



**MEMÓRIA**

**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**Inibidores da síntese de etileno no enraizamento de estacas de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke.**

**EDNILSON ALVES FIGUEIREDO**

ORIENTADOR: M.Sc. EDUARDO OSSAMU NAGAO

CO-ORIENTADOR: Eng. Agrônomo VICENTE H. DE FIGUEIREDO NETO

CO-ORIENTADOR: M.Sc. FRANCISCO ADILSON DOS S. PARRA

T  
014/98

Monografia apresentada à  
Faculdade de Ciências Agrárias  
da Universidade do Amazonas,  
para a obtenção do grau de  
Engenheiro Agrônomo.

Manaus

Estado do Amazonas - Brasil

novembro de 1998

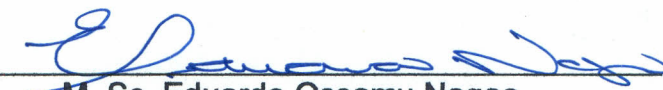
**UNIVERSIDADE DO AMAZONAS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**COORDENAÇÃO DO COLEGIADO DO CURSO DE AGRONOMIA**

**PARECER**

A banca examinadora composta pelos professores Eduardo Ossamu Nagao, Vicente Haroldo de Figueiredo Moraes e Francisco Adilson dos Santos Hara esteve reunida no dia 25 de novembro de 1998 para analisar a monografia do Acadêmico Ednilson Alves Figueiredo, intitulada "Inibidores da síntese de etileno no enraizamento de estacas de guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke)".

Após a análise do referido trabalho, esta banca concluiu que o mesmo apresenta as características técnico-científicas de uma monografia, atendendo desta forma as exigências do Art. 5.º da resolução 015/86 do Conselho de Ensino e Pesquisa.

Este é o nosso parecer.



M. Sc. Eduardo Ossamu Nagao  
Orientador  
Prof. Assistente DB/ICB/FUA



Eng. Agrônomo Vicente Haroldo de F. Moraes  
Co-orientador



M. Sc. Francisco Adilson dos S. Hara  
Co-orientador  
Membro

A minha mãe Cleonice  
Figueiredo, aos meus

A minha mãe Cleonice Alves Figueiredo, aos meus filhos Emerson Marcelo e Anderson Marcelo, as três pessoas mais especiais em minha vida.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Quero agradecer aos amigos e familiares que sempre estiveram ao meu lado, especialmente a minha mãe, o meu pai e os meus irmãos, pelo apoio e incentivo.

Agradeço ao Sr. Fernando Costa e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio.

Agradeço ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio.

Agradeço ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio.

## **OFEREÇO**

Agradeço ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio.

Nos diferentes caminhos  
que a vida nos leva,  
encontramos pessoas  
que nos fazem sorrir,  
que nos suavizam os fardos,  
que nos confortam nas dores,  
que nos entusiasmam na desesperança,  
que não nos abandonam no meio do caminho,  
e com as quais sempre podemos contar.  
A essas pessoas, anjos e flores de nossa vida,  
podemos realmente, convictamente, chamar de  
amigos.

## **Agradeço**

A Deus meu maior amigo  
Daniel de Menezes  
Valdemir Câmara  
Aguimar Vasconcelos.

Agradeço ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio.

Agradeço ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio, e ao Sr. João Aguiar, pela ajuda e apoio.



## AGRADECIMENTOS

O autor expressa seus agradecimentos a todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização do presente trabalho e, de maneira especial, às seguintes pessoas e Instituições :

- Professor M.Sc. Eduardo Ossamu Nagao, Eng. Agro. Vicente Haroldo Figueiredo Moraes, M.Sc. Firmino José do Nascimento Filho e Professor M.Sc. Francisco Adilson dos S. Hara, pelas correções e sugestões;
- Daniel de Menezes Azevedo pelo companheirismo, críticas construtivas e suas colaborações marcantes na melhor coerência do texto;
- Ao senhor Bartolomeu Ferreira, Maria Lúcia, Bartolomeu Junior, Dayana de Menezes, Daniely de Menezes, pelo apoio moral e conselhos prestados durante a fase final de minha formação acadêmica;
- A Dalva Schulz pelo amor e carinho e Danilo, pela amizade e convívio;
- À Embrapa - pela oportunidade concedida para realização do curso;
- À Embrapa Amazônia Ocidental, em especial aos doutores João Luiz Hartz "in memoriam", Eduardo Vilella, Luiz Antelmo, Edson Barcelos, Eng. Agro. Gilvan Martins e Rosildo Simplicio, pelo estímulo e confiança;
- Aos mestres Ernesto Serra Pinto, Ari de Freitas Hidalgo, Neliton Marques pelos ensinamentos;
- À Biblioteca da Embrapa Amazônia Ocidental, nas pessoas de Robenizia Oliveira Gomes, Maria Iranilda A. Almeida, e aos demais funcionários desse setor, pela dedicação no atendimento;
- À colega Ana Rita Farias Lopes, pela tradução das publicações;
- Aos colegas da Universidade do Amazonas, em especial ao da Faculdade de Ciências Agrárias;
- Aos colegas da Embrapa Amazônia Ocidental; e
- A todos os meus sinceros agradecimentos e gratidão.

# ÍNDICE

## LISTA DE PALAVRAS

	paginas
LISTA DE FIGURAS.....	V
LISTA DE TABELAS.....	VI
LISTA DE QUADROS.....	VI
RESUMO.....	VII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO LITERATURA.....	4
2. 1. MATERIAL VEGETATIVO.....	4
2. 1. 1. ORIGEM.....	4
2. 2. PROCESSO DE ESTAQUIA.....	5
2. 3. REGULADORES DE CRESCIMENTO.....	6
2. 4. INIBIDORES DA SÍNTESE DE ETILENO.....	8
2. 5. BASES ANATÔMICAS DO ENRAIZAMENTO.....	9
2. 6. BASES FISIOLÓGICAS DO ENRAIZAMENTO.....	13
2. 7. FATORES QUE INFLUENCIAM NO ENRAIZAMENTO.....	14
2. 7. 1. ETILENO.....	15
2. 7. 2. UMIDADE.....	16
2. 7. 3. LUZ.....	17
2. 7. 4. TEMPERATURA.....	18
2. 7. 5. SUBSTRATO.....	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	19
3. 1. TESTE DE AMIDO COM LUGOL E COMPARAÇÃO COM O ANEL DE ESCLERÊNQUIMA DO FLOEMA DE CLONES DE FÁCIL ENRAIZAMENTO.....	21
4. RESULTADO E DISCUSSÃO.....	23
4. 1. SENESCÊNCIA FOLIAR E PERCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO	23
4. 2. NÚMERO DE RAÍZES.....	25
4. 3. TESTE COM AMIDO E ANEL DE ESCLERÊNQUIMA DE FLOEMA	27
4.4. TRATAMENTO EXTRA, SEM REPETIÇÃO.....	29
5. CONCLUSÕES.....	30
6. SUGESTÕES.....	31
7. BIBLIOGRAFIA.....	32

## LISTA DE FIGURAS

	Paginas
Figura 1. Inibidores da Síntese de Etileno no Enraizamento de Estacas de Guaraná.....	24
Figura 2. Ensaio com palito embebido em solução de AIB. Notar que as raízes formam-se apenas na base da estaca.....	40
Figura 3. Corte transversal do caule. Detalhe do anel caulinar de esclerênquima do floema, com espessura muito variável em estacas de <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> .....	41
Figura 4. Senescência foliar precoce em estacas de <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> .....	42
Figura 5. Efeito de AIB + 1.2 ppm de $\text{CoSO}_4$ no enraizamento de estacas de <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> .....	43
Figura 6. Efeito de AIB + 1.600 ppm de Thiabendazol no enraizamento de estacas de <i>Paullinia cupana</i> var. <i>sorbilis</i> .....	44

## LISTA DE TABELAS

	Paginas
Tabela 1. Valores médios de números de raízes em função dos tratamentos com AIB, Thiabendazol e Sulfato de Cobalto.....	26

## LISTA DE QUADROS

	Paginas
Quadro 1. Análise de Variância para percentagem de enraizamento de estacas do clone CMA-196 a 5% de probabilidade.....	23
Quadro 2. Análise de Variância número de raízes em estacas do clone CMA-196.....	26

