



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE SEIS ESPÉCIES NATIVAS DE
MATA DE GALERIA: *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud., *Calophyllum
brasiliense* Camb., *Copaifera langsdorffii* Desf., *Inga laurina* (Sw.) Willd.,
Piper arboreum Aubl. e *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn.**

Dissertação apresentada ao Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade de Brasília, como parte dos requisitos para a obtenção do título de “Mestre em Botânica”.

MARY NAVES DA SILVA

ORIENTADOR: Dr. JOSÉ FELIPE RIBEIRO

Brasília, 1 de dezembro de 1998.

TRABALHO REALIZADO JUNTO AO DEPARTAMENTO DE BOTÂNICA DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, SOB A ORIENTAÇÃO DO Dr. JOSÉ FELIPE RIBEIRO, COM SUPORTE FINANCEIRO DA CAPES, EMBRAPA CERRADOS E DO SUB-PROJETO “CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA BIODIVERSIDADE DE MATAS DE GALERIA DO BIOMA CERRADO” EM CONVÊNIO COM A FINATEC/MMA/CNPq/BIRD.

APROVADO POR:

**JOSÉ FELIPE RIBEIRO, Dr., EMBRAPA/CPAC
(ORIENTADOR)**

**LINDA STYER CALDAS, Dra., UnB
Membro da Banca Examinadora**

**CONCEIÇÃO ENEIDA S. SILVEIRA, Dra. UnB
Membro da Banca Examinadora**

Aos meus pais, Acácio (*in memoriam*) e Ovidia.
Aos meus filhos, Carolina e Rodrigo.
Ao meu marido Guilherme.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, José Felipe Ribeiro, pela valiosa orientação, incentivo, amizade e sugestões recebidas durante a realização deste trabalho.

Às professoras Mariluz de Granja e Barros e Linda Caldas pela amizade e orientação valiosas para a minha formação acadêmica.

Aos professores Manoel Cláudio, Jeanine Felfile, Rosana, Dalva, Carolyn e Wilma pelo auxílio na execução deste trabalho.

Ao Newton pelo auxílio na identificação e localização das espécies. Ao Elias, Helena e aos demais funcionários do Departamento de Botânica.

Ao Dr. Euzébio e Antônio Humberto pelas orientações e auxílio com relação à casa de vegetação.

Ao Nélon pela amizade, sugestões e auxílio desde o início dos trabalhos de campo e de laboratório.

Ao José Carlos, Lazarine, Amábilio, Antônio Carlos, Fábio, Sherne, Wellington, Elvira, Luciene, Leonardo, Núzia, Natália, Joaquim, Márcio, João, Paixão, Vanderlei, Francisco e aos demais funcionários, estagiários e bolsistas do Centro de Pesquisas do Cerrado (CPAC)/EMBRAPA pelo apoio de grande importância para o desenvolvimento e concretização deste.

À Carmem, Elis Regina, Eduardo, Cássia e aos demais amigos e colegas do Departamento de Botânica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudos.

À minha mãe pela formação e apoio.

Ao Guilherme, Sr. Sebastião, Ione e Maria do Carmo pelo apoio familiar durante a realização deste trabalho e aos meus queridos filhos, Carolina e Rodrigo, pelo carinho e paciência.

Resumo

Técnicas de propagação por meio de enraizamento de estacas têm sido amplamente empregadas na fruticultura, floricultura e silvicultura. No entanto, no Brasil, poucos estudos têm sido feitos com espécies nativas. Neste estudo foi testado o enraizamento de estacas caulinares de seis espécies nativas de Mata de Galeria do bioma Cerrado: *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (quaresmeira), *Piper arboreum* Aubl. (pimenta-de-macaco), *Inga laurina* (Sw.) Willd. (ingá), *Calophyllum brasiliense* Camb. (landim) e *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (unha-de-vaca). Foi estudada a influência de diferentes concentrações de ácido indolbutírico, AIB (0, 1000, 2000 e 4000 ppm), em talco, e tratamento com água sob gotejamento no enraizamento de estacas basais e/ou apicais, conforme a espécie, em duas épocas do ano, final das chuvas (março-maio/98) e início da seca (junho/98). Com *P. arboreum* também foi feito um tratamento onde as estacas foram enraizadas usando água como substrato. Os resultados mostraram que as espécies apresentaram diferentes habilidades para formar raízes adventícias em estacas. As estacas de *C. langsdorffii* e *T. stenocarpa* não formaram raízes em qualquer das épocas realizadas, enquanto *P. arboreum* e *I. laurina* formaram raízes nas estacas apicais coletadas nas duas épocas (chuvosa e seca). Porém, as estacas basais de *P. arboreum* formaram menos raízes do que as apicais e as estacas basais de *I. laurina* não enraizaram. Já em *C. brasiliense* observaram-se altas taxas de sobrevivência das estacas coletadas nas duas épocas (final das chuvas e início da seca), mas não houve enraizamento. Por último, as estacas de *B. rufa* enraizaram somente nas coletas realizadas na estação chuvosa. Os tratamentos auxínicos (AIB) não tiveram efeitos sobre a percentagem final de enraizamento das estacas de *P. arboreum* (apicais e basais), de *I. laurina* (apicais) e de *B. rufa*, bem como sobre a porcentagem final de sobrevivência das estacas de *C. brasiliense*. Entre as espécies estudadas, as estacas apicais de *P. arboreum* apresentaram os percentuais de enraizamento mais elevados: de 63% a 83% no período chuvoso e de 63% a 90% no período seco. Nas estacas basais o enraizamento foi menor, variando de 7% a 20%, no período chuvoso, e de 0 a 13%, no período seco. A época de coleta afetou a sobrevivência e o peso seco das estacas apicais de *P. arboreum*, mas não o número de estacas enraizadas. Já nas estacas basais, onde a capacidade de enraizamento foi menor, a época de coleta afetou o enraizamento das estacas, mas não a sobrevivência. Nas estacas basais houve uma grande mortalidade das estacas nas duas épocas estudadas (chuva e seca). Em geral, os melhores resultados de enraizamento ocorreram na época seca para as estacas apicais e na época chuvosa para as estacas basais. A utilização de água de torneira como substrato proporcionou resultados satisfatórios no enraizamento das estacas basais de *P. arboreum* tanto em copos (200 ml) com água colocados na casa de vegetação (87%) quanto no tanque com água corrente (77%). Em *I. laurina* a época de coleta influenciou a sobrevivência das estacas apicais. As estacas coletadas na estação chuvosa apresentaram melhores resultados sobrevivência do que aquelas coletadas na estação seca. Nas coletas feitas no final da época chuvosa obteve-se uma média de 15% de enraizamento e uma variação de 3 a 23% de estacas enraizadas conforme os tratamentos. Na seca a média foi de 7% e a variação foi de 0 a 13%. No período seco as medidas de peso seco das raízes foram mais inferiores do que na época chuvosa. A maioria das estacas vivas de *I. laurina* que não enraizaram formaram calos, sugerindo que um período maior de observação pode levar à maiores percentuais de enraizamento. Em *C. brasiliense* a época de coleta influenciou a sobrevivência das estacas, de forma que no período chuvoso a porcentagem média de sobrevivência (81%) foi maior do que na época seca (71%). *Bauhinia rufa* teve uma

baixa capacidade de enraizamento por meio de estacas coletadas nas duas épocas do ano: apenas 3% das estacas enraizaram quando tratadas com 1000 e 4000 ppm de AIB; nos outros tratamentos não ocorreu enraizamento. Pelos resultados, sugere-se que *P. arboreum* é uma espécie de fácil enraizamento por meio de estacas apicais, nas duas datas estudadas (no final das chuvas e início da seca), mas o uso de estacas basais nestas datas é inviável. Sugere-se também que, devido aos baixos percentuais de enraizamento, nas duas épocas (chuva e seca), *I. laurina* e *B. rufa* são espécies de difícil enraizamento por meio de estacas apicais e basais com folhas. Já *C. Brasiliense*, *C. langsdorffii* e *T. stenocarpa* não enraizaram e podem ser consideradas espécies de difícil enraizamento, nestas duas épocas estudadas (chuvosa e seca).

Abstract

Cuttings have been used extensively in arboriculture, horticulture and forest sciences as a means of propagation. However, few studies have been made with native species in Brazil. The effectiveness of stem cuttings as a means of propagation was tested for six native Gallery Forest species: *Copaifera langsdorffii* Desf. (copaíba), *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. (quaresmeira), *Piper. arboreum* (pimenta-de-macaco), *Inga laurina* (ingá), *Calophyllum brasiliense* Camb. (landim) and *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. (unha-de-vaca). The influence of different concentrations of indolbutyric acid, AIB (0, 1000, 2000 and 4000 ppm) on rooting was investigated, with cuttings taken from either branch apices and/or older branch material. AIB was applied in powder form. One sample was treated with running water and AIB. The study was repeated at two times of the year, at the end of the rainy season (March-May 1998) and at the beginning of the dry season (June 1998). *P. arboreum* cuttings were also treated using water as rooting media. The results showed that the species had different abilities to propagate from cuttings. Least successful were the cuttings of *C. langsdorffii* and *T. stenocarpa* which did not root either at the end of the rainy season nor the beginning of the dry season. *P. arboreum* and *I. laurina* both successfully produced roots from younger apical cuttings both during the wet season and the dry season. The older basal branch cuttings of *P. arboreum* produced fewer roots than the younger apical cuttings. The basal branch cuttings of *I. laurina* did not root. High survival rates were observed for cuttings of *C. brasiliense* collected at both study times, although roots were not produced. Cuttings of *B. rufa* only rooted during the rainy season. Treatment with auxin (AIB) did not have any significant effect on rooting success ($P>0.05$) for cuttings of *P. arboreum* (either apical or basal cuttings), *I. laurina* (apical cuttings), or *B. rufa* (basal cuttings), nor did it affect the survival of cuttings of *C. brasiliense*. Apical cuttings of *P. arboreum* gave the highest incidence of rooting, varying between 63% to 83% in the rainy season depending on the treatment, and from 63% to 90% in the dry season. Rooting of the basal cuttings varied from 7% to 20% in the rainy season, and from 0 to 13% in the dry season. The time of cutting collection affected both the survival and the dry weight of the apical cuttings of *P. arboreum*, but not the number of cuttings that rooted. For basal cuttings, where the rooting capacity was lower, the collection time affected the percentage of the cuttings which rooted, but not their survival. There was high mortality of the basal cuttings in both study times, although in general, the best rooting occurred during the dry season for apical cuttings and during the rainy season for basal cuttings. Rooting of *P. arboreum* stem cuttings on tap water resulted in high rooting rates on both, in small plastic container (200 ml) inside a greenhouse (87%) and in water tanks outside (77%). For *I. laurina*, the results also showed that the collection time influenced the survival rates of apical cuttings. Cuttings collected in the rainy season showed greater survival than those collected in the dry season. In the collections made during the rainy season the average percentage of rooting was 15% and varied from 3% to 23%. During the dry season this value decreased to 7% and varied from 0% to 13%. In the dry season the dry weight of the roots was lower than during the rainy season. Most of the surviving cuttings of *I. laurina* that did not root did form callus, suggesting that if these were observed for longer, they might show some of the highest percentages of rooting. In *C. brasiliense* the collection time influenced the survival of the cuttings, so that during the rainy season, the average percentage survival (81%) was higher than during the dry season. *B. rufa* showed a low rooting capacity by means of cuttings collected at both study times: only 3% of the stakes took root when treated with

1000 and 4000 ppm of AIB; there was no rooting with the other treatments. The results suggest that *P. arboreum* roots easily by means of apical cuttings taken during both the wet and dry seasons, but that the use of more basal cuttings is not viable. On the other hand, *I. laurina* and *B. rufa* are species that do not easily root, either by apical cuttings with leaves, or basal cuttings. *C. brasiliense* Camb., *C. langsdorffii* and *T. stenocarpa* are also shown to be species whose cuttings do not root easily, either during the wet or dry season.

ÍNDICE

1 - Introdução	16
2 - Revisão bibliográfica	19
2.1 – Fatores que afetam o enraizamento	19
2.2 – Fatores relacionados à planta matriz	20
2.2.1 - Idade da planta matriz	20
2.2.2 – Teor de reservas e de nutrientes	22
2.2.3 - Estado hídrico	24
2.2.4 – Luminosidade	24
2.2.5 - Temperatura	26
2.3 - Tipo de estaca	27
2.3.1 - Posição dos ramos na copa	28
2.3.2 - Posição das estacas nos ramos	29
2.3.3 - Consistência das estacas	30
2.3.4 - Tamanho da estaca	30
2.3.5- Presença de folhas e gemas	31
2.4 - Época de coleta	34
2.5 - Uso de substâncias promotoras de enraizamento, nutrientes ou outras substâncias químicas	37
2.5.1 – Auxinas	37
2.5.2 – Citocininas	40
2.5.3 – Giberelinas	41
2.5.4 – Etileno	42
2.5.5 - Ácido abscísico	43
2.5.6 – Boro	43
2.5.7 – Inibidores endógenos	44
2.6 – Substrato	44
2.7 – Ambiente de enraizamento	46
2.7.1 – Umidade	46
2.7.2 – Luminosidade	47
2.7.3 – Temperatura	48
3 – Material e Métodos	49
3.1 - Espécies estudadas e suas características	49
3.2 - Local de coleta e ambiente de enraizamento	55
3.3 – Época e método de coleta	57
3.4 – Preparo das estacas	58
3.5 - Tratamento das estacas	59
3.6 – Plantio, substrato e irrigação	60
3.7 - Delineamento estatístico	61
3.8 - Avaliação do experimento	63
3.9 - Peso das raízes, caule e folhas	64
4 - Resultados e Discussão	64
4.1 – <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	66
4.2 - <i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	66
4.3 - <i>Piper arboreum</i> Aubl. .	68

4.4 - <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	89
4.5 - <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	106
4.6 - <i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	111
5 – Conclusões	116
Bibliografia	119

Lista de Figuras

Figura		Página
4.0	Estacas de <i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn. em casa de vegetação com sistema de nebulização.	67
4.1	Estacas de <i>Copaifera langsdorffii</i> Desf. em casa de vegetação com sistema de nebulização.	67
4.2	Enraizamento de estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e água corrente (e) de ramos coletados na estação chuvosa.	69
4.3	Enraizamento de estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e com água corrente (e) e foto mostrando raízes (f) de ramos coletados no período seco.	70
4.4	Enraizamento de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e com água corrente (e) de ramos coletados na estação chuvosa.	71
4.5	Enraizamento de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e com água corrente (e) de ramos coletados no período seco.	72
4.6	Porcentagem de enraizamento, sobrevivência e formação de brotos juntamente com raízes em estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. dois meses após o tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados no período chuvoso.	74
4.7	Porcentagem de enraizamento, sobrevivência e formação de brotos juntamente com raízes em estacas estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados no período seco.	74
4.8	Peso seco médio (g) de raízes de estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl., dois meses após o tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas (chuva e seca).	76
4.9	Porcentagem de enraizamento e mortalidade de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl., dois meses após o tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados no período chuvoso.	79
4.10	Porcentagem de enraizamento e mortalidade de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl., dois meses após o tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados no período seco.	79
4.11	Enraizamento de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. em água em um tanque com água corrente (a e b) e em recipientes plásticos com água na casa de vegetação (c e d).	88
4.12	Enraizamento de estacas apicais de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e com água	91

- corrente (e) de ramos coletados na época chuvosa.
- 4.13 Enraizamento de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e água corrente (e) de ramos coletados na estação seca. 92
- 4.14 Porcentagem de sobrevivência (%) de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas do ano (chuva e seca). 94
- 4.15 Porcentagem de enraizamento de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas do ano (chuva e seca). 96
- 4.16 Peso seco médio (g) de raízes de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB de ramos coletados em duas épocas do ano (chuva e seca). 103
- 4.17 Estacas de *Calophyllum brasiliense* Camb., coletadas na estação chuvosa, em casa de vegetação com sistema de nebulização. 107
- 4.18 Sobrevivência (%) de estacas de *Calophyllum brasiliense* Camb. coletadas em duas épocas do ano (chuva e seca) e tratadas com diferentes concentrações de AIB. 108
- 4.19 Enraizamento de estacas de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. coletadas na estação chuvosa, aos dois meses do tratamento com 1000 e 4000 ppm AIB (a) e brotações em estaca coletada na estação seca (e). 111

Lista de Tabelas

Tabela		Página
3.0	Lista das espécies estudadas indicando-se a família e forma de vida.	50
3.1	Número de plantas matrizes, altura estimada e local de coleta dos ramos para cada espécie estudada	56
3.2	Datas de coleta de ramos para o preparo de estacas conforme a época e o tipo de estaca para as diferentes espécies em estudo	57
3.3	Tipo de estaca usada para cada espécie	59
4.0	Porcentagem média de enraizamento de dois tipos de estacas caulinares coletadas em duas épocas do ano (final das chuvas e início da seca) em seis espécies de Mata de Galeria.	65
4.1	Análise de variância do enraizamento de estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl.	73
4.2	Análise de variância da sobrevivência de estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl.	73
4.3	Análise de variância do peso seco de raízes de estacas apicais de <i>Piper arboreum</i> Aubl.	76
4.4	Análise de variância do enraizamento de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl.	78
4.5	Análise de variância da sobrevivência de estacas basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl.	79
4.6	Médias de enraizamento e sobrevivência de estacas apicais e basais de <i>Piper arboreum</i> Aubl. coletadas no final das chuvas e início da seca	80
4.7	Médias de enraizamento (%) de estacas de <i>Piper arboreum</i> Aubl. coletadas em duas épocas do ano	80
4.8	Médias de enraizamento e sobrevivência de dois tipos de estacas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd., coletadas no período chuvoso	90
4.9	Médias de enraizamento, sobrevivência e peso seco das raízes de estacas de <i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd. coletadas em duas épocas.	90
4.10	Análise de variância do enraizamento de estacas apicais de <i>Inga laurina</i>	94
4.11	Análise de variância da sobrevivência de estacas apicais de <i>Inga laurina</i>	94
4.12	Comparação entre as médias de sobrevivência de estacas de <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb., conforme tratamentos, em duas épocas	108
4.13	Análise de variância da sobrevivência de estacas apicais de <i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	108
4.14	Análise de variância do enraizamento de estacas basais de <i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	113
4.15	Análise de variância da sobrevivência de estacas basais de <i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	114

1 - INTRODUÇÃO

Plantas se reproduzem tanto por via sexual quanto assexual, com algumas espécies se reproduzindo apenas assexuadamente (Raven *et al.*, 1985). A propagação assexual, ou vegetativa, significa a multiplicação de um ser vivo sem a participação dos órgãos sexuais (Brune, 1982) e com a reprodução de toda a informação genética do organismo materno, salvo raras mutações (Vastano Jr. & Barbosa, 1983).

A propagação vegetativa pode ocorrer naturalmente ou por meios artificiais (Lopes & Barbosa, 1994). Os processos naturais se utilizam de estruturas vegetativas produzidas pela planta e englobam a propagação por meio de bulbos (escamosos, tunicados, sólidos, compostos), rizomas, tubérculos, raízes tuberosas, estolões ou estolhos, bulbilhos aéreos, rebentos e filhotes, folhas e esporos (Lopes & Barbosa, 1994; Fachinello *et al.*, 1995). Os processos artificiais são compreendidos pelas técnicas desenvolvidas para facilitar a multiplicação das plantas utilizando-se da capacidade regeneradora dos tecidos vegetais e podem ser desenvolvidos por meio de técnicas como estaquia, mergulhia, alporquia, enxertia e cultura de tecidos (Lopes & Barbosa, 1994).

A propagação vegetativa através da estaquia é amplamente utilizada na floricultura, fruticultura e, mais recentemente, na silvicultura (Ono *et al.*, 1993). As técnicas utilizadas para propagação vegetativa são importantes para a produção de híbridos, determinação da variação genética total, controle da polinização e indução precoce da frutificação e produção de sementes (Wright, 1976, in: Vastano Jr. & Barbosa, 1983). São valiosas para várias espécies de importância econômica (Iritani *et*

al., 1986ab), pois permitem a produção em grande escala de uma planta individual em tantas plantas separadas quanto permitir o material materno. Além disso, possibilitam o uso, principalmente, em espécies com dificuldades para obtenção de sementes ou que não produzem sementes viáveis (Hartmann *et al.*, 1997), tornando difícil a produção de mudas fora do período de disseminação. Permitem, ainda, a manutenção das características da planta-mãe, a redução da fase juvenil e a combinação de clones (Fachinello *et al.*, 1995). O uso de propagação vegetativa, por meio da estaquia, tem facilitado a multiplicação de espécies, tais como, a ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.), em que a propagação por sementes, além de proporcionar grande variabilidade genética, não é uma prática utilizada devido ao baixo índice de germinação das sementes, cerca de 2% (Kersten *et al.*, 1994). Estudos com esta frutífera mostraram que o emprego da estaquia é viável, sendo que a cultivar “Frontier” apresenta capacidade para enraizar mesmo sem o uso de reguladores de crescimento.

A estaquia é o processo de propagação vegetativa que utiliza segmentos destacados da planta-mãe (caules, folhas ou raízes) que, uma vez submetidos a condições favoráveis, induzem o enraizamento adventício e originam uma nova planta (Silva, 1985; Fachinello *et al.*, 1995). As mudas propagadas por estacas não apresentam raiz pivotante (Pádua, 1983). Os métodos de estaquia são aplicados, de um modo geral, para a multiplicação de variedades ou espécies que possuem aptidão para emitir raízes adventícias, produção de porta-enxerto e perpetuação de novas variedades oriundas de processos de melhoramento genético (Fachinello *et al.*, 1995).

A disponibilidade de material vegetal nativo para colonizar, em um curto período de tempo, áreas degradadas em locais outrora ocupados por Matas de Galeria é muito importante. Alternativas para este problema seriam o plantio direto de sementes de germinação rápida ou mesmo a utilização de estacas enraizadas ou de rápido enraizamento. Infelizmente, a quantidade de trabalhos relacionados à propagação vegetativa por enraizamento de estacas de espécies nativas é insatisfatório, além das dificuldades para obtenção de sementes de algumas espécies, seja pela existência de sementes recalcitrantes ou de espécies que não frutificam anualmente. Os resultados deste trabalho são de grande valor científico, especialmente, para a recolonização de áreas degradadas, devido à facilidade de obtenção de material vegetativo das espécies que enraizaram, e também porque fornecem informações sobre a propagação vegetativa por meio de estacas de seis espécies nativas.

Desta forma, este trabalho teve como objetivos testar técnicas para a obtenção de mudas de espécies nativas de Mata de Galeria através de propagação vegetativa por estaquia para utilização na recuperação de áreas degradadas às margens de rios. Para isto foi analisado o efeito de uma auxina, o AIB, em diferentes concentrações (0, 1000 e 2000 ppm) para o enraizamento de estacas caulinares coletadas em dois períodos do ano (final das chuvas e início da seca), em 6 (seis) espécies de Mata de Galeria, localizadas no Distrito Federal: *Copaifera langsdorffii* Desf., *Tibouchina stenocarpa* (Dc.) Cogn., *Piper arboreum* Aubl., *Inga laurina* (Sw.) Willd., *Calophyllum brasiliense* Camb. e *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud.. Em *P. arboreum* foram verificados, ainda, os efeitos de dois tipos de estacas (basais e apicais) nas duas épocas (chuva e seca) e em *I. laurina* foi

verificado o efeito da posição (apical e basal) da estaca no ramo no período chuvoso do ano.

2 - Revisão bibliográfica

2.1 – Fatores que afetam o enraizamento

Os estudos com enraizamento de estacas têm sido feitos, preferencialmente, com plantas de importância econômica. A estaquia é um dos métodos usados na silvicultura (Jobling, 1970; Leakey *et al.*, 1990; Wojtusik *et al.*, 1994; Fries & Kaya, 1996), fruticultura (Fachinello *et al.*, 1995), floricultura, horticultura (Ono *et al.*, 1994), assim como para a multiplicação de várias espécies ornamentais (Lopes & Barbosa, 1994; Hanry & Preece, 1997). A produção comercial de mudas por meio de estacas é viável, mas depende da facilidade de enraizamento de cada espécie e/ou cultivar, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta (Fachinello *et al.*, 1995).

O método de enraizamento utilizado pode ser lento ou mesmo inviável para algumas espécies (Ono *et al.*, 1994), onde muitas espécies e variedades não enraizam a partir de estacas em nenhuma circunstância (Hartmann *et al.*, 1997). Por outro lado, estacas de caule de algumas variedades enraizam com tanta facilidade que, com as instalações e cuidados mais simples, podem-se obter altas porcentagens de enraizamento (Fachinello *et al.*, 1995). Tem-se observado que o enraizamento de estacas de algumas espécies difíceis de enraizar pode ser conseguido se forem considerados os diversos

fatores que influenciam o enraizamento, bem como, se forem mantidas algumas condições ótimas (Hartmann *et al.*, 1990; Fachinello *et al.*, 1995).

Dentre os fatores que influenciam o enraizamento de estacas, podem ser mencionados, a condição fisiológica da planta matriz (conteúdo de água, nutrientes, teor de reservas, nível hormonal, etc.), a origem e a idade da planta matriz, a presença de enfermidades, o tipo de madeira escolhido para estacas, a época do ano da colheita, o tratamento com reguladores de crescimento, nutrientes ou outras substâncias químicas, a frequência de umidade, luminosidade, a temperatura do ambiente e o meio de enraizamento (Chong, 1981; Hartmann *et al.*, 1990).

2.2 - Fatores relacionados à planta matriz

No processo de propagação por estacas, não apenas o ambiente de enraizamento, mas também as condições de crescimento da planta matriz influenciam fortemente a habilidade de enraizamento das estacas (Vierskov, *et al.*, 1982). A condição fisiológica da planta matriz 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 ocasião da coleta das estacas (Hartmann *et al.*, 1997).

2.2.1 - Idade da planta matriz

De um modo geral, as estacas provenientes de plantas jovens enraizam com mais facilidade (Fachinello *et al.*, 1995). A idade fisiológica da planta não coincide com a cronológica; a idade em que determinada espécie conserva a capacidade rizogênica é muito variável (Paiva *et al.*, 1996; Hartmann *et al.*, 1997). A capacidade de enraizamento de *Abies fraseri*, por meio de estacas, decresceu com o aumento da idade das plantas matrizes de 5, 12 até 22 anos (Hinesley & Blazich, 1980). Em ensaios feitos com *Juniperus virginiana* L. observou-se que a percentagem de enraizamento (83% versus 45%) e o número de raízes (4,2 versus 2,6) foram significativamente maiores em árvores de 10 anos do que naquelas de 40 anos de idade (Henry *et al.*, 1992). Experimentos realizados com andiroba, *Carapa guianensis* Aubl. (Rosa, 1993) e com o piquiá, *Caryocar villosum* Pers. (Vastano Jr. & Barbosa, 1983) mostraram que a produção de mudas por estacas é viável por meio de material juvenil.

À medida em que a planta avança na idade se efetua nas células somáticas uma troca ontogenética de juvenil a adulto produzindo diferenças no meristema apical de diferentes partes da planta que se encontram em períodos distintos de desenvolvimento, por isso, é comum verem-se partes jovens e adultas em um mesmo indivíduo (Hartmann *et al.*, 1997). Muitas plantas têm melhor enraizamento nas estacas formadas de partes juvenis, produzindo brotos e raízes com mais facilidade do que as estacas formadas de partes adultas da planta. Estudos com *Croton urucurana* Baill mostraram diferença significativa entre os resultados de enraizamento de estacas de ramos novos (59%) e de ramos velhos (17%) (Assad-Ludewigs *et al.*, 1989). E, no caso do marmeleiro (*Cydonia vulgaris* Mills), as estacas mais utilizadas são provenientes de ramos do último

lançamento (1 ano de idade), aproveitando-se aqueles retirados por ocasião da poda (Rezende e Silva, 1983b).

2.2.2 - Teor de reservas e de nutrientes

O estado nutricional da planta matriz e do material usado para estacas é um dos fatores que influenciam grandemente o enraizamento adventício em estacas (Blazich, 1988). Plantas fracas, nutricionalmente deficientes não são boas fontes de estacas (Ferri, 1997).

O conteúdo de carboidratos nas plantas matrizes é de grande importância para o enraizamento de estacas e isto se refere ao fato de que a auxina requer uma fonte de carbono para a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas e conseqüentemente, para a formação de raízes, as estacas necessitam de energia e carbono (Fachinello *et al.*, 1995). A relação C/N também é importante. Estudos com segmentos de caule de plantas de tomate com uma alta taxa de C/N levaram à hipótese de que estacas com relações de C/N elevadas conduzem a formação de raízes adventícias ao passo que aquelas com baixas taxas de C/N reduzem a capacidade de enraizamento (Vierskov, 1988).

