2000 | 60,00a | 22,50a | 2,33ab | 2,97a | 5,60a | 17,50a | 60,00a |
| 4000 | 60,00a | 32,50a | 1,56b | 4,98a | 9,12a | 22,50a | 55,00a |
| 5000 | 67,50a | 35,00a | 2,16ab | 3,96a | 7,97a | 27,50a | 62,50a |
| 6000 | 37,50a | 22,50a | 3,54ab | 2,95a | 6,85a | 7,50a | 37,50a |
| Média | 55,00 | 25,50 | 2,96 | 3,75 | 7,47 | 17,00 | 53,00 |
| CV (%) | 33,60 | 53,20 | 65,80 | 40,60 | 40,10 | 81,20 | 31,30 |

Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical, não diferem significativamente entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

3.1 Porcentagem de sobrevivência

Não foi observada diferença significativa entre as dosagens de AIB utilizadas para a porcentagem de sobrevivência de estacas de copaíba. A maior porcentagem de sobrevivência (67,50%) foi verificada na dosagem de 5000 ppm de AIB e a menor na dosagem de 6000 ppm de AIB (37,50%). Apesar de não ser observado a diferença entre as dosagens, pode-se observar que o uso de AIB pode proporcionar aumentos na sobrevivência de estacas de copaíba e que as dosagens acima do ideal tendem a prejudicar a sobrevivência das mesmas. Um dos objetivos dos experimentos de estaquia é tentar ajustar as dosagens de reguladores para escolher as que proporcionam melhores resultados.

3.2 Porcentagem de estacas enraizadas

Apesar de não apresentar diferença significativa entre as dosagens de AIB utilizadas, a maior porcentagens de enraizamento (35,00%) foi verificado na dosagem de 5000 ppm e a menor na testemunha (15,00%). A adição de AIB incrementou a porcentagem de enraizamento de estacas de *copaiba* até a concentração de 5000 ppm de AIB, e na concentração de 6000 ppm foi observada diminuição do porcentual de enraizamento. Portanto, pode-se observar que as dosagens que proporcionam os melhores resultados devem estar situadas próximas de 5000 ppm.

Segundo Herrera (2001) Em estacas de louro (*Laurus nobilis*) foi observado a mesma tendência em que o aumento das concentrações de AIB proporcionou um aumento do porcentual de enraizamento até um nível considerado “ideal”, o aumento da concentração a partir dessa concentração, proporcionou efeitos negativos ao enraizamento

3.3 Número médio de raízes/estaca

Os resultados de análise de variância e a comparação de médias do número de raízes formados em estacas de Copaíba (*Copaifera multijuga*), submetidas a tratamentos com diferentes concentrações de AIB estão apresentados na Tabela 20 e 22, pela qual verifica-se a diferença significativa entre as concentrações utilizadas.

Na concentração de 4000 ppm de AIB houve diferença apenas quando comparada a testemunha, sendo que as médias foram de 1,56 e 5,25 raízes por estaca, respectivamente. Os tratamentos que utilizaram AIB foram os que apresentaram os menores valores para essa variável, provavelmente devido a um desbalanço hormonal da estaca. Em parte os dados observados neste experimento concordam com os obtidos por Mindêllo Neto *et al.* (2006) em estaquia de *Prunus salicina*, onde foi verificado que as concentrações intermediárias obtiveram melhores resultados do que as maiores concentrações

3.4 Comprimento médio de raízes

Através da tabela 21 verifica-se que não houve efeito significativo dos tratamentos com AIB sobre o comprimento das raízes formadas em estacas de *Copaifera multijuga*. Embora não havendo diferença estatística significativa, observa-se que a adição de AIB em certas dosagens proporcionou aumento do comprimento das raízes e em algumas comparações o aumento da dosagem de AIB promoveu a diminuição do comprimento médio.

Os maiores comprimentos das raízes foram obtidos com tratamentos de 0, 4000 e 5000 ppm com valores de 3,92, 4,98 e 3,96cm, respectivamente.

Com relação ao tratamento de 4000 ppm de AIB que apresentou o maior comprimento médio de estacas, foi o que apresentou o menor número de raízes por estaca, indicando que o tratamento em que as estacas que apresentaram menos raízes, foram as que investiram mais reservas e nutrientes para o crescimento das mesmas. Esse resultado difere do observado por Herrera (2001) na estaquia de *Laurus nobilis* em que os tratamentos que apresentaram maiores valores de número de raízes por estaca também apresentaram os maiores comprimentos de raízes.