## RESUMO

O guaranazeiro é uma das espécies de maior potencialidade econômica na Amazônia. O Brasil é o único país do mundo a produzir comercialmente o guaraná, no entanto sua produção à nível nacional encontra-se baixa. Desde o ano de 1977 a Embrapa Amazônia Ocidental escolheu como uma das estratégias para resolver esse problema, selecionar clones resistentes às principais pragas, doenças e com produção acima de 1kg/planta/semente seca. Dentre os clones selecionados, o CMA-196 enquadra-se com o desejado, porém apresenta uma baixa taxa de enraizamento. O presente trabalho teve como objetivo verificar o efeito do ácido indolbutírico associado a inibidores da síntese de etileno para melhorar o índice de enraizamento. O estudo foi desenvolvido no viveiro de formação de mudas e no Laboratório de Fisiologia Vegetal da Embrapa Amazônia Ocidental. O experimento foi acompanhado semanalmente e os parâmetros avaliados foram percentagem de enraizamento, número médio de raízes e presença de amido. De acordo com os resultados apresentados não houve diferença significativa entre os tratamentos, porém observou-se que as estacas das extremidades apical apresentaram um percentual de enraizamento maior que as basais. Também notou-se um efeito nítido do  $\text{CoSO}_4$  no tratamento de maior concentração em retardar a senescência foliar das estacas. Quanto ao amido o clone CMA-196, apresenta baixa reserva de amido em relação aos outros clones com índice de enraizamento ótimo; embora não se possa assegurar que esse seja o fator do mau enraizamento. Os resultados obtidos sugerem novos ensaios com outros inibidores da síntese de etileno mais eficientes, bem como a separação dos tratamentos com estacas basais e apicais e associação da aplicação da auxina com palitos com inibidor da síntese de etileno

## 1. INTRODUÇÃO

O guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), é uma planta perene, nativa da Amazônia brasileira. Pertence a divisão das Angiospermas, classe Dicotiledônea, família Sapindaceae (DUCKE, 1935).

*P. cupana* var. *sorbilis* é uma das espécies de maior potencialidade econômica na Amazônia, cultivada desde a época pré-colombiana por diversas tribos indígenas, entre as quais os Maués que sempre se destacaram com o seu cultivo (NASCIMENTO FILHO, 1988).

O Brasil é o único país do mundo a produzir comercialmente o guaraná, sendo os Estados da região norte os maiores produtores, contribuindo com cerca de 80% da produção nacional (CORRÊA, 1989). No entanto, dados recentes mostram que a produção média do Amazonas vem caindo em relação aos demais Estados produtores, embora continue a ser o estado brasileiro com a maior área plantada de guaranazeiro, cerca de quatro mil hectares. A Bahia, que tem uma área plantada menor, 3 mil ha, já tomou a dianteira na produção do fruto (TORRES, 1998). Entretanto alguns fatores são

limitantes ao incremento da produtividade dos guaranazais, destacando-se a alta heterogeneidade, origem do material propagativo, problemas fitossanitários, manejo incipiente e sistema de cultivo (CORRÊA *et al.*, 1983).

Segundo NASCIMENTO FILHO (1988) a Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus - atualmente Embrapa Amazônia Ocidental, escolheu como uma das estratégias para resolver o problema da baixa produtividade a seleção de materiais resistentes as principais doenças e com produção acima de 1 kg/planta/semente seca. Levando-se em consideração que a propagação por semente é uma das responsáveis pela alta variabilidade genética, decidiu-se fazer a propagação vegetativa dos materiais selecionados para se conseguir plantações mais uniformes. O mesmo autor nas avaliações efetuadas constatou que os níveis de sobrevivência destas mudas foram irregulares e não satisfatórios para um número considerável de materiais.

Um dos métodos utilizados para aumentar o rendimento da cultura é a seleção de matrizes altamente produtivas, que forneçam estacas para formação de clones. O processo de propagação vegetativo tem importância especial para as culturas que apresentam alta desuniformidade em função de sua forma de reprodução (HARTMANN & KESTER, 1979).

CORRÊA, (1983) afirma que a reprodução vegetativa do guaranazeiro permitirá a avaliação agrônômica de clones que poderão apresentar índices elevados de produção e boas características de desenvolvimento vegetativo e resistência a doenças, com possibilidade de promover desta forma um incremento substancial da produção comercial.

Dentre os clones selecionados pela Embrapa Amazônia Ocidental, o CMA-196 se destaca com produção acima do desejado 1 kg/planta/ semente seca/ano, resistente a pragas e doenças, todavia este clone apresenta problemas de enraizamento.

Os clones com taxas muito baixas de enraizamento apresentam senescência precoce generalizada das folhas, o que sugere um efeito da estimulação da produção de etileno pelo tratamento com auxína, para indução de rizogênese. Em hipótese foi testado no presente trabalho com aplicação do Thiabendazol, 2 - (4- thiazolil) - benzimidazole e sulfato de cobalto  $\text{CoSO}_4$ , como inibidores da síntese de etileno.



## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2. 1. MATERIAL VEGETATIVO

#### 2. 1. 1. ORIGEM

O guaraná é uma planta perene, trepadeira e nativa da Amazônia brasileira. Pertencente a divisão das Angiospermas, classe Dicotiledôneas, ordem Sapindales, família Sapindaceae, gênero *Paullinia*, secção *Pleuroechus*, espécie cupana, variedade cupana (*P. cupana* var. *cupana* H.B.K) e a variedade sorbilis (*P. cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). A variedade sorbilis corresponde ao guaraná do Brasil e a variedade cupana ao da Venezuela. O gênero *Paullinia* é predominantemente americano, estendendo-se desde do México e Sul dos E.U.A até a Argentina (LLERAS, 1984). A primeira notícia que se tem do guaraná data de 1669 fornecida pelo

missionário BETENDORF, da Companhia de Jesus no Maranhão que encontrou-o entre os índios Andirás.

*P. cupana* H.B.K. é uma das espécies de maior potencial econômico na Amazônia. Seu cultivo data desde à época pré - colombiana, por diversas tribos indígenas, entre as quais os Mawé e Andirá, no Baixo Amazonas, cultivando a variedade *sorbilis*, e os Baré, no Alto Rio Negro, cultivando a variedade *cupana*.

O *cupana* (*P. cupana* var. *cupana* H.B.K.), antes conhecido por *typica*, foi incorporado aos hábitos alimentares dos colonizadores e viajantes do Alto Rio Negro, porém o seu consumo ficou restrito ao seu habitat natural.

Por outro lado, o guaraná (*P. cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke), encontrado no Baixo Amazonas, foi amplamente aceito desde a chegada dos primeiros colonizadores e seu uso foi largamente difundido a outras áreas, passando a ser usado no mercado de refrigerantes.

## 2. 2. PROCESSO DE ESTAQUIA

Enraizamento por estaquia tem como principal inconveniente, a produção de plantas menos vigorosas que as de pé - franco, ou enxertados, em consequência do sistema radicular fasciculado inadequado às condições de alguns climas e solos principalmente onde ocorrem períodos prolongados de estiagem. Essa técnica, de certa forma, tem sido estudada, mas apresenta resultados experimentais bastante contraditórios (ALMEIDA *et al.*, 1979).

A reprodução vegetativa permite que toda a informação genética da planta mãe seja transmitida à nova planta, por ser evitada a segregação do DNA (GARDNER, 1941 *apud* por GIACOMETTI, 1979), sendo de fundamental

importância para as espécies frutíferas, porque a constituição genética da maioria das cultivares é altamente heterozigótica, e as características próprias são imediatamente perdidas se forem propagadas por sementes (HARTMANN & KESTER, 1967).

Desde 1977, na UEPAE de Manaus (Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Estadual de Manaus), foram iniciados estudos sobre enraizamento de estacas de guaraná, utilizando-se o ácido indolbutírico como estimulante, com o objetivo de selecionar indivíduos superiores, já que a integridade dos caracteres podem ser mantidos através da reprodução agâmica (CORRÊA & STOLBERG, 1981; CORRÊA *et al.*, 1983, *apud* MENDONÇA, 1991), segundo esses autores os resultados têm sido satisfatórios, tendo algumas plantas já evidenciado seu potencial produtivo precocemente, embora o sistema tradicional de formação de mudas por sementes seja ainda o método mais empregado. Vale adiantar, entretanto, que comparativamente, a produção de mudas pelo processo de enraizamento de estacas com uso de fitormônios, permite obter mudas aptas ao plantio com 6 a 7 meses, ao passo que as oriundas de sementes levam 10 a 12 meses. Embora encontra-se indivíduos de pé franco com produção elevada, a produção média dos plantios com mudas de sementes é muito inferior à dos clones.

## 2. 3. REGULADORES DE CRESCIMENTO

AUDUS, (1963) cita os ácidos indol - 3 - acético, indol - 3 - butírico e naftaleno acético, como sendo as auxínicas mais comumente utilizadas no enraizamento de estacas.