O teor de carboidratos varia conforme a época do ano, a condição fitossanitária da planta, o grau de lignificação e a maturidade nas plantas (Hartmann *et al.*, 1990). Tem-se observado que ramos com crescimento ativo apresentam conteúdo de carboidrato mais baixo, ramos maduros e mais lignificados tendem a apresentar mais carboidrato e estacas com maior diâmetro apresentam maior quantidade de substâncias

de reservas e, geralmente, têm maior capacidade de enraizamento (Fachinello *et al.*, 1995).

Outro fator importante refere-se à composição nutricional. A influência do estado nutricional de plantas matrizes fertilizadas e não-fertilizadas foi estudado com *Prosopis alba* clone B2V50 e observou-se que a média de enraizamento para as plantas matrizes fertilizadas foi de 58% enquanto para as não-fertilizadas foi de 44% (Souza & Felker, 1986). O significado do conteúdo de elementos minerais no crescimento e desenvolvimento de raízes é reconhecido, sendo que alguns elementos são ativos na indução de raízes incluindo o N, P, Ca, Mg, Mn, B e Zn (Blazich, 1988). Para a iniciação de raízes são requisitados maiores níveis de auxina endógena do que para o desenvolvimento posterior das raízes (Hartmann *et al.*, 1997). O Zn, Mn e B influenciam o estado metabólico do ácido indol-3-acético, AIA, (Jarvis *et al.*, 1984, in: Svenson & Davies, 1995) e o estado de Fe nas plantas pode ser regulado parcialmente pelas auxinas (Mengel e Kirby, 1982; in: Svenson & Davies, 1995). O Zn pode promover a formação do precursor da auxina, o triptofano, e, assim, a formação de auxina a partir de triptofano e, inversamente, o Mn age como um ativador do sistema enzima da AIA-oxidase e B pode aumentar a atividade da AIA-oxidase (Svenson & Davies, 1995). As folhas de plantas deficientes em boro apresentam, comparativamente, maiores concentrações de açúcar e amido, contudo a concentração nos ramos é baixa e isto indica que a presença de boro em quantidade adequada é necessária na translocação dos açúcares das folhas para os ramos (Kersten *et al.*, 1991).

2.2.3 - Estado hídrico

Vários estudos têm demonstrado que o sucesso do enraizamento de estacas depende de um balanço hídrico satisfatório nos tecidos (Loach, 1988) e que aquelas estacas provenientes de plantas matrizes com déficit hídrico tenderão à enraizar menos do que aquelas coletadas de plantas com um adequado suprimento de água (Fachinello *et al.*, 1995).

2.2.4 - Luminosidade

A duração da luz (fotoperíodo), irradiação (W/m^2) e qualidade da luz influenciam a condição da planta-mãe e o subsequente enraizamento de estacas (Moe & Andersen, 1988). As diferentes respostas à irradiação podem ser atribuídas à uma interação entre genótipo e irradiação ou outros fatores ambientais, tais como, fotoperíodo, temperatura, CO_2 e umidade relativa (Moe & Andersen, 1988).

O efeito do fotoperíodo da planta matriz no enraizamento de estacas tem sido relacionado à resposta fotoperiódica de floração, dormência e/ou senescência (Moe & Andersen, 1988). No enraizamento de estacas com folhas os produtos da fotossíntese são importantes para o início e crescimento das raízes. Se o fotoperíodo influencia a fotossíntese, pode estar relacionado ao acúmulo de carboidrato, com melhor enraizamento obtido em fotoperíodos promotores do aumento de carboidrato (Hartmann *et al.*, 1997). Em geral, os dias longos ou a iluminação contínua são mais efetivos para o enraizamento do que os dias curtos, ainda que em muitas espécies o fotoperíodo não

influencia. O tratamento de plantas matrizes de ornamentais lenhosas com dias curtos inibiu o enraizamento enquanto dias longos o promoveram (Moe & Andersen, 1988).

Para uma variedade de espécies demonstrou-se que a redução da irradiação da planta matriz traz benefícios para a habilidade de enraizamento (Leahey & Storeton-West, 1992). Plantas matrizes de ervilha (*Pisum sativum*) submetidas a altos níveis de irradiação (38 W/m²) tiveram a capacidade de enraizamento reduzida, quando comparado à tratamentos com níveis mais baixos (16W/m²) (Vierskov *et al.*, 1982). Estudos com *Triplichiton scleroxylon* K. Schum. Mostraram que as estacas preparadas a partir de plantas matrizes crescidas em baixos níveis de irradiação tiveram um aumento na habilidade de enraizamento (Leahey & Storeton-West, 1992).

A exclusão da luz tem sido empregada como forma de um pré-tratamento das estacas e consiste no crescimento da planta matriz no escuro (Sun & Bassuk, 1991). Este processo pode ser feito por meio do estiolamento, enfaixamento de caule ou sombreamento e pode estender a estação de propagação por meio de estacas através do aumento das respostas de enraizamento e do aumento da sensibilidade das estacas caulinares à aplicação exógena de auxinas (Maynard & Bassuk, 1992). Em um estudo realizado para verificar os efeitos do estiolamento, sombreamento e enfaixamento de plantas matrizes para a propagação por meio de estacas de *Carpinus betulus* L. var. *Fastigiata*, Maynard & Bassuk (1992) encontraram que o enraizamento aumentou com o decréscimo do nível de irradiação da planta matriz. O estiolamento e o enfaixamento do caule aumentaram a porcentagem de enraizamento e o número de raízes, e a combinação destes tratamentos produziu os melhores resultados. Em *Acer griseum* Pax. o

estiolamento de plantas matrizes e o enfaixamento de caules com velcro também têm sido empregados para estimular o enraizamento de estacas herbáceas feitas a partir de plantas matrizes jovens e maduras (Maynard & Bassuk, 1990). O enfaixamento com velcro, de ramos herbáceos, também melhorou a porcentagem de enraizamento e o número de raízes por estaca dos cultivares M.9 e MM.106 de *Malus domestica* Borkh. (Sun & Bassuk, 1991).

Pouco se sabe sobre os efeitos da qualidade da luz sobre o enraizamento de estacas (Leakey & Storeton-West, 1992), mas os seus efeitos são complexos (Eliasson, 1978). Os relatos conflitantes da influência da qualidade da luz sobre a planta matriz e subsequente enraizamento de estacas é atribuído, principalmente, ao efeito da luz vermelha e infravermelha no enraizamento (Moe & Andersen, 1988).

2.2.5 – Temperatura

Poucos trabalhos tratam das interações da temperatura com as relações hídricas, irradiação e CO₂, mas algumas pesquisas apontam para uma menor função da temperatura do ar do ambiente de crescimento da planta matriz no subsequente enraizamento de estacas de espécies fáceis de enraizar (Andersen, 1986; Moe & Andersen, 1988). Appelgren & Heide (1972) encontraram que plantas matrizes de *Streptocarpus x hybridus* “Constant Nymph” crescidas em temperaturas baixas (12 e 18°C) produziram estacas que formaram mais raízes do que aquelas crescidas em temperatura ambiental maior (24, 27 e 30°C). Com espécies lenhosas decíduas, as

temperaturas do ar mais altas podem produzir plantas crescidas mais rapidamente e a produção de estacas retiradas de caules mais delgados, maior enraizamento (Hartmann *et al.*, 1997).

2.3 - Tipo de estaca

Para que se obtenham melhores resultados de enraizamento a escolha do tipo de estaca é de grande importância para a propagação de plantas por meio de estacas, principalmente para aquelas com dificuldade para formar raízes adventícias. As estacas de caule de plantas lenhosas podem ser feitas a partir de diferentes regiões da planta de origem e, então, deve-se observar se as estacas são originárias de ramos laterais ou terminais, de diversas partes do ramo, de ramos vegetativos ou suportando flores e/ou frutos, bem como de estacas com ou sem talão (Lopes & Barbosa, 1994; Fachinello *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1997).

Com relação à posição ocupada no ramo de origem, as estacas podem ser apicais ou terminais, medianas ou basais (Lopes & Barbosa, 1994). A posição da estaca no ramo proporciona resultados de enraizamento variáveis conforme a espécie. Em experimentos com *Schefflera arboricola* Hay. houve um aumento no número de raízes por estaca com o aumento da posição da estaca na planta matriz, medida do ápice à base do caule (Hansen & Kristensen, 1990).

As estacas também podem ser procedentes de ramos com diferentes consistências, podendo ser classificadas em estacas herbáceas, semilenhosas e lenhosas,

sendo que as estacas de caule podem ser lenhosas ou herbáceas ao passo que as radiculares são somente lenhosas (Silva, 1985; Fachinello *et al.*, 1995; Paiva *et al.*, 1996).

2.3.1 - Posição dos ramos na copa

Ramos bem expostos à plena luz e situados na parte mediana da planta, geralmente, enraizam mais facilmente, devido ao teor de carboidratos mais alto (Pádua, 1983). As estacas provenientes de ramos laterais de plantas matrizes de 5 anos de idade de *Abies fraseri* (Pursh) Poir. (Miller *et al.*, 1982) tiveram maior porcentagem de enraizamento do que aquelas provenientes de ramos terminais. No entanto, estudos indicaram que as estacas provenientes de ramos laterais têm a desvantagem de serem plagiotrópicas após o enraizamento e, em contraste, as estacas de ramos terminais crescem ortotropicamente e produzem árvores simétricas (Miller *et al.*, 1982). As estacas provenientes de ramos laterais de *Casuarina equisetifolia* L. também proporcionaram melhores resultados de enraizamento do que aquelas de ramos terminais (Rout *et al.*, 1996).

A idade da planta matriz parece influenciar os efeitos da procedência dos ramos. Estudos feitos com *Magnolia grandiflora* (L.), uma espécie de difícil enraizamento, mostraram que a idade da planta matriz também influenciou no enraizamento de estacas provenientes de ramos laterais ou terminais, de forma que, em tecidos jovens, os ramos terminais produziram uma maior porcentagem de estacas enraizadas do que os ramos laterais, enquanto em tecidos mais velhos ocorreu o oposto (Perry Jr. & Vines, 1972).

Em *Juniperus virginiana* L. o enraizamento também variou conforme a idade da planta matriz e a procedência dos ramos. As estacas feitas a partir de árvores com 30 anos de idade e do terço mais baixo da copa enraizaram com uma porcentagem significativamente maior (67%) do que aquelas feitas a partir do terço superior (56%) e do terço do meio (43%), no entanto, nas árvores matrizes com 40 anos de idade a posição na copa não teve efeito significativo no enraizamento (68 a 78%) (Henry *et al.*, 1992).

2.3.2 - Posição das estacas nos ramos

Com relação à posição ocupada no ramo de origem, as estacas podem ser classificadas em apicais ou terminais, medianas e basais (Lopes & Barbosa, 1994). Existem diferenças marcantes na composição química da base ao ápice dos ramos e, assim, são observadas variações na produção de raízes de estacas feitas a partir das diferentes partes dos ramos (Fachinello *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1997). Em estudos com goiabeira (*Psidium guajava* L.) demonstrou-se que o teor de aminoácidos totais aumentou da posição basal da estaca para a posição mediana; a parte apical dos ramos possuía o menor teor de aminoácidos totais (Kersten & Ibañez, 1993).

Para algumas espécies a posição das estacas no ramo de origem afeta significativamente o enraizamento, no entanto, para outras espécies este fator não influencia o enraizamento. As estacas de figueira (*Ficus carica* L.), por exemplo, produzem mudas mais vigorosas quando são oriundas da parte basal (Rezende e Silva, 1983a) e mediana dos ramos (Valente *et al.*, 1983). Estudos com *Prosopis juliflora*

(Leakey *et al.*, 1990) e *Vitis rotundifolia* (Castro *et al.*, 1994) mostraram que as estacas basais enraizam melhor do que as apicais. Por outro lado, Kersten & Ibañez (1993), trabalhando com goiabeira (*Psidium guajava* L.), verificaram que a posição mediana e apical da estaca não influenciou na percentagem de enraizamento de estacas.

2.3.3 - **Consistência das estacas**

Quanto à consistência as estacas podem ser classificadas em herbáceas, semilenhosas e lenhosas (Lopes & Barbosa, 1994).

Com relação à consistência, o tipo de estaca que proporciona os melhores resultados varia conforme a espécie. Para algumas espécies a consistência é de grande importância, mas para outras não afeta o enraizamento. Estacas de material juvenil de piquiá (*Caryocar villosum* Pers.) mostraram os melhores resultados de enraizamento quando foram preparadas das partes mais lenhosas (Vastano Jr., & Barbosa, 1983). Em acerola (*Malpighia glabra* L.) as estacas semilenhosas apresentaram melhores condições para a estaquia do que as estacas herbáceas (Lima *et al.*, 1992). Ao contrário, em *Eucalyptus* spp., quanto mais herbácea e mais nova for a estaca maior será a capacidade de enraizamento (Paiva *et al.*, 1996). Já em testes com estacas de *Chamaecyparis thyoides* (árvore-de-natal) observou-se que tanto as estacas caulinares lenhosas como as herbáceas enraizaram bem (Hinesley *et al.*, 1994).

2.3.4 – **Tamanho da estaca**

O enraizamento de estacas de caule também pode ser influenciado pelo tamanho e diâmetro das estacas. A habilidade de enraizamento de estacas de *Triplochiton*

scleroxylon K. Schum., uma espécie lenhosa relativamente fácil de enraizar, está relacionada, dentre outros fatores, com o comprimento das estacas (Leakey, 1992). Estacas longas de *Prosopis juliflora*, uma espécie arbórea, tenderam a enraizar melhor do que as estacas curtas (Leakey *et al.*, 1990). As estacas longas (24 cm), lenhosas, de *Chamaecyparis thyoides* (L.) B.S.P. tiveram melhor sobrevivência e enraizamento do que as estacas curtas (12 cm), no entanto, para as estacas herbáceas a sobrevivência e o enraizamento foram indiferentes do comprimento da estaca (Hinesley *et al.*, 1994).

Em experimentos com romãzeira (*Punica granatum* L.), onde foi testada a influência de três diferentes diâmetros (2, 3 e 4,5 mm) sobre o enraizamento de estacas medianas, Ribeiro & São José (1991) constataram que as melhores percentagens de enraizamento foram obtidas quando se utilizaram estacas com os diâmetros maiores que 3 mm. Os autores sugeriram, a partir dos resultados, que o maior enraizamento, obtido com estacas de maior diâmetro, se deve à maior quantidade de reservas presentes em seus tecidos.

2.3.5 - Presença de folhas e gemas

Vários trabalhos têm demonstrado que a presença de folhas e gemas em estacas têm fortes influências estimuladoras da formação de raízes. As folhas são um requisito essencial para o enraizamento de estacas herbáceas (Van Overbeek *et al.*, 1946, in Leakey *et al.*, 1982). As estacas lenhosas possuem maiores quantidades de açúcares estocados do que as estacas herbáceas e por isto, preferencialmente, deixam-se folhas presas às estacas herbáceas (Tukey Jr., 1977). A presença de folhas é um fator

importante para a formação de raízes em estacas de jaqueira, *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Lederman *et al.*, 1990), cajueiro ‘anão-precoce’, *Anacardium occidentale* L. (Souza *et al.*, 1992), eucalipto, *Eucalyptus* spp. (Paiva *et al.*, 1996), pessegueiro, *Prunus persica* (L.) Batsch. (Fachinello & Kersten, 1981) e para a formação de calos em estacas de lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.) (Leonel & Rodrigues, 1993).

Tem-se demonstrado que em algumas espécies a área foliar exerce uma influência marcante na capacidade de enraizamento de estacas folhosas. Área foliar ampla pode ser deletéria para a estaca, uma vez que a transpiração pode levar à um excessivo déficit hídrico que impede o enraizamento ou causa mortalidade antes de ocorrer a formação de raízes (Gay & Loach, 1977, in: Aminah *et al.*, 1997), desta forma, as folhas das estacas, geralmente, são cortadas para minimizar este efeito. Por outro lado, grandes aparas podem reduzir a fotossíntese e limitar o enraizamento (Aminah *et al.*, 1997). Por exemplo, em testes com *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg (Ofori *et al.*, 1996), *Triplochiton Scleroxylon* K. Shum (Leakey *et al.*, 1982), *Shorea leprosula* (Aminah *et al.*, 1997) e *Irvingia gaborensis* (Shiembo *et al.*, 1996) observou-se que a variação na área foliar por estaca tem um pronunciado efeito na porcentagem final do enraizamento. Nas estacas caulinares de *Milicia excelsa* (Welw.) C.C. Berg a porcentagem de enraizamento e o número de raízes estiveram positivamente relacionados com a área foliar, enquanto que a produção de brotos, abscisão foliar e mortalidade decresceram significativamente com a área. Nos ensaios com *Triplochiton Scleroxylon* K. Shum. as melhores porcentagens de enraizamento foram conseguidas quando se deixou uma área foliar de 50%. Já em *Shorea leprosula* as maiores

porcentagens de enraizamento foram obtidas em estacas com uma área foliar de 15 e 30 cm² e em *Irvingia gaborensis* com área foliar de 80 cm².

O efeito estimulatório da presença de folhas na iniciação de raízes tem, geralmente, sido atribuído à produção de carboidratos na fotossíntese, auxina endógena e cofatores de enraizamento sintetizados pelas folhas (Jarvis, 1986; Paiva *et al.*, 1996; Hartmann *et al.*, 1997) e à regulação do estado hídrico na estaca (Shiembo *et al.*, 1996). Os efeitos dos carboidratos são maiores no desenvolvimento do que na iniciação de raízes (Tukey Jr., 1977). Os carboidratos acumulam-se nas estacas com folhas, durante a propagação, ocasionalmente, após um decréscimo inicial. Entretanto, a concentração de carboidratos específicos nas estacas com folhas pode não variar uniformemente entre os tecidos ou com o tempo e, talvez, as mudanças na concentração estejam ligadas ao controle direto da formação de raízes (Haissig, 1990). Em *Triplochiton scleroxylon* o enraizamento máximo, ocorrido em estacas com uma retenção de 50% da lâmina foliar, foi devido ao aumento nas concentrações de carboidratos no caule e a inabilidade das estacas sem folhas enraizarem esteve associado ao rápido esgotamento de todos os carboidratos nos tecidos do caule (Leahey *et al.*, 1982).

A presença de nós, o número de nós e o comprimento do caule abaixo do nó influenciam o enraizamento, apresentando resultados variados conforme a espécie. O primórdio radicial está associado, usualmente, com nós em plantas intactas, mas aparece em uma maior diversidade de pontos de localização em estacas. A iniciação do primórdio radicial em nós pode ser uma consequência de fatores anatômicos e fisiológicos característicos dos nós (Lovell & White, 1986). Experimentos com

Schefflera demonstram que o número de raízes por estaca é influenciado pelo comprimento do caule abaixo do nó; um aumento no número de raízes foi conseguido aumentando o comprimento do caule abaixo do nó (Hansen, 1986). Em testes realizados por Leakey *et al.* (1990) as estacas com dois nós de *Prosopis juliflora* tiveram um enraizamento relativamente fácil.

2.4 - Época de coleta

O período do ano em que as estacas são preparadas pode ter uma importante função no enraizamento. Os efeitos sazonais estão, geralmente, relacionados com as condições climáticas, especialmente no que se refere à temperatura e à disponibilidade de água (Rodrigues, 1990; Fachinello *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1997), com a fase de crescimento (Roberts & Fuchigami, 1973; Bhattacharya, 1988; Moe & Andersen, 1988; Carvalho & Zaidan, 1995), condição fisiológica (Moe & Andersen, 1988; Ono *et al.*, 1994) e fenológica da planta matriz (Biran & Halevy, 1973; Dehgan *et al.*, 1988a; Hartmann *et al.*, 1977).

O clima parece influenciar a capacidade das plantas enraizarem (Rodrigues, 1990). Em algumas espécies de café (*Coffea* spp.) as estacas coletadas durante a estação chuvosa, com elevadas taxas de precipitação, apresentaram maiores porcentagens de enraizamento quando comparado com as estacas coletadas em épocas com taxas de precipitação menores (Ono *et al.*, 1992).

Algumas espécies, tais como *Styrax americana* (Dehgan *et al.*, 1988b), podem enraizar sem dificuldade ao longo do ano. Porém, estacas de algumas espécies difíceis de enraizar apresentam variação nas respostas de enraizamento e/ou não enraizam bem ao longo do ano. Em *Magnolia virginiana*, por exemplo, os ensaios feitos durante o inverno não tiveram sucesso (Dehgan *et al.*, 1988b) e em *Platanus acerifolia* não foram observadas respostas satisfatórias de enraizamento nas estacas coletadas no verão, outono e primavera (Ono *et al.*, 1994).

Geralmente, as espécies de difícil enraizamento mostram maior capacidade de enraizamento quando são feitas a partir de estacas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão), quando estão mais herbáceas (Fachinello *et al.*, 1995). Estacas herbáceas e semilenhosas podem ser preparadas durante a estação de crescimento, usando-se madeira suculenta e parcialmente madura, respectivamente (Hartmann *et al.*, 1997). Em *Stevia rebaudiana*, por exemplo, as maiores porcentagens de enraizamento ocorreram no período de crescimento vegetativo intenso dos ramos das plantas matrizes (Carvalho & Zaidan, 1995).

Estacas coletadas em plantas matrizes no período reprodutivo, geralmente, enraizam menos do que aquelas provenientes de ramos vegetativos em fase de crescimento ativo (Dehgan *et al.*, 1988b; Fachinello *et al.*, 1995). Estacas de espécies de dália feitas a partir de plantas suportando gemas florais não enraizaram tão bem quanto aquelas suportando somente gemas vegetativas (Biran & Halevy, 1973). E os ensaios com cinco espécies de *Ilex* (*I. cassine*, *I. glabra*, *I. myrtifolia*, *I. opaca* e *I. sp.*)

mostraram que todas as espécies enraizaram relativamente menos no início da primavera, durante o período de floração (Dehgan *et al.*, 1988a).

As mudanças sazonais na habilidade de enraizamento podem estar relacionadas com a mudança no balanço entre promotores e inibidores do enraizamento (Moe & Andersen, 1988; Dutra & Kersten, 1996). Conforme Dehgan *et al.* (1988b) existe, provavelmente, uma produção e consumo anuais de hormônios e carboidratos que diretamente influenciam a iniciação de raízes em *Acer rubrum*. Este autor menciona que os carboidratos e auxinas endógenas, reservados, são esgotados pelo início do desenvolvimento de flores e frutos e que, com a intensa atividade das gemas vegetativas e expansão das folhas, tem-se um aumento na porcentagem de enraizamento devido aos níveis mais elevados de auxina endógena. A estação do ano, dentre outros fatores, parece estar relacionada com o nível endógeno de auxina e, além disso, pode influenciar a efetividade das auxinas aplicadas, podendo ser estimuladora em uma e tóxica em outra (Iritani *et al.*, 1986b).

A época de coleta também pode influenciar a formação das mudas. No umbuzeiro (*Spondias lutea* Arr. Cam.), por exemplo, as estacas colhidas em maio formaram xilopódios onze meses após o plantio e quando colhidas em novembro formaram xilopódios antes dos seis meses após o plantio (Nascimento *et al.*, 1993).

2.5 - Uso de substâncias promotoras de enraizamento, nutrientes ou outras substâncias químicas:

Os reguladores de crescimento têm sido bastante empregados em testes de enraizamento de estacas. Para algumas espécies tem-se observado que o enraizamento só é possível quando as estacas são imersas em reguladores de crescimento (Rosa, 1993), porém existem casos onde a aplicação de hormônios pode inibir o enraizamento (Phipps *et al.*, 1977). O sucesso do uso de reguladores de crescimento depende da interação entre vários fatores endógenos e ambientais, portanto, o seu uso deve levar em consideração o emprego de práticas, tais como a seleção do material para propagação, seleção de um substrato adequado, manutenção dos níveis de umidade suficientes, luminosidade, aeração e temperatura adequadas (Cuquel & Minami, 1994).

O tratamento das estacas com reguladores de crescimento e outros materiais tem como objetivo aumentar a porcentagem de estacas enraizadas, acelerar a formação de raízes, aumentar o número e a qualidade das raízes em cada estaca e uniformizar o enraizamento (Hartmann & Kester, 1981).

2.5.1 - Auxinas

As auxinas abrangem o único grupo de produtos químicos que, consistentemente, intensificam a formação de raízes em estacas naturalmente suscetíveis, ou assim chamadas fáceis para enraizar (Jarvis, 1986). As auxinas são de grande importância para

o enraizamento de estacas e atuam, juntamente com outros fatores, tais como, umidade relativa, luz, temperatura, aspectos nutricionais, nível endógeno de auxinas, época de coleta e plantio e idade dos “ortets” (Iritani *et al.*, 1986a; Bhattacharya, 1988).

A forma de tratamento auxínico varia de acordo com o veículo utilizado, que pode ser líquido ou sólido, sendo que para a forma sólida o produto fica aderido à base da estaca e o tempo do tratamento é muito menos prolongado quando comparado com as formas líquidas, onde a base da estaca é imersa na solução por um determinado período (Cuquel & Minami, 1994).

As auxinas apresentaram efeitos benéficos na promoção do enraizamento em várias espécies (Rosa, 1993), porém, estes podem ser variáveis, inibitórios ou prejudiciais (Chong & Daigneaut, 1987). Em alguns casos o uso de auxinas não teve efeitos sobre o enraizamento (Bezerra *et al.*, 1991). Em estacas herbáceas, que são grandes produtoras de auxinas, as aplicações adicionais de auxinas podem ser úteis, mas nem sempre necessárias, entretanto, em estacas lenhosas, nas quais os níveis de auxina podem ser mais baixos, as aplicações exógenas podem ser vantajosas (Tukey Jr., 1977). A aplicação exógena de auxina pode proporcionar uma maior porcentagem de estacas enraizadas, aumentar o número de raízes, o peso total de raízes por estaca (Carpenter & Cornell, 1992), a velocidade, qualidade e uniformidade de enraizamento (Hartmann *et al.*, 1997).

Os efeitos da aplicação auxínica variam com a espécie. A aplicação de AIB proporcionou melhores resultados de enraizamento em estacas de algumas espécies, tais

como *Shorea leprosula* (Aminah *et al.*, 1995), *Litchi chinensis* Sonn. (Leonel *et al.*, 1994) e *Woodfordia fruticosa* Kurz. (Bahuguna *et al.*, 1988). Tratamentos auxínicos estimularam a iniciação de raízes em estacas de *Mussaenda erythrophylla* L. Schum & Thonn. (Hilaire *et al.*, 1996) e de erva-mate, *Ilex paraguariensis* (Iritani, Soares & Gomes, 1986b) mas, por outro lado, inibiram o enraizamento adventício de estacas lenhosas de clones de *Populus* (Phipps *et al.*, 1977), bem como, não propiciaram o enraizamento de estacas semilenhosas de guabiju (*Myrcianthes pungens* Berg.), cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.) e pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) (Coutinho *et al.*, 1991).

Apesar de algumas espécies não enraizarem mesmo com a aplicação de altas concentrações de AIB, como é o caso de estacas lenhosas de *Quercus rubra* L. e de *Juglans nigra* L. (Smyers & Still, 1978), o uso de altas concentrações de AIB são indicadas para estimular a regeneração de raízes de algumas espécies de difícil enraizamento (Chong, 1981). Por exemplo, estacas de *Malus* ‘Bitenfolder’, *Quercus rubra*, *Prunus serrulata* ‘Kwanzan’, *Tilia cordata* ‘Glenleven’ tiveram a máxima percentagem de enraizamento quando imersas em 2500 ppm de AIB, estacas de *Chaemomeles speciosa* ‘Rubra’, *Prunus domestica* ‘Verity’, *Acer platanoides* ‘Crimson King’, *Malus* ‘Royalty’, *Tilia X europaea* ‘Pallida’, *Betula pendula* ‘Gracilis’ tiveram máximo enraizamento quando imersas em soluções compreendidas nas concentrações entre 5000 e 10000 ppm de AIB, e *Prunus triloba* ‘Multiplex’, *Magnolia stellata*, *Amelanchier laevis*, *Elaeagnus angustifolia*, *Sorbus alnifolia*, *Prunus domestica* ‘Stanley’, *Prunus domestica* ‘Valor’ enraizaram melhor nas concentrações entre 20000 e 40000 ppm (Chong & Daigneaut, 1987).

Em alguns casos os tratamentos das estacas com o AIB podem melhorar a qualidade das mudas pelo aumento do número e/ou do peso das raízes, mas também podem reduzir o número de raízes por estaca e conseqüentemente o peso médio das raízes por estaca. O AIB promoveu a formação de um maior número de raízes em estacas de *Stevia rebaudiana* (Carvalho & Zaidan, 1995). Já em estacas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. o número de raízes por estacas aumentou com a concentração de AIB, porém, concentrações excessivamente altas ou tratamentos de longa duração reduziram a produção de raízes (Carpenter & Cornell, 1992). A aplicação de AIB em estacas de quiwi (*Actinidia deliciosa*) é indicada para melhorar o processo de obtenção de mudas, uma vez que os tratamentos com este ácido não influi na porcentagem de enraizamento de estacas, mas eleva o peso seco médio das raízes das estacas enraizadas, o comprimento e peso seco médio dos brotos, bem como, favorece uma maior formação de calos (Manfroi *et al.*, 1997).