3.5 Comprimento médio da maior raiz/estaca

O comprimento médio da maior raiz não foi afetado significativamente pelo fator concentração de AIB. Pode-se observar de acordo com a tabela 22 que houve uma grande variação entre as diversas concentrações de AIB para essa variável. Os dados encontrados se assemelham bastante aos verificados para o comprimento médio de raízes.

Os maiores comprimentos foram observados nas concentrações de 0, 4000 e 5000 ppm com valores de 7,82, 9,12 e 7,97cm, respectivamente. Enquanto que os menores comprimentos da

maior raiz foram observados nas concentrações de 2000 e 6000 ppm com valores de 5,60 e 6,85cm, respectivamente.

3.6 Porcentagem de brotação

Não foi observada diferença significativa entre as diferentes concentrações de AIB sobre a porcentagem de brotação em estacas de *Copaifera multijuga*. A aplicação de AIB sobre as estacas promoveu um incremento da porcentagem de brotação até a concentração de 5000 ppm de AIB, sendo que na dosagem de 6000 ppm, houve uma diminuição drástica, chegando a um percentual inferior ao da testemunha.

As maiores porcentagens de brotações são observados nos tratamentos de 2000, 4000 e 5000 ppm de AIB com valores de 17,50, 22,50 e 27,50%, respectivamente. Enquanto que os menores percentuais dessa variável foram observados nos tratamentos de 0 e 6000 ppm com valores de 10,00 e 7,50%, respectivamente.

3.7 Porcentagem de retenção foliar

Neste experimento não foram verificadas diferenças significativas entre as diversas concentrações de AIB sobre a porcentagem de retenção foliar em estacas de *Copaifera multijuga*. No entanto as médias apresentadas pelos diferentes tratamentos mostraram-se bem diferentes entre si. A maior porcentagem de retenção foliar (62,50%) foi encontrado no tratamento de 5000 ppm, enquanto que a menor porcentagem (37,50%) foi verificada na dosagem de 6000 ppm. Existe uma leve tendência de o aumento das dosagens de AIB proporcionar um aumento da porcentagem de retenção foliar nesta espécie até uma certa dosagem. O efeito do aumento da concentração de AIB pode se considerar danoso para essa variável.

Figuras de 27 a 31. Estacas de *Copaíba* (*Copaifera multijuga*) obtidas de plântulas em diferentes concentrações de AIB aos 180 dias.



Foto 27. 0 ppm de AIB



Foto 28. 2000 ppm de AIB



Foto 29. 4000 ppm de AIB



Foto 30. 5000 ppm de AIB



Foto 31. 6000 ppm de AIB

4. CONCLUSÕES

O uso do AIB sobre as estacas obtidas de plântulas de copaíba (*Copaifera multijuga*) afetou apenas a variável: número médio de raízes formadas por estaca.

A utilização de AIB não influenciou positivamente a maioria das variáveis estudadas.

A utilização de material vegetativo juvenil nesta espécie mostrou-se adequado para esta espécie que é considerada de difícil enraizamento.