Dentre os 3 ácidos, o mesmo autor considera como sendo o mais indicado para uso prático, o ácido indol - 3 - butírico por sua baixa mobilidade

e maior estabilidade química no corpo da estaca. Faz certas restrições ao uso do ácido indol - 3 - acético, devido à sua baixa estabilidade química e uma alta mobilidade que pode levá-lo às porções superiores das estacas, o que pode resultar na inibição do desenvolvimento das gemas laterais.

O termo mobilidade normalmente é aplicado para indicar a maior ou menor facilidade de difusão própria da substância, mas AUDUS (1963) admite que no caso das auxínicas aplicadas exogenamente às estacas, os deslocamentos para as porções superiores destas ocorram principalmente pela corrente ascendente determinada pela transformação.

Segundo HARTMANN & KESTER (1967) a quantidade de auxínicas requerida para o estímulo do enraizamento das estacas assim como para outros tipos de respostas é medido em partes por milhão (ppm). A concentração dos preparados contendo as auxínicas para a aplicação nas estacas, varia conforme o tipo destas estacas e com a espécie: as estacas mais tenras requerem concentrações baixas; as mais lignificadas e as estacas de espécies de difícil enraizamento, concentrações mais altas.

KOMISSAROV (1969) *apud* IRITANI, (1981) informa que o uso das auxínicas pode acelerar o processo de iniciação radicial, mas dependendo das condições fisiológicas das estacas, pode resultar na formação de raízes não funcionais. Este fenômeno é freqüentemente observado nas espécies de fácil enraizamento: o tratamento das estacas com AIA causa o aparecimento de inúmeras raízes não ramificadas ao longo da estaca. A maior parte delas morrem após o transplante, causando também a morte da estaca não só pelo esgotamento das reservas mas também pela falta de efetividade na absorção.

BONNER & GALSTON (1973) consideraram que o estímulo para a formação de raízes adventícias é acionado pela auxínicas e a concentração necessária para tal é maior que a que determina o alongamento da raiz e das gemas.

HARTMANN & KESTER (1974) verificaram que os co-fatores de enraizamento são compostos fenólicos que, exercem controle sobre a atividade das enzimas capazes de inativar as auxinas por oxidação.

## 2. 4. INIBIDORES DA SÍNTESE DE ETILENO

Até o momento nenhum estudo foi realizado com estacas de guaraná, considerando a associação do ácido indolbutírico a inibidores como: Thiabendazol (2 - (4 - Thiazolil) - benzimidazole) e o sulfato de cobalto ( $\text{CoSo}_4$ ), que segundo APELBAUM & KATCHANSKY (1978) e GROVER & PURVER (1976) *apud* MORAES, (1982) são inibidores da síntese de etileno.

O Thiabendazol foi originalmente desenvolvido como anti-helmíntico, em 1962; somente em 1968 foi introduzido como fungicida para controle de doenças de plantas, com o nome comercial de TECTO, MERTECT e STORITE.

MORAES, (1982) trabalhando com indução de raízes laterais em pivotantes de mudas palitos de seringueiras pelo 2,4-D associado ao thiabendazol, encontrou que o peso seco das raízes laterais suplantou o tratamento AIB 1000 ppm, enquanto com os tratamentos de 2,4-D sem thiabendazol houve morte de todas as plantas, que prova indiretamente que efeito herbicida do 2, 4 - D é devido ao excesso de produção de etileno, reconhecido como principal fator hormonal da senescência e morte dos tecidos vegetais.

## 2. 5. BASES ANATÔMICAS DO ENRAIZAMENTO

Segundo CLARK (1981) as pesquisas tem-se concentrado em quatro áreas principais: anatomia do caule, níveis de co-fatores de enraizamento, níveis de inibidores endógenos de enraizamento e presença de iniciais pré-formados. Os níveis de co-fatores e as características anatômicas da estaca são, provavelmente, os mais importantes, em decorrência de haver poucas evidências de um papel limitante, extremo, de inibidores, podendo o enraizamento ser deprimido, mas não excluído na presença desses. Iniciais pré-formados ocorrem em algumas espécies, mas não em outras.

A formação de primórdios radiculares tem lugar no tecido do floema secundário jovem ou de outros tecidos, como o câmbio, raios vasculares e medula. Nas estacas de plantas lenhosas, a formação das raízes adventícias ocorre comumente no tecido do floema, geralmente em um ponto correspondente ao raio vascular. Em estacas de plantas herbáceas, a formação de raízes adventícias ocorrem fora e entre os feixes vasculares (JANICK, 1966).

(CAMERON & THOMPSON (1969), *apud* GARCIA, 1988). Nas coníferas podem originar-se do câmbio, floema, raios vasculares, traços foliares, ramificações, parênquimas ou do calo.

Segundo SHIMOYA *et al.* (1971) *apud* GARCIA (1988) os pontos onde se originam as raízes encontram-se próximos ao floema, porque este é o que conduz as substâncias promotoras de enraizamento, produzidas nas folhas. As células que formam estes pontos primordiais rizogênicos são meristemáticas e entram em intensa multiplicação, desde que as condições sejam favoráveis. Em algumas estacas, há uma camada bastante espessa de fibras do floema, que se localizam por fora deste tecido condutor. Nessas

estacas, o enraizamento é mais difícil, porque este tecido, rico em fibras, tornam-se facilmente lignificados, reduzindo o número de células com capacidade para formar raízes.

Uma outra abordagem, referente à maior capacidade de enraizamento de tecidos juvenis, é que o amadurecimento e a diferenciação dos tecidos secundários podem reduzir lentamente a predisposição de células, dentro de uma estaca, para promover a diferenciação radicular. Essa diminuição de predisposição pode ser explicada sob o ponto de vista do metabolismo dos fenóis. Ramos maduros de *Hedera helix*, difíceis de enraizar, apresentam níveis menores de fenóis livres do que ramos juvenis, de fácil enraizamento. A mudança no metabolismo de fenóis, associado com o amadurecimento ou aumento na taxa de lignificação, poderia reduzir ou impedir a predisposição das células para iniciar o primórdio radicular, se isso reduzisse a síntese do conjugado auxína - fenol, pela limitação do suprimento adequado de fenóis, desviado para a síntese de lignina (GIROUARD, 1969). Essas variações no metabolismo poderiam, também, ser um sinal de variações qualitativas no sistema de enzimas como, por exemplo, a perda de enzimas específicas que sintetizam o conjugado auxína - fenol (HAISSING, 1974 a).

Além das diferenças entre plantas e da influência do seu estado fisiológico, dentro de uma mesma planta existem variações marcantes entre a posição do ramo na planta e o tipo de madeira escolhido e a capacidade de enraizamento. As diferenças existem entre plantas individuais, procedentes de semente, entre os ramos laterais e terminais (SMITH *et al.*, 1956) entre madeira vegetativa e material em florescimento e entre as partes do ramo que se destinam à propagação (PORLINGIS & THERIOS, 1976). Neste último caso, normalmente as estacas de base enraízam com maior facilidade, mas isso não é regra geral (HARTMANN & KESTER, 1976). Isso se evidencia em decorrência das diversas fases de crescimento, as quais se manifestam em órgãos, separadamente.

Quando se propaga um ramo particular de uma árvore, este não perde a qualidade original. Esse fenômeno é denominado topófise e representa a herança vegetativa de caracteres adquiridos durante a ontogênese da planta (BORCHERT, 1976; DE MUCKADEL, 1954; PERRY & VINES, 1972), detectaram o efeito da posição do ramo no enraizamento de estacas da *Magnolia grandiflora*, em conjunção com a idade ontogenética da planta. Em tecidos juvenis, o ramo terminal da copa produziu maior percentagem de estacas enraizadas do que os ramos laterais, enquanto em tecidos adultos ocorreu o oposto.

A presença ou ausência de certas características anatômicas, tais como anel de esclerênquima, pode influir na capacidade de enraizamento das estacas. As raízes adventícias de gimnospermas e de dicotiledôneas originam-se de primórdios radiculares pré-formados durante o desenvolvimento dos ramos ou das estacas (de ramos e folhas), que não diferenciaram primórdios de raízes adventícias durante o seu desenvolvimento normal. A este último tipo de raízes dá-se o nome de “induzidas”, em distinção daqueles pré-formadas (HAISSING, 1974 b).

Algumas pesquisas têm sugerido que o tecido esclerenquimático, em caules, constitui obstáculo mecânico para a emergência de raízes e que esse tecido obstrui o seu crescimento (GOODIN, 1965; DOUD & CARLSON, 1977; VIEITEZ & VIEITEZ, 1976; MAHLSTEDE & WATSON, 1952). Entretanto, a redução na habilidade de enraizamento de estacas que contém grandes quantidades de esclerênquima, ou os padrões de desenvolvimento que levam a sua formação, constitui uma barreira fisiológica, ao invés de física, à iniciação de raízes.