2.5.2 - Citocininas

A aplicação exógena de citocinina imediatamente após o preparo das estacas geralmente inibe a formação de raízes adventícias (Hartmann *et al.*, 1991, in: Svenson, 1991; Jarvis, 1986), enquanto a aplicação após a formação do primórdio radicial tem pouca influência sobre a formação de raízes adventícias (Svenson, 1991). O efeito inibitório das citocininas tem sido observado em várias espécies, entretanto, a resposta à aplicação em estacas de ervilha depende do tipo de estaca usada e da época em que a aplicação foi feita (Jarvis, 1986). A aplicação de 6-benzilaminopurina (BA), em estacas

de *Verbena* (*Verbena x hybrida* Voss), não inibiu a formação de raízes, sendo que a aplicação foliar de BA, em baixas concentrações (30 mg/l), produziu mais raízes quando aplicado imediatamente do que quando aplicado 12 horas após o preparo das estacas e a aplicação de BA em 30 ou 100 mg/l não inibiu a formação do primórdio radicial (Svenson, 1991).

2.5.3 - Giberelinas

O ácido giberélico (GA₃) tem sido mencionado como um inibidor da formação de raízes adventícias em estacas de uma variedade de espécies. Tal inibição é evidente, particularmente, quando se fazem suplementos com giberelina antes ou logo depois que as estacas foram preparadas (Jarvis, 1986). As giberelinas têm uma função na regulação do ácido nucleico e síntese de proteína e pode suprimir a iniciação radicular interferindo nestes processos, particularmente, transcrição (Hatmann *et al.*, 1997).

A formação de raízes também pode ser estimulada com a aplicação de GA₃ e este estímulo depende das condições de irradiação durante o crescimento da planta matriz da qual a estaca foi feita (Jarvis, 1986).

As giberelinas frequentemente estão associadas com juvenilidade e a sua aplicação em várias espécies, na fase madura, induz à algumas características juvenis. Uma vez que o enraizamento de estacas de *Quercus ithaburensis* Deche decresce significativamente com a idade da planta matriz, foram feitos ensaios para testar os efeitos de GA₃ sobre o enraizamento de estacas e verificou-se que o tratamento com

giberelina de plantas matrizes de três anos de idade não apenas restaurou a habilidade de enraizamento, mas também aumentou significativamente a taxa de enraizamento acima do controle (Eshed *et al.*, 1996).

2.5.4 - Etileno

O etileno pode aumentar, reduzir ou até mesmo não ter efeitos sobre a formação de raízes adventícias (Hartmann *et al.*, 1997). O seu efeito é altamente variável conforme a espécie e as condições ambientais e fisiológicas, sendo que a promoção do enraizamento tem sido relatada mais frequentemente em plantas intactas do que em estacas, em plantas herbáceas do que lenhosas e mais em plantas com iniciais de raízes pré-formadas (Mudge, 1988). Observou-se, em experimentos com tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.), que a aplicação de etileno ou 'ethephon' em discos foliares não estimulou o enraizamento (Coleman *et al.*, 1980). No entanto, Zimmerman & Hitchcock, em 1933, demonstraram que a aplicação de etileno causou a formação de raízes em tecidos de caule e folha, bem como o desenvolvimento de raízes pré-existentes em caules (Hartmann *et al.*, 1997).

O efeito do etileno é dependente mais de interações complexas do que da concentração deste regulador de crescimento (Fachinello *et al.*, 1995). Algumas evidências têm demonstrado que o etileno endógeno não está diretamente envolvido no enraizamento de estacas induzido por auxinas (Mudge, 1988). Em *Vigna radiata*, por exemplo, os tratamentos com quatro diferentes auxinas (ANA, AIB, AIA e 2,4-D) mostraram que não houve correlação entre o número de raízes formadas e o etileno

liberado, o quê argumenta contra a proposta de que as auxinas podem promover a iniciação de raízes através de um etileno intermediário (Geneve & Heuser, 1982).

2.5.5 - **Ácido abscísico**

Os estudos sobre o efeito do ácido abscísico na formação de raízes adventícias são contraditórios e aparentemente depende da espécie, da concentração e do estado ambiental e nutricional da planta-mãe da qual a estaca foi feita (Jarvis, 1986; Fachinello *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1997).

O efeito estimulador do suplemento de ABA pode ser interpretado como uma promoção direta da divisão celular ou via interação com outros reguladores de crescimento, que podem ser por si mesmos inibidores da iniciação de raízes e, portanto, podem incluir giberilinas ou citocininas (Jarvis, 1986).

2.5.6 - **Boro**

O boro é essencial para a sustentação da divisão celular e organização necessária para a formação do primórdio radicular, bem como, seu subsequente crescimento; ele influencia o número de primórdios desenvolvidos quer o enraizamento seja em resposta ao tratamento com auxina ou devido somente a fatores endógenos (Jarvis, 1986). As estacas feitas de material crescido na luz são mais dependentes do suplemento de boro para o desenvolvimento do primórdio do que aquelas feitas a partir do material originado

no escuro; o borato pode ser necessário para a regulação dos níveis de auxina (Jarvis, 1986).

Em estudos com camélia (*Camellia japonica* L.) Ono *et al.* (1992) constataram que a adição de boro à solução auxínica teve efeito benéfico no enraizamento de estacas. Os tratamentos das estacas com auxinas mais boro apresentaram um maior número de estacas enraizadas e um maior número de raízes por estaca do que aqueles tratamentos que utilizaram apenas auxina.

2.5.7 - Inibidores endógenos

Os inibidores endógenos são substâncias que retardam os processos de crescimento e desenvolvimento das plantas. Muitas estacas de difícil enraizamento não formam raízes imediatamente, devido à presença de inibidores químicos que atuam em antagonismo às auxinas (Alvarenga & Carvalho, 1983). Estacas maduras, difíceis de enraizar, de eucalipto (*Eucalyptus* sp.) e cultivares de dália têm maior quantidade de inibidores de enraizamento do que as formas fáceis de enraizar (Hartmann *et al.*, 1997).

2.6 - Substrato

O tipo de substrato utilizado é um dos fatores de maior influência no enraizamento das estacas, especialmente nos casos de espécies de difícil enraizamento (Fachinello *et al.*, 1995). Vários substratos são utilizados para o enraizamento, dentre eles podem ser citados solo, areia, turfa, perlita, vermiculita, composto orgânico, casca

de arroz (cinza ou carbonizada), musgo turfoso e água, dentre outros (Andersen, 1986; Fachinello *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1997).

A porosidade, o tamanho da partícula e as características de retenção hídrica do meio de propagação determinam o aproveitamento de água pela estaca e o pH do meio pode também influenciar nas respostas de enraizamento (Shiembo *et al.*, 1996). Em geral, um meio de enraizamento apropriado deve ter um volume ótimo de espaços porosos preenchidos com gás, uma taxa de difusão de oxigênio adequada para a respiração necessária e provisão de água suficiente para prevenir o murchamento (Andersen, 1986; Mésen *et al.*, 1997). De uma forma geral, os meios com altos conteúdos de água, como serragem, estão associados com maiores taxas de absorção de água na estaca e conseqüentemente maiores porcentagens de enraizamento, no entanto, a água pode apresentar uma barreira para a maior difusão do oxigênio e o excesso de água pode, assim, resultar em anoxia dentro da base da estaca (Mésen *et al.*, 1997). Em *Cordia alliodora* a porcentagem de enraizamento e o número de raízes por estaca foram reduzidos quando se utilizou serragem, como substrato, portanto, areia e cascalho mostraram melhores resultados indicando que para esta espécie o uso de substratos para enraizamento com capacidade relativamente baixa de retenção de água pode ser apropriado (Mésen *et al.*, 1997). Já em *Irvingia gaborensis* a maior porcentagem de estacas enraizadas foi registrado em serragem e areia fina, o quê pode ser atribuído às suas características relativamente altas de taxas de ar:água, embora a alta capacidade de retenção de água também possa ter influenciado (Shiembo *et al.*, 1996).

O melhor substrato para o enraizamento de estacas varia conforme a espécie. Em estacas de figueira (*Ficus carica* L.) e araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine) o substrato teve efeito sobre o enraizamento de estacas, sendo que nas estacas de figueira os maiores percentuais de enraizamento ocorreram quando se utilizaram vermiculita, areia ou a mistura de ambas e no caso do araçazeiro, os maiores percentuais de enraizamento foram encontrados na vermiculita e em diferentes misturas com areia, cinza e vermiculita (Hoffmann *et al.*, 1994). Em ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.) os substratos areia, vermiculita, cinza, serragem e combinações entre eles e a mistura de areia mais serragem proporcionaram os maiores percentuais de estacas enraizadas (Dutra & Kersten, 1996).

2.7 - Ambiente de enraizamento

2.7.1 - Umidade

Têm sido apresentadas evidências de que o sucesso do enraizamento de estacas depende, em uma proporção considerável, da manutenção de um balanço hídrico satisfatório nos tecidos (Loach, 1988). Alguns fatores, ambos internos e ambientais, influenciam o estado hídrico das plantas matrizes. Desta forma, algumas práticas são importantes e devem ser consideradas para o sucesso do enraizamento, tais como, o controle da irradiação e da temperatura através de sombreamento e da umidade ambiental pelo uso de nebulizadores (Loach, 1988). O uso de sombreamento em estruturas de propagação reduz as temperaturas foliares e diminui a pressão de vapor na folha (Loach, 1977) e o sistema de nebulização é comumente empregado com o objetivo

de reduzir a perda hídrica das estacas durante a propagação (Rein *et al.*, 1991; Cuquel *et al.*, 1992), proporcionar a formação de uma fina película na superfície da folha (Paiva *et al.*, 1996), bem como, favorecer a hidratação do substrato (Cuquel *et al.*, 1992).

Para a propagação de plantas por meio de estacas folhosas é necessário que as estacas mantenham sua turgidez até que as raízes sejam formadas (Loach, 1977). Assim, um regime de nebulização ineficiente pode reduzir o enraizamento. Estudos com *Shorea macrophylla* (De Vr.) Ashton mostraram que o regime de nebulização (nebulização contínua, nebulização com horas alternadas e com nebulização noturna, e nebulização com horas alternadas e sem nebulização à noite) influenciou na porcentagem de enraizamento de estacas, de forma que a ausência de nebulização à noite resultou em aumento na mortalidade das estacas e subsequente redução do enraizamento (Lo, 1985).

O nível de umidade no meio de propagação também influencia a habilidade das estacas absorverem água e produzirem raízes adventícias. Os meios de propagação com maiores níveis de umidade proporcionaram maiores porcentagens de enraizamento de estacas de *Juniperus horizontalis* Moench ‘Wiltonii’, *Rhododendron* (lindl.) Planch ‘Hino-Crimson’ e *Ilex crenata* Thunb. ‘Helleri’ (Rein *et al.*, 1991).

2.7.2 - Luminosidade

Os níveis de irradiação em que as estacas enraizam influenciam capacidade de enraizamento (Moe & Andersen, 1988). Estacas de algumas plantas herbáceas enraizam melhor sobre irradiação, relativamente, baixa. A redução da radiação natural por meio de

sombreamento tem demonstrado promover o enraizamento de estacas. Para *Pisum sativum* e vários outros gêneros encontrou-se um número decrescente de raízes com o aumento da irradiação (Hansen, 1987), no entanto, um número de plantas também têm mostrado resposta oposta (Hartmann *et al.*, 1997).

Em algumas espécies, o fotoperíodo em que as estacas são enraizadas pode afetar a iniciação de raízes (Andersen, 1986; Moe & Andersen, 1988). É mais frequentemente observado que as condições de dia curto promovem a subsequente formação de raízes, enquanto as condições de dias longos suprimem a formação de raízes. Possivelmente, a diversidade de respostas de enraizamento com o fotoperíodo reflete que as diferentes espécies têm reações basicamente diferentes. Provavelmente, existe um fotoperíodo ótimo para uma dada espécie (Hansen, 1987).

2.7.3 - Temperatura

A temperatura é um fator importante para a regulação do metabolismo das estacas e deve fornecer as condições não só para que haja indução, desenvolvimento e crescimento de raízes, na base das estacas, como também as condições para a manutenção e sobrevivência das folhas, gemas e ramos (Paiva *et al.*, 1996).

Para a formação de raízes, o aumento da temperatura favorece a divisão celular, no entanto, principalmente em estacas herbáceas e semilenhosas, estimula a transpiração, induzindo o murchamento da estaca, e também pode favorecer o desenvolvimento de brotações antes que o enraizamento ocorra (Fachinello *et al.*, 1995).

Em espécies tropicais o esperado é que o enraizamento seja favorecido por temperaturas do meio de propagação entre 23-38°C, temperaturas mais altas do que aquelas recomendadas para espécies de clima temperado (Komissarov, 1969, in: Leakey *et al.*, 1982). Por exemplo, para as estacas de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum, uma espécie lenhosa tropical, a temperatura do meio de propagação afetou significativamente o enraizamento, que foi favorecido quando a temperatura do meio de propagação estava entre 20 e 38°C e a temperatura do ar mais fria (Leakey *et al.*, 1982). A temperatura do substrato também afetou o enraizamento de estacas de dois cultivares de *Acer* (*Acer rubrum* L. e *Acer x freemanii* E. Murray). Os resultados indicaram diferenças de cultivar em resistência ao calor, sendo que *Acer rubrum* mostrou-se mais resistente às temperaturas mais elevadas do que *Acer x freemanii* E. Murray (Zhang *et al.*, 1997).

3. - Material e Métodos

Neste estudo foram feitos testes de enraizamento em dois tipos de estacas caulinares (apical e basal) de espécies de Mata de Galeria. Foram feitas coletas de ramos em duas estações do ano (final das chuvas e início da seca).

3.1 - Espécies estudadas e suas características

Os ensaios de propagação vegetativa foram realizados com seis espécies de diferentes formas de vida. Fazem parte deste estudo espécies que habitam em locais alagados, locais não-alagados e nos dois ambientes (Tabela 3.0).

Tabela 3.0 - Lista das espécies estudadas indicando-se a família e forma de vida.

Espécies	Família	Forma de vida	Nº de herbário	Ambiente de ocorrência
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	Caesalpinaceae	Árvore	2	NA
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	Clusiaceae	Árvore	5	A
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	Caesalpinaceae	Árvore	4	NS
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	Mimosaceae	Árvore	6	NS
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	Piperaceae	Arbusto	1	A
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	Melastomataceae	Arbusto	3	NS

- A = local alagado; NA = local não alagado e NS = dois ambientes.

***Bauhinia rufa* (Bong.) Steud.**

Conhecida vulgarmente como unha-de-boi-do-campo, unha-de-vaca roxa, catinga-de-tamanduá (Corrêa, 1984). É subarbusto, arbusto ou árvore de ramos cilíndricos a quadrangulares, inermes, pruinosos, verrucosos, hirsutos a glabrescentes; folhas bilobadas, rígido-coriáceas; fruto legume (Vaz & Marquete, 1997).

Pode ser empregada como ornamental (Pereira, 1982) e medicinal (Corrêa, 1984). Ocorre na floresta, caatinga e cerrado, nos Estados da Bahia, Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Goiás, Mato Grosso (Corrêa, 1984; Pott & Pott, 1994) e Distrito Federal (Walter, 1995).

Floresce mais frequentemente nos meses de julho a dezembro, com um único registro para o mês de maio, e frutifica a partir de setembro a julho/agosto, período de floração seguinte (Vaz & Marquete, 1993).

***Calophyllum brasiliense* Camb.**

Espécie denominada popularmente de landim, guanandi, olandi, jacareúba e outros (Lorenzi, 1992), é árvore de grande porte e copa reduzida quando vegeta no ambiente natural ou em maciços densos; possui folhas simples, opostas cruzadas, glabras e brilhosas; os frutos são globosos (Machado *et al.*, 1992). É ornamental (Pereira, 1982), medicinal (Balbach, 1982; Brandão, 1991) e é indicado para reflorestamento ambiental (Lorenzi, 1992). Sua madeira é usada em construção civil, naval e construção pesada, bem como para produção de celulose e papel, dentre outros (Lorenzi, 1992; Carvalho, 1994).

No Distrito Federal floresce de setembro a janeiro (Pereira, 1982; Machado *et al.*, 1993; Carvalho, 1994); em São Paulo de novembro a junho; na Paraíba em dezembro e no Paraná de janeiro a março (Carvalho, 1994). A maturação dos frutos ocorre de maio a julho no Distrito Federal (Pereira, 1982; Carvalho, 1994); de junho a outubro em São Paulo, de julho a fevereiro no Paraná e de julho a novembro em Santa Catarina (Carvalho, 1994).

As sementes apresentam dormência causada por substância inibidora, sendo recomendadas escarificação mecânica ou estratificação em areia úmida por 60 dias. As sementes despulpadas por morcego não necessitam de tratamento germinativo (Carvalho, 1994). A emergência ocorre cerca de 40 dias após a semeadura, com um percentual de germinação em torno de 70% (Machado *et al.*, 1993).

***Copaifera langsdorffii* Desf.**

Conhecida vulgarmente como copaíba, pau-d'óleo, bálsamo, cupiúva e óleo-de-copaíba (Corrêa, 1984). É uma árvore perenifólia a semicaducifólia, comumente com 5 a 15 m de altura e 20 cm a 60 cm de DAP, podendo atingir 35 m de altura e 100 cm de DAP na floresta pluvial. Possui copa globosa densa, folhas compostas pinatífidas, com 3-5 jugos (Lorenzi, 1992), fruto cápsula, rica em óleo (Paula & Alves, 1997). Tem emprego na construção civil (Lorenzi, 1992), como medicinal (Balbach, 1981; Granja & Barros, 1982), ornamental (Pereira, 1982) e para reflorestamento ambiental dentre outros (Carvalho, 1994).

Ocorre desde o Nordeste da Argentina até a Venezuela e é encontrada em todo o território brasileiro (Machado, 1990). Na região dos cerrados é encontrada em cerrado, cerradão, mata ciliar (Paula & Alves, 1997), mata mesofítica e mata seca de afloramento calcário, onde é mais rara (Machado, 1990).

Floresce de outubro a abril em São Paulo, de novembro a janeiro em Minas Gerais, de dezembro a janeiro em Goiás e no Distrito Federal, de janeiro a março no Paraná, de março a abril no Rio de Janeiro e de junho a julho no Ceará e em Pernambuco (Carvalho, 1994). Os frutos se encontram maduros de junho a agosto no Distrito Federal e no Espírito Santo, de agosto a outubro em São Paulo, no mês de julho em Minas Gerais, de julho a setembro no Paraná, de agosto a setembro no Rio de Janeiro e de agosto a outubro em São Paulo (Carvalho, 1994).

As sementes têm taxa de germinação superior a 60% (Lorenzi, 1992) e apresentam dormência ocasional, causada pela deposição de cumarina no tegumento, necessitando de tratamento pré-germinativo (Perez & Prado, 1993; Carvalho, 1994).

***Inga laurina* (Sw.) Willd.**

Conhecido popularmente como ingá, ingá-da-praia, ingá-mirim, ingáí, é árvore de pequeno a médio porte, com folhas alternas dísticas, compostas pinadas (Machado *et al.*, 1992), folíolos 2-3(-4) pares, par terminal elíptico a obovado, ápice agudo a obtuso a curtamente e estreitamente atenuado, base aguda, assimétrica; par basal da mesma forma do terminal; glabros com nectário foliar quase sempre séssil; pecíolo marginado, frequentemente canelado acima, glabros; raquis 1,5-4 cm de comprimento, marginada ou raramente alada acima, canelada acima, glabras (Pennington, 1997).

Espécie própria para sombreamento e arborização urbana (Machado *et al.*, 1993). Seus frutos são comestíveis (Cavalcante, 1991). Possui ampla distribuição no país, ocorrendo desde a Amazônia até o Nordeste e daí para o sul até o Paraná, em quase todas as formações vegetais (Lorenzi, 1998). Encontra-se também nas matas ciliares do Distrito Federal, preferindo as margens de córregos (Machado *et al.*, 1993), na faixa litorânea (restinga) e nos demais países da América Latina, Central e Caribe (Lorenzi, 1998).

Pode florescer durante os meses de abril a dezembro (Cavalcante, 1991; Machado *et al.*, 1993; Lorenzi, 1998) e frutificar de setembro a fevereiro (Cavalcanti, 1991; Machado *et al.*, 1993; Lorenzi, 1998).

Produz anualmente uma grande quantidade de sementes viáveis (Lorenzi, 1998), que perdem o poder germinativo rapidamente e germinam em 12-15 dias após a semeadura, com uma taxa de germinação de 70-80% (Machado *et al.*, 1993).

***Piper arboreum* Aubl.**

Conhecido popularmente como pimenta-de-macaco. É um arbusto multicaulinar, de sub-bosque, de 2 a 6 m de altura e uma amplitude de 1,5 a 3 m (Bizerril & Raw, 1997), nodoso, glabro, com ramos, às vezes, com lenticelas conspícuas; folhas extremamente variáveis em tamanho (Yuncker, 1973). As plantas possuem uma média de 8 caules, 42 frutos e 472 pequenas sementes por fruto (Bizerril & Raw, 1997).

Ocorre no Oeste das Índias, Panamá e América do Sul. No Brasil tem uma ampla distribuição geográfica, podendo ser encontrado no Amazonas, Amapá, Pará, Ceará, Pernambuco, Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul (Yuncker, 1973) e no Distrito Federal (Walter, 1995).

As sementes começam a germinar a partir do 12º dia, podendo chegar a cerca de 90% de germinação no 45º dia. Não há diferenças entre a porcentagem de germinação

das sementes retiradas de frutos maduros e daquelas removidas das fezes de morcegos (Bizerril & Raw, 1998).

***Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn.**

Espécie conhecida popularmente como flor-de-quaresma, quaresmeira (Corrêa, 1984). Pode ser uma arvoreta ou árvore de 1,5 a 5 m de altura (Guimarães & Martins, 1997). Possui ramos tetragonos ou sub-alados, ferrugíneos ou escuros, revestidos de pêlos setáceos, rígidos (Corrêa, 1984); folhas breve-pecioladas, rígidas, muitas vezes oblongas; panículas terminais, multiflorais, flores breve-pediceladas, bracteadas (Cagneux, 1885).

Planta de valor ornamental, que floresce de março a julho (Pereira, 1982). Tem ampla distribuição no Brasil, ocorrendo na Bahia, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Pará, Rio de Janeiro e Rondônia estendendo-se ao Paraguai e Bolívia (Guimarães e Martins, 1997).

3.2. - Local de coleta e ambiente de enraizamento

O material usado para estaqueamento foi coletado na Mata do Córrego da Onça e do Córrego do Gama na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília e na Mata do Córrego Sarandi localizada no CPAC/EMBRAPA. Na Tabela 3.1 é apresentado o número de plantas matrizes selecionadas para o estudo, a amplitude da altura dos indivíduos selecionados e o local de coleta de cada espécie.

Tabela 3.1 - Número de plantas matrizes, altura estimada e local de coleta dos ramos para cada espécie estudada.

Espécie	Nº de indivíduos	Altura (m)	Local de coleta
<i>B. rufa</i>	20	1,5-3,0	Mata do córrego do Gama
<i>C. brasiliense</i>	4	6,0-7,0	Mata do córrego Sarandi
<i>C. langsdorffii</i>	3	7,0-8,0	Mata do córrego do Gama
<i>I. laurina</i>	8	2,0-5,0	Mata do córrego Sarandi
<i>P. arboreum</i>	20	1,0-3,0	Mata do córrego da Onça
<i>T. stenocarpa</i>	8	1,5-3,0	Mata do córrego do Gama

O experimento foi instalado em casa de vegetação no Centro de Pesquisas Agrícolas para o Cerrado-CPAC/EMBRAPA. No entanto, no tratamento das estacas basais de *P. arboreum* usando água de torneira como meio de enraizamento (substrato) foram usados dois ambientes de enraizamento: um tanque com água corrente e coberto com sombrite (30%) e a casa de vegetação, localizados no CPAC/EMBRAPA

Na casa de vegetação, a intensidade luminosa, a temperatura e a umidade foram controlados. A casa de vegetação foi coberta com sombrite 30% de forma que fosse reduzida a incidência solar sobre as estacas. O controle da umidade foi feita por meio de um sistema de nebulização intermitente, em que o sistema era acionado sempre que a umidade ficasse abaixo de 80% e de forma que a temperatura não ultrapassasse os 30°C.

3.3 - Época e método de coleta

Para as espécies estudadas as estacas foram coletadas em duas épocas: no final da estação chuvosa e no início da estação seca, em datas diferentes para cada espécie (Tabela 3.2). *T. stenocarpa* foi coletada somente na época chuvosa.

Tabela 3.2 - Datas de coleta de ramos para o preparo de estacas conforme a época e o tipo de estaca para as diferentes espécies em estudo.

Espécies	Época chuvosa		Época seca	
	Apical	Basal	Apical	Basal
<i>Copaifera langsdorffii</i> Desf.	23/03/1998	-	20/06/1998	-
<i>Tibouchina stenocarpa</i> (DC.) Cogn.	-	25/03/1998	-	-
<i>Piper arboreum</i> Aubl.	13/05/1998	30/03/1998	15/06/1998	09/06/1998
<i>Inga laurina</i> (Sw.) Willd.	21/05/1998	31/03/1998	17/06/1998	-
<i>Bauhinia rufa</i> (Bong.) Steud.	-	01/4/1998	-	26/06/1998
<i>Calophyllum brasiliense</i> Camb.	26/03/1998	-	25/06/1998	-

Em todas as espécies os ramos foram cortados de indivíduos adultos. Durante a coleta do material foram feitas as anotações com relação aos aspectos fenológicos de cada espécie.

As estacas foram semi-preparadas no campo, sendo que, após isto, foram acondicionadas em sacos de pano previamente umedecidos e depois colocados em sacos plásticos com água, individuais para cada espécie, e em caixa de isopor. O preparo final das estacas foi feito na casa de vegetação.

Para os tratamentos usando-se água de torneira como meio de enraizamento, das estacas basais de *P. Arboreum*, as estacas foram coletadas somente na estação seca, em junho de 1998.

3.4 - Preparo das estacas

O tipo de estaca foi padronizado de forma diferenciada para cada espécie. Mas para todas elas a base das estacas foi cortada em bizel para aumentar a superfície de contato com o regulador de crescimento.

A Tabela 3.3 mostra, para cada espécie, a parte do ramo usada para preparar as estacas, bem como o número de folhas, o comprimento e o diâmetro de cada estaca.

Tabela 3.3 – Tipo de estaca usada para cada espécie.

Espécie	Tipo de estaca	N. de folhas	Área foliar (%) ¹	Comprimento da estaca (cm)	Diâmetro da estaca (cm)
<i>C. langsdorffii</i>	apical	2 pares de folíolos	100	20	0,4
<i>T. stenocarpa</i>	basal	2 folhas	50	20	0,3-0,6
<i>P. arboreum</i>	apical	2 folhas	40	15	0,3-0,5
	basal	0	0	20 ⁽²⁾ e 25	0,3-0,5

<i>I. laurina</i>	apical	2 pares de folíolos	50	12	0,4
	basal	0	0	22	0,3-0,6
<i>C. brasiliense</i>	apical	2 folhas	50	15	0,3-0,6
<i>B. rufa</i>	basal	2 folhas	40	20	0,3-0,6

- 1 – área foliar por folha ou folíolo para cada estaca.
- 2 - comprimento das estacas usadas para enraizar em água (substrato).

3.5 - Tratamento das estacas

O material coletado, para as diferentes espécies, foi levado para o laboratório no CPAC. Nas seis espécies estudadas foram feitos tratamentos com AIB (ácido indolilbutírico) e plantio em tubetes usando-se PLANTMAX como substrato. Para isto, uma parte do material coletado foi tratada com AIB, na forma de pó, em diferentes concentrações. Uma outra parte do material foi colocada em um recipiente e deixada sob água de torneira (gotejamento), durante 22 horas, antes do tratamento com AIB. Para este tratamento, para cada espécie, as estacas foram colocadas em um vasilhame de plástico com furos à uma altura de 10 cm e, então, deixadas sob água de torneira.

Foram feitos os seguintes tratamentos das estacas para todas as espécies:

- 1 - testemunha – talco neutro
- 2 - 1000 ppm de AIB
- 3 - 2000 ppm de AIB
- 4 - 4000 ppm de AIB
- 5 - 1000 ppm após tratamento em água.

No tratamento das estacas basais de *P. arboreum*, usando água de torneira como substrato, não foi aplicado AIB na base das estacas.