BIBLIOGRAFIA

- ACEAM.2005.Associação de Comércio Exterior da Amazônia.<http://www.aceam.org.br>
Acessado em 10/02/2005
- Alencar, J.C. Estudos silviculturais de uma população de *Copaifera multijuga* Hayne-Leguminosae, na Amazônia Central. 1-Germinação. 1981. *Acta Amazônica*, 11 (1): 3-11.
- Alfenas, A. C.; Zauza, E. Â. V.; Mafia, R. G.; Assis, T.F. 2004. *Clonagem e doenças do eucalipto*. Viçosa, Minas Gerais. Editora UFV.42p.
- Aminah, H.; Dick, J.M.C.P.; Leakey, R.R.B.;Grace, J.;Smith, R.I.1985. Effect of indolebutyric acid (IBA) on stem cuttings of *shores leprosulas*.*Forest Ecology Managment*,v.72, p.199-200.
- Araújo, V.C.; Corrêa, G.C.; Maia, J.M.C.; Marx, M.C.; Magalhães, M.T.; Silva, M.L.; Gottlieb, O.R.1971. Óleos essenciais da Amazônia contendo linalol. *Acta Amazônica* 1(3): 45-47.
- Assis, T.F.; Teixeira, S.L. 1998. Enraizamento de espécies lenhosas. *In: Torres, A.C.; Caldas, L.S.; Buso, J.A.(Eds.) Cultura de tecidos e transformação genética de plantas.Vol.1. EMBRAPA-SPI/ EMBRAPA-CNPH, Brasília, DF.p.261-286.*
- Bandeira, P.N.; Pessoa, O. D. L.; Trevisan, M. T. S. ; Lemos, T. L. G. 2002.Secondary metabolites of *Protium heptaphyllum* march. *Química Nova*, 25, (6):1078-1080.
- Barata, L.E.S.2001. Rosewood leaf oil (*Aniba rosaeodora* Ducke): sustanaible production in the Amazon.IFEAT 2001 International Conference, Buenos Aires.
- Barata, L.E.S.; Discola, K.F.2002. Scents of Amazon aromatic plants. Presented at 33rd International Symposium on Essential Oils, Lisboa, Portugal.
- Beakbane, A.B.1969.Relationship between structure and adventitious rooting. The International Plant Propagators' Society Combined Proceedings, 19 (1): 192-201.
- Berhe, D.; Negash, L. 1998. Assexual propagation of *Juniperus procera* from Ethiopia: a contribution to the conservation of African pencil cedar. *Forest Ecology and management* 112 (1-2): 179-190.
- Bilderback, T.E.; Fonteno, W.C.; Johson, D.R. 1982.Physical properties of media composed of peanut hulls, pine bark and peatmoss and their effects on azalea growth.*Journal of the American Society of Horticultural Science*, 107 (3): 522-525.
- Bona, C.M.; Biasi, L.A.; Zanette, F.; Nakashima, T.2005. Estaquia de três espécies de *Baccharis*. *Ciência Rural*, 35 (1): 223-226.

- Bonga, J. M.; Von Aderkas, P. 1992. *In vitro culture of trees*. Netherlands: Kluwer Academic Publishers.236p.
- Borjes Junior, N.; Martins-Corder, M.P. 2002.Efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.).*Revista Arvore*, 26 (2): 223-227.
- Cavalcante, M. J. B.; Bergo, C. L.; Sá, C. P.; Pimentel, F. A.; Mendonça, H. A.; Sousa, J. A.; Wadt, L.H.O.; Thomazini, M.J. 2002 Cultivo da pimenta longa (*Piper hispidinervum*) na Amazônia Ocidental Sistemas de Produção, No 1.
- Chaar, J.S.2000. Estudos analíticos e modificação química por acetilação do linalol contido no óleo essencial da espécie *Aniba duckei* Kostermans. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.São Carlos, SP.125p.
- Chao, S.C. ; Young D.G.; Oberg C.J. 2000.Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses *Journal of Essential Oil Research*, 12 (5): 639-649.
- Choi, W.I; Lee, E.H.; Choi, B.R., Park, H.M.; Ahn, Y.J. 2003. Toxicity of plant essential oils to *Trialeurodes vaporariorum* (Homoptera: Aleyrodidae). *Journal of Economic Entomology*, 96 (5): 1479-1484.
- Chong, C. Influence of high IBA concentrations on rooting. 1981. Proc. Int. Plant Prop. Soc., 31:453-450.
- Correia, P.1984. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas. Imprensa Nacional, vol. I. Ministério da Agricultura, Rio de Janeiro, Brasil, 82p.
- Couvillon, G.A. 1988. Rooting responses to different treatments. *Acta Horticulturae*, 227 (1): 187-196.
- De Boodt, M.; Verdonck, O. 1972.The physical properties of the substrates in horticulture. *Acta Horticulturae*, 26(1): 37-44.
- Ducke, A. 1938. Lauráceas aromáticas do Amazonas. Reunião Sul Americana de Botânica 3: 55-74.
- Ducke, A.1949. Notas sobre a flora neotrópica II- As leguminosas da Amazônia Brasileira. Boletim Técnico do Instituto Agrônômico do Norte, 18: 81-83.
- Edwards, R.A.; Thomas, M.B. 1980. Observations on physical barrier to root formation in cuttings. *The Plant Propagator*, 26 (1): 6-8.