Segundo MENDONÇA (1990) no guaranazeiro existe um anel de esclerênquima, formado por vários estratos celulares chegando a ocupar cerca de 1/3 do córtex, nos lóbulos. Esta estrutura possivelmente em algumas espécies pode constituir uma barreira anatômica para o enraizamento.



Para CASTRO (1972) *apud* MENDONÇA (1990) as estacas de guaraná apresentam dificuldade para enraizar. Possivelmente, o anel de esclerênquima é uma barreira na emissão da raiz, mas com certeza não é a principal causa do índice muito baixo de enraizamento. Reportando a HARTMANN & KESTER (1979) considera-se ser mas provável que o enraizamento esteja relacionado mais diretamente com a formação efetiva das células iniciais da raiz, que com a restrição mecânica do anel de esclerênquima que impede a emissão das raízes. A facilidade ou não na formação de raízes adventícias em estaca tem mais a ver com aspectos fisiológicos, embora o aspecto estrutural não deva ser descartado.

MENDONÇA (1991) mostrou que a extremidade basilar da estaca de guaraná após o tratamento com fitormônios sofre um entumescimento, pela formação de um tecido caloso, amorfo, que reveste toda a extremidade. Externamente, forma uma série de projeções digitiformes, facilmente descartáveis. Posteriormente em alguns pontos deste tecido, iniciam-se os primórdios da raiz, que pode ser um ou vários ao mesmo tempo, com desenvolvimento diferente, progredindo as vezes somente um, até a formação da raiz.

Grandes quantidades de tecido esclerenquimático não podem, por si sós, explicar a dificuldade de enraizamento, pelo menos como uma barreira mecânica (BEAKBANE, 1961), não sendo essa barreira única, ou mesmo a maior causa da falha de enraizamento, desde que, em muitas plantas, não se verifique impedimento mecânico de tecido esclerenquimático à emergência de raízes (GIROUARD, 1967 a, b; SACH, LORETI & DE BIE, 1964). Provavelmente estão envolvidos mecanismos de biossíntese de lignina, por intermédio de compostos fenólicos, formando estes compostos insuficientes para impedir o processo de enraizamento.

Segundo HAISSING (1982) é preciso enfatizar que o potencial de enraizamento aumenta com a predisposição das estacas ao enraizamento. As estacas estão predispostas ao enraizamento após o alcance de um estado

anatômico e fisiológico mínimo. O status morfológico e fisiológico é que torna certas células completamente progenitoras de raízes, e a ontogenia dessas células e a natureza dessa competência permanecem obscuras.

## 2. 6. BASES FISIOLÓGICAS DO ENRAIZAMENTO

Hormônio são reguladores produzidos pelas plantas que em baixa concentração regulam seus processos fisiológicos. Usualmente eles se movem na planta de um sítio de produção a um sítio de ação (MAHLSTEDE & HABER, 1957).

Auxína é uma substância promotora de crescimento, produzida nas gemas apicais e folhas novas e transportada até as raízes. Está envolvida na síntese de proteínas e promove o alongamento das células a certa distância do ápice. Quando aplicada em estacas, o aumento da sua concentração produz um efeito estimulador no enraizamento, até certo nível, apartir do qual é inibitório (ALVARENGA & CARVALHO, 1983).

Os carboidratos que resultam de atividade fotossintética das folhas contribuem na formação das raízes adventícias das estacas, embora o efeito estimulador do enraizamento se deva principalmente à auxína (HARTMANN & KESTER, 1967).

A indução de iniciação de primórdios de raízes adventícias, ou sua formação mais abundante, requer a participação de co-fatores, em conjunção com auxínas, em muitas espécies. Os co-fatores ou sinergistas muitas vezes permitem ou aumentam a iniciação e o desenvolvimento do primórdio de raiz, induzindo por auxína (BHATTACHARYA & KUMAR, 1980; JONES & HATFIELD, 1976).

GARCIA (1988) mostra que os inibidores endógenos atuam retardando o processo de crescimento e desenvolvimento das plantas. Muitas estacas de difícil enraizamento não formam raízes devido à presença de inibidores químicos que atuam em antagonismos à auxinas.

Também tem sido mostrado que o nível de inibidores endógenos aumenta com a idade da planta. Em *Eucalyptus*, PATON *et al.* (1970) encontraram uma relação quantitativa direta entre a diminuição na habilidade de enraizamento de estacas de caule e o aumento nos níveis de inibidores de enraizamento nos tecidos localizados na base da estaca. O inibidor achava-se presente somente nos tecidos adultos e ausentes nos juvenis. VIEITEZ & VIEITEZ (1976) constataram o mesmo comportamento em *Castanea sativa*, com estacas juvenis mostrando menor conteúdo de inibidores do que as adultas. LIPECKI & DENNIS (1972) não encontraram qualquer correlação entre níveis de inibidores e a resposta ao enraizamento, em estacas de maçã.

## 2. 7. FATORES QUE INFLUECIAM NO ENRAIZAMENTO

Para NIENSTAEDT *et al.* (1958) além das características anatômicas, morfológicas e fisiológicas da planta, a regeneração por estacas envolve uma manipulação cuidadosa de tratamentos químicos ou físicos, além do controle do meio que circunda a estaca. Um complexo de condições do meio é requerido para o processo vital e o enraizamento de estacas folhosas: água, pH, calor, luz, oxigênio, gás carbônico e substrato adequado para a formação de calos e raízes. O meio que circunda a estaca tem basicamente quatro funções: manter a estaca firme, reter e suprir a umidade, permitir aeração ao redor da base e suprir calor à base da estaca. Os fatores de maior importância são taxa de ar/água e o pH do meio.

ALVARENGA & CARVALHO (1983) consideraram que a presença de folhas em estacas contribui em diferentes aspectos para o processo de enraizamento. As substâncias produzidas nas folhas ou as reservas destas mesmas substâncias nas estacas são fatores necessários ao estímulo e à formação de raízes.

Diversos fatores, tanto internos quanto externos, influenciam na capacidade de enraizamento das estacas nas diferentes espécies existentes, as características das estacas, tais como carga genética, presença ou ausência de promotores ou inibidores de enraizamento, ausência de folhas e gemas, características anatômicas, bem como condições de época de coleta, são importantes na rizogênese. Além dessas, existem outros fatores do meio como temperatura, luz, umidade, constituintes atmosféricos e qualidades físicas do meio em que se encontram as estacas, que também afetam o enraizamento. Os fatores nutricionais e químicos assumem importância especial dentre os fatores internos (CUNHA, 1986).

### **2. 7. 1. ETILENO**

É um gás produzido pelos vegetais envolvido na senescência foliar e no amadurecimento dos frutos. O etileno é considerado tanto hormônio que inicia a maturação como um produto deste processo (AWAD, 1983)

O uso do termo hormônio para o etileno é uma prática aceita, embora considerações cuidadosas a respeito da definição do termo hormônio deixem o etileno fora da definição. O etileno é movido das plantas por se difundir na atmosfera que cerca a planta. A produção de etileno aumenta em órgãos feridos, folhas e frutos cortados, gemas dormentes, como também durante a senescência e abscisão de tecidos foliares e florais. É desconhecido o local exato da célula em que é produzido o etileno. Acredita-se que seja em

organelas celulares, as quais conteriam enzimas necessárias à síntese do etileno. O transporte do etileno ocorre através de tecidos vivos ou mortos. A produção de etileno por planta pode ser controlada por uma variedade de estímulos mecânicos, como separação de órgão, incisão, pressão. As substâncias químicas capazes de aumentar a produção de etileno pertencem a duas categorias : substâncias hormonais e substâncias fitotóxicas. Alguns herbicidas promovem produção de etileno e por isso são usados como desfolhantes (FERRI, 1986).

A concentração de etileno aumenta de forma drástica no período climatério, podendo este aumento anteceder ou não a elevação da taxa respiratória. Este comportamento gera controvérsias quanto o fato de ser ou não o etileno o iniciador do climatério, ou seja : se a sua produção endógena é ou não o sinal para desencadear as mudanças bioquímicas e fisiológicas que ocorrem no climatério. O etileno quando presente na câmara de armazenamento, tanto pode acelerar como causar desordem fisiológicas, dentre os quais : acelera a senescência e perda da cor verde em alguns frutos maduros, abscisão de folhas, brotamento em batatas. O efeito danoso do etileno pode ser minimizado por ventilação adequada, uso de filtros ou de  $\text{KMnO}_4$  (CHITARRA, 1990).