O ácido indolilbutírico foi preparado conforme Fachinello *et al.* (1995). Foram preparadas 150 gramas de cada concentração usando-se talco industrial e álcool etílico para homogeneização da mistura. Diferentes pesos de AIB foram adicionados ao talco (150 g), conforme a concentração: 0,15, 0,30 e 0,60 gramas para 1000 ppm, 2000 ppm e 4000 ppm, respectivamente. O álcool etílico foi adicionado e misturado até formar uma pasta. Após a homogeneização a pasta foi colocada em uma estufa à temperatura de cerca de 40°C até a evaporação de quase todo solvente. A total evaporação foi feita fora da estufa após um período de cerca de 48 horas.

3.6 - Plantio, substrato e irrigação

Para todas as espécies utilizou-se o substrato comercial PLANTMAX, um composto orgânico com vermiculita e casca de pinus, dentre outros materiais. Para o plantio com este substrato foram utilizados tubetes nas dimensões de 60 mm (diâmetro interno) x 130 mm (altura).

As estacas foram plantadas enterrando-se cerca de 6-8 cm de sua base no substrato e foram mantidas em casa de vegetação sob sistema de nebulização intermitente durante dois meses.

Nos ensaios usando-se a água como meio de enraizamento (substrato) das estacas basais de *P. arboreum* uma parte do material (30 estacas) foi colocada em copos de plástico (200 ml) com água na casa de vegetação e a outra parte (30 estacas) foi

colocada em tubetes e deixada em um tanque com água corrente e coberto com sombrite 30%. Nas estacas deixadas em copos de plástico, foi feita a troca da água duas vezes por semana.

3.7 - Delineamento estatístico

O delineamento estatístico utilizado nos testes de enraizamento foi inteiramente ao acaso, para todas as espécies, em esquema fatorial combinando níveis de AIB com 3 repetições (Banzatto & Kronka, 1995). Para cada tratamento foram usadas 10 estacas, totalizando 150 estacas para cada espécie e em cada época da instalação dos experimentos.

As características com relação à porcentagem de enraizamento e peso seco foram submetidas à análise de variância (ANOVA) para cada época, espécie e tipo de estaca. Para a análise de variância e comparação das médias os dados foram transformados em arco seno da raiz quadrada de $X/100$, onde X foi o percentual de enraizamento obtido. Através da análise de variância foram feitas as comparações entre as médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A análise da influência da espécie no enraizamento de estacas foi feita para cada época e tipo de estaca, conforme o esquema abaixo:

Tabela de ANOVA para delineamento inteiramente casualizado.

Fonte de variação	Graus de liberdade
Tratamento (T)	T - 1

Espécie(e)	e - 1
Trat*espécie	(T-1) (e-1)
Erro	te(r - 1)
Total	Ter - 1

A análise da influência do tipo de estaca no enraizamento foi feita para cada espécie e época e seguiu o esquema abaixo:

Tabela de ANOVA para delineamento inteiramente casualizado.

Fonte de variação	Graus de liberdade
Tratamentos (T)	T - 1
Tipo (t)	t - 1
Trat*tipo	(T-1) (t-1)
Erro	Tt(r - 1)
Total	Ttr - 1

A análise da época de coleta dos ramos foi feita para cada espécie e tipo de estaca e seguiu o esquema de ANOVA abaixo:

Tabela de ANOVA para delineamento inteiramente casualizado.

Fonte de variação	Graus de liberdade
Tratamentos(T)	t - 1
Época (E)	E - 1
Trat*época	(T-1)(E-1)
Erro	TE(r - 1)
Total	TEr - 1

Adicionalmente, no tratamento onde as estacas basais de *P. Arboreum* foram colocadas para enraizar em água de torneira como substrato e sem tratamento com AIB

foram feitas 3 repetições e 10 estacas por parcela, totalizando 30 estacas em cada ambiente de enraizamento, casa de vegetação e tanque com água corrente. Nestes tratamentos foram medidas as proporções de estacas vivas e enraizadas e a média de peso seco das raízes e folhas por estaca.

3.8 - Avaliação do experimento

Foram feitas observações constantes dos tratamentos anotando-se as brotações, queda de folhas e mortalidade das estacas.

Após dois meses foi feita a avaliação final do experimento. Foram quantificadas as estacas enraizadas, mortas, vivas com raiz e sem raiz, com brotos e com calos.

A avaliação do experimento com água, como meio de enraizamento das estacas basais da *P. arboreum*, foi feita, para o material colocado no tanque, após 70 dias. Este período não foi suficiente para a formação de raízes nas estacas colocadas em recipientes plásticos com água na casa de vegetação. Assim, a avaliação para estas estacas foi realizada após 100 dias.

3.9 – Peso das raízes, caule e folhas

Após a retirada das estacas do substrato foi feita a lavagem das raízes e medido o peso verde do caule, folhas e raízes. Para medir o peso seco este material foi acondicionado em sacos de papel, separadamente para folhas, raízes e caule, e colocado

em estufa a 65°C por 72 horas. Após este período foram pesadas as folhas, raízes e caule usando-se uma balança.

4 - Resultados e Discussão

Os resultados mostraram diferenças no enraizamento de estacas caulinares entre as espécies nas duas épocas estudadas (Tabela 4.0). Algumas espécies não foram capazes de formar raízes adventícias. As estacas de *Copaifera langsdorffii* Desf., *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. morreram antes dos dois meses do plantio e não foram incluídas na análise estatística. As estacas de *Calophyllum brasiliense* Camb. não enraizaram em qualquer das épocas, mas tiveram percentuais elevados de sobrevivência. As estacas basais de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. apresentaram enraizamento somente nas coletas feitas durante o período chuvoso; apenas 3% das estacas tratadas com AIB (1000 e 4000 ppm) enraizaram.

Tabela 4.0 – Porcentagem média de enraizamento de dois tipos de estacas caulinares coletadas em duas épocas do ano (final das chuvas e início da seca) em 6 seis espécies.

Espécie	Época chuvosa		Época seca	
	Apical	Basal	Apical	Basal
<i>C. langsdorffii</i> ⁽¹⁾	0	-	0	
<i>T. stenocarpa</i> ⁽¹⁾	-	0	-	-
<i>P. arboreum</i>	74	13	79	5
<i>I. laurina</i>	15	0	7	-
<i>C. brasiliense</i>	0	-	0	-
<i>B. rufa</i>	-	1	-	0
Valor de F	133,09 ^S	26,21 ^S	205,05 ^S	3,60 ^{NS}

- (1) Espécies que tiveram 100% de mortalidade das estacas aos dois meses do plantio e não foram incluídas na análise estatística.
- NS=não significativo e S= significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Nas espécies que enraizaram, os melhores resultados foram observados nas estacas apicais. Para *Piper arboreum* Aubl. o enraizamento foi verificado em estacas apicais e basais, com percentagens de enraizamento maiores nas estacas apicais, nas duas épocas de coleta (Tabela 4.0). No caso de *I. laurina* o enraizamento ocorreu nas estacas apicais, mas não foi observado em estacas basais, que morreram antes de dois meses do plantio.

Neste estudo foi feita a comparação entre os dois tipos de estacas, apicais e basais, de *P. arboreum* e *I. laurina*, mas deve-se levar em consideração que as estacas não foram coletadas na mesma data (Tabela 3.2) e que características como comprimento das estacas e presença ou não de folhas variou nos dois tipos de estacas. Nas duas espécies as estacas basais não possuíam folhas, enquanto as estacas apicais permaneceram com duas folhas com a lâmina foliar reduzida.

4.1 - *Copaifera langsdorffii* Desf.

As estacas apicais de *Copaifera langsdorffii* Desf. foram plantadas no final das chuvas e início da estação seca e não enraizaram (Figura 4.0). Após um mês as estacas já haviam perdido suas folhas e, aos dois meses do estaqueamento, todas já se encontravam mortas. Em nenhuma das estacas ocorreu o surgimento de brotações tanto na estação chuvosa quanto na seca.

4.2 - *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn.

As estacas basais de *T. stenocarpa* foram coletadas somente no final da época chuvosa, em março de 1998 (Figura 4.1). Nesta época os indivíduos estavam em plena loração e apresentavam algumas folhas velhas. Nas condições do experimento as estacas não tiveram respostas de brotação ou enraizamento e morreram antes dos dois meses da instalação do experimento. Aos quinze dias do plantio, as estacas já haviam perdido as folhas e, logo, morreram.



Figura 4.0 – Estacas de *Copaifera langsdorffii* Desf. em casa de vegetação com sistema de nebulização.



Figura 4.1 – Estacas de *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. em casa de vegetação com sistema de nebulização

4.3 - *Piper arboreum* Aubl.

As estacas de *Piper arboreum* Aubl. tiveram capacidade de enraizamento variando conforme o tipo de estaca e a época e mostraram enraizamento satisfatório mesmo sem a aplicação de auxinas (Figuras 4.2, 4.3, 4.4 e 4.5). A época de coleta influenciou o enraizamento das estacas basais e a sobrevivência das estacas apicais de *P. arboreum*. Em todos os tratamentos, nas duas épocas, uma pequena porcentagem das estacas apicais que sobreviveram não enraizaram.

Nas estacas apicais de *P. arboreum* o número de estacas enraizadas não teve influência nem da época de coleta, nem dos tratamentos com a auxina sintética, o AIB. As maiores porcentagens de enraizamento das estacas apicais de *P. arboreum* ocorreram nos tratamentos com 4000 ppm (83%), na estação das chuvas (março-maio/98), e com 2000 ppm (90%), no período seco, ou seja, em junho/1998 (Figuras 4.6 e 4.7), porém, não foram significativamente diferentes da testemunha ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 4.1). O sucesso no enraizamento sem a aplicação de auxina também foi registrado em outras espécies tropicais, tais como *Vochysia hondurensis* (Leakey *et al.*, 1990) e *Shorea macrophylla* (Lo, 1985). Em *Milicia excelsa* o AIB também não teve efeito significativo sobre a porcentagem final de enraizamento ($P > 0,05$), mas os valores declinaram com sucessivos aumentos na concentração de AIB (Ofori *et al.*, 1996).

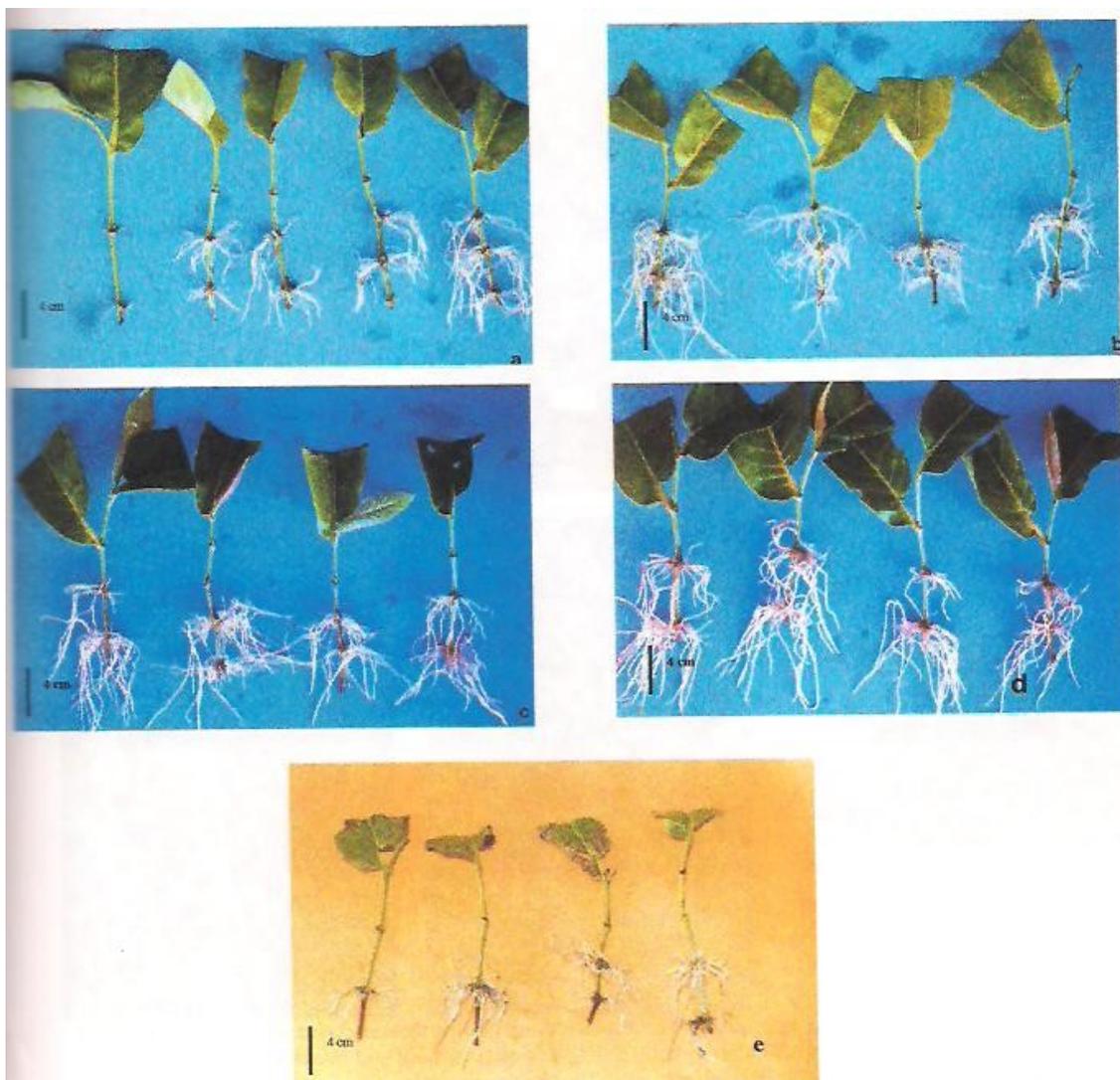


Figura 4.2 – Enraizamento de estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e água corrente (e) de ramos coletados na estação chuvosa.

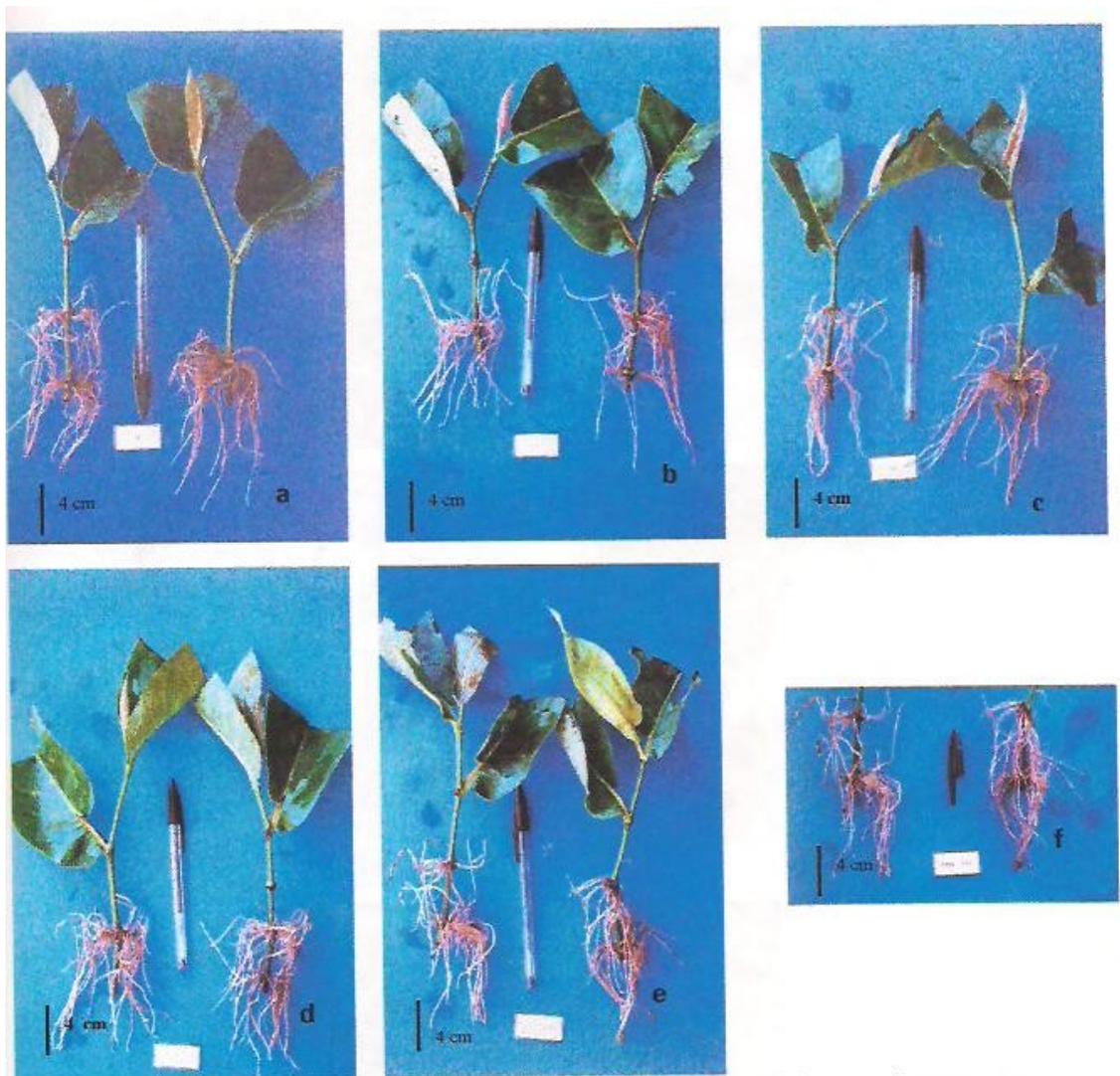


Figura 4.3 - Enraizamento de estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl. aos dois meses do tratamentos com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e água corrente (e) e foto mostrando raízes (f) de ramos coletados no período seco.

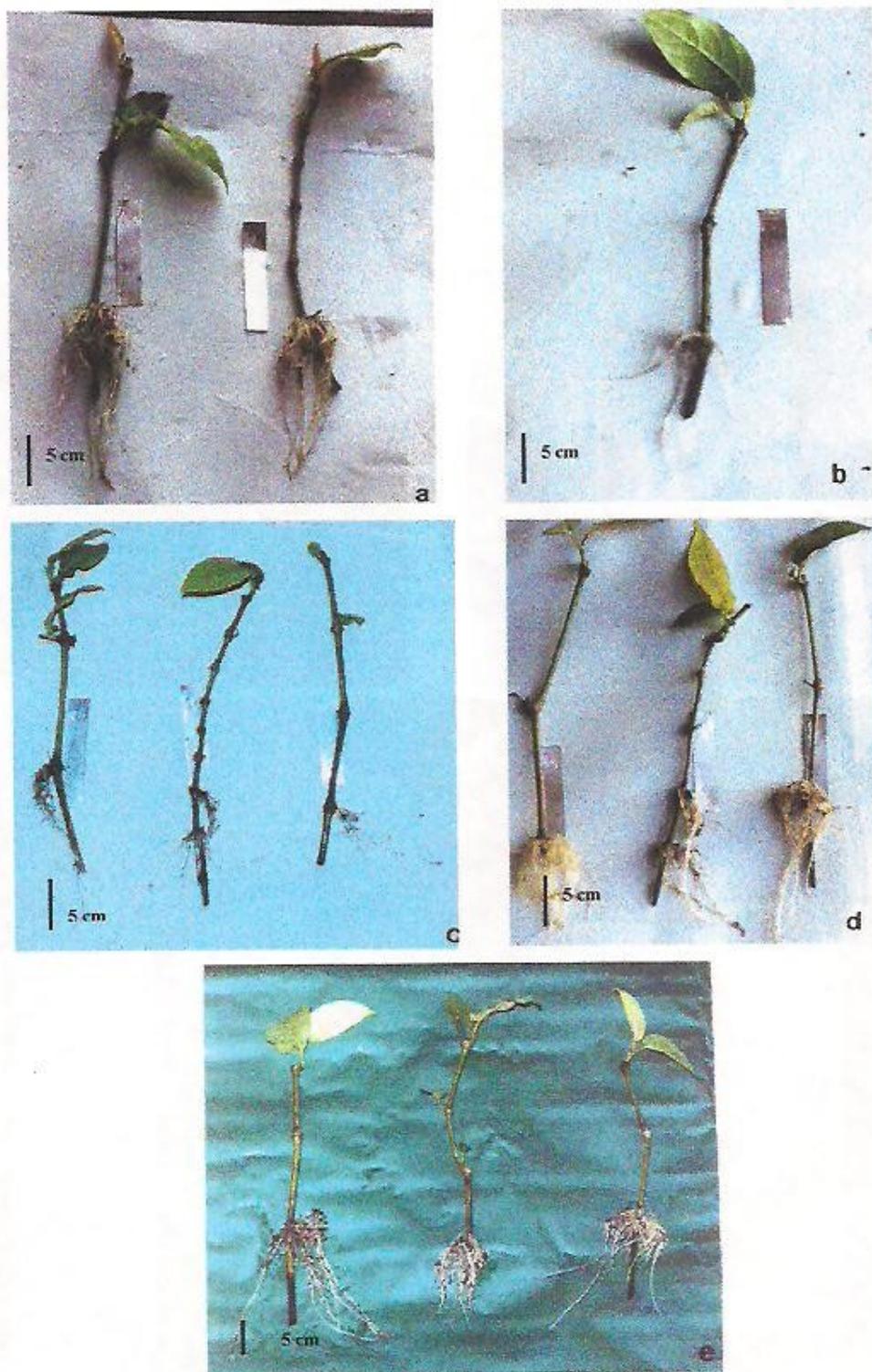


Figura 4.4 – Enraizamento de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl. aos dois meses do tratamento com talco neutro(a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e água corrente (e) de ramos coletados no período chuvoso.

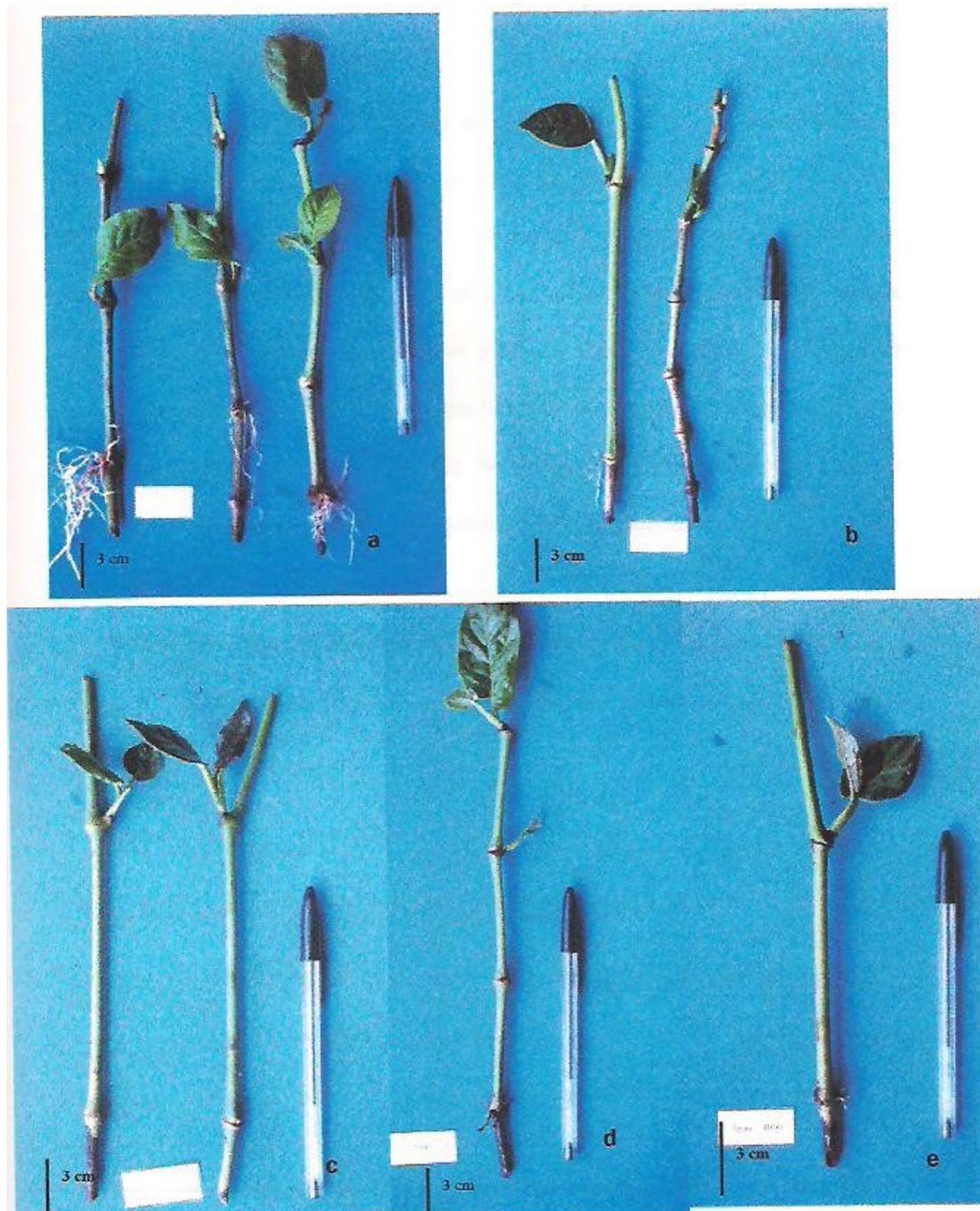


Figura 4.5 - Enraizamento de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl. dois meses após o tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e 1000 ppm de AIB e água corrente (e) de ramos coletados no período seco.

Na estação das chuvas foram observados menores percentuais de sobrevivência, formação de brotos e enraizamento das estacas apicais de *P. arboreum* do que na estação seca, sendo que os tratamentos com AIB proporcionaram porcentagens de enraizamento maiores do que a testemunha. Os tratamentos com AIB não mostraram efeitos significativos sobre a sobrevivência das estacas, ao nível de 5 % de probabilidade (Tabela 4.2). Na avaliação final, as estacas apicais sem tratamento (controle) e coletadas na época chuvosa apresentaram 70% de estacas enraizadas e 23% de estacas com brotos e raízes. Já os tratamentos com 4000 ppm chegaram a obter cerca de 87% de estacas vivas, 83% de estacas enraizadas e 40% de estacas com brotos e raízes (Figura 4.6). Na época seca, os tratamentos das estacas apicais com 1000 e 2000 ppm proporcionaram 97% de estacas vivas e a testemunha 87% (Figura 4.7).

Tabela 4.1 - Análise de variância do enraizamento de estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl..

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	0.43	0,7852
Época (E)	0.68	0,4198
T*E	1.16	0,3563
CV	20.748	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.

Tabela 4.2 - Análise de variância da sobrevivência de estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl.

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	0,71	0,5935
Época (E)	7,77	0,0114 ^s
T*E	2,31	0,934
CV	17,52	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.
- S = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

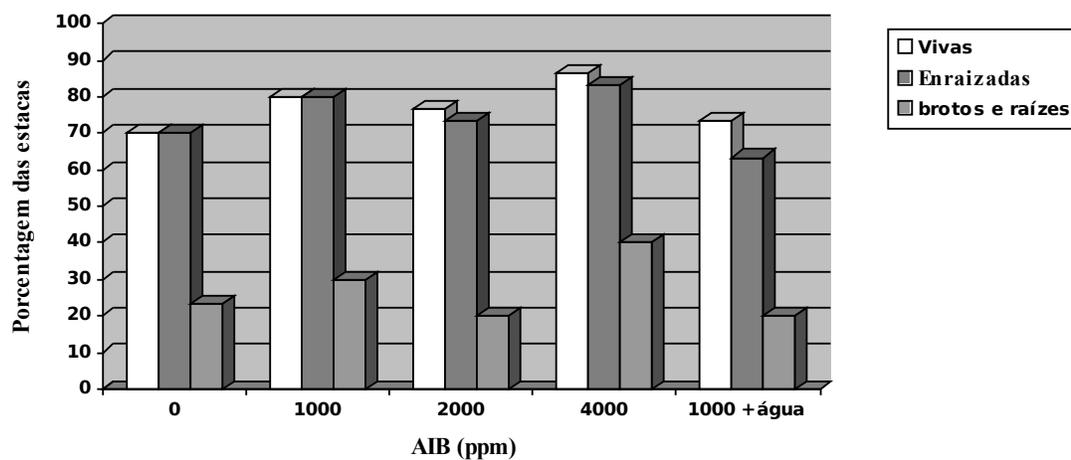


Figura 4.6 - Porcentagem de enraizamento, sobrevivência e formação de brotos juntamente com raízes em estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl. dois meses após o tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados no período chuvoso (maio/98).