- Fachinello, J.C.; Hoffmann, A.; Nachtigal, J.C.; Kersten, E.; Fores, G.R. 1994. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas: UFPEL.178p.
- Fachinello, J.C.; Nachtigal, J.C.; Kersten, E.1995. Fruticultura: fundamentos e práticas. Pelotas: Editora UFPEL.311p.
- Gomes, A. L. 1987. *Propagação clonal: princípios e particularidades*. Vila Real: Universidade de Trás os- Montes e Alto Douro. (Série Didáctica, Ciências Aplicadas, 1). 69p.
- Gottlieb, O.R; Kubitzki, K.1981. Chemogeography of *Aniba*. *Plant Systematics and Evolution*.137 (4): 281-289.
- Hackett, W. P.;Murray, J. R. 1993. Maturation and rejuvenation in woody species. *In: Ahuja, M. R.(Ed). Micropropagation of woody plants*. Dordrecht. Kluwer Academic Publishers. p. 93 - 105.
- Hackett, W. P. 1988. Juvenility and maturity. *In: Cell and tissue culture in forestry*. Dordrecht: Kuwer Academic Publishers, p. 216-231.
- Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies Junior, F.T.; Geneve, R.L.1997.Plant propagation, principles and practices.6 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 770p.
- Herrera, T.I.R.2001. Efeitos de auxina e boro no enraizamento de estacas caulinares de louro (*Laurus nobilis* L.).Dissertação de Mestrado,Universidade Estadual de São Paulo.Botucatu.69p.
- Hoffmann, G. 1970. Verbindliche methoden zur untersuchung von TKS und gartnerischen erden. *Mitteilungen der VSLUFA*, [s.l.], v.6, p.129-153,
- IBAMA.1992.Portaria No.037/92-N: lista oficial de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção. Brasília, Brasil.
- Inouye, S.; Takizawa, T.O; Yamaguchi, H. 2001.Antibacterial activity of essential oils and their major constituents against respiratory tract pathogens by gaseous contact. *Journal of Antimicrobial Chemotherapy*, 47 : 565-573.
- Kibbler, H.; Johnston, M.E.; Willians, R.R.2004. Adventitious root formation in cuttings of *Backhousia citriodora* F. Muell 1.Plant genotype, juvenility and characteristics of cuttings. *Scientia Horticulturae*, 102 (1): 133-143.
- Kubitzki, K. & Renner,S.1982.Lauraceae 1 (Aniba e Aiouea).Flora Neotropica. Monograph 31.New York Botanical Garden. New York, US.125 p.

- Leakey, R.R.B.; Dick, J.McP.; Newton, A.C. 1992 .Stock plant-derived variation in rooting ability: the source of physiological youth. Paper presented at the Symposium on Mass Production Technology for Genetically Improved Fast Growing Forest Tree Species.Bordeaux, France, p.171-178.
- Leite, A.M.C. ; Sampaio, P.T.B.; Barbosa, A.P.; Quisen, R.C.1999.Diretrizes para o resgate e conservação da variabilidade genética de espécies amazônicas 1- Pau-rosa.EMBRAPA-CPAA, Manaus-AM, Documentos, 6.
- Lima, N.P.; Biasi,L.A.; Zanette, F.;Nakashima, T.2003. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. *Horticultura Brasileira*,Brasília, v.21,n.1, p.106-109.
- Loach, K.1985. Rooting of cuttings in relation to the propagation medium. Proceeding International Plant Propagation Society, 35: 472-485.
- Loureiro, A.A.; Silva, M.F.; Alencar, J.C.1978. Essências madeireiras da Amazônia: SUFRAMA. Manaus, Amazonas. 245p.
- Magalhães, L.M.S.; Alencar, J.C.1979. Fenologia do pau-rosa (*Aniba duckei* Kostermans), Lauráceae em floresta primária na Amazônia Central. *Acta Amazônica* 9 (2): 303-312.
- May, P.H.; Barata, L.E.S.2004. Rosewood exploitation in the brazilian amazon: options for sustainable production. *Economic Botany* 58 (2): 257-265.
- Mindêllo Neto, U.R.; Telles, C.A.; Biasi, L.A.2006. Enraizamento de estacas lenhosas de ameixeiras tratadas com ácido indolbutírico.*Ciência Rural*, Santa Maria, v.36, n.2, p.448-452.
- Miranda, E.M.; Miranda, K.R. 2000. Propagação vegetativa do Mogno (*Swietenia macrophylla* King) por enraizamento de estacas semilenhosas em câmara úmida.Circular Técnica N° 32.EMBRAPA-ACRE. Rio Branco.17p.
- Moe, R.; Andersen, A .S. 1988.Stock plant environment and subsequent adventitious. *In*: Davis, T.D.; Haissig, B.E.; Sankla, N.(eds.). *Adventitious root formation in cuttings*. Portland, Oregon: Dioscorides, p. 214-234.
- Newton, A.C.; Muthoka, P.; DICK, J.McP. 1992.The influence of leaf area on the rooting physiology of leafy stem cutting of *Terminalia spinosa* Engl. *Trees –Structure and Function*. 6: 210-215.
- Negash,L. 2002. Successful vegetative propagation techniques for the threatened African pencil cedar (*Juniperus procera* Hoechst. ex Endl.). *Forest Ecology and Management*, 161 (1): 53-64.