## 2. 7. 2. UMIDADE

A morte das estacas como resultado da dessecação, antes de atingir o enraizamento, é uma das causas principais do fracasso da propagação por estacas. A falta de raízes impede a absorção de água em quantidade suficiente, ao passo que as folhas continuam a perder água por transpiração. A remoção da folha é um método utilizado para evitar o excesso transpiração; contudo, não é aconselhável, visto que a presença das folhas estimula a formação de raízes. O uso de sistemas de nebulização conserva a

umidade relativa elevada, reduz a temperatura da folha e mantém uma película de água sobre elas, que também auxilia na redução de temperatura. Esse sistema é essencial para o enraizamento de estacas de plantas tropicais e subtropicais, em razão de ocorrência de altas temperaturas nessas regiões, onde nas horas mais quentes do dia, pode chegar a 34 °C, (STAHEL, 1947 *apud* GARCIA, 1988). A nebulização intermitente é, sem dúvida, indispensável para o enraizamento do eucalipto, em regiões tropicais e subtropicais, onde a transpiração foliar é muito intensa durante o dia.

Entretanto, alguns cuidados devem ser tomados, em vista da perda de nutrientes decorrente da lixiviação das folhas, quando estas são submetidas a nebulização por período prolongados. Esse mesmo sistema foi utilizado, com muito sucesso, para enraizar estacas de guaraná (MIRANDA, 1983) e estacas de pessegueiro, nectarina e de outras drupáceas, como ameixeira, amendoeira e damasqueiro, tendo-se conseguido até 100 % de enraizamento das estacas (NAKASU, 1979 *apud* GARCIA, 1988).

### 2. 7. 3. LUZ

A intensidade luminosa ideal relacionada com o fotoperíodo adequado para manutenção de uma taxa fotossintética razoável que garanta um suprimento de carboidratos suficiente para a sobrevivência e a iniciação radicial, varia com a espécie e somente pode ser determinada experimentalmente. A interferência deste fator torna-se um tanto complexa por que não só é importante o tratamento dado às estacas durante o período de enraizamento como também os resultados deste podem ser modificados pelas condições de luminosidade e fotoperíodo pelos quais se desenvolveram os materiais utilizados para a confecção das estacas. Entretanto, deve ser considerado principalmente o fator fotossíntese, e visando o mínimo de intensidade luminosa requerida pela maioria das espécies (IRITANI, 1981)

#### 2. 7. 4. TEMPERATURA

A temperatura pode regular a indução de raízes adventícias nas estacas, obtendo melhor enraizamento de estacas quando a temperatura do substrato é mantida a 3 - 5 °C acima da temperatura do ar; todavia, à noite, a temperatura do substrato e do ar podem baixar 3 - 4 °C em relação a temperatura diurna (KOMISSAROV, 1969 *apud* GARCIA, 1988).

Conforme JANICK (1966) a temperatura do substrato a 24°C facilita a formação de raízes por estimular a divisão celular na área do enraizamento, enquanto a parte aérea deve ser mantida fria, a fim de reduzir transpiração e a respiração. SYKES & WILLIAMS (1959) encontraram melhor enraizamento de estacas de vários arbustos ornamentais, quando a temperatura da base foi de 25 °C. Segundo HIGA (1983) o aquecimento do substrato vegetativo jovem e adulto de estacas de erva - mate. HUSAIN (1973) cita que a temperatura adequada para o enraizamento de espécies tropicais deva variar entre 30 a 32 °C.

#### 2. 7. 5. SUBSTRATO

Conforme HARTMANN & KESTER, (1967) e KOMISSAROV (1969) o meio ideal para enraizamento é o que proporciona porosidade suficiente para permitir uma boa aeração, retenção e drenagem de água. Os tipos mais comumente usados são: areia, sphagnum, vermiculita e terra. Para as estacas de madeira semi - mole e mole, esses autores recomendam areia ou um misto de areia/solo, areia/ sphagnum, areia/vermiculita em virtude da possibilidade da putrefação nesses tipos de estacas quando a umidade do substrato é muito alta.



### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi iniciado em 20 de maio de 1998, momento em que a fenologia das plantas de guaraná estavam mais favoráveis a coleta das estacas (lançamento do ano). A implantação deste trabalho foi realizado no viveiro de formação de mudas da Embrapa Amazônia Ocidental, localizado no km 24 rodovia Am-010 Manaus - Itacoatiara no estado do Amazonas, numa latitude de 03° 08' S e uma longitude de 60° 01' W GRW, com uma altitude de 44 m em relação ao nível do mar. O clima, segundo a classificação de Koppen, pertence ao grupo tropical chuvoso tipo Afi, com temperatura média do mês mais frio, superior a 18°C, e uma precipitação superior a 60 mm no mês mais seco (Boletim agrometeorológico, 1995).

Foram utilizados para a instalação do experimento lançamentos herbáceos do ano, coletados de plantas adultas entre às 5:00 e 7:00 horas da manhã. Após a coleta, os ramos foram acondicionados em baldes plásticos e mantidos úmidas, transportados até o viveiro, onde foram cortados em estacas de aproximadamente 20 cm de comprimento e 1,5 cm de diâmetro em média, deixando as estacas com pelo menos uma gema e dois folíolos basais cortados ao meio. A irrigação das estacas foi realizado através do sistema de nebulização intermitente (MIRANDA, 1983).



O veículo de aplicação dos tratamentos foi talco inerte de fácil aplicação possibilitando o plantio imediato das estacas. O preparo dos tratamentos foi realizado 24 horas antes do plantio. O ácido indolbutírico, o Thiabendazol e o Sulfato de Cobalto foram pesados e dissolvido em álcool etílico, em seguida a solução foi misturada ao talco, obtendo-se uma pasta homogênea que foi posta para secar em estufa à 40 °C por um período de 24 horas. Após a secagem, foi macerado em gral de porcelana, obtendo-se um pó homogêneo. A base da estaca foi umedecida e pressionada sobre o pó, de maneira que este aderi-se à superfície. As estacas foram submetidas aos seguintes tratamento :

- A - AIB 6.000 ppm (Testemunha)
- B - AIB 6.000 ppm + 400 ppm Thiabendazol
- C - AIB 6.000 ppm + 1.600 ppm Thiabendazol
- D - AIB 6.000 ppm + 6.400 ppm Thiabendazol
- E - AIB 6.000 ppm + 0,3 ppm de  $\text{CoSO}_4$
- F - AIB 6.000 ppm + 1,2 ppm de  $\text{CoSO}_4$
- G - AIB 6.000 ppm + 4,8 ppm de  $\text{CoSO}_4$

Com caráter exploratório foram incluídos os tratamentos extras de estacas sem aplicação de ácido indolbutírico e com inserção da medula da base da estaca de palitos de dente pré embebido por três horas em solução de 6.000 ppm de ácido indolbutírico com 40 estacas no tratamento.

As estacas foram enterradas, dois terços do seu comprimento em sacos de polietileno de 30 cm x 18 cm x 0,15 mm, perfurados até a metade, tendo como substrato 80% de terriço + 20% de areia e para cada 1 m<sup>3</sup> deste substrato foi adicionado 1 kg de super fosfato triplo, os sacos foram enchidos acima da metade com substrato e depois completado com areia branca.

O experimento foi montado em blocos inteiramente casualizado, cada unidade experimental foi constituída de 25 sacos e 25 estacas com três

repetições e sete tratamentos, formando 21 blocos. Na análise de variância os dados foram transformados para raiz de  $x + 0,5$  e percentagem de plantas enraizadas para arco seno raiz de  $x$ .

No primeiro mês o ensaio foi avaliado semanalmente quanto a senescência foliar e taxa de sobrevivência, posteriormente foi realizada uma última avaliação no dia 20 de julho. Os parâmetros avaliados foram percentagem de enraizamento e número de raízes pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### **3.1. TESTE DE AMIDO COM LUGOL E COMPARAÇÃO COM O ANEL DE ESCLERÊNQUIMA DO FLOEMA DE CLONES DE FÁCIL ENRAIZAMENTO.**

Para o teste de amido foi realizado corte a mão livre, no caule das estacas incluindo a casca e parte do lenho; transferido os corte para as lâminas e adicionado uma gota de Lugol sobre o corte; montado entre lâminas e lamínula por 5 minutos.

Composição da solução aquosa (JENSEN, 1962).

2 g de iodeto de Potássio

0,2 g de Iodo

100 ml de H<sub>2</sub>O destilada

A solução foi preparada em capela, o iodeto de potássio foi dissolvido em água em seguida, sob agitação foi acrescentado o iodo, deixando em repouso por algumas horas, posteriormente foi filtrado em lã de vidro. Após o preparo a solução é guardada em frasco âmbar. O reagente de Lugol é indicado para amido dando uma coloração azul - negra ou marrom muito escuro.