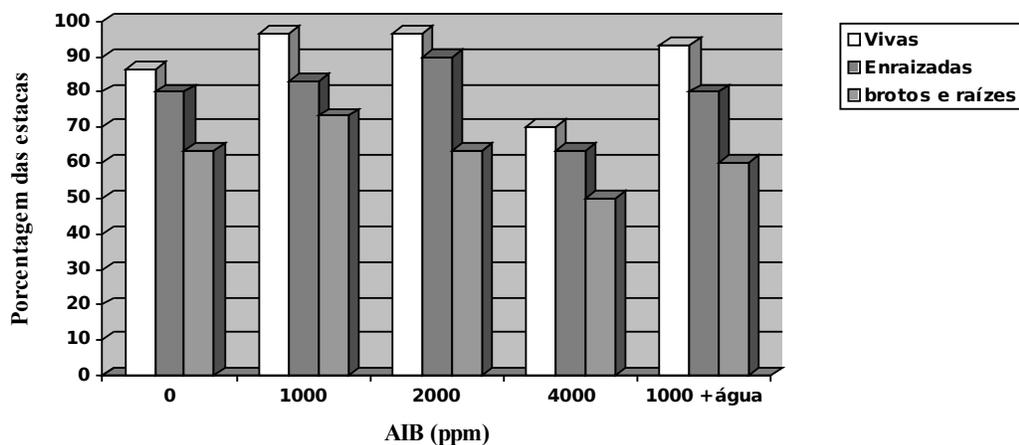


Figura 4.7. - Porcentagem de enraizamento, sobrevivência e formação de brotos juntamente com raízes em estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados no período seco (junho/98).

Os tratamentos com AIB não afetaram o peso seco médio das raízes das estacas apicais de *P. arboreum*, tanto na época seca quanto na chuvosa (Tabela 4.3). Resultados semelhantes foram observados em estacas herbáceas de *Malpighia glabra* L. tratadas com 1000 e 2000 ppm de AIB (Bezerra *et al.*, 1991). Na estação chuvosa foram observados os menores valores de peso seco das raízes das estacas apicais de *P. arboreum*. Nesta época o peso seco médio das raízes no tratamento controle foi de cerca de 0,05 g e com a aplicação de 4000 ppm de AIB foi de cerca de 0,09 g. Na estação seca, foram obtidos valores maiores em todos os tratamentos quando comparado com a época seca (Figura 4.8), de forma que o tratamento controle e com 2000 ppm proporcionaram um peso seco médio de raízes de cerca de 0,2 gramas por estaca e o tratamento com 4000 ppm de AIB cerca de 0,1 grama por estaca. Este fato evidencia a influência da época de coleta dos ramos sobre a efetividade do AIB no enraizamento adventício de estacas (Iritani *et al.*, 1988b). Provavelmente, no final das chuvas os ramos das plantas matrizes estavam menos suplementados com substâncias necessárias ao enraizamento (Ofori *et al.*, 1996). No período seco o conteúdo destas substâncias possivelmente aumentou. Apesar dos tratamentos com auxina não terem mostrado efeitos significativos na porcentagem de enraizamento de estacas apicais de *P. arboreum*, o emprego de AIB pode ser viável para melhorar a qualidade das mudas pelo aumento no número de estacas com formação de brotos usando-se 4000 ppm de AIB na época chuvosa e 1000 ppm na época seca.

Tabela 4.3 - Análise de variância do peso seco médio de raízes de estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl.

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	0,27	0,8943
Época (E)	33,27	0,0001 ^S
T*E	1,14	0,3676
CV	48,807	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.
- S = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

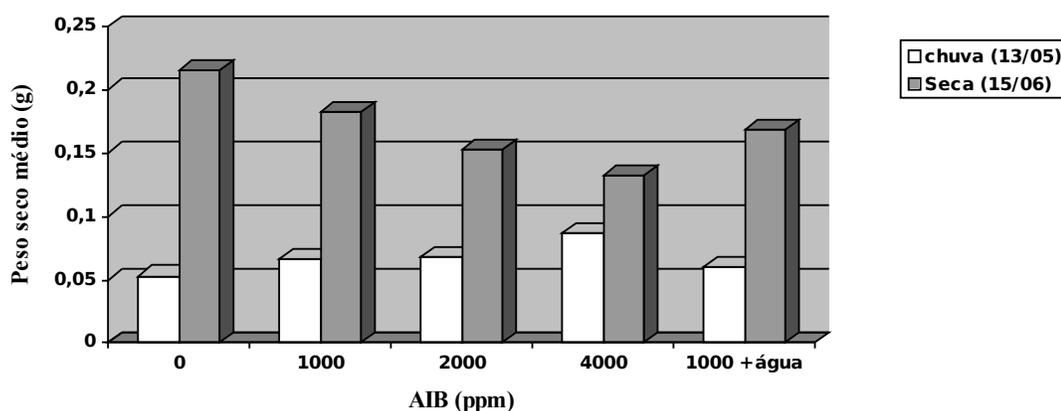


Figura 4.8 – Peso seco médio (g) de raízes de estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl. dois meses após o tratamento com AIB de ramos coletados em duas épocas (chuva e seca).

Nas estacas os primórdios radiculares podem aparecer em uma diversidade de locais (Fachinello *et al.*, 1995). Nos dois tipos de estacas de *P. arboreum* verificou-se que as raízes surgiram principalmente na região dos nós (Figuras 4.2 a 4.5), mas ocasionalmente podem aparecer na região dos internós. A iniciação dos primórdios radiciais nos nós pode ser uma consequência de fatores anatômicos e fisiológicos dos nós, que frequentemente são sítios onde a diferenciação do xilema é iniciada e também podem ser regiões de alta concentração de auxina (Lovell & White, 1986). Na Figura

4.8. percebe-se que houve uma grande variação no peso seco das raízes nas estacas apicais de *P. arboreum* para cada época. Isto também pode ter sido uma consequência de fatores que inicialmente não foram considerados como a variabilidade no número de nós por estaca e o comprimento do caule abaixo do último nó na base da estaca. A frequência relativa dos primórdios nos nós ou internós, provavelmente, é influenciada pelo comprimento do internó abaixo do nó mais basal de uma estaca (Lovell & White, 1986). Em estacas de *Schefflera arboricola* (Hansen, 1986), de ervilha (Vierskov, 1978) e *Hedera helix* (Pousen & Andersen, 1980), os melhores resultados na formação de raízes ocorreram nas estacas com o comprimento do caule abaixo do último nó maior do que naquelas com este comprimento menor. Alguns experimentos relacionaram o efeito do comprimento do caule abaixo do último nó com o acúmulo de carboidratos na base da estaca após o corte e com os níveis de auxina nos nós (Vierskov, 1978). No presente estudo houve uma grande variabilidade nas mudas, originadas tanto de estacas apicais como das estacas basais de *P. arboreum*, assim, para que se obtenham melhores resultados na qualidade do enraizamento, é necessário que as estacas apicais sejam melhor padronizadas, principalmente, com relação ao número de nós por estaca e ao comprimento do caule abaixo do nó mais basal da estaca.

Nas estacas basais houve uma grande mortalidade de estacas (Figuras 4.9. e 4.10), poucas estacas enraizaram, mas todas as estacas vivas formaram novos brotos. A época influenciou o enraizamento, mas não a sobrevivência das estacas (Tabela 4.4 e 4.5). Na estação das chuvas (março-maio/98) obteve-se o maior número de estacas enraizadas: a testemunha proporcionou um percentual de estacas enraizadas de cerca de 7% e o uso de 2000 ppm de AIB cerca de 20%. Na época seca (junho/98), a testemunha

apresentou cerca de 13% de estacas enraizadas e com a aplicação de 4000 ppm não houve enraizamento e todas as estacas morreram. Pelas diferenças no enraizamento e sobrevivência das estacas basais, nas duas épocas, supõe-se que, na segunda época (seca), estas estacas encontravam-se melhor suplementadas com substâncias promotoras de enraizamento do que na época das chuvas, mas o emprego de auxina sintética não conseguiu superar a deficiência dos cofatores do enraizamento e aumentar o número de estacas enraizadas. Na segunda época (seca) percebe-se um declínio do número de estacas enraizadas com o aumento da concentração de AIB de 1000 até 4000 ppm, porém a análise estatística mostrou que não ocorreram diferenças significativas entre os tratamentos com AIB (Figura 4.10).

Tabela 4.4 - Análise de variância do enraizamento de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl.

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	0,50	0,7393
Época (E)	6,10	0,0226 ^S
T*E	0,85	0,5111
CV	100,544	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.
- S = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4.5 - Análise de variância de sobrevivência de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl.

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	0,75	0,5685
Época (E)	1,09	0,3094
T*E	1,73	0,1823
CV	81,926	

* Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.

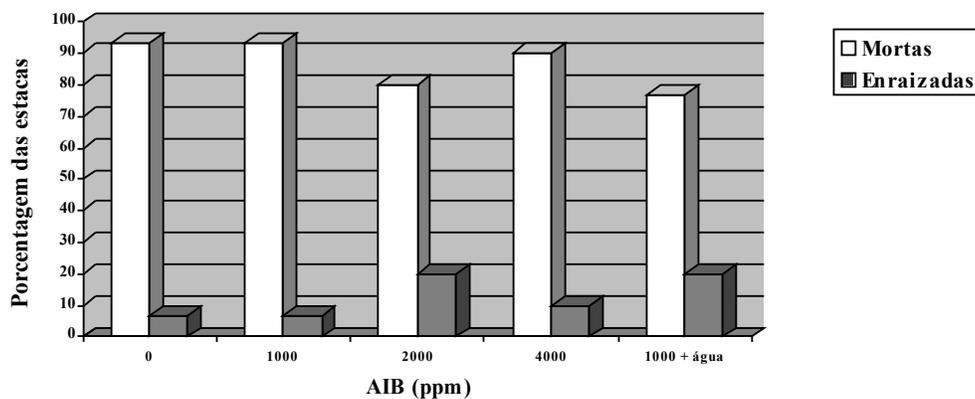


Figura 4.9 – Porcentagem de enraizamento e mortalidade de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl., dois meses após o tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados no período chuvoso (março/98).

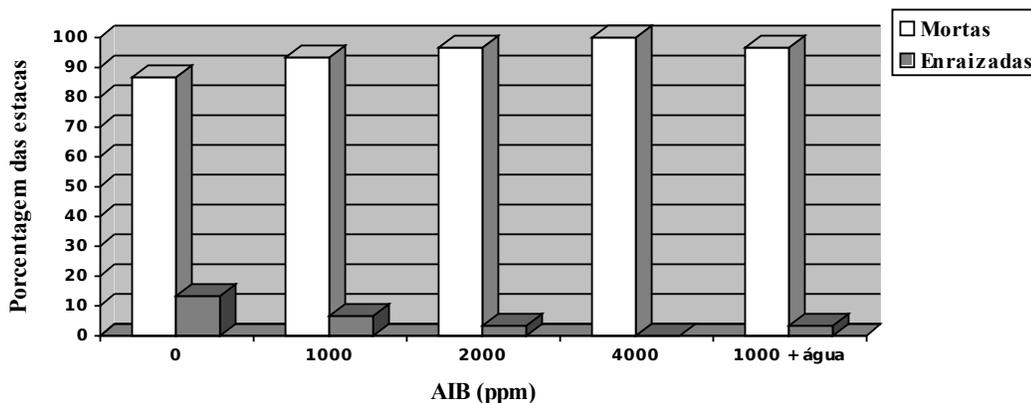


Figura 4.10 – Porcentagem de enraizamento e mortalidade de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl., dois meses após tratamento com AIB (ppm) de ramos coletados no período seco (junho/98).

Foram observadas diferenças significativas na porcentagem média de enraizamento e sobrevivência entre as estacas apicais e basais de *P. arboreum* (Tabela 4.6). Uma vez que as estacas foram coletadas em datas diferentes, as diferenças no enraizamento entre os dois tipos de estacas também pode ser uma consequência da data de coleta. As estacas apicais apresentaram os melhores resultados médios de

enraizamento, sobrevivência e formação de brotações novas juntamente com raízes (Figuras 4.2 até 4.10). As estacas apicais de *P. arboreum* tiveram um enraizamento médio de 74%, na época chuvosa, e 79%, na época seca; nas estacas basais a média foi de 13% e 5%, na época chuvosa e seca, respectivamente. As porcentagens de sobrevivência média foram de 77% e 89% nas estacas apicais e de 13% e 11% nas estacas basais, para a época chuvosa e seca, respectivamente (Tabela 4.7).

Tabela 4.6 – Médias de enraizamento e sobrevivência de estacas apicais e basais de *P. Arboreum* coletadas no final das chuvas e início da época seca.

Tipo de estaca	Época chuvosa		Época Seca	
	Enraizamento (%)	Sobrevivência (%)	Enraizamento (%)	Sobrevivência (%)
Apical	74	77	79	89
Basal	13	13	5	11
CV	30,23	26,81	35,82	30,31
F	11,46 ^S	14,69 ^S	20,55 ^S	23,61 ^S

• NS = não significativo e S = significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4.7 - Médias de enraizamento de estacas de *P. arboreum* coletadas em duas épocas.

Tipo de estaca/Época de coleta	Enraizamento (%)	Sobrevivência (%)	Peso seco (g)
Apical			
Chuva (maio/98)	74	77	0,067
Seca (junho/98)	79	89	0,170
F	0,68 ^{NS}	7,77 ^S	33,27 ^S
Basal			
Chuva (março/98)	13	13	-
Seca (junho/98)	5	11	-
F	6,10 ^S	1,09 ^{NS}	

• NS = não significativo e S = significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

Neste estudo as estacas apicais proporcionaram os melhores resultados de enraizamento, mas, por exemplo, em *Prosopis juliflora* (Leakey *et al.*, 1990), *Vitis rotundifolia* Michx. (Castro *et al.*, 1994) e *Rosa multiflora* (Hambrick *et al.*, 1985), o enraizamento de estacas caulinares basais, lenhosas, foi mais eficiente do que o das

estacas apicais. A posição da estaca no ramo também teve efeitos marcantes na habilidade de enraizamento de estacas de um único nó de *Shorea macrophylla* (Lo, 1985), sendo que as estacas feitas a partir do nó mais superior, que incluíram o ápice em desenvolvimento, enraizaram menos; aquelas feitas a partir do segundo nó abaixo do ápice enraizaram melhor e a habilidade de enraizamento daquelas feitas a partir do 3º, 4º e 5º nós foi progressivamente menor, com a mortalidade aumentando com a distância do nó a partir do ápice. Porém, em estudos com *Epipremnum aureum* (Wang & Boogher, 1988), o enraizamento de estacas mostrou, da mesma forma que *P. arboreum*, bons resultados quando se utilizaram estacas apicais. Com *E. aureum* o acelerado crescimento de brotos e o aumento do número de folhas, comprimento do caule, área foliar e peso seco do ramo estiveram associados com as estacas oriundas das posições mais apicais dos ramos. Em *P. arboreum* também se observaram bons resultados de formação de brotos e número de estacas enraizadas nas estacas apicais (Figura 4.1).

O maior estímulo ao enraizamento na parte mais apical dos ramos de *P. arboreum* e os baixos percentuais de enraizamento das estacas basais podem ser explicados pelas mudanças na fase de crescimento que ocorrem gradualmente ao longo do caule da planta (Hartmann *et al.*, 1997), pelas condições ambientais onde as plantas matrizes cresceram (Vierskov, 1978; Pousen & Andersen, 1980; Hansen, 1986), pelo nível endógeno de substâncias promotoras e inibidoras do enraizamento adventício (Lo, 1985; Dehgan *et al.*, 1988 a; Duarte *et al.*, 1992) e pela presença de folhas (Tukey Jr., 1977; Fachinello & Kersten, 1981; Souza *et al.*, 1992).

Geralmente, as estacas mais lignificadas apresentam maior dificuldade de enraizamento do que as estacas de consistência mais herbácea (Fachinello et al., 1995). Em algumas espécies difíceis de enraizar, caules maduros ou mais velhos apresentam um anel contínuo de esclerênquima entre o floema e o cortex que pode agir como uma barreira para a emergência radicular, enquanto tipos fáceis de enraizar caracterizam-se por uma descontinuidade ou poucas camadas de células deste anel de esclerênquima (Hartmann et al., 1997). As estacas menos lignificadas apresentam uma menor diferenciação dos tecidos, resultando em maior facilidade das células voltarem a ser meristemáticas, originar primórdios radiculares e iniciar a formação de raízes adventícias (Fachinello et al., 1995). Em *P. arboreum* não foram feitas análises anatômicas caulinares, portanto não se sabe se fatores anatômicos foram uma barreira para a formação de raízes nas estacas basais, de consistência mais lenhosa. Em estacas herbáceas e lenhosas de *Chamaecyparis thyoides* (L.) B.S.P. foi observado o enraizamento adventício, no entanto, os maiores valores de sobrevivência e percentual de enraizamento ocorreram nas estacas herbáceas independente do tamanho das estacas (Hinesley et al., 1994).

O efeito da exposição das plantas matrizes a diferentes níveis de irradiação tem sido estudado em várias espécies e muitas vezes está relacionado com o tipo de estaca usado (Vierskov, 1978; Pousen & Andersen, 1980; Vierskov, 1982; Hansen, 1986). De forma diferente de *P. Arboreum*, *Schefflera arboricola* apresentou um aumento no número de raízes em estacas preparadas a partir da porção mais basal dos ramos e conforme Hansen (1986) o maior estímulo de enraizamento nestas estacas, provavelmente esteve relacionado com a redução da irradiação associada com um

aumento da distância do ápice à base no dossel da planta. Pousen & Andersen (1980) mostraram que o comprimento do caule na base da estaca de *Hedera helix* afeta a formação de raízes e que os efeitos da irradiação estão correlacionados com o comprimento do caule abaixo do último nó da base das estacas. A irradiação é um fator importante para algumas espécies, mas as respostas de enraizamento em diferentes níveis de irradiação variam com as espécies. Plantas matrizes crescidas em locais com baixos níveis de irradiação podem limitar o enraizamento em consequência da deficiência de carboidratos e suplementos de auxina na base da estaca durante o enraizamento. Por outro lado, altas irradiações podem resultar em alterações nas características anatômicas e morfológicas no tecido da planta matriz onde as raízes posteriormente aparecerão (Moe & Andersen, 1988). Nos trabalhos com *P. arboreum* a coleta de material para o preparo das estacas foi feita em indivíduos no seu ambiente natural, de forma que as condições ambientais do local de crescimento das plantas matrizes não foram controladas. Assim, provavelmente as plantas matrizes receberam diferentes níveis de irradiação já que *P. arboreum* é uma espécie de sub-bosque, mas alguns indivíduos estavam localizados em clareiras dentro da mata.

Nas estacas basais de *P. arboreum* todas as folhas foram eliminadas, sabe-se, contudo, que a presença de folhas em estacas é um fator que auxilia o enraizamento em muitas espécies (Breen & Muraoka, 1974; Meletti & Nagai, 1992; Ofori *et al.*, 1996). O estímulo à iniciação de raízes pela presença de folhas tem sido, geralmente, atribuído à produção de carboidratos via fotossíntese (Leakey *et al.*, 1982; Shiembo *et al.*, 1996), porém, a auxina endógena e cofatores de enraizamento sintetizados pelas folhas podem promover a iniciação de raízes (Breen & Muraoka, 1974; Aminah *et al.*, 1997; Hartmann

et al., 1997). O fato de que uma pequena porcentagem de estacas sem folhas de *P. arboreum* enraizaram sugere que, como já foi observado por Ofori *et al.* (1996), carboidratos e assimilados comuns produzidos na pré-colheita e armazenados no caule podem ter influenciado o enraizamento desta espécie.

Em *P. arboreum* a formação de brotações novas foi observada tanto nas estacas apicais quanto nas basais. Em algumas estacas apicais, coletadas na estação chuvosa, as folhas se tornaram amareladas em uma semana. Em seguida as folhas caíram e as estacas morreram. Em todos os tratamentos ocorreu uma pequena porcentagem de mortalidade deste tipo de estaca. Em algumas estacas basais ocorreu a abscisão do caule acima do nó mais apical, porém nem todas morreram. Nestas estacas, as brotações apareceram duas semanas após o plantio. Em três semanas, algumas brotações tinham perdido o vigor, e, após um mês, aproximadamente, várias estacas já haviam morrido. Aos dois meses poucas estacas estavam vivas. O mecanismo que controla o crescimento relativo de brotos e raízes parece envolver a habilidade da planta para distribuir os recursos utilizados para o crescimento de brotos e raízes (Eliassom, 1971). Assim, para algumas espécies, as estacas com gemas em crescimento ativo são relativamente mais difíceis de enraizar quando comparadas com aquelas com gemas que não estejam em crescimento ou inibidas (Biran & Halevy, 1973), como uma consequência da competição por assimilados entre os brotos e raízes em desenvolvimento (Davis, 1988). Em *P. arboreum* o rápido desenvolvimento das gemas nas estacas basais parece ter prejudicado o desenvolvimento das raízes, talvez levando ao esgotamento dos metabólitos necessários para a sobrevivência e enraizamento das estacas.

Os resultados de enraizamento com *P. arboreum* mostraram diferenças significativas no enraizamento nas duas épocas em estudo (Tabela 4.7). As estacas apicais mostraram diferenças significativas na sobrevivência das estacas e no peso seco das raízes, porém, a época não apresentou efeitos sobre o número de estacas apicais enraizadas. Nas estacas basais a época de coleta afetou o enraizamento das estacas, mas não a sobrevivência. A influência da estação na porcentagem de estacas enraizadas demonstra a importância das condições de crescimento das plantas matrizes (Hansen & Ernstsén, 1982). Em algumas espécies as variações sazonais nas respostas de enraizamento geralmente estão associadas com o estado fisiológico (Neto, 1989; Ono *et al.*, 1994; Ono *et al.*, 1998) e com as fases de crescimento da planta matriz (Hansen & Ernstsén, 1982; Dehgan *et al.*, 1988ab; Leonel & Rodrigues, 1993) na época de coleta das estacas. Dehgan *et al.* (1988a) relacionou as irregularidades no comportamento de enraizamento de espécies de *Ilex* spp. com as variações sazonais nos níveis de auxina e reservas de carboidratos nas plantas. Em estacas de *Platanus acerifolia*, Ono *et al.* (1993) inferiram que o baixo número de estacas enraizadas, de ramos retirados na primavera, foi uma consequência do alto nível de ácido giberélico existente nas plantas neste período que inibiu a formação de raízes. As diferenças nas respostas de enraizamento nos dois tipos de estacas de *P. arboreum* em relação às duas épocas, provavelmente, são, também, uma consequência da variação na concentração de substâncias promotoras e inibidoras do enraizamento ao longo dos ramos das plantas matrizes e nas duas épocas em estudo (Smith & Wareing, 1972; Duarte *et al.*, 1992; Ono *et al.*, 1992). Na segunda época, possivelmente, havia uma maior proporção de substâncias promotoras do enraizamento nas partes mais apicais dos ramos das plantas matrizes, levando à produção de mudas com mais brotações e mais raízes.

Alguns trabalhos mencionam que as estacas são mais difíceis de enraizar quando possuem gemas floríferas ou quando são coletadas durante a fase reprodutiva do que aquelas provenientes de ramos vegetativos em fase de crescimento ativo (Biran & Halevy, 1973; Dehgan *et al.*, 1988b; Fachinello *et al.*, 1995). Nas duas épocas de coleta do material (março-maio e junho/98), a maioria dos indivíduos selecionados estava na fase de frutificação e, mesmo estando no período de frutificação, as porcentagens de enraizamento das estacas apicais de *P. arboreum* foram altas nas duas épocas, mas as estacas basais tiveram uma baixa habilidade de enraizamento nas duas épocas em estudo. A remoção das gemas florais pode, em muitos casos, acelerar o desenvolvimento das raízes e antecipar o crescimento vegetativo (Hartmann *et al.*, 1997). Neste estudo os frutos de *P. arboreum* foram removidos, mas o seu efeito não foi analisado e provavelmente a frutificação não foi o fator que mais influenciou no enraizamento de estacas, uma vez que as estacas apicais alcançaram até 90% de enraizamento.

A utilização de água como meio de enraizamento (substrato) de estacas basais proporcionou bons resultados de enraizamento tanto em recipientes plásticos de 200 ml com água como no tanque com água corrente (Figura 4.11). O material colocado para enraizar no tanque forneceu, após 70 dias, 77% de estacas enraizadas e um peso seco médio das raízes de 0,02 gramas, enquanto o material deixado em copos plásticos na casa de vegetação forneceu 87% de estacas enraizadas e peso seco médio de 0,02 gramas, após 100 dias.

O desenvolvimento das raízes em recipientes plásticos, na casa de vegetação, ocorreu mais lentamente do que nas estacas que permaneceram no tanque. A avaliação final do enraizamento das estacas colocadas no tanque foi feita após 70 dias, no entanto, o enraizamento iniciou antes mesmo deste prazo. Na casa de vegetação, após 70 dias, ainda não havia sinais visíveis do início do desenvolvimento radicular em todas as estacas; as raízes começaram a aparecer por volta dos 80 dias. Nos dois ambientes de propagação, a formação de brotações ocorreu após cerca de um mês da inserção das estacas na água. O peso seco médio das brotações das estacas no tanque foi de 0,12 gramas e na casa de vegetação foi de 0,20 gramas.



Figura 4.11 – Enraizamento de estacas basais de *Piper arboreum* Aubl. em água (substrato) em um tanque com água corrente (a e b) e em casa de vegetação (c e d).

Em malva-santa (*Coleus basbatus* Benth.) também foram obtidas altas porcentagens de enraizamento usando-se solução hidropônica, sendo que as maiores porcentagens (97%) foram alcançadas quando se usaram estacas apicais, com folhas (Lima *et al.*, 1991). O uso de sistemas hidropônicos no enraizamento têm a vantagem de controlar e facilitar a contagem das raízes durante o período de propagação, mas existem alguns problemas, mais notavelmente relacionados à deficiência de oxigênio (Andersen, 1986). A água pode apresentar uma barreira para a maior difusão do oxigênio e o

excesso pode, assim, resultar em anoxia dentro da estaca (Mesén *et al.*, 1997). Para o uso de água como meio de enraizamento é necessário que se tenha um bom sistema de oxigenação para permitir que as raízes se desenvolvam (Fachinello *et al.*, 1995). Neste trabalho, o enraizamento das estacas em recipientes plásticos na casa de vegetação foi mais demorado do que no tanque, provavelmente, devido às deficiências na oxigenação do meio. Os dois locais foram eficientes para o desenvolvimento das raízes nas estacas de *P. arboreum* procedentes de ramos coletados no período seco (junho de 1998), porém o uso de tanque com água corrente pode se tornar inviável pela utilização de uma grande quantidade de água, o que pode aumentar muito o custo da produção de mudas.

4.4 - *Inga laurina* (Sw.) Willd.

Os resultados de análise de variância indicaram que a época de coleta dos ramos e o tipo de estacas, apical ou basal, tiveram grande influência no enraizamento adventício de *I. laurina* (Tabelas 4.8 e 4.9 e Figuras 4.12 e 4.13). Nas estacas apicais coletadas durante o período das chuvas foram observados os melhores resultados de sobrevivência, de enraizamento e de estacas com calo, quando comparados com aqueles da época seca (junho/98). As estacas basais, coletadas na estação chuvosa (março/98), não enraizaram. As respostas de enraizamento dos dois tipos de estacas podem ter sido influenciadas pela data de coleta, já que as estacas foram coletadas na mesma estação (chuvas), porém em dias diferentes.

Tabela 4.8 - Médias de enraizamento e sobrevivência de dois tipos de estacas de *I. laurina* coletadas no período chuvoso.

Tipo de estaca	Porcentagem de enraizamento (%)	Porcentagem de sobrevivência (%)
Apical	15	30
Basal	0	0
CV	95,20	42,83
F	4,82 ^S	18,62 ^S

- S = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4.9 - Médias de enraizamento, sobrevivência e peso seco das raízes das estacas de *I. laurina* coletadas em duas épocas.