- Oliveira, M.C. 2003. *Enraizamento de estacas de dez espécies arbóreas nativas de matas de galeria*. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília. Brasília, Distrito Federal.149p.
- Paiva, H.N.; Gomes, J.M. 1995.Propagação vegetativa de espécies florestais. Viçosa, MG: UFV, 40p. (Boletim, 322).
- Pernet, R. 1972. Phytochimie des Burseracees. *Lloydia*, 35 (3): 280–287.
- Ribeiro, M.N.G.1976. Aspectos climatológicos de Manaus. *Acta Amazônica* 6 (2): 229-232.
- Rios, M.N.S.; Ribeiro, J.F.; Rezende, M.E. 2001. Propagação vegetativa: enraizamento em estacas de espécies nativas de Mata de Galeria. *In: Ribeiro, J.F.; Fonseca, C.E.L.; Sousa-Silva, J.C. (Eds). Cerrado: caracterização e recuperação de Matas de Galeria* . Planaltina: EMBRAPA –CPAC, p.455-491
- Sampaio, P.T.B.1987. Propagação Vegetativa do Pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke pelo método da estaquia. Dissertação de Mestrado. Manaus, Amazonas. INPA / UFAM.
- Sampaio, P.T.B. Pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke).2000. *In: Clay, J.W.; Sampaio, P.T.B.; Clement, C.R. (Eds.).Biodiversidade Amazônica, exemplos e estratégias de utilização*. INPA-Sebrae. Manaus, Amazonas. p.290-297.
- Sampaio, P. T. B.; Ferraz I.; Camargo, J.L. 2003Pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke) Lauraceae. Manual de Sementes da Amazônia. Manaus, v. 3, p. 1-6.
- Sampaio, P. T. B.; Barbosa, A.; Vieira, G.; Spironello, W.R.; Ferraz, I.D.K.; Camargo, J.L.C.; Quisen, R.C.2003. Silvicultura do Pau rosa (Aniba rosaeodora Ducke). *In: Higuchi, N.; Santos, J.; Sampaio, P.T.B.; Marengo, R.A.; Ferraz, J.; Sales, P.C.; Saito, M.; Matsumoto, S.(Eds).Projeto Jacarandá Fase 2: Pesquisas Florestais na Amazônia Central*. 1 ed., *Vol. I*.Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. p. 179-189.
- Sampaio, P. T. B.; Noda H.; Parente R.1989. Enraizamento de estacas de material juvenil de pau-rosa (Aniba rosaeodora Ducke - Lauraceae). *Acta Amazônica*, 19 (1): 391-400.
- Santana, A.; Ohashi, S.; Rosa, L.; Green, C.L.1997.Brazilian rosewood oil: The prospect for sustainable production and oil quality management. *The International Journal of Aromatherapy* ,8 (3): 16-20.
- Schmitz, J. A. K.; Souza P. V. D.; Kämpf, A. N. 2002.Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*,Santa Maria, v.32,n.6, p.937-944.