Para comparação do anel de esclerênquima do floema, foram feitos cortes transversais do caule das estacas, com 30 micras de espessuras em microtomo de congelação, dos clones CMA-196 e CMA-300 (de alto enraizamento). Os cortes foram corados com floroglucinol (especifico para lignina) e observados ao microscópio, com 18 x e objetiva 10 x.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. SEMEADURA FOLAR E PORCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO

Segundo a análise de variância para percentagem de enraizamento não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de F (Quadro 1). O coeficiente de variação também indica que os resultados do experimento, devido ao alto erro residual. Dessa maneira não significância estatística não pode ser aceita como definitiva.

Quadro 1. Análise de variância para percentagem de enraizamento de estacas de clones CMA-196 e 300 da primeira colheita

Cortes de variação	GL	Q. M.	F
Tratamentos	6	89.21	1.12 ns
Erro	2	173.83	2.85 ns
Total	12	65.93	
Total	30		
C.V. 187.8			

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4. 1. SENESCÊNCIA FOLIAR E PERCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO

Segundo a análise de variância para percentagem de enraizamento não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de F (Quadro 1.). O coeficiente de variação conferiu baixa precisão ao experimento, devido ao alto erro residual. Desse modo a não significancia encontrada não pode ser aceita como definitiva.

Quadro 1. Análise de variância para percentagem de enraizamento de estacas do clone CMA-196 a 5% de probabilidade.

Causas da variação	G.L..	Q. M.	F.
Tratamentos	6	69.21	1.12 ns
Blocos	2	175.83	2.66 ns
Resíduo	12	65.98	
Total	20		
C.V. : 47,8%			

O principal fator não controlado, que contribui para o aumento da variância dentro dos tratamentos deve ter sido o enraizamento nitidamente melhor das estacas apicais.

Como pode ser observado na Figura 1. o tratamento com 6.000 ppm de AIB + 1.600 ppm de Thiabendazol teve a maior média entre os tratamentos aplicados, apesar de não haver diferença significativa a nível de 5 % de probabilidade. Apesar de não ter havido sensível atraso na senescência foliar, talvez isso se deva a menor translocação do thiabendazol para as folhas, o que não exclui a possibilidade de inibição da síntese do etileno na base da estaca.

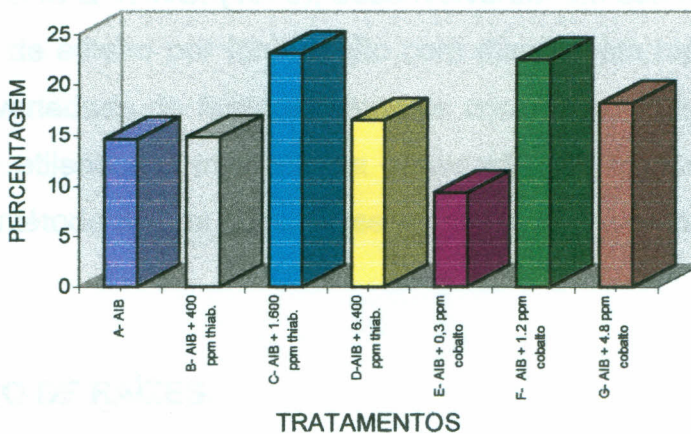


Figura 1. Inibidores da síntese de etileno no enraizamento de estacas de guaraná

No entanto o tratamento de 6000 ppm de AIB+ 4,8 ppm  $\text{CoSO}_4$  , houve a indicação de efeito nítido em retardar a senescência foliar da estaca, de acordo com a hipótese de que o etileno no início foi possivelmente bloqueado diminuindo o amarelecimento e abscisão foliar. A determinação de emissão de etileno em cromatógrafo de gás deve esclarecer se houve realmente inibição da síntese de etileno e a aplicação direta de etileno pode demonstrar se os clones de baixo enraizamento são mais sensíveis ao etileno.

Ainda na Figura 1. Observa-se que 6.000 ppm de AIB + 1,2 ppm de  $\text{CoSO}_4$ , apresenta tendências de um melhor enraizamento obtendo a maior média entre os tratamentos com  $\text{CoSO}_4$ . Inúmeros trabalhos citam que a aplicação de auxinas favoreceu o enraizamento de estacas de difícil enraizamento, como o híbrido pessegueiro x amendoeira GF 677 (NAVARRO, 1981), e algumas cultivares de nectarina (MUÑOZ & SOLANES, 1983). BONDOK (1984) observou que o AIB promoveu o enraizamento de estacas de raízes de *Diospyros virginiana*, sendo 100 ppm a dosagem mais adequada. ASSAF (1966) também encontrou dificuldades no enraizamento de estacas de caquizeiro, encontrando algum resultado positivo com a aplicação de AIB a 6000 ppm.

LAU & YANG, (1976), desenvolveram um estudo sobre a inibição da produção de etileno por íon cobalto com maçã e em hipocótilos de Mung Bean numa variedade de feijão, os autores concluíram que o cobalto inibe a formação de etileno por interferir na conversão de metionina para etileno. Entretanto o método de sua ação nesse processo não é ainda claro.

#### 4. 2. NÚMERO DE RAÍZES.

De acordo com resultados obtidos podem ser observado no Quadro 2. que o número de raízes não foi significativo pelo teste F.

Quadro 2. Análise de variância para número de raízes em estacas do clone CMA-196.

Causas da variação	G.L.	Q. M.	F.
Tratamentos	6	6,12	0,93 ns
Blocos	2	24,97	3,78 ns
Resíduo	12	6,61	
Total	20		
C.V. : 47,40			

De acordo com os resultados observados pelo teste de Tukey a 5%, pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tratamentos aplicados para número de raízes (Tabela 1.). Sendo que o tratamento com 6.000 ppm de AIB + 6.400 ppm de Thiabendazol proporcionou um maior número de raízes.

Tabela 1. Valores médios de número de raízes em função dos tratamentos com AIB, Thiabendazol e Sulfato Cobalto.

Nome	Médias
D- AIB + 6.400 ppm de Thiabendazol	7.12 a
F- AIB + 1.2 ppm de CoSO <sub>4</sub>	6.27 a
G- AIB + 4,8 ppm de CoSO <sub>4</sub>	6.19 a
C- AIB + 1.600 ppm de Thiabendazol	5.63 a
A- AIB	5.13 a
B- AIB + 400 ppm de Thiabendazol	4.98 a
E- AIB + 0,3 ppm de CoSO <sub>4</sub>	2.64 a

Na análise de variância os dados foram transformados para raiz de  $x + 0,5$   
D.M.S. 5% = 7,35.



FLETCHER *et al.* (1988) trabalhando com triadimefon, um fungicida como estimulador do enraizamento em hipocótilo do feijão, demonstrou que o triadimefon é um estimulador mais forte de raízes adventícias que a poliamina ou AIA. A iniciação do desenvolvimento de raiz foi acompanhada por uma diminuição na síntese do etileno, seguido após vários dias de uma remoção de dominância basal e de crescimento de níveis de poliamina. A estimulação do desenvolvimento de raiz adventícia parece ser independente do efeito de triadimefon na biossíntese do etileno e poliamina. Embora as auxínicas sejam mais largamente usadas para finalidade específica de iniciar o desenvolvimento de raiz, outros compostos como paclobutrazol e espermina tem sido descritos para promover a formação de raízes adventícias (JAVIS *et al.* 1983, SANKYLA *et al.* 1985, WANG & FAUST 1986 *apud* FLETCHER, *et al.* 1988).

#### 4. 3. TESTE COM AMIDO E ANEL DE ESCLERÊNQUIMA DE FLOEMA.

Com relação ao teste do amido foi verificado que a reserva de amido no clone CMA-196 apresentou baixa reserva de amido em relação aos outros clones observados que possui um índice de enraizamento ótimo. Com isto não se pode assegurar que esse seja o fator de que esteja influenciando na baixa taxa de enraizamento, pois seria necessário dosar quantitativamente o teor de amido dos clones de enraizamento fácil e baixa taxa de enraizamento.

Nos cortes observados, da primeira coleta realizada no período de 15 a 19 de junho registrou-se em clones de ótimo enraizamento como : CMA-300, CMA-227, CMA-224 e CMA-514, que os mesmos apresentaram grande quantidade de estruturas granulares, do mesmo tamanho, formato dos cloroplastos com forte reação de coloração de amido com iodo. A maior concentração é encontrada em uma fileira de células do parênquima radial,



situado. entre o feixe de tubos crivados abaixo da epiderme e um feixe de fibras. Internamente ao feixe de fibras encontram-se outras células do parênquimas, com menor número da mesma estrutura granular da fileira adjacente ao feixe de fibras.

Verificou-se também a ocorrência rara de grãos de amido típicos, cujo tamanho ocupa às vezes a metade do volume das células em posições variáveis do floema.

Nos clones CMA-196 e CMA-608 que apresentam baixo índice de enraizamento, não foi observado o acúmulo de amido em estruturas semelhantes as dos cloroplastos, porém verifica-se a mesma ocorrência esporádica de células com grãos de amido grandes.