Época de coleta	Enraizamento (%)	Sobrevivência (%)	Peso seco (g)
Final das chuvas (13/05)	15	30	0,042
Início da seca (15/06)	7	13	0,030
F	2,87 ^{NS}	12,05 ^S	0,01 ^{NS}

- NS = não significativo e S = significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

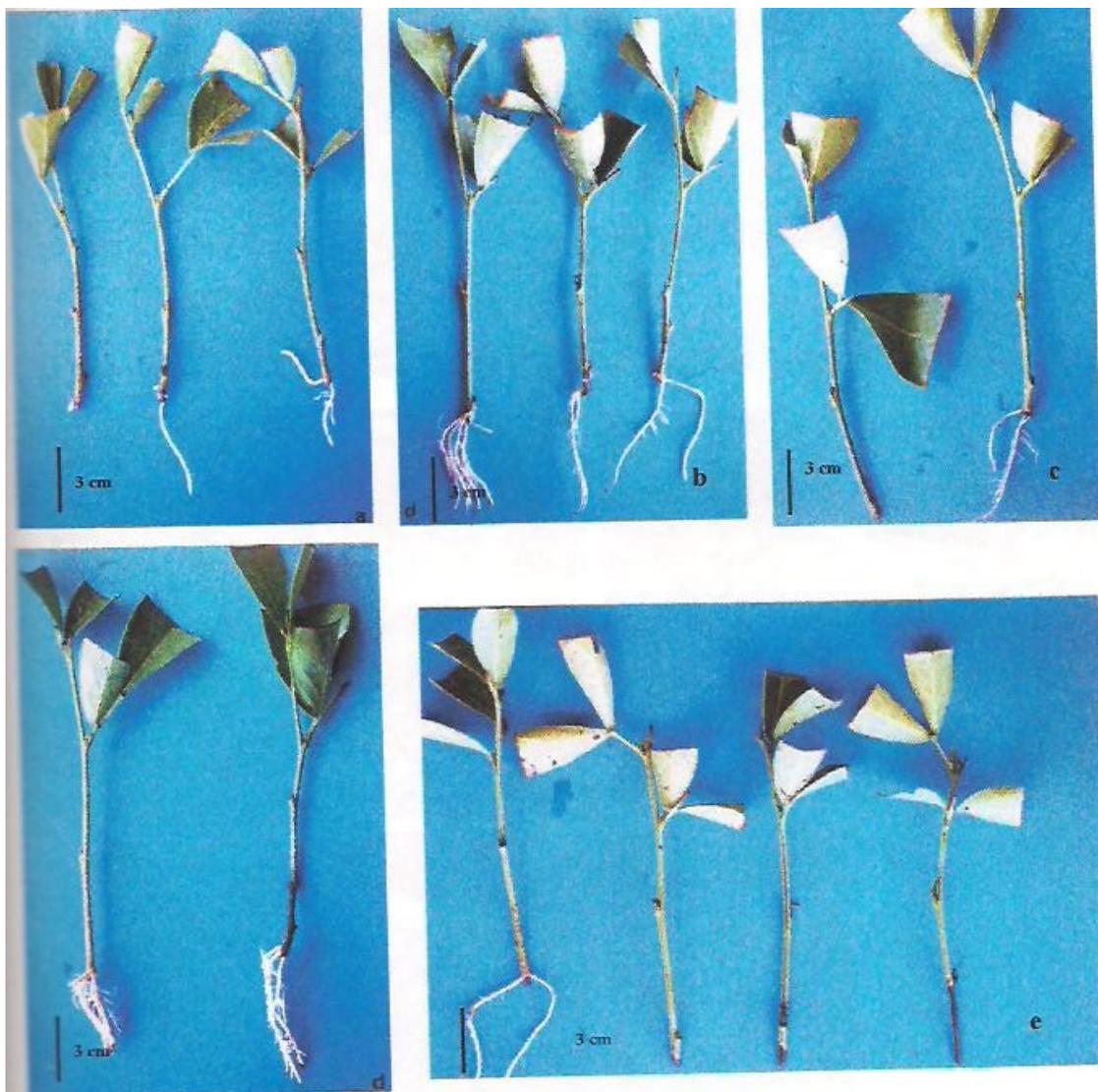


Figura 4.12 – Enraizamento de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e com água e 1000 ppm de AIB (e) de ramos coletados na época chuvosa.

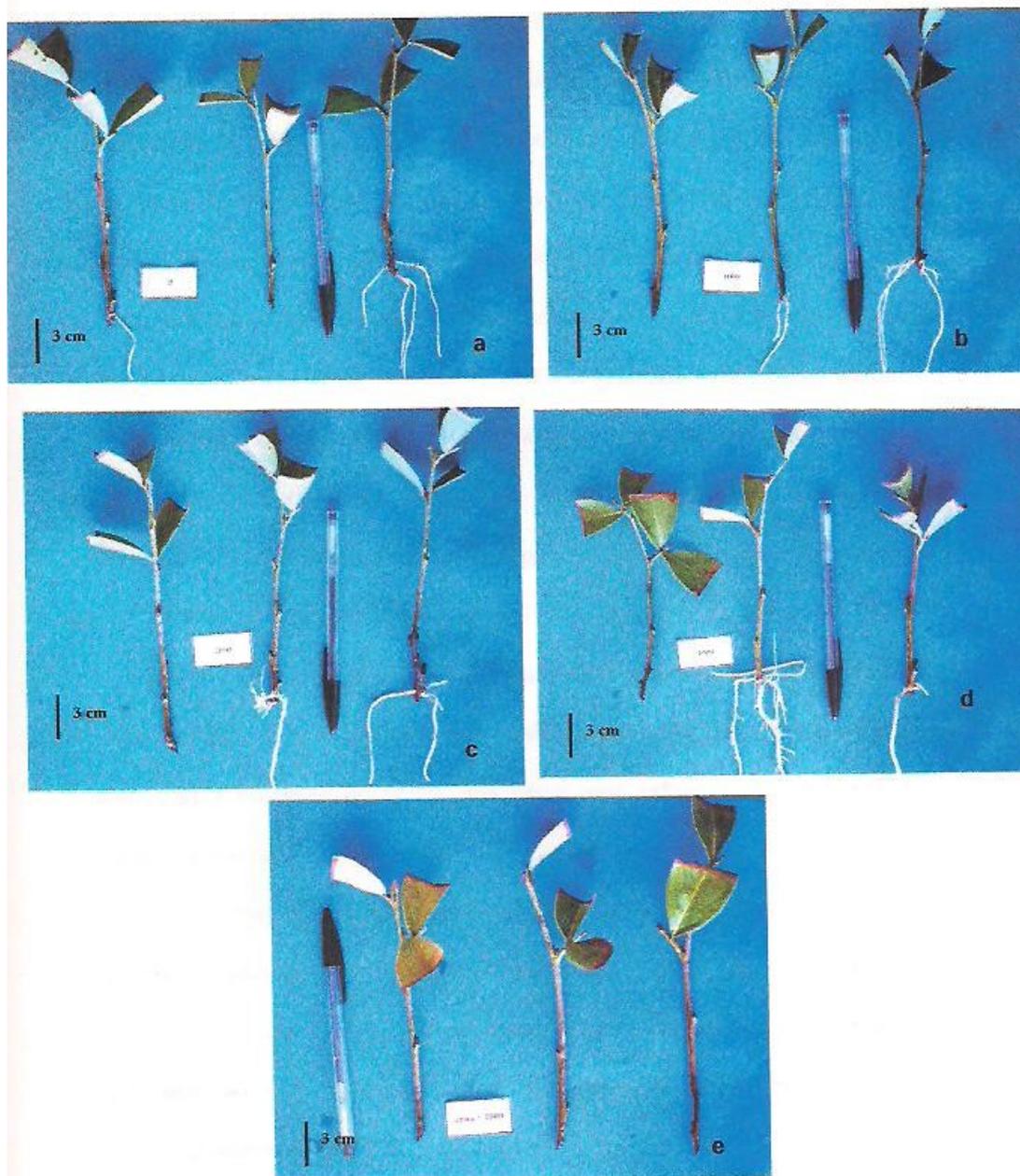


Figura 4.13 – Enraizamento de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. aos dois meses do tratamento com talco neutro (a), 1000 ppm de AIB (b), 2000 ppm de AIB (c), 4000 ppm de AIB (d) e com água e 1000 ppm de AIB (e) de ramos coletados na estação seca.

Em algumas espécies arbóreas, tais como *Spondias tuberosa* (Neto, 1989) e *Cordia alliodora* (Mésen *et al.*, 1997), o uso de auxinas sintéticas tem mostrado efeitos significativos sobre o enraizamento de estacas. Para *I. laurina* as concentrações de 1000 ppm, 2000 ppm e 4000 ppm de AIB não aumentaram, de forma significativa ($P>0,05$), o enraizamento nem a sobrevivência das estacas coletadas nas duas épocas do ano, final das chuvas e início da seca (Tabelas 4.10 e 4.11). Resultados semelhantes foram encontrados em *Gordonia lasianthus* (Dehgan *et al.*, 1988b) e *Chamaecyparis thyoides* (L.) B.S.P. (Hinesley *et al.*, 1994), em que o AIB não aumentou a porcentagem de enraizamento. Nestas espécies os tratamentos com AIB variaram conforme a época do ano e aumentaram a qualidade do enraizamento. Em *I. laurina*, o uso de 2000 ppm proporcionou 40% de estacas vivas em coletas feitas no período seco e cerca de 17% para coletas durante a seca (Tabela 4.9 e Figura 4.14). Em quase todas as estacas que não enraizaram houve a formação de calos ao longo do caule. A formação do calo nas plantas lenhosas nem sempre tem relação com a formação de raízes, mas serve para indicar a favorabilidade das condições ambientais, e principalmente do substrato, proporcionadas para o enraizamento, uma vez que suas exigências são similares (Iritani *et al.*, 1986b). Aos dois meses do plantio, algumas estacas ainda estavam vivas e não enraizaram. Isto pode ser um indicativo de que, se as estacas permanecessem por um período de tempo maior no meio de enraizamento, os percentuais de enraizamento, talvez pudessem ser aumentados.

Tabela 4.10 - Análise de variância de enraizamento de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd..

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	1,70	0,1906
Época (E)	2,87	0,1056
T*E	1,49	0,2440
CV	71,473	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.

Tabela 4.11 - Análise de variância de sobrevivência de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd.

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	1,08	0,3910
Época (E)	12,05	0,0024 ^S
T*E	0,08	0,9887
CV	42,73097	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.
- S = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

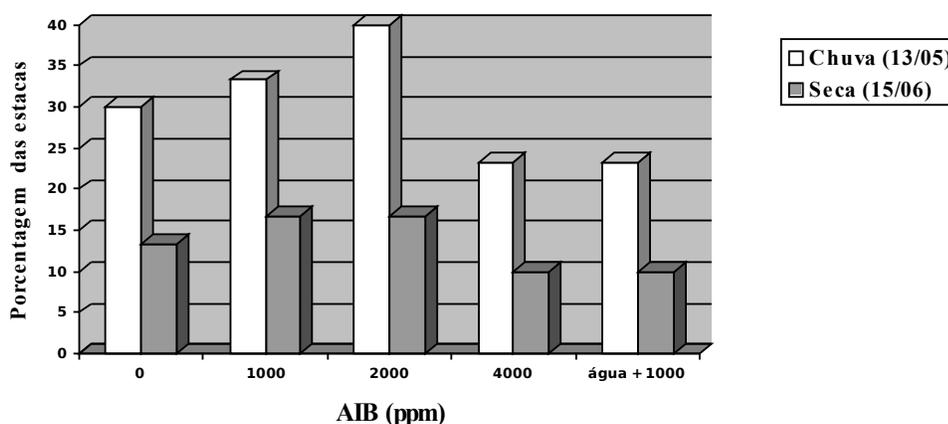


Figura 4.14 - Porcentagem de sobrevivência de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas do ano (chuva e seca).

A época de coleta dos ramos não influenciou o número de estacas enraizadas de *I. laurina* (Tabela 4.9) e, provavelmente, a efetividade do AIB nas concentrações usadas. Comparando os tratamentos nas duas épocas percebe-se que houve uma variação dos percentuais de enraizamento nos tratamentos com 2000 ppm, 4000 ppm e 1000 ppm de AIB + água (Figura 4.15). A análise de variância não mostrou interação entre os

tratamentos e a época de coleta dos ramos. O tratamento controle proporcionou 20% de enraizamento em ramos coletados durante a chuva e 10% durante a seca. Já a aplicação de 1000 ppm de AIB proporcionou o enraizamento de 10% das estacas nas duas épocas. O uso de 2000 ppm de AIB proporcionou maiores porcentagens de enraizamento (23 e 13%). Os tratamentos com 4000 ppm de AIB levaram ao enraizamento de cerca de 3%, nas chuvas, e de cerca de 7%, na seca. Nos tratamentos das estacas com água corrente e 1000 ppm de AIB ocorreu cerca de 17% de enraizamento das estacas coletadas na chuva, porém, nos ramos coletados na seca, todas as estacas morreram. Como *I. laurina* formou raízes nas estacas apicais, provavelmente, na seca, algumas substâncias endógenas necessárias ao enraizamento se encontravam em baixa concentração e o tratamento das estacas com água corrente pode ter reduzido o conteúdo destas substâncias e, conseqüentemente, o enraizamento adventício.

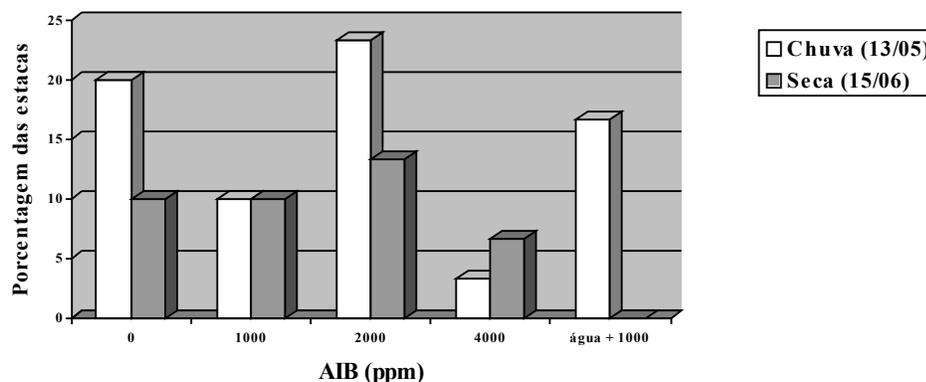


Figura 4.15 - Porcentagem de enraizamento de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas do ano (chuva e seca).

O emprego de concentrações altas de AIB tem aumentado o enraizamento de estacas de algumas espécies de difícil enraizamento (Chong, 1987). O emprego de AIB na base das estacas de *I. laurina* foi pouco efetivo para aumentar o número de estacas enraizadas. No entanto, a aplicação de AIB pode ter uma influência indireta no enraizamento através do aumento da velocidade de translocação e movimento de açúcar para a base das estacas e, conseqüentemente, estímulo do enraizamento (Haissig, 1972; Aminah *et al.*, 1995). A avaliação do enraizamento das estacas de *I. laurina* foi feita somente após dois meses do plantio e a aplicação do AIB pode ter tido efeitos indiretos no enraizamento, tais como, a aceleração do enraizamento, que não foi analisada neste estudo.

A posição das estacas nos ramos encontra-se estreitamente relacionada com a habilidade de enraizamento em um número de espécies (Hambrick *et al.*, 1985; Lo, 1985; Leakey *et al.*, 1990; Castro *et al.*, 1994). Nas espécies de fácil enraizamento o tipo de estaca tem pouca influência sobre o enraizamento adventício, no entanto, nas espécies de difícil enraizamento, tem-se encontrado resultados variando conforme o tipo de estaca (Hartmann *et al.*, 1997). Em *I. laurina* o enraizamento das estacas foi observado apenas nas estacas originadas da posição apical dos ramos (Tabela 4.3 e Figuras 4.12 e 4.13).

Os resultados registrados com *I. laurina* contrastam com os obtidos com outras espécies, tais como *Ficus carica* L. (Rezende & Silva, 1983a), *Prosopis juliflora* (Leakey *et al.*, 1990), *Artocarpus heterophyllus* Lam. (Lederman *et al.*, 1990), *Schefflera arboricola* e *Vitis rotundifolia* (Castro *et al.*, 1994), em que as estacas basais proporcionaram os melhores resultados. A influência da posição da estaca na formação de raízes pode ser causada pelas mudanças no grau de juvenilidade ao longo do caule (Hartmann *et al.*, 1997), pelas mudanças graduais nas condições ambientais, tais como irradiação e qualidade de luz que ocorre ao longo do caule em uma população de plantas matrizes (Hansen, 1989) ou pelas concentrações endógenas de substâncias necessárias ao enraizamento na época de coleta (Lo, 1985; Moe & Andersen, 1988; Duarte *et al.*, 1992).

As estacas apicais de *I. laurina* apresentavam-se com uma consistência mais herbácea do que as basais. De uma forma geral, as estacas mais herbáceas, principalmente em espécies de difícil enraizamento, mostram maior capacidade de

enraizamento do que as estacas lenhosas (Fachinello *et al.*, 1995), porém, as estacas mais herbáceas são mais propícias à desidratação e à morte (Dutra & Kersten, 1996). Em *Eucalyptus* spp., por exemplo, quanto mais herbácea for a estaca maior a capacidade de enraizamento (Paiva *et al.*, 1996). Pereira *et al.* (1983) encontraram, em estacas folhosas de goiabeira (*Psidium guayava* L.), que as estacas herbáceas foram mais capazes em formar raízes do que as lenhosas. A consistência da estaca em espécies lenhosas está fortemente relacionada com a época de coleta. Estacas folhosas herbáceas e semilenhosas (sempre verdes) podem ser preparadas durante a estação de crescimento, usando-se madeira succulenta e parcialmente madura, respectivamente, e as estacas herbáceas de algumas espécies lenhosas decíduas feitas durante a primavera ou verão, geralmente, apresentam melhores resultados de enraizamento do que as estacas lenhosas procuradas no inverno (Hartmann *et al.*, 1997).

O fato das estacas apicais com folhas enraizarem e das basais sem folhas não enraizarem enfatiza a importância da folha no processo de enraizamento. A presença de folhas parece ter exercido uma forte influência estimuladora no enraizamento das estacas de *I. laurina*. O efeito das folhas tem sido, geralmente, atribuído à produção de carboidratos via fotossíntese (Davis, 1988; Nascimento, 1993; Hartmann *et al.*, 1997), mas, também, a auxina endógena e cofatores de enraizamento sintetizados pelas folhas podem também promover o início de raízes (Breen & Muraoka, 1974; Hartmann *et al.*, 1997). Em algumas espécies as estacas sem folhas não enraizam mesmo quando tratadas com auxinas (Breen & Muraoka, 1974; Souza *et al.*, 1992; Fachinello & Kersten, 1981). A inabilidade das estacas sem folhas de *Triplochiton scleroxylon* K. Schum. enraizarem esteve associado com o rápido esgotamento de todos os carboidratos nos tecidos do

caule, enquanto em estacas com folhas estas tenderam a aumentar (Leakey *et al.*, 1982). A variação na área foliar teve um substancial efeito na porcentagem de enraizamento de estacas relativamente difíceis de enraizar como *Milicia excelsa* (Ofori *et al.*, 1996), *Triplochiton scleroxylon* (Leakey *et al.*, 1982), *Calliandra calothyrsus* (Dick *et al.*, 1996) e *Irvingia gaborensis* (Shiembo *et al.*, 1996). Nas estacas apicais com folhas de *I. laurina* ocorreu um ressecamento foliar com abscisão foliar em algumas estacas em todos os tratamentos, e a consequente morte de algumas estacas antes dos dois meses, provavelmente em decorrência da área foliar não ter sido a mais adequada para minimizar o ‘stress’ hídrico durante a sua propagação. Uma área da lâmina foliar ótima reflete o balanço entre a fotossíntese e transpiração, subsequentemente a retenção de grandes áreas foliares nas estacas pode resultar no aumento da perda hídrica e uma consequente redução na atividade fotossintética (Ofori *et al.*, 1996; Leakey *et al.*, 1982; Loach, 1977). A propagação de plantas por estacas com folhas requer, geralmente, que as estacas retenham sua turgidez até que as novas raízes tenham se desenvolvido (Loach, 1977).

Nas estacas apicais não houve formação de brotações, provavelmente devido ao uso dos assimilados para a formação de raízes. Por outro lado, as estacas basais tiveram uma reação mais rápida à formação de brotações novas, que surgiram após cerca de três semanas do plantio. Os primórdios caulinares foram observados em todos os tratamentos, porém, mesmo antes dos dois meses, os brotos de algumas estacas começaram a perder o vigor e entraram em declínio vegetativo, morrendo em seguida. No final do período de observação, aos dois meses, todas as estacas tinham morrido. O crescimento dos brotos faz com que carboidratos e outros metabólitos sejam desviados

das bases das estacas, resultando em uma redução na habilidade de formação de raízes adventícias (Eliasson, 1978; Vierskov *et al.*, 1982), em consequência da competição por assimilados entre o desenvolvimento de raízes e brotos durante a propagação (Davis, 1988), como foi registrado em *Populus tremula* (Eliasson, 1971). Nas estacas basais de *I. laurina*, provavelmente, as substâncias necessárias para a formação de raízes e brotos não foram suficientes para a iniciação das raízes e o crescimento dos brotos levou a um rápido esgotamento destas substâncias.

O diâmetro e o tamanho das estacas influenciaram o enraizamento de estacas de várias espécies (Leakey *et al.*, 1990; Bezerra *et al.*, 1991; Ribeiro & São José, 1991; Hinesley *et al.*, 1994). Alguns trabalhos sugerem que o volume da estaca caulinar, influenciado pelos gradientes basípetos no comprimento e diâmetro do caule, pode ter uma pronunciada influência no enraizamento pela capacidade de estoque de carboidratos produzidos pré e pós-colheita (Mésen *et al.*, 1997). Conforme Lo (1985), as respostas de enraizamento não são, geralmente, similares nas estacas feitas sequencialmente ao longo de um caule, provavelmente devido aos gradientes em reguladores de crescimento, níveis de assimilados, atividade celular e lignificação e espessamento secundário. Em *I. laurina*, as estacas basais, com um maior diâmetro caulinar, não enraizaram, sugerindo que outros fatores influenciaram, tais como conteúdo endógeno de reguladores de crescimento de plantas e outras substâncias. Pelos resultados de enraizamento no tratamento controle, nos períodos chuvoso e seco estudados, pode-se supor que as estacas apicais de *I. laurina* estavam suplementadas com auxinas endógenas e outros cofatores do enraizamento (Moe e Andersen, 1988; Duarte *et al.*, 1992; Ono *et al.*, 1994), mas, possivelmente, não estavam em um nível suficiente para promover o

enraizamento em um maior número de estacas. A variação no conteúdo endógeno de auxina na época do corte dos ramos pode refletir no enraizamento (Mésen *et al.*, 1990; Iritani *et al.*, 1988a; Hartmann *et al.*, 1997). Um alto nível de auxina endógena tem sido, em alguns casos, correlacionado com a iniciação de primórdio de raízes adventícias (Lo, 1985; Gaspar & Hofinger, 1988; Castro *et al.*, 1994). Cuquel & Minami (1994) consideraram que, nas estacas de cultivares de difícil enraizamento de crisântemo, *Dendranthema morifolium* (Ramat.)Tzvelev, provavelmente a auxina endógena e/ou cofatores de enraizamento estavam abaixo do limite mínimo para induzir a diferenciação e o nível de auxina endógena foi insuficiente, necessitando ser complementado. Em estacas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*), assim como em *I. laurina*, Duarte *et al.* (1992) encontraram uma oscilação no percentual de estacas enraizadas em relação à concentração de AIB e a época do ano. Os melhores resultados de enraizamento das estacas de goiabeira serrana estavam relacionados às maiores reservas de nutrientes, com uma variação no conteúdo dos cofatores e na formação e acúmulo de inibidores de enraizamento.

As raízes, nas estacas apicais de *I. laurina*, se formaram a poucos milímetros da base da estaca (Figuras 4.12 e 4.13). Observando as Figuras 4.14, 4.15 e 4.16, percebe-se uma grande variação na porcentagem de estacas enraizadas e no peso seco médio das raízes das estacas. A análise estatística mostrou que não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre o peso seco das raízes nos diferentes tratamentos e nas duas épocas. As maiores médias de peso seco de raízes ocorreram na estação chuvosa, onde, no controle e no tratamento com 2000 ppm de AIB foi de cerca de 0,03 gramas e no tratamento com água e AIB foi de 0,075 gramas. Aparentemente, não ocorreram melhorias na qualidade

das estacas com o uso de AIB. A variação nos resultados de enraizamento pode ter sido uma consequência da não padronização das estacas com relação à quantidade de nós (Leakey *et al.*, 1990), ao comprimento do caule abaixo do último nó (Vierskov, 1978; Poulsen & Andersen, 1980; Hansen, 1986) ou devido às condições de crescimento da planta matriz (Hansen & Eriksen, 1974; Hansen *et al.*, 1978; Hansen & Kristensen, 1990), que não foram controladas. A irradiação pode alterar as características morfológicas (Poulsen & Andersen, 1980) e anatômicas da planta matriz (Moe & Andersen, 1988). Os efeitos da irradiação na planta matriz foram investigados para várias espécies. Geralmente, o decréscimo dos níveis de irradiação, durante o estágio de planta matriz, resultou em aumento no número de raízes por estaca (Hansen & Ernstsen, 1982), no entanto, os resultados experimentais para diferentes espécies, mostraram que o aumento da irradiação pode inibir, atrasar, promover ou não ter efeitos sobre o enraizamento (Moe & Andersen, 1988). As plantas matrizes de *I. laurina* encontravam-se no seu habitat natural, em condições ambientais naturais, portanto, os fatores ambientais que podem influenciar a condição fisiológica dos indivíduos selecionados não foram controlados.

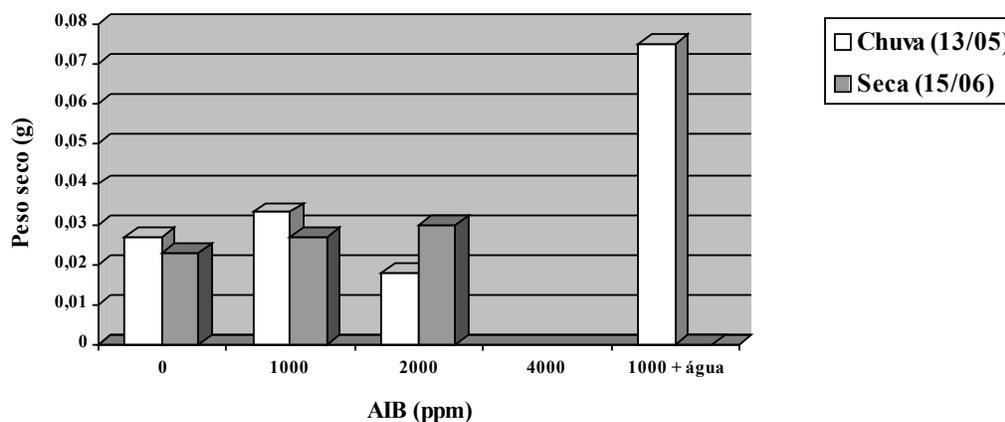


Figura 4.16 – Peso seco médio (g) de raízes de estacas apicais de *Inga laurina* (Sw.) Willd. dois meses após o tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas do ano (chuva e seca).

A estação do ano tem um pronunciado efeito sobre o enraizamento de estacas (Iritani *et al.*, 1986b; Hansen, 1987; Nascimento *et al.*, 1993). A época de coleta influenciou a sobrevivência das estacas de *I. laurina*. Os resultados de enraizamento mostraram baixos percentuais de enraizamento nas coletas feitas nas duas épocas e uma maior mortalidade das estacas na época seca. As diferenças de enraizamento conforme a época de coleta dos ramos podem estar correlacionadas com a consistência das estacas (Fachinello *et al.*, 1995), com o período de floração e frutificação (Dehgan *et al.*, 1988ab; Ono *et al.*, 1994; Hartmann *et al.*, 1997) em que alguns indivíduos se encontraram, com o balanço entre promotores e inibidores do enraizamento nas estacas (Moe & Andersen, 1988; Duarte *et al.*, 1992; Dutra & Kersten, 1996), bem como com as condições de crescimento da planta matriz (Vierskov *et al.*, 1982; Moe & Andersen, 1988). Nas duas épocas de coleta foram coletados ramos apicais com consistência semelhante, portanto este fator, provavelmente, não afetou o enraizamento.

Algumas plantas matrizes selecionadas para o experimento encontravam-se, na época de coleta, na fase de floração e início da frutificação e isto pode ter desfavorecido o enraizamento. O tipo de gema presente nos ramos pode afetar o enraizamento de estacas, sendo que as estacas com gemas floríferas ou coletadas durante a floração tendem a enraizar menos do que aquelas provenientes de ramos vegetativos em fase de crescimento ativo, mostrando, assim, que existe um antagonismo entre a floração e o enraizamento (Dehgan *et al.*, 1988a; Fachinello *et al.*, 1995). No período em que as plantas se encontram em floração e/ou frutificação tem-se o desvio de metabólitos para a formação de flores e frutos, assim, os assimilados necessários para o enraizamento de estacas encontram-se, nos caules usados nas estacas, em uma concentração mais reduzida quando comparado com outros períodos do ano (Biran & Halevy, 1973; Dehgan *et al.*, 1988a; Hartmann *et al.*, 1997). Em *Vaccinium atrococcum*, por exemplo, as estacas lenhosas preparadas de ramos suportando gemas florais não enraizaram tanto quanto aquelas com apenas gemas vegetativas (Hartmann *et al.*, 1997). As estacas herbáceas de *Dahlia* com gemas reprodutivas também são mais difíceis de enraizar do que aquelas com apenas gemas vegetativas (Byran & Halevy, 1973).