- SECEX, 2005. Secretaria de Comércio Exterior. <http://www.desenvolvimento.gov.br>. Acessado em 26/02/2005.
- Siani, A.C.; Ramos, M.F.S.; Menezes-de-Lima Jr., Ribeiro-dos-Santos, O. R.; Fernandez-Ferreira, E.; Soares, R.O.A.; Rosas, E.C.; Susunaga, G.S.; Guimarães, A.C; Zoghbi, M.G.B.; Henriques, M.G.M.O. 1999. Evaluation of anti-inflammatory-related activity of essential oils from the leaves and resin of species of *Protium*. *Journal of Ethnopharmacology*, 66 (1): 57–69.
- Silva, L.F.; Martins, R.C.C. 1999. Avaliação do enraizamento de estacas de *Copaifera langsdorffii*. In: *Congresso e Exposição Internacional Sobre Florestas*, 5, 1999, Curitiba, PR. Forest 99. Rio de Janeiro: BIOSFERA, CD ROOM.
- Simic, A.; Sokovic, M.D.; Ristic, M.; Grujic-Jovanovic, S.; Vukojevic, J.; Marin, P.D. 2000. The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities. *Phytotherapy Research*, 18 (9): 713-717.
- Siqueira, J.A.S. 2005. Propagação Vegetativa por estaquia da Preciosa (*Aniba canellila* H.B.K. Mez). 2005. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Amazonas. Manaus.
- Spironello, W. R.; Sampaio, P. T.; Vieira, G.; Barbosa, A.P. 2003. Ecologia reprodutiva do pau-rosa (*Aniba rosaeodora* Ducke, Lauraceae) em uma mata de terra firme na Amazônia Central. In: Higuchi, N.; Santos, J.; Sampaio, P.T.B.; Marengo, R.A.; Ferraz, J.; Sales, P.C.; Saito, M.; Matsumoto, S. (Eds). Projeto Jacarandá Fase 2: Pesquisas Florestais na Amazônia Central. 1 ed., Vol. 1. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA). Manaus, Amazonas. p. 69-87.
- Stumpf, E.R.T.; Grolli, P.R.; Szczepanski, P.H.G. 2001. Efeito do ácido indolbutírico, substrato e tipo de estaca no enraizamento de *chamaecyparis lawsoniana* parl. *Revista Brasileira de Agrociência*, 7 (2): 101-105.
- SUDAM. 1972. Extrativismo do Pau-rosa (*Aniba duckei* Koster., *Aniba rosaeodora* Ducke). Aspectos socioeconômicos: A silvicultura da espécie. Documentos da Amazônia 3 (1/4): 5-55.
- Swamy, S.L.; Puri, S.; Singh, A.K. 2002. Effect of auxins (IBA and NAA) and season on rooting of juvenile and mature hardwood cuttings of *Robinia pseudoacacia* and *Grewia optiva*. *New Forests*, 23: 143–157.

- Tchoundjeu, Z.; Leakey, R.R.B. 1996. Vegetative propagation of african Mahogany – effects of auxin, node position, leaf area and cutting length. *New Forest*, Dordrecht, 11, (2): 125-136.
- Titon, M.; Xavier, A.; Otoni, W.C.; Reis, G.G. 2003. Efeito do AIB no enraizamento de miniestacas e microestacas de clones de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. *Revista Árvore*, 27 (1):1-7.
- Tofaneli, M.B.D.; Rodrigues, J.D.; Ono, E.O. 2003. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. Okinawa em diferentes diâmetros de ramos, substratos e recipientes. *Ciência Rural*, 33 (3): 437-442.
- Vanneste, J. L.; Hill, R.A.; Kay, S J.; Farrell, R. L.; Holland, P.T. Biological control of sapstain fungi with natural products and biological control agents: a review of the work carried out in New Zealand. *Mycological Research*, 106 (2): 228-232.
- Wendling, I.; Souza Junior, L. 2003. Propagação vegetativa de erva-mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaire) por miniestaquia de material juvenil. *In*: Congresso sul-americano da erva-mate, 3ª feira do agronegócio da erva-mate. EPAGRI. Chapecó, Santa Catarina.
- Wendling, I.; Xavier, A.; Gomes, J. M.; Pires, I.E.; Andrade, H.B. 2000. Propagação clonal de híbridos de *Eucalyptus* spp. por miniestaquia. *Revista Árvore*, 24 (2): 181-186.
- Wendling, I.; Xavier, A. Gradiente de maturação e rejuvenescimento aplicado em espécies florestais. 2001. *Floresta e Ambiente*, 8 (1): 187 - 194.
- White, J.; Lovell, P.H 1984. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. *An. Bot.* 54, 7-20.
- Xavier, A.; Wendling, I. 1998. Miniestaquia na clonagem de *Eucalyptus*. Viçosa: SIF. 10p. (Informativo Técnico SIF, 11).
- Xavier, A.; Andrade, H.B.; Oliveira, M.L.; Wendling, I. 2001. Desempenho do enraizamento de microestacas e miniestacas de clones híbridos de *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*, 25 (4): 403-411.
- Xavier, A.; Santos, G.A.; Wendling, I.; Oliveira, M.L. 2003. Propagação vegetativa de cedro rosa por miniestaquia. *Revista Árvore*, 27 (2): 139-143.
- Yang, Y.C.; Lee, H.S; Clark, J.M.; Ahn, Y.J. 2004 .Insecticidal activity of plant essential oils against *Pediculus humanus capitis* (Anoplura : Pediculidae) *Journal of Medical Entomology*, 41 (4): 699-704.