Conforme os resultados, devem ser feitas coletas a partir das primeiras horas da manhã ( o ideal seria antes do nascer do sol). Isso pode esclarecer se o aumento de amido, em estruturas semelhantes aos cloroplastos é apenas transitório sujeito a ciclos diários.

ARENS & ARENS (1972) citam que a ausência de reservas orgânicas inibe o enraizamento de estacas de eucalipto, mesmo com aplicação de auxinas.

Não foi encontrado diferença visual ente a espessura do anel de esclerênquima do floema dos clones CMA-196 e CMA-300. Em ambos, a espessura do anel é reduzida para 1 a 2 camadas de fibra, nos intervalos entre as camadas do caule. Tal fato evidencia que esse não é um fator de menor taxa de enraizamento do clone CMA-196, confirmando os resultados de MENDOÇA (1990).

Enfim, vários fatores podem ter influenciado no enraizamento das estacas do clone CMA-196, sendo necessários para isso experimentos mais detalhados analisando o conteúdo de carboidratos e micronutrientes das

estacas, isolamento e bioensaios de possíveis substâncias promotoras e inibidoras de enraizamento.

#### **4. 4. TRATAMENTOS EXTRAS, SEM REPETIÇÃO.**

No tratamento sem aplicação de AIB não ocorreu a senescência precoce das folhas. A percentagem de enraizamento, 40 %, foi superado das estacas tratadas com AIB, tendo ocorrido um grande número de estacas que formaram calos e não enraizaram. Tal fato sugere que doses mais baixa de AIB, poderão conduzir a resultados satisfatórios, o que é coerente com outros resultados que indicam efeitos deletério do etileno.

Na aplicação com palito, a taxa de enraizamento foi de 25%, tendo ocorrido senescência precoce das folhas. Nesse caso as raízes foram formadas somente na base das estacas.

O coeficiente de variação muito alto do experimento não permite concluir definitivamente que as médias mais altos de enraizamento dos tratamentos 6.000 ppm de AIB + 1.600 ppm de thiabendazol e 6.000 ppm de AIB + 1.2 ppm de  $\text{CoSO}_4$  não são diferentes significativamente dos demais tratamentos.

## 5. CONCLUSÕES

- Conclui-se que o Thiabendazol, nas concentrações utilizadas não foi eficiente para promover a inibição do etileno nas estacas do clone CMA-196.

- O tratamento 6.000 ppm de AIB + 1.2 ppm  $\text{CoSO}_4$ , mostra que a taxa de enraizamento foi semelhante ao tratamento de 6.000 ppm de AIB + 1.600 ppm de thiabendazol.

O tratamento 6.000 ppm de AIB + 4.8 ppm de  $\text{CoSO}_4$ , retardou a senescência foliar, indicando que o  $\text{CoSO}_4$  nesta concentração não foi fitotóxico.

- Observou-se a presença de grãos de amido em frequência mais baixa no clone CMA-196. Há necessidade de determinações quantitativa, de amido para verificar com precisão se esse fator está correlacionado com as taxas de enraizamento.

## 6. SUGESTÕES

### 7. BIBLIOGRAFIA

- Há necessidade de repetir o experimento para obter resultados com maior precisão, aumentando número de repetições e incluindo outros inibidores mais eficientes, da síntese de etileno, como aminoetoxivinilglicina (AVG) ácido amino-oxiacético (AOA), ou ácido salicílico, conjugados a concentrações mais baixas de AIB que supostamente provocaria menos síntese de etileno.

- Definir parâmetros para coleta do material vegetativo (basal, mediana e apical ), para controlar fator idade do tecido, com tratamentos específicos para estes subtipos de estacas.

- Em relação ao amido, sugere-se fazer um estudo com melhor controle, para confirmar esses dados preliminares, verificando o efeito do horário da coleta e da posição da estaca no ramo. Caso seja confirmada a indicação preliminar com base na ocorrência de grãos de amido, devem ser feitas comparações entre clones de diferentes aptidões ao enraizamento, por dosagem quantitativa das reservas de amido das estacas.

AGGAR, R. 1967. *Estuário e Pantano*. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 192 p.

ARFID, H. CASTRO, P. R. C. 1983. *Introdução à Fisiologia da Planta*. São Paulo: Nobel.

BAILEY, A. B. 1967. *Structure of the plant root in relation to its function*. In: *Plant Growth*. London, 197-264-5.

CHATTACHARYA, N. G. & KILWAT, A. 1980. Physiological and biochemical studies with adventitious root formation in *Phaseolus vulgaris* L. in vitro.

7. BIBLIOGRAFIA *Antropologia, História, Física, Química, 193-421 p.*

AUDUS, L. J. 1963 **Plant growth substances**. 2. Ed., Intersciences, New York, 553 p.

ALMEIDA, J. I. L. de; BARROS, L. de M. & LIMA, V. de P. M. S. 1979. Estaquia como método de propagação vegetativa para o cajueiro *Anacardium occidentale* L. In : Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará. RELATÓRIO ANUAL DE PESQUISA 1978; Fitotecnia, Fortaleza, p. 199-204.

ALVARENGA, L. R. e CARVALHO, V. D. maio / 1983. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. *Inf. Agropecuário*, Belo Horizonte, 9 (101).

ARENS, T. & ARENS, K. 1972, O enraizamento de *Eucalyptus* no clima de São Paulo. *Ciência e Cultura*, São Paulo, 24 (3) : 233-278.

- ASSAF, R. 1966. Aptitude a l'enracinement des noeuds et merithalles successifs des rameaux de quelques especes frutieres. *Journal d'Agricultura Tropicale et de Botanique Appliqueé*, Paris, 6/7 : 289-329.
- AWAD, M. CASTRO, P. R. C. 1983. **Introdução à Fisiologia Vegetal**. São Paulo : Nobel.
- BEAKBANE, A. B. 1961. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, London, 192 : 954-5.
- BHATTACHARYA, N. C. & KUMAR, A. 1980. Physiological and biochemical studies with adventitious root formation in *Phaseolus mungo* L. in relation to auxin-phenol synesgism. *Biochem. Physil. Pflanzen*, 175 : 421-35,
- BONNER, J. & GALSTON, A. W. 1973. **Princípios de Fisiologia Vegetal**, 59 ed. Madrid, Aguillar, 485p.,
- BONDOK, A. S.; SALAMA, M. A. & MOUSTAFA, A. A. , Jun/1986 *Studies on persimmon propagation by root cuttings. Annals of Agricultural Science, Ain Shams University, Cairo*, 29 (2) : 1045-1054, 1984. Apud *Horticultural Abstract, East Mallng*, 56 (6) : 500. (Resumo).
- BORCHERT, R. 1976. The Concept of juvenility in wood plants. *ACTA. HORTCULT.*, 56 : 21-33.
- CHITARRA, M. I. F. 1990. **Pós Colheita de Frutos e Hortaliças : Fisiologia e Manuseio**. Lavras : ESAL / FAEPE, 320 p.
- CLARK, D. C. 1981. Juvenility and Plant propagation. *Proc. Int. Pl. Prop. Soc.*, 31 : 448-53.

- CORREA, M. P. F. & STOLBERG, A. G. Z. 1981. *Propagação Vegetativa do Guaranazeiro (Paullinia cupana var. sorbilis (Mart.) Ducke)*. Manaus, EMBRAPA-UEPAE de Manaus, 4p. (pesquisa em andamento 23).
- CORREA, M. P. F., ESCOBAR, J. R.; FONSECA, C. E. L. da, DANTAS, J. C. R., 1983. Propagação Vegetativa de Guaranazeiro (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart.) Ducke). Alguns resultados de pesquisa. In: SIMPOSIO BRASILEIRO DE GUARANÁ, 1 Anais, Manaus. EMBRAPA-UEPAE.
- CORREA, M. P. F. 1989. **Caracteres quantitativos e qualitativos para descrição morfológica do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart) Ducke)** Manaus. 186 p. Tese de Doutorado
- CUNHA, M. C. L. 1986. **Estudo de Preservação do Poder Germinativo de Sementes, Enraizamento de Estacas e Anatomia da Rizogênese em *Eugenia dysenterica* DC.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, tese de Mestrado.
- DAVIDSON, J. 1973. Techniques of grafting *Eucalyptus deglupta* Blume. A. U. F. R. O. Workshop and Conference na Vegetative Propagation of Forest Trees. Rotorva, New Zealand.
- DE MUCKADEL, M. S. 1954. Juvenile stage in woody plants. *Physiol. Pl.*, 7 : 782-97.
- DOUD, S. L. & CARLSON, R. F. 1977. Effects of etiolation, stem anatomy, and starch reserves on root initiation of layered *Malus* clones. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 102 (4) : 487-91. 1977.
- DUCKE, A. 1935. **Diversidade dos Guaranás.** *Rodriguesia*, Rio de Janeiro, 3 (10) : 1937-155-156.

- FERRI, M. G. 1986. **Fisiologia Vegetal**. São Paulo : EPU, volume 2, 1979.
- FLETCHER, R. A.; ASARE-BOAMAH, N. K.; KRIEG, L. C.; HOFSTRA, G. and DUMBROFF, E. B. 1988. Triadimefon stimulates rooting in bean hypocotyl. *Physiol. Plant.* 73 : 401-405. Copenhagen.
- GARCIA, T. B. 1988. **Efeito de Ácido Indol 3-Butírico no Enraizamento de Diferentes Tamanhos de Perfilhos de Pupunheira (*Bactris gasipaes* H.B.K.)** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, tese de Mestrado. 36 p.
- GIACOMMETTI, D. C. 1979. **Reprodução assexuada das plantas**. Ver. Bras. de Sementes, Brasília, 1 (1): 27-31.
- GIROUARD, R. M. 1967. Initiation and development of adventitious roots in stem cuttings of *Hedera helix* 1. Anatomical studies of the juvenile growth phase. *Can. J. Bot.*, 45 (10) : 1877-82.
- GIROUARD, R. M. 1967. Initiation and development of adventitious roots in stem cuttings of *Hedera helix* II. Anatomical studies of the mature growth phase. *Can. J. Bot.*, 45 (10) : 1883-6.
- GIROUARD, R. M. 1969. Physiological and biochemical studies of adventitious root formation. Extractible rooting cofactors from *Hedera helix*. *Can. J. Bot.*, 47 : 687-99.
- GOODIN, J. R. 1965. Anatomical changes associated with juvenile to mature growth phase transition in *Hedera helix*. *Nature*, 208 : 504-5.
- GOODE Jr., D. K. & LANE, R. P. 1983. Rooting leafy muscadine grape cuttings. *Hortscience*, Alexandria, 18 (6) : 944-946.



HAISSING, B. E. 1974 a. Influences of auxin and auxin synergists on adventitious root primordium initiation and development. *N. Z. J. For Sci.*, 4 (2) : 311-23.

HAISSING, B. E. 1974 b. Origins of adventitious roots *N. Z. J. For Sci.*, 4 (2) : 229-310.

HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. 1967. **Propagación de plantas, principios y practicas.** México, Continental, 693 p.

HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. 1974. **Propagación de plantas : principios y practicas.** México, Continental, 810 p.

HARTMANN, H. T. & KESTER, D. E. 1979. **Propagación de plantas : México** D.F, Continental, 813 p

HIGA, R. C. V. 1983. Estaquia de erva - mate (*Ilex paraguariensis* Saint Hilaine) - Resultados preliminares. In : IV CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 4, Belo Horizonte, 1982. *Anais...*, Belo Horizonte, SBS, 304-5 p.

HUSAIM, A. M. M. 1973. Preliminary observations on air layering in *Eucalyptus* (nysorehybrids). *Indian Forester*, 92 (8) : 44-7.

IRITANI, C. 1981. **Ação de reguladores de crescimento na propagação vegetativa por estacas de *Ilex paraguariensis* Saint Hilarie e *araucaria angustifolia* (Bentz).** Curitiba, Universidade Federal do Paraná, 163 p.. Tese de Mestrado.

JANICK, J. A. 1966. **Ciência da horticultura.** Rio de Janeiro, USAID, 485 p.

- JENSEN, W. A. 1962. **Botanical histochemistry, principles and practice.** San Francisco, W. H. freeman, 408 p.
- JONES, D. P. & HATFIELD, J. G. L. 1976. Root initiation in apple shoots cultured "in vitro" with auxins and phenolic compounds. *J. Hort. Sci.*, 51 : 495-9.
- KOMISSAROV, D. A. 1969. Biological basis for the propagation of woody plants by cuttings. Jerusalém, *Israel Program of Scientific Translation*, 250p.
- LAU, O L. and YANG, S. F. 1976. Inhibition of Ethylene Production by Cobaltous Ion. Department of Vegetable Crops, University of California, Davis, California.
- LLERAS, E. 1984. Considerações sobre distribuição geográfica e taxonomia do guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*) e taxa afins na Amazônia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1, Manaus, 1983. Anais; Manaus, EMBRAPA - UEPAE de Manaus, P.281-92.
- LIPECKI, J. & DENNIS, F. G. 1972. Growth inhibitors and rooting cofactors in relation to rooting response of softwood apple cuttings. *Hort. Science*, 7 (2) : 136-8.
- MAHLSTEDE, J. P. & WATSON, D. P. 1952. Na anatomical study of adventitious root development in stem of *Vaccinium corymbosum*. *Bot. Gaz.*, 113 (3) 279-85
- MAHLSTEDE, J. P. & HABER, E. S. 1957. **Plant propagation.** New York, John Wiley & Sons, Inc., 413p.

- MENDONÇA, M. S. de. 1991. **Sistema Radicular do Guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis* (Mart) Ducke) : origem, estrutura e desenvolvimento.** Manaus, Universidade do Amazonas / Instituto de Pesquisa da Amazônia, Tese de Doutorado, 129 p.
- MIRANDA, R. M. 1983. Irrigação por nebulização intermitente para enraizamento de estacas de guaraná. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO GUARANÁ, 1, Manaus, 1983. Anais..., EMBRAPA-UEPAE de Manaus, p. 369-81.
- MORAES, V. H. F. 1982. Indução de raízes laterais em pivotantes de muda "palito" de seringueira pelo 2, 4-D associado ao Thiabendazol. Manaus, EMBRAPA - CNPSD, 4p. (EMBRAPA. CNPSD. Pesquisa em andamento, 10)
- MUÑOZ, I. & SOLANES, J. 1983. Enraizamento de estacas herbáceas de três cultivares de nectarinas (*Prunus persica* var. Nectarina). Efecto del acido indol - butirico y epoca de recoleccion. *Agricultura Tecnica*, Santiago, 43 (2) : 139-143.
- NASCIMENTO, F. F. J. do. 1988. **Coeficiente de caminhamento entre caracteres da parte aérea e do sistema radicular em guaraná (*Paullinia cupana* var. *sorbilis*)** Piracicaba , 101 p. illus, Dissertação de Mestrado, ESALQ.
- NAKASU, B.J.Y. 1979. Reprodução assexuada de plantas : Rosáceas. *Rev. Bras. de Sementes*, Brasília, 1 (1): 33-8.
- NAVARRO, J. R. 1981. Enraizamento del hibrido melocotonero-al-mendro INRA GF 677, mediante estaquillado leñoso. 1. Estudio de las condiciones y tecnicas de forzado. *Anales Instuto Nacional de Investigaciones Agrarias*, Madrid, 16 : 31-42.

- NIENSTAEDT, H., CECH, F. C., MERGEN, F., CHIWN, W., ZAK, B. 1958. Vegetative propagation in forest genetics research and practice. *Journ. For.*, 56 : 826-39.
- PATON, D. M. WILLING, R. R., NICHOLS, W., PRYOR, L. D. 1970. Rooting of stem cuttings of *Eucalyptus* : a rooting inhibitor in adult tissue. *Aust. J. Bot.*, 18 : 175-83.
- PERRY Jr, F. B. & VINES, H. 1972. Propagation of *Magnolia grandiflora* (L.) cuttings as relatd to age growth regulators. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 97 (6) : 753-6.
- PORLINGIS, I. C. & THERIOS, I. 1976, Rooting response of juvenile and adult leafy olive cuttings to various factors. *J. Hort. Sci.*, 51 : 31-9.
- SACHS, R. M.; LORETI, F.; DE BIE, J. 1964. Plant rooting studies indicat sclerenchyma tisse is not a restricting factor. *Calif. Agric.* , 18 (9) : 4-5.
- SYKES, N. T. & WILLIAMS, I. H. 1959. Factor affecting regeneration from cuttings using mist technique. *Proc. Ann. Appl. Biol.*, 47 : 631-34.
- SMITH, J. H. G., HADDOCK, P. G., HANCOCK, W. N. 1956. Topophysis and other influences on growth of cuttings from black cottonwood na Caroline poplar. *J. For.*, 54 : 471-2.
- TORRES, T. Bahia ultrapassa Amazonas na produção de guaraná. A crítica, Manaus, 31 de maio de 1998. *Cad. Economia*, p. 4.
- VIEITEZ, E. & VIEITEZ, A. M. 1976. Juvenility factors related to the rootability of chestnut cuttings. *Acta. Hort.*, 56 : 269-79.

## ANEXOS