A coleta das estacas de *I. laurina* durante a estação seca (junho/98) foi menos efetiva sobre o enraizamento do que a coleta durante o período chuvoso (março-maio/98). Nas duas épocas ocorreu uma alta porcentagem de mortalidade das estacas e baixos percentuais de enraizamento (Figura 4.14 e 4.15). As estacas não enraizadas são vulneráveis ao ‘stress’ hídrico, uma vez que a reidratação dos tecidos é dificultada sem o sistema radicular (Hartmann *et al.*, 1997). O clima mais seco na segunda época (seca) da coleta pode ter favorecido o *stress* hídrico e a abscisão foliar das estacas na casa de

vegetação. Tendo em vista que as condições dentro da casa de vegetação foram controladas deve-se descartar a possibilidade de perda hídrica das estacas em consequência do ambiente dentro do local de propagação. Não foram feitos estudos para verificar se as plantas matrizes de *I. laurina* estavam com deficiência hídrica ou nutricional. Sabe-se, porém, que o clima em que as plantas matrizes crescem exerce uma forte influência no enraizamento de estacas (Vierskov *et al.*, 1982; Rodrigues, 1990; Ono *et al.*, 1992b), assim, na segunda época, quando tínhamos uma baixa umidade relativa do ar (Dias, 1996), provavelmente, este e outros fatores ambientais (luz, temperatura) podem ter influenciado as condições fisiológicas (Andersen, 1986; Moe & Andersen, 1988) dos indivíduos selecionados e, conseqüentemente, a concentração dos metabólitos no período de coleta das estacas (Rajagopal & Andersen, 1980). Na época seca, algumas estacas perderam suas folhas mais rapidamente do que na estação chuvosa e logo secaram e morreram. As exigências climáticas favoráveis ao enraizamento variam conforme a espécie. Algumas evidências mostraram que as estacas feitas a partir de plantas matrizes na estação úmida enraizam melhor do que aquelas feitas na estação seca (Loach, 1988). Ono *et al.* (1993) determinaram que o inverno foi a época que favoreceu a maior porcentagem de enraizamento de estacas de café (*Coffea arabica* L.) e atribuíram este fato à maior precipitação pluvial deste período. Já em estacas de *Ilex* sp., as temperaturas mais quentes diminuíram o esgotamento ou a degradação do estoque de carboidratos, facilitando assim o enraizamento das estacas (Dehgan *et al.*, 1988 a).

As estacas apicais de *I. laurina* não formaram brotações em nenhuma das épocas estudadas e mostraram percentuais de enraizamento variando de 0 a 23% dependendo do tratamento auxínico e da época de coleta dos ramos; as estacas basais não enraizaram.

Pelos resultados de enraizamento e formação das mudas, *I. laurina* pode ser considerada uma espécie de difícil multiplicação por meio de estacas, de ramos coletados no final das chuvas (março-maio/98) e início da estação seca (junho/98). Para esta espécie, possivelmente o uso de outras técnicas de estaquia e a coleta dos ramos em outras épocas do ano poderão proporcionar melhores resultados de enraizamento.

4.5 – *Calophyllum brasiliense* Camb.

Nas duas épocas, as estacas basais de *Calophyllum brasiliense* Camb. não enraizaram. Os resultados mostraram, no entanto, altos percentuais de sobrevivência das estacas (Figura 4.17 e 4.18). Na época seca a abscisão foliar ocorreu em um maior número de estacas do que na época chuvosa e a mortalidade das estacas também aumentou nesta época.

Nesta espécie a análise de variância limitou-se à comparar a sobrevivência das estacas . Os resultados de análise de variância indicaram que houve diferença significativa nas respostas de sobrevivência das estacas entre as duas épocas, ao nível de 5% (Tabela 4.12 e 4.13). Na primeira época (março/98) a sobrevivência média foi de 81% e na segunda época (junho/98) foi de 71% (Figura 4.18).

A época de coleta dos ramos, provavelmente, afetou a efetividade do AIB (Iritani *et al.*, 1988b) sobre as estacas de *C. brasiliense*, como, uma consequência das variações na condição fisiológica da planta matriz ao longo do ano (Duarte *et al.*, 1992). A coleta durante o período chuvoso apresentou alta porcentagem de sobrevivência das estacas nos

tratamentos sem AIB (97%) e com 4000 ppm de AIB (97%). Em geral, a sobrevivência das estacas coletadas no final das chuvas foi maior do que naquelas coletadas no período seco; pois houve uma maior persistência das folhas nas estacas e isto pode ter favorecido à sua maior sobrevivência. Na época das chuvas (março/98) não foi observada formação de brotações novas, provavelmente, nesta época as gemas ainda estavam dormentes.



Figura 4.17 – Estacas de *Calophyllum brasiliense* Camb. (c) em casa de vegetação com sistema de nebulização.

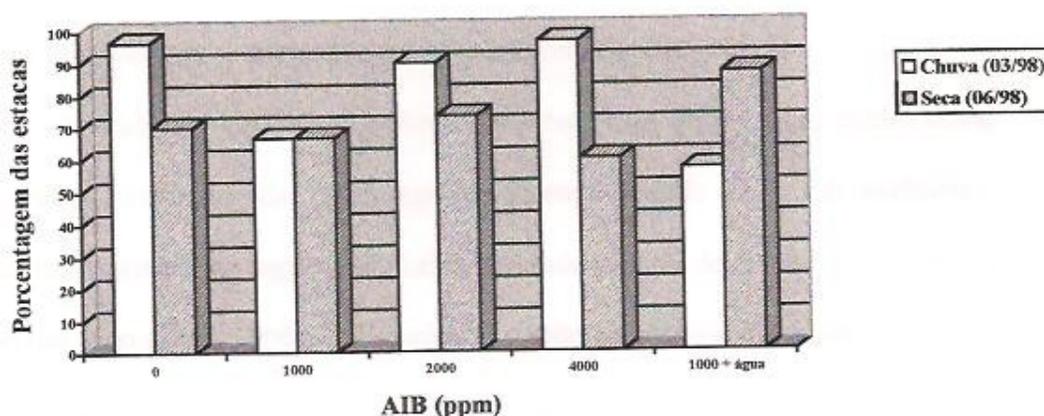


Figura 4.18 – Sobrevivência (%) de estacas de *Calophyllum brasiliense* Camb. após dois meses do tratamento com diferentes concentrações de AIB (ppm) de ramos coletados em duas épocas do ano.

Tabela 4.12 - Comparação entre as médias de sobrevivência de estacas de *Calophyllum brasiliense* Camb., conforme tratamentos, em duas épocas do ano.

Época/ tratamento (AIB)	testemunha	1000 ppm	2000 ppm	4000 ppm	1000 ppm + água
Chuvosa (março/98)	97 Aa	67 Ab	90 Aab	97 Aa	57 Ab
Seca (junho/98)	70 Ba	67 Aa	73 Aa	60 Ba	87 Aa

* Médias seguidas da mesma letra minúscula na horizontal e da mesma letra maiúscula na vertical não diferem entre si, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Tabela 4.13 - Análise de variância de sobrevivência de estacas apicais de *Calophyllum brasiliense* Camb.

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	1,98	0,1358
Época (E)	7,93	0,0107 ^S
T*E	5,00	0,0059
CV	18,149	

- Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.
- S = significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Nas estacas coletadas no período seco (junho/98) não houve diferença significativa entre os tratamentos para sobrevivência das estacas (Tabela 4.12). Algumas estacas coletadas neste período perderam suas folhas, que, inicialmente, começaram a

ficar ressecadas e, em seguida, ocorreu abscisão foliar. Provavelmente, o clima característico da região, com baixa umidade relativa do ar, durante o período de inverno seco (Dias, 1996), influenciou o estado fisiológico das plantas matrizes (Moe & Andersen, 1988; Ono *et al.*, 1994) e conseqüentemente a sobrevivência das estacas. A abscisão foliar, o ressecamento e o esgotamento das reservas nutricionais nas estacas ocorreram mais rapidamente na época seca quando comparado com o período chuvoso. Em algumas estacas ocorreu a formação de brotações e isto pode ter exercido alguma influência na mortalidade de um maior número de estacas. A formação de brotos antes da formação de raízes torna-se prejudicial para a sobrevivência das estacas devido à competição por metabólitos e ao esgotamento das reservas das estacas necessários para a sobrevivência e enraizamento (Eliasson, 1971; Eliasson, 1978; Vierskov *et al.*, 1982; Davis, 1988).

O emprego de auxinas exógenas para favorecer ou acelerar o enraizamento de estacas já foi comprovado em várias frutíferas e ornamentais, no entanto, este efeito não foi observado nesta espécie. Esse comportamento pode estar relacionado às condições internas da planta matriz na ocasião da coleta. Para a jabuticabeira, *Myrciaria cauliflora* Berg. (Leonel *et al.*, 1991) e lichieira, *Litchi chinensis* Sonn. (Leonel & Rodrigues, 1993), espécies consideradas de difícil enraizamento, foram obtidos resultados semelhantes onde os tratamentos com auxina não foram efetivos na formação de raízes e a época de retirada das estacas influenciou na porcentagem de estacas que permaneceram vivas.

O tempo de observação do enraizamento das estacas de *C. brasiliense* pode não ter sido suficiente para o início e desenvolvimento de raízes. Em algumas espécies, os experimentos utilizaram um tempo maior para avaliar o enraizamento, como ocorreu com aroeira, *Schinus terebinthifolius*, (Rodrigues, 1990) e kiwi, *Actinidia chinensis* (Ono *et al.*, 1998), em que a avaliação foi feita após 120 dias e para café, *Coffea arabica*, após 90 dias do plantio (Ono *et al.*, 1992ab). Por outro lado, estacas caulinares de canela-sassafrás brotaram e não enraizaram quando plantadas em duas épocas do ano (outono/inverno e primavera/verão) mesmo após 4 meses do plantio (Rodrigues *et al.*, 1990). O período necessário para o enraizamento também pode ser afetado pela época em que as estacas foram feitas. Estacas de *Ilex* sp., por exemplo, quando feitas em janeiro, necessitaram de 5 meses para iniciar e desenvolver raízes enquanto aquelas feitas em março precisaram da metade do tempo e tiveram melhores médias na qualidade das raízes (Dehgan *et al.*, 1988a). Conforme Lopes & Barbosa (1994), as estacas lenhosas e semilenhosas demoram mais para enraizar do que as herbáceas e o menor crescimento, com menos consumo de reservas, permite à estaca manter-se viva por mais tempo.

As épocas avaliadas nos experimentos podem não ter sido favoráveis para o enraizamento, de forma que as estacas não responderam ao enraizamento. Mas a falta de enraizamento também pode ser uma característica genética da própria espécie (Vieitez & Peña, 1968; Haissig, 1986; Haissig, 1988).

4.6 - *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud.

As estacas de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. plantadas a partir de ramos coletados no período chuvoso (março/98) tiveram um baixo percentual de enraizamento, 3%, para tratamentos com 1000 e 4000 ppm de AIB (Figura 4.19). Nos outros tratamentos não foi observado enraizamento. Todas as estacas, com exceção daquelas que enraizaram, perderam suas folhas em menos de 1 mês após o plantio, e morreram antes do período de 2 meses. Nesta época, não foram observadas brotações. Nas estacas que enraizaram houve a formação de calos na base das mesmas com um aumento de volume e formação de nódulos.

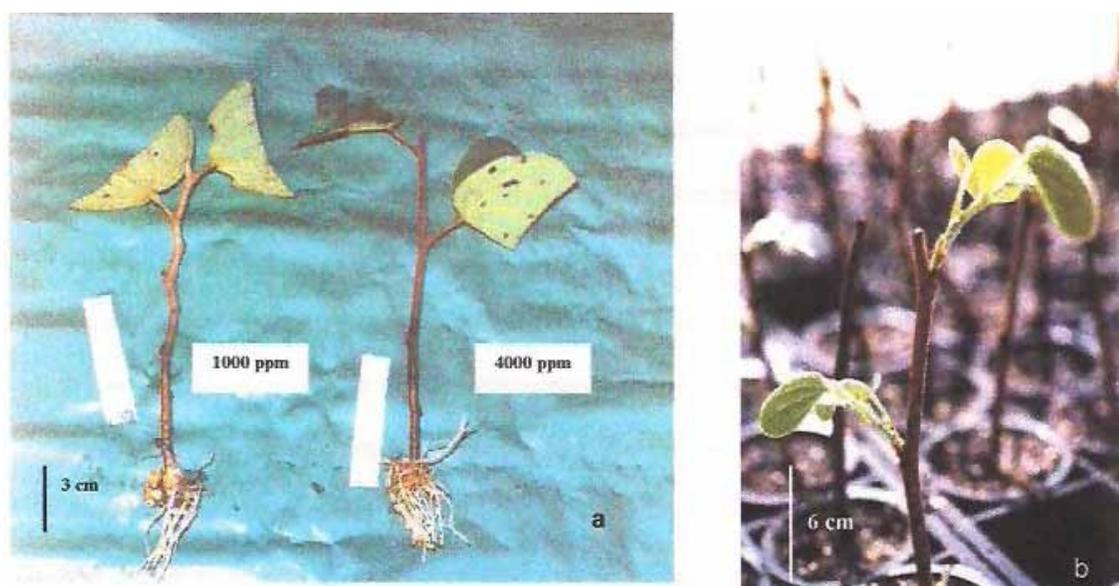


Figura 4.19 – Enraizamento de estacas de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud coletadas na estação chuvosa e aos dois meses do tratamento com 1000 e 4000 ppm de AIB (a) e estaca coletada na estação seca com brotos (b).

O material coletado na época seca (junho/98) apresentou formação de brotações novas. Nesta época não houve enraizamento. Os primórdios caulinares surgiram em todos os tratamentos aos quinze dias após o plantio. Para algumas estacas, os brotos começaram a perder o vigor após 30 dias, quando houve a perda das folhas e a morte de várias estacas. Rodrigues (1990) também observou resultados semelhantes com estacas

caulinares de cedro (*Cedrela fissilis* Vel.), que não enraizaram na época da primavera/verão, com temperaturas mais altas e baixa umidade relativa do ar.

Para a propagação de plantas por estaquia, é fundamental que as estacas sejam mantidas sem que ocorra o apodrecimento ou murchamento das mesmas, até que haja a regeneração de um novo indivíduo (Cuquel & Minami, 1994). Conforme Kersten (1987) quando a concentração de auxinas é relativamente alta ocorre um favorecimento na formação de raízes adventícias, impedindo a formação de gemas, porém, quando outros constituintes da planta encontram-se em níveis relativamente altos acontece a formação de gemas, inibindo a formação de raízes, e quando se tem proporções quase iguais, ocorre a proliferação de células sem a formação de órgãos (Leonel & Rodrigues, 1993). No caso de *B. rufa*, nas estacas vivas, após um mês do plantio na época seca, não ocorreu a formação de raízes, mas a formação de brotos em algumas destas estacas.

As plantas matrizes foram selecionadas a partir de indivíduos adultos que, provavelmente, possuíam idades diferentes. De modo geral, as estacas provenientes de plantas jovens enraizam com mais facilidade (Poulsen & Andersen, 1980; Dumberg *et al.*, 1981; Hartmann *et al.*, 1997). Algumas espécies perdem a sua habilidade para enraizar assim que elas começam a envelhecer (Vieitez & Pena, 1968), possivelmente, devido ao aumento no conteúdo de inibidores e à diminuição no conteúdo de cofatores (compostos fenólicos) à medida que aumenta a idade da planta (Fachinello *et al.*, 1997).

A variabilidade na idade das plantas matrizes de *B. rufa* pode ter afetado o enraizamento, porém, fatores como a consistência da estaca, posição da estaca no ramo e a época de coleta podem também ter reduzido a capacidade de enraizamento. Os

resultados de análise de variância e teste de médias, pelo teste de Tukey, mostraram que não houve diferenças significativas, ao nível de 5%, entre as médias de enraizamento e sobrevivência nas duas épocas em estudo (Tabelas 4.14 e 4.15). Contudo, a coleta do material foi feita apenas em dois meses do ano e as respostas de enraizamento não foram satisfatórias. Os estudos com o enraizamento de estacas de *B. rufa* devem ser feitos em outros meses do ano e usando-se outras partes do ramo das plantas matrizes. Pois, sabe-se que, em algumas espécies de difícil enraizamento, as estacas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso apresentam-se mais herbáceas e mostram maior capacidade de enraizamento (Fachinello *et al.*, 1995; Dutra & Kersten, 1996; Hartmann *et al.*, 1997). Também devem ser estudadas outras técnicas, pois algumas espécies, tanto lenhosas quanto herbáceas, podem apresentar camadas de tecidos bastante resistentes à passagem dos primórdios radiculares, dificultando a emergência das raízes, como acontece com a magnólia, em que a remoção de pequena camada da casca e no caso do cravo, o fendilhamento leve da base da estaca proporcionam melhor enraizamento (Lopes & Barbosa, 1994).

Tabela 4.14 - Análise de variância do enraizamento de estacas basais de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud..

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	0,75	0,5696
Época (E)	2,00	0,1727
T*E	0,75	0,5696
CV		

* Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.

Tabela 4.15 - Análise de variância da sobrevivência de estacas basais de *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud..

Fonte de variação	F	Pr>F
Tratamento (T)	1,59	0,2156
Época (E)	1,22	0,2829
T*E	0,91	0,4787
CV	204,42	

* Dados convertidos em arc sen da raiz quadrada da porcentagem de enraizamento/100.

A formação de raízes em estacas é um fenômeno complexo influenciado por vários fatores, tais como, a condição fisiológica, origem genética da planta, época em que as estacas foram feitas, os tratamentos utilizados, o ambiente de enraizamento, o meio de enraizamento, o tamanho e o tipo de estaca, dentre outros (Fachinello *et al.*, 1995; Hartmann *et al.*, 1997). Espécies de fácil enraizamento, muitas vezes, enraizam mesmo que não sejam tomados os cuidados com relação aos fatores que podem afetar o enraizamento. No entanto, em espécies de difícil enraizamento, o conhecimento destes fatores e a aplicação de técnicas específicas são importantes para o sucesso na produção de mudas por estaquia.

Verificou-se, pelos resultados, uma variação na capacidade de enraizamento de estacas entre as 6 (seis) espécies estudadas. As estacas de *Tibouchina stenocarpa* (DC.) Cogn. e de *Copaifera langsdorffii* Desf. não foram capazes de formar novos brotos e/ou raízes devendo-se estudar outros métodos de se propagar estas espécies por meio de estacas. A propagação por meio de enraizamento de estacas apresentou-se viável para estacas apicais de *Piper arboreum* Aubl. e de *Inga laurina* (Sw.) Willd., mesmo sem o uso de reguladores de crescimento. As estacas basais sem folhas de *Piper arboreum* Aubl. e de *Inga laurina* (Sw.) Willd. não devem ser usadas, ao menos nas duas épocas em estudo e com as técnicas empregadas. Para o *Inga laurina* (Sw.) Willd. e *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud. devem ser estudadas outras técnicas para tentar aumentar a porcentagem de enraizamento que foi considerada baixa. Os testes também devem ser feitos em outras épocas do ano, uma vez que este fator, aparentemente, influenciou o enraizamento de estacas destas espécies.

Este estudo foi conduzido utilizando material coletado de plantas matrizes adultas. Vários estudos sugerem que o aumento da idade ou a perda da juvenilidade é um dos fatores mais importantes que limitam a habilidade de enraizamento de algumas espécies difíceis de se propagar por meio de estacas (Chong, 1981; Hartmann *et al.*, 1997). O uso de material procedente de plantas jovens, de um modo geral, pode facilitar o enraizamento de estacas de difícil enraizamento (Fachinello *et al.*, 1995). Assim, neste estudo, o emprego de material procedente de plantas juvenis pode ser uma alternativa para aumentar as chances de propagação das espécies que não enraizaram ou que tiveram baixos percentuais de enraizamento, ou seja, *T. stenocarpa*, *C. langsdorffii*, *C. brasiliense* e *B. rufa*.

Nas estacas de *C. langsdorffii*, *T. stenocarpa*, *C. brasiliense* e *B. rufa* ocorreu abscisão foliar. A queda das folhas pode ter influenciado a habilidade das estacas formarem raízes. A presença de folhas, bem como a área foliar, é determinante para o sucesso do enraizamento de várias espécies (Dick *et al.*, 1996; Leakey *et al.*, 1982; Leakey *et al.*, 1990). Vários estudos determinaram experimentalmente a área foliar ótima nas estacas para um dado sistema de propagação. Conforme Dick *et al.* (1996), existe uma área foliar ótima, que seja grande o suficiente para produzir assimilados e pequena o suficiente para minimizar a perda hídrica. Em seus trabalhos com *Calliandra calothyrsus* poucas estacas que perderam suas folhas produziram raízes e a maioria não produziu raízes e morreu em 5 semanas.

5 - Conclusões

As seis espécies estudadas mostraram diferenças na capacidade de enraizamento. Delas, três tiveram capacidade de se propagar vegetativamente por meio de estacas caulinares: pimenta-de-macaco (*Piper arboreum*), ingá (*Inga laurina*) e unha-de-vaca (*Bauhinia rufa*). As estacas de *B. rufa* tiveram a habilidade de enraizar somente na estação chuvosa, nas estacas tratadas com 1000 ppm e com 4000 ppm de AIB. Para o landim (*Calophyllum brasiliense*) as estacas não enraizaram, mas tiveram uma alta porcentagem de sobrevivência nas duas épocas estudadas. As estacas de copaíba (*Copaifera langsdorffii*) e quaresmeira (*Tibouchina stenocarpa*) não foram capazes de iniciar e desenvolver raízes. Nestas espécies todas as estacas perderam as suas folhas e morreram antes dos dois meses do plantio.

Nas espécies que formaram raízes adventícias o uso do ácido indolbutírico não proporcionou efeitos significativos sobre o enraizamento. No entanto, o emprego de AIB afetou a sobrevivência das estacas de *C. brasiliense*, na época chuvosa.

A posição das estacas nos ramos de origem teve efeitos significativos sobre os resultados de enraizamento das estacas de *P. arboreum* e de *I. laurina*, nas duas épocas. Em *P. arboreum* as estacas apicais proporcionaram melhores resultados de enraizamento do que as estacas basais, mesmo sem o uso de reguladores de crescimento. Em *I. laurina* os resultados de enraizamento também foram melhores nas estacas apicais, de forma que as estacas basais não enraizaram.

A época de coleta dos ramos (chuva e seca) teve um forte efeito sobre o enraizamento das estacas de *Piper arboreum* Aubl. e de *Inga laurina* (Sw.) Willd. e

sobre a sobrevivência das estacas de *C. brasiliense*. Em *P. arboreum* a época de coleta afetou a sobrevivência e o peso seco das raízes das estacas apicais e o enraizamento das estacas basais. Nas estacas apicais os melhores resultados de enraizamento, sobrevivência e peso seco foram obtidos para o material coletado na época seca. Nas estacas basais os melhores resultados de enraizamento e sobrevivência foram alcançados com o material coletado no período das chuvas. Em *I. laurina*, a época de coleta influenciou o enraizamento das estacas apicais, mas não a sobrevivência e o peso seco das raízes. Em *C. brasiliense* os melhores resultados de sobrevivência das estacas ocorreram nas estacas coletadas na estação chuvosa.

A utilização de água como substrato para o enraizamento das estacas basais de *P. arboreum* mostrou bons resultados de enraizamento tanto em copos plásticos com água quanto no tanque com água corrente.

P. arboreum pode ser considerada uma espécie de fácil enraizamento por meio de estacas apicais, uma vez que foram obtidas percentagens satisfatórias mesmo sem o uso de reguladores de crescimento. Já *I. laurina*, *B. rufa*, *C. brasiliense*, *C. langsdorffii* e *T. stenocarpa* podem ser consideradas de difícil enraizamento, devendo-se testar outras técnicas de propagação por estaquia.

Bibliografia

ALPEGREN, M. & HEIDE, O.M. Regeneration in *Streptocarpus* leaf discs and its regulation by temperature and growth substances. *Physiol. Plant.*, 27:417-423, 1972.

ALVARENGA, L. R. & CARVALHO, V.D. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas de frutíferas. *Inf. Agropec.*, Belo Horizonte, 9(101):47-55, 1983.

AMINAH, H.; DICK, J.M. & GRACE, J. Rooting of *Shorea leprosula* stem cuttings decreases with increasing leaf area. *For. Ecol. and Manag.*, 91(2,3):247-254, 1997.

- ANDERSEN, A.S. Environmental influences on adventitious rooting in cuttings of non-woody species. In: New root formation in plants and cuttings. Jackson, M.B. editor. Dordrecht: Martinus Nijhoff publishers, p. 223-253, 1986.
- ASSAD-LUDEWIGS, I. Y.; PINTO, M. M.; SILVA, N. L.; GOMES, E. C. & KNASHIRO, S. Propagação, crescimento e aspectos ecofisiológicos em *Croton urucurana* Baill. (Euphorbiaceae), arbórea nativa pioneira de mata ciliar. In: Anais do Simpósio sobre Mata Ciliar, São Paulo, 1989. Coordenado por Luiz Mauro Barbosa. Campinas: Fund. Cargill, p. 284-298, 1989.
- BAHUGUNA, V.K.; DHAWAN, V.K. & PANT, B.D. Studies on the effect of growth hormones for vegetative propagation of *Woodfordia fruticosa* Kurz. by rooting of branch cuttings. *Indian Forester*, 114(12):832-836, 1988.
- BALBACH, A. A flora nacional na medicina doméstica. 9ª ed. São Paulo: Ed. do Lar, 1981. 915p.
- BANZATTO, D.A. & KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 3ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.
- BATTACHARYA, N.C. Enzyme activities during adventitious rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 88-101, 1988.
- BEZERRA H.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA, M.F.F. & SOUSA, A.A.M. Enraizamento de estacas herbáceas de acerola com ácido indol-butírico e ácido alfa-naftaleno acético a baixas concentrações em duas épocas. *Revista Bras. Frut.*, Cruz das Almas, 14(1):1-6, 1992.
- BEZERRA. K. E. F.; LEDDERMAN, I.E.; ASCHOFF, M.N.A. & SANTOS, V.F. Efeito do tamanho das estacas herbáceas e do ácido indol-butírico no enraizamento da acerola (*Malpighia glabra* L.) em duas épocas de estaquia. *Rev. Bras. Frut.*, Cruz das Almas, 13:157-163, out. 1991.
- BIRAN, I. & HALEVY, H. Endogenous levels of growth regulators and their relationship to the rooting of *Dahlia* cuttings. *Physiol. Plant.*, 28:436-442, 1973.
- BIRAN, I. & HALEVY, H. The relationship between rooting of *Dahlia* cuttings and the presence and type of bud. *Physiol. Plant.*, 28:244-247, 1973.

- BIZERRIL, M.X.A. & RAW, A. Feeding behaviour of bats and the dispersal of *Piper arboreum* seeds in Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 14:109-114, 1998.
- BIZERRIL, M.X.A. & RAW, A. Feeding specialization of two species of bats and fruit quality of *Piper arboreum* in a Central Brazilian gallery forest. *Rev. Biol. Trop.*, 45(2):913-918, 1997.
- BLAZICH, F. A. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. In: *Adventitious root formation in cuttings*. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 132-149, 1988b.
- BLAZICH, F.A. Mineral nutrition and adventitious rooting. In: *Adventitious root formation in cuttings*. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 61-69, 1988a.
- BRANDÃO, M. Plantas medicamentosas do cerrado mineiro. *Inf. Agrop.*, Belo Horizonte, 15(168):15-20, 1991.
- BREEN, P.J. & MURAOKA, T. Effect of leaves on carbohydrate content and movement of ^{14}C -assimilate in plum cuttings. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 99(4):326-332, 1974.
- BRUNE, A. Estratégia da multiplicação vegetativa no melhoramento florestal. *Revista Árvore*, vol. 6, n. 2, p. 162-165, 1982.
- CARPENTER, W.J. & CORNELL, J.A. Auxin application duration and concentration govern rooting of hibiscus stem cuttings. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 117: 1, 68-74, 1992.
- CARVALHO, M.A.M. & ZAIDAN, L.B.P. Obtenção de plantas de *Stevia rebaudiana* através de estacas. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, 30(2):201-206, fev. 1995.
- CARVALHO, P.E.R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: EMBRAPA/CNPq; Brasília: EMBRAPA/SPI, 1994. 640 p. il. color., 4 mapas.
- CASTRO, P.R.C.; MELOTTO, E.; SOARES, F.C.; PASSOS, I.R.S. & POMMER, C.V. Rooting stimulation in muscadine grape cuttings. *Sci. agric.*, Piracicaba, 51(3): 436-440, set./dez., 1994.
- CAVALCANTE, P.B. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém: CEJUP, CNPq, Museu Paraense Emílio Goeldi, 1991. 279p.

CHONG, C & DAIGNEAULT, L. Influence of IBA concentrations on rooting of woody perennial nursery stock. Proc. Int. Plant Prop. Soc., 36:108-115, 1987.

CHONG, C. Influence of high IBA concentrations on rooting. Proc. Int. Plant Prop. Soc., 31: 453-450, 1981.

COGNEUX, A. Melastomaceae. In: Martius, C.F.P. Flora Brasiliensis, 14(3):1-510, 1885. II.

COLEMAN, W. K.; HUXTER, T.J.; REID, D.M. & THORPE, T.A. Ethylene as an endogenous inhibitor of root regeneration in tomato leaf discs cultured in vitro. Physiol. Plant., 48(4):519-525, 1980.

CORRÊA, M.P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: IBDF, 1984. 6V.il.

COUTINHO, E. F.; MIELKE, M.S.; ROCHA, M.S. & DUARTE, O.R. Enraizamento de estacas semi-lenhosas de fruteiras nativas da família myrtaceae com o uso do ácido indolbutírico. Rev. Bras. Frutic., Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 167-171, out. 1991.

CUQUEL, F.L. & MINAMI, K. Enraizamento de estacas de crisântemo (*Dendranthema morifolium* (Ramat.) Tzvelev) tratadas com ácido indolbutírico veiculado em talco. Sci. agric., Piracicaba, 51(1):28-35, jan./abr., 1994.

CUQUEL, F.L.; GRANJA, N.P. & MINAMI, K. Avaliação do enraizamento de estacas de crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* L.) cv. White Reagan 606 tratadas com ácido indolbutírico (IBA). Sci. agric., Piracicaba, 49(1):15-22, 1992.

DAVIS, T. D. Photosynthesis during adventitious rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 79-87, 1988. 315p.

DEHGAN, B.; ALMIRA, F.; GOOCH, M. & KANE, M. Vegetative propagation of Florida native plants: I. Hollies (*Ilex* spp.). Proc. Fla. State Hort. Soc., v. 101, p. 291-293, 1988a.

DEHGAN, B.; GOOCH, M.; ALMIRA, F. & POOLE, B. Vegetative propagation of Florida native plants: II. *Acer rubrum*, *Gordonia lasianthus*, *Magnolia virginiana*, and *Styrax americana*. Proc. Fla. State Hort. Soc., v. 101, p. 293-296, 1988b.

DESCHAMPS, C.; PINTO, J.E.B.P; INNECCO, R. SATO, A.Y. & MORAIS, O.M. Influência do tempo de imersão, concentração de ácido indolbutírico e substrato no

enraizamento de estacas de sarandi (*Sebastiania schottiana* Muel. Ar.). Rev. Bras. Fisiol. Veg., v.5, n. 1, 1993.

DIAS, B.F.S. Cerrados: uma caracterização. In: Alternativas de desenvolvimento dos cerrados: manejo e conservação dos recursos naturais renováveis. Coordenação Bráulio F. de Souza Dias. Brasília: Fundação Pró-natureza, p. 11-26, 1996.

DICK, J.M.; BISSET, H. & M. C. Provenance variation in rooting ability of *Calliandra calothyrsus*. Forest Ecology and Management, 87:175-184, 1996.

DUARTE, O.R.; FACHINELLO, J.C. & SANTOS FILHO, B.G. Multiplicação da goiabeira serrana através de estacas semilenhosas. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 27(3):513-516, mar. 1992.

DUNBERG, A.; HSIHUAN, S. & SANDBERG, G. Auxin dynamics and the rooting of cuttings of *Pinus sylvestris*. Plant Physiol., Supl., 67:5, 1981.

DUTRA, L.F. & KERSTEN, E. Efeito do substrato e da época de coleta dos ramos no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.). Ciência Rural, Santa Maria, 26(3):361-366, 1996.

ELIASSON, L. & BRUNES, L. Light effects on root formation in aspen and willow cuttings. Physiol. Plant., 48:261-265, 1980.

ELIASSON, L. Adverse effect of shoot growth on root growth in rooted cutting of aspen. Physiol. Plant., 25:268-272, 1971.

ELIASSON, L. Effects of nutrients and light on growth and root formation in *Pisum sativum* cuttings. Physiol. Plant., 43:13-18, 1978.

ESHED, Y., RIOV, J. & ATZMON, N. Rooting oak cuttings from gibberellin-treated stock plants. Hortscience, 31(5):872-873, 1996.

FACHINELLO, J.C. & KERSTEN, E. Efeito do ácido indolbutírico na percentagem de estacas semi-lenhosas enraizadas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch.), cv. 'Diamante', em condição de nebulização. Rev. bras. frutic., Recife, 3(único):49-50, 1981.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E. & FORTES, G.R.L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. Pelotas: UFPEL, 1995. 178 p.

- FERRI, C.P. Enraizamento de estacas de citrus. Rev. Bras. Frut., Cruz das Almas, 19(1):113-121, 1997.
- FRIES, A. & KAYA, Z. Genetic control of rooting ability of lodgepole pine cuttings. Forest Science, 43(4):582-588, 1997.
- GASPAR, T. & HOFINGER, M. Auxin metabolism and adventitious rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 117-131, 1988.
- GENEVE, R.L. & HEUSER, C.W. The effect of IAA, IBA, NAA and 2,4-D on root promotion and ethylene evolution in *Vigna radiata* cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 107(2):202-205, 1982.
- GRANJA E BARROS, M.A. Flora medicinal do Distrito Federal. Brasil Florestal, ano 12, n. 50, p. 35-45, 1982.
- GUIMARÃES, P.J.F. & MARTINS, A.B. *Tibouchina* sect. *Pleroma* (D. Don) Cogn. (Melastomataceae) no estado de São Paulo. Revta. Bras. Bot., São Paulo, 20(1):11-33, 1997.
- HAISSIG, B. E. & RIEMENSCHNEIDER, D. E. Genetic effects on adventitious rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 47-60, 1988. 315p.
- HAISSIG, B.E. & RIEMENSCHNEIDER, D.E. The original basal stem section influences rooting in *Pinus banksiana* cuttings. Physiologia Plantarum, 86:1-5, 1992.
- HAISSIG, B.E. Meristematic activity during adventitious root primordium development: influences of endogenous auxin and applied gibberellic acid. Plant Physiol., 49:886-892, 1972.
- HAISSIG, B.E. Metabolic processes in adventitious rooting of cuttings. In: New root formation in plants and cuttings. Jackson, M.B. editor. Dordrecht, Boston, Lancaster: Martinus nijhoff publishers, p. 141-189, 1986.
- HAISSIG, B.E. Reduced irradiance and applied auxin influence carbohydrate relations in *Pinus banksiana* cuttings during propagation. Physiologia Plantarum, Copenhagen, 78:455-461, 1990.

HAMBRICK, C.E.; DAVIES, JR., F.T. & PEMBERTON, H.B. Effect of cutting position and carbohydrate/nitrogen ratio on seasonal rooting of *Rosa multiflora*. Hortscience, 20(3):570, jun. 1985.

HAMBRICK, C.E.; DAVIES JR., F.T. & PEMBERTON, H.B. Effect of cutting position and carbohydrate/nitrogen ratio on seasonal rooting of *Rosa multiflora*. Hortscience, 20(3):570, 1985.

HANSEN, B. O. & POTTER, J.R. Rooting of apple, rhododendron and mountain laurel cuttings from stock plants etiolated under two temperatures. Hortscience, 32(2):304-306, apr. 1997.

HANSEN, J. & ERIKSEN, E.N. Root formation of pea cuttings in relation to the irradiance of the stock plants. Physiol. Plant., 32:170-173, 1974.

HANSEN, J. & ERNSTSEN, A. Seasonal changes in adventitious root formation in hypocotyl cuttings of *Pinus sylvestris*: influence of photoperiod during stock plant growth and of indolebutyric acid treatment of cuttings. Physiol. Plant., 54:99-106, 1982.

HANSEN, J. & KRISTENSEN, K. Axillary bud growth in relation to adventitious root formation in cuttings. Physiol. plant., (79): 39-44, 1990.

HANSEN, J. Influence of cutting position and stem length on rooting of leaf-bud cuttings of *Schefflera arboricola*. Scientia Horticulturae, 28(1986):177-186, 1986.

HANSEN, J. Influence of cutting position and temperature during rooting on adventitious root formation and axillary bud break of *Stephanotis floribunda*. Scientia Horticulturae, 40:345-354, 1989.

HANSEN, J. Stock plant lighting and adventitious root formation. Hortscience, 22(5):746-749, oct. 1987.

HANSEN, J.; STRÖMQUIST, L. & ERICSSON, A. Influence of the irradiance on carbohydrate content and rooting of cuttings of pine seedlings (*Pinus sylvestris* L.). Plant Physiol., 61:975-979, 1978.

HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. Propagación de plantas: principios e prácticas. Traduzido por Antonio Marino Ambrosio. México: Compañía Editorial Continental, 1981. 814p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR., F.T. & GENEVE, R.L. Plant propagation: principles and practices. 6^a ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1997. 770 p.

- HEINS, R.D.; HEALY, W.E. & WILKINS, H.F. Influence of night lighting with red, far red, and incandescent light on rooting of *Chrysanthemum* cuttings. Hortscience, 15(1):84-85, 1980.
- HENRY, P.H. & PREECE, J.E. Production and rooting of shoots generated from dormant stem sections of maple species. Hortscience, 32(7):1274-1275, dec. 1997.
- HENRY, P.H.; BLAZICH, F.A. & HINESLEY, E. Vegetative propagation of eastern redcedar by stem cuttings. Hortscience, v. 27, n. 12, p. 1272-1274, 1992.
- HILAIRE, R.S.; BERWART, C.A.F. & PÉREZ-MUÑOZ, C.A. Adventitious root formation and development in cuttings of *Mussaenda erythrophylla* L. Schum. & Thonn. Hortscience, 31(6):1023-1025, 1996.
- HINESLEY, L.E. & BLAZICH, F.A. Vegetative propagation of *Abies fraseri* by stem cuttings. Hortscience, 15(1):96-97, 1980.
- HINESLEY, L.E.; BLAZICH, F.A. & SNELLING, K.L. Propagation of Atlantic white cedar by stem cuttings. Hortscience, 29(3): 217-219, 1994.
- HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; ROSSAL, P.A.L.; CASTRO, A.M.; FACHINELLO, J.C. & PAULETTO, E.A. Influência do substrato sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. Rev. Bras. Frut., Cruz das Almas, 16(1):302-307, 1994.
- IRITANI, C., SOARES, R.V. & GOMES, A. V. Aspectos morfológicos da ação de reguladores do crescimento em estacas de *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. Acta Biológica Paranaense, vol. 15, n. 1,2,3,4, p. 1-20, 1986a.
- IRITANI, C., SOARES, R.V. & GOMES, A. V. Aspectos morfológicos da aplicação de reguladores do crescimento nas estacas de *Ilex paraguariensis* St. Hilaire. Acta Biológica Paranaense, vol. 15, n. 1,2,3,4, p. 1-20, 1986b.
- JARVIS, B.C. Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings. In: New root formation in plants and cuttings. Jackson, M.B. editor. Dordrecht: Martinus Nijhoff publishers, p. 191-222, 1986
- JOBLING, J. Aspects of propagation in forestry. Proc. Int. Plant Prop. Soc., 20:342-351, 1970.

- KERSTEN, E. IBAÑEZ, U.A. Efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em condições de nebulização e teor de aminoácidos totais. Rev. bras. Frut., Cruz das Almas, 15(1), 87-89, 1993.
- LEAKEY, R.R.B. & STORETON-WEST, R. The rooting ability of *Triplochiton scleroxylon* cuttings: the interactions between stockplant irradiance, light quality and nutrients. For. Ecol. and Manag., Amsterdam, 49:133-150,1992.
- LEAKEY, R.R.B. Enhancement of rooting ability in *Triplochiton scleroxylon* by injecting stockplants with auxins. For. Ecol. and Manag., Amsterdam, 54:305-313,1992.
- LEAKEY, R.R.B.; CHAPMAN, V.R. & LONGMAN, K.A. Physiological studies for tropical tree improvement and conservation. Factor affecting root initiation in cuttings of *Triplochiton scleroxylon* K.Schum. For. Ecol. Manag., 4(1):53-66, 1982.
- LEAKEY, R.R.B.; MESÉN, J.F.; TCHOUNDJEU, Z.; LONGMAN, K.A.; DIK, J.McP.; NEWTON, A.; MATIN, A.; GRACE, J.; MUNRO, R.C. & MUTHOKA, P.N. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. Commonw. For. Rev., 69(3):247-257, 1990.
- LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; ASCHOFF, M.N.A. & CARVALHEIRA, R.C.F. Anelamento e tipo de estaca no enraizamento da jaqueira. Pesq. agrop. bras., Brasília, 25(10):1461-1464, 1990.
- LEE, C.I.; PAUL, J.L. & HACKETT, W.P. Promotion of rooting in stem cuttings of several ornamental plants by pre-treatment with acid or base. Hortscience, 12(1):41-42, 1977.
- LEONEL, S. & RODRIGUES, J.D. Efeitos da aplicação de reguladores vegetais e do ácido bórico, em estacas de lichieira (*Litchi chinensis* Sonn.). Sci. Agric., Piracicaba, 50(1):33-39, 1993.
- LEONEL, S.; RODRIGUES, J.D. & CEREDA, E. Ação de fitorreguladores e ácido bórico em estacas de lichia (*Litchi chinensis* Sonn.). Científica, São Paulo, 22(1):105-110, 1994.
- LIMA, A.C.S.; ALMEIDA, F.A.C. & ALMEIDA, F.C.G. Estudos sobre o enraizamento de estacas de acerola (*Malpighia glabra* L.). Rev. Bras. Frut., Cruz das Almas, 14(1):7-13, 1992.

- LIMA, H.J.M.; FREIRE, R.M. & MATOS, F.J.A. Enraizamento de estacas de malvasanta (*Coleus barbatus* Benth.) em solução hidropônica. In: Resumos do XLII Congresso Nacional de Botânica, Goiânia, 1991. Goiânia: Soc. Bot. do Brasil/Univ. Fed. de Goiás, p. 338, 1991.
- LO, Y. Root initiation of *Shorea macrophylla* cuttings: effects of node position, growth regulators and misting regime. For. Ecol. and Manag., Amsterdam, 12:43-52, 1985.
- LOACH, K. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p.248-273, 1988b.
- LOACH, K. Leaf water potential and the rooting of cuttings under mist and polythene. Physiol. Plant., 40:191-197, 1977.
- LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 102-116, 1988a.
- LOPES, L.C. & BARBOSA, J.G. Propagação de Plantas Ornamentais. Viçosa: Imprensa Universitária, 1994. 30 p.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. 352 p.
- LORENZI, H. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. São Paulo: Plantarum, 1992. Vol. 2. 352 p.
- LOVELL, P.; WHITE, J. Anatomical changes during adventitious root formation. In: New root formation in plants and cuttings. Jackson, M.B. editor. Dordrecht, Boston, Lancaster: Martinus Nijhoff publishers, p. 111-140, 1986.
- MACHADO, J.W.B; ALENCAR, F.O.C.C. & RODRIGUES, M.G.R. Árvores de Brasília. Brasília: GDF, Secretaria de Obras e Serviços Públicos, Departamento de Parques e Jardins, 1992. 100 p. il.
- MANFROI, V.; FRANCISCONI, A.H.D.; BARRADAS, C.I.N. & SEIBERT, E. Efeito do AIB sobre o enraizamento e desenvolvimento de estacas de quivi (*Actinidia deliciosa*). Ciência Rural, Santa Maria, 27(1):43-46, 1997.

- MAYNARD, B.K. & BASSUK, N. Effects of stock plant etiolation, shading, banding and shoot development on histology and cutting propagation of *Carpinus betulus* L. *fastigiata*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 121(5):853-860, 1996.
- MAYNARD, B.K. & BASSUK, N. Rooting softwood cuttings of *Acer griseum*: promotion by stockplant etiolation, inhibition by catechol. Hortscience, 25(2):200-202, 1990.
- MAYNARD, B.K. & BASSUK, N. Stock plant etiolation, shading and banding effects on cutting propagation of *Carpinus betulus*. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 117(5):740-744, 1992.
- MELETTI, L.M.M. & NAGAI, V. Enraizamento de estacas de sete espécies de maracujazeiro (*Passiflora* spp). Rev. Bras. Frut., Cruz das Almas, 14(2):163-168, 1992.
- MESÉN, F.; NEWTON, A.C. & LEAKEY, R.R.B. Vegetative propagation of *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavon) Oken: effects of IBA concentration, propagation medium and cutting origin. For. Ecol. Manag., 92(1-3):45-54, 1997.
- MILLER, N.F.; HINESLEY, L.E. & BLAZICH, F.A. Propagation of fraser fir by stem cuttings: effects of type of cutting, length of cutting, and genotype. Hortscience, 17(5):827-829, 1982.
- MOE, R. & ANDERSEN, A.S. Stock plant environment and subsequent adventitious. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 214-234, 1988.
- MUDGE, K.W. Effect of ethylene on rooting. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p.150-161, 1988.
- NASCIMENTO, C.E.S. Propagação vegetativa da algarobeira por estaquia em casa de vegetação e em condições de telado. Petrolina: CPATSA/EMBRAPA, 1993. 10 p. (CPTASA. Documentos).
- NASCIMENTO, C.E.S., OLIVEIRA, V. R.; NUNES, R. F. M. & ALBUQUERQUE, T. C. S.. Propagação vegetativa do umbuzeiro. In: Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, 1993. Curitiba: SBS-SBEF, v. 2, p. 454-456, set. 1993.

- NETO, L.G. Estudos de enraizamento de estacas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). Rev. Bras. Frut., Cruz das Almas, 11(1):31-33, 1989.
- OFORI, D.A.; NEWTON, A.C.; LEAKEY, R.R.B. & GRACE, J. Vegetative propagation of *Milicia excelsa* by leafy stem cuttings: effects of auxin concentration, leaf area and rooting medium. Forest Ecology and Management, 84:39-48, 1996.
- ONO, E. O.; BARROS, S.A.; RODRIGUES, J.D. & PINHO, S.Z. Enraizamento de estacas de *Platanus acerifolia*, tratadas com auxinas. Pesq. agrop. bras., Brasília, v. 29, n. 9, p. 1373-1380, set. 1994.
- ONO, E.O. ; RODRIGUES, J.D. ; PINHO, S.Z. & RODRIGUES, S.D. Enraizamento de estacas de café cv. “Mundo Novo” submetidas à tratamentos auxínicos e com boro. Pesq. Agrop. Bras., Brasília, 28(7):773-777, 1993.
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. & PINHO, S.Z. Efeito de auxinas e boro no enraizamento de estacas caulinares de kiwi retiradas em diferentes épocas. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, 33(2):213-219, fev. 1998.
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. & PINHO, S.Z. Estudo da influência da época de coleta dos ramos no enraizamento de estacas caulinares de café (*Coffea arabica* L. cv “Mundo Novo”). Sci. Agr., Piracicaba, 49(1):29-35, 1992a.
- ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. & RODRIGUES, S.D. Interações entre auxinas e boro no enraizamento de estacas de camélia. R. Bras. Fisiol. Veg., 4(2):107-112, 1992b.
- PÁDUA, T. Propagação das árvores frutíferas. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 9(101):11-19, maio 1983.
- PAIVA, H.N.; GOMES, J.M.; COUTO, L. & SILVA, A.R. Propagação vegetativa de eucalipto por estaquia. Inf. Agrop., Belo Horizonte, 18(185):23-27, 1996.
- PAULA, J.E. & ALVES, J.L.H. Madeiras nativas: anatomia, dendrologia, dendrometria, produção e uso. Fundação Mokiti Okada (MOA), Brasília, 1997. 543 p.
- PENNINGTON, T.D. The genus *Inga*: Botany. The Royal Botanic Garden, Kew. 1997. Ilustrado.
- PEREIRA, B.A.S. Espécies ornamentais nativas da Bacia do Rio São Bartolomeu, Distrito Federal. Brasil Florestal, ano 12, n. 51, p. 19-28, 1982.

PEREIRA, F.M.; OIOLI, A.A.P. & BANZATTO, D.A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guayava* L.) em câmaras de nebulização. Científica, São Paulo, 11(2):239:244, 1983.

PERRY Jr., F.B. & VINES, H.M. Propagation of *Magnolia grandiflora* (L.) cuttings as related to age and growth regulators. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97(6):753-756, 1972.

PHIPPS, H. M.; BELTON, D. A. & NETZER, D.A. Propagating of some *Populus* clones for tree plantations. The Plant Propagator, v. 23, p. 8-11, 1977.

POTT, A. & POTT, V. J. Plantas do Pantanal. Corumbá, MS: EMBRAPA-SPI, 1994. 320 p.

POUSEN, A. & ANDERSEN, S. Propagation of *Hedera helix*: influence of irradiance to stock plants, length of internode and topophysis of cutting. Physiol. Plant., 49:359-365, 1980.

RAJAGOPAL, V. & ANDERSEN, S. Water stress and root formation in pea cuttings: I. Influence of the degree and duration of water stress on stock plants grown under two levels of irradiance. Physiol. Plant., 48:144-149, 1980.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F. & CURTIS, H. Biologia vegetal. Traduzido por Patrícia Lydie, Irene Rizzini, C. T. Rizzini, Vera L. B. de Souza e Beatriz Rizzini, sob a supervisão de Carlos Toledo Rizzini. 2ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1985. 724 p. il.

REIN, W.H.; WRIGHT, R.D. & SEILER, J.R. Propagation medium moisture level influences adventitious rooting of woody stem cuttings. J. Amer. Soc. Hort. Sci., v. 116, n. 4, p. 632-636, 1991.

REZENDE E SILVA, C.R. Produção de mudas de figueira. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 9(102):30, junho 1983a.

REZENDE E SILVA, C.R. Produção de mudas de marmeleiro. Inf. Agropec., Belo Horizonte, 9(102):31, junho 1983b.

RIBEIRO, A.A. & SÃO JOSE, A.R. Efeitos do fitormônio IBA no enraizamento de estacas de romãzeira. Rev. bras. Frut., Cruz das Almas, 13(1), 157-159, out. 1991.

ROBERTS, A.N. & FUCHIGAMI, L.H. Seasonal changes in auxin effect on rooting of douglas/fir stem cuttings as related to bud activity. Physiol. Plant., 28:215-221, 1973.

- RODRIGUES, V.A. Propagação vegetativa de Aroeira *Schinus terebinthifolius* Raddi, Canela-sassafrás *Ocotea pretiosa* Benth & Hook e Cedro *Cedrela fissilis* Vellozo através de Estacas Radiciais e Caulinares. Curitiba: UFPr, 1990. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- ROSA, L. S. Influência de diferentes concentrações de ácido indol-3-butírico e do tamanho da estaca na formação de raízes adventícias em *Carapa guianensis* Aubl. In... Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Florestal Brasileiro. Curitiba: SBS-SBEF, v. 2, p. 432-434, set. 1993.
- ROUT, G.R.; SAMANTARAY, S.; ROUT, M.C. & DAS, P. Metabolic changes during rooting in stem cuttings of *Casuarina equisetifolia* L.: effects of auxin, the sex and the type of cutting on rooting. *Plant Growth Regulation*, 19:35-43, 1996.
- SHIEMBO, P.N.; NEWTON, A.C. & LEAKEY, R.R.B. Vegetative propagation of *Irvingia gaborensis*, a West African fruit tree. *For. Ecol. Manag.*, 87(1-3):185-192, 1996.
- SILVA, I.C. Propagação vegetativa de *Ocotea puberula* Benth & Hook e *Ocotea pretiosa* Nees pelo método da estaquia. *Floresta*, Curitiba, 20(1,2):24, 1990.
- SILVA, I.C. Propagação vegetativa: aspectos morfo-fisiológicos. Itabuna: CEPLAC, 1985. 26 p. (Boletim técnico, 4).
- SMITH, N.G. & WAREING, P.F. The rooting of actively growing and dormant leafy cuttings in relation to endogenous hormone levels and photoperiod. *New Phytol.* 71:483-500, 1972.
- SMYERS, R. & STILL, S.M. Non-rootability of mature red oak and black walnut stem cuttings. *Proc. Int. Plant Prop. Soc.*, 24(4):8-9, 1978.
- SOUZA, F.X.; ALMEIDA, F.C.G.; CORRÊA, M.P.F. & ALMEIDA, F.A.G. Enraizamento de estacas de caule juvenil de cajueiro 'anão-precoce' (*Anacardium occidentale* L.). *Rev. Bras. Frut.*, Cruz das Almas, 14(3):59-65, 1992.
- SOUZA, S.M. & FELKER, P. The influence of stock plant fertilization on tissue concentrations of N, P and carbohydrates and the rooting of *Prosopis alba* cuttings. *Forest Ecology and Management*, 16:181-190, 1986.
- STOUTEMEYER, V. T. Hardwood cuttings. *The Plant Propagator*, 15(3):10-14, 1969.

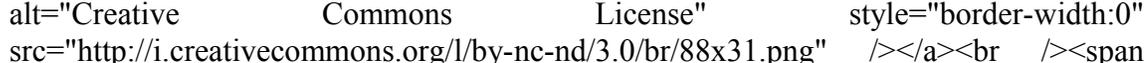
- SUN, W. & BASSUK, N. Stem banding enhances rooting and subsequent growth of M.9 and MM.106 apple rootstock cuttings. *Hortscience*, 26(11):1368-1370, 1991.
- SVENSON, S.E. & DAVIES Jr., F.T. Change in tissue mineral elemental concentration during root initiation and development of Poinsettia cuttings. *Hortscience*, 30(3):617-619, jun.1995.
- SVENSON, S.E. Rooting and lateral shoot elongation of verbena following benzilzminopurine application. *Hortscience*, 26(4):391-392, 1991.
- TUKEY JR., H.B. Back to the basics of rooting. *Proc. Inter. Plant Prop. Soc.*, p. 422-427, 1977.
- VALENTE, J.C.; PEREIRA, F.M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. & PERECIN, D.. Estudo de diferentes formas de conservação de estacas lenhosas de figueira (*Ficus carica* L.). Científica, São Paulo, 11(1):51-55, 1983.
- VASTANO Jr., B. & BARBOSA, A. P. Propagação vegetativa do piquiá (*Caryocar villosum* Pers.) por estaquia. *Acta Amazônica*, vol. 13, n. 1, p. 143-148, 1983.
- VAZ, A.M.S.F. & MARQUETE, R. Espécies de *Bauhinia* L. (Leguminosae – Caesalpinioideae) de Brasília, Distrito Federal, Brasil. *Rev. Bras. Bot.*, 16(1):101-113, 1993.
- VIEITEZ, E. & PEÑA. Seasonal rhythm of rooting of *Salix atrocinerea* cuttings. *Physiol. Plant.*, 21:544-555, 1968.
- VIERSKOV, B. A relationship between length of basis and adventitious root formation in pea cuttings. *Physiol. Plant.*, 42:146-150, 1978.
- VIERSKOV, B. Relations between carbohydrates and adventitious. In: Adventitious root formation in cuttings. Davis, T.D.; Haissig, B.E. & Sankla, N. editores. Portland, Oregon: Dioscorides Press, p. 102-116, 1988. 315p.
- VIERSKOV, B.; ANDERSEN, S. & ERIKSEN, E.N. Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum*. I. Carbohydrate and nitrogen content in pea plants and cuttings grown at two different irradiances. *Physiol. Plant.*, 55:167-173, 1982.
- WALTER, B.M.T. Distribuição espacial de espécies perenes em uma Mata de Galeria inundável no Distrito Federal: florística e fitossilogia. Tese de Mestrado. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 1995.

WOJTUSIK, T.; BOYD, M.T. & FELKER, P. Effect of different media on vegetative propagation of *Prosopis juliflora* cuttings under solar-powered mist. *Forest Ecology and Management*, 67(1-3):267-271, 1994.

YUNCKER, T.G. The Piperaceae of Brazil. In: HOEHNEA. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Instituto de Botânica, vol. 3, dez. 1973.

ZANI FILHO, J. & BALLONI, E.A. Enraizamento de estacas de *Eucalyptus*: efeitos do substrato e do horário de coleta do material vegetativo. *IPEF*, Piracicaba, 40:39-42, dez. 1988.

ZHANG, H.; GRAVES, W.R. & TOWNSEND, A.M. Water loss and survival of stem cuttings of two maple cultivars held in subirrigated medium at 24 to 33 °C. *Hortscience*, 32(1):129-131, feb. 1997.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/br/> <http://i.creativecommons.org/l/by-nc-nd/3.0/br/88x31.png>
 xmlns:dc="http://purl.org/dc/elements/1.1/" href="http://purl.org/dc/dcmitype/Text" property="dc:title" rel="dc:type">ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE SEIS ESPÉCIES NATIVAS DE MATA DE GALERIA: Bauhinia rufa (Bong.) Steud., Calophyllum brasiliense Camb., Copaifera langsdorffii Desf., Inga laurina (Sw.) Willd., Piper arboreum Aubl. e Tibouchina stenocarpa (DC.) Cogn. by xmlns:cc="http://creativecommons.org/ns#" property="cc:attributionName">Mary Naves da Silva is licensed under a <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/br/>>Creative Commons Atribuição-Uso Não-Comercial-Vedada a Criação de Obras Derivadas 3.0 Brasil License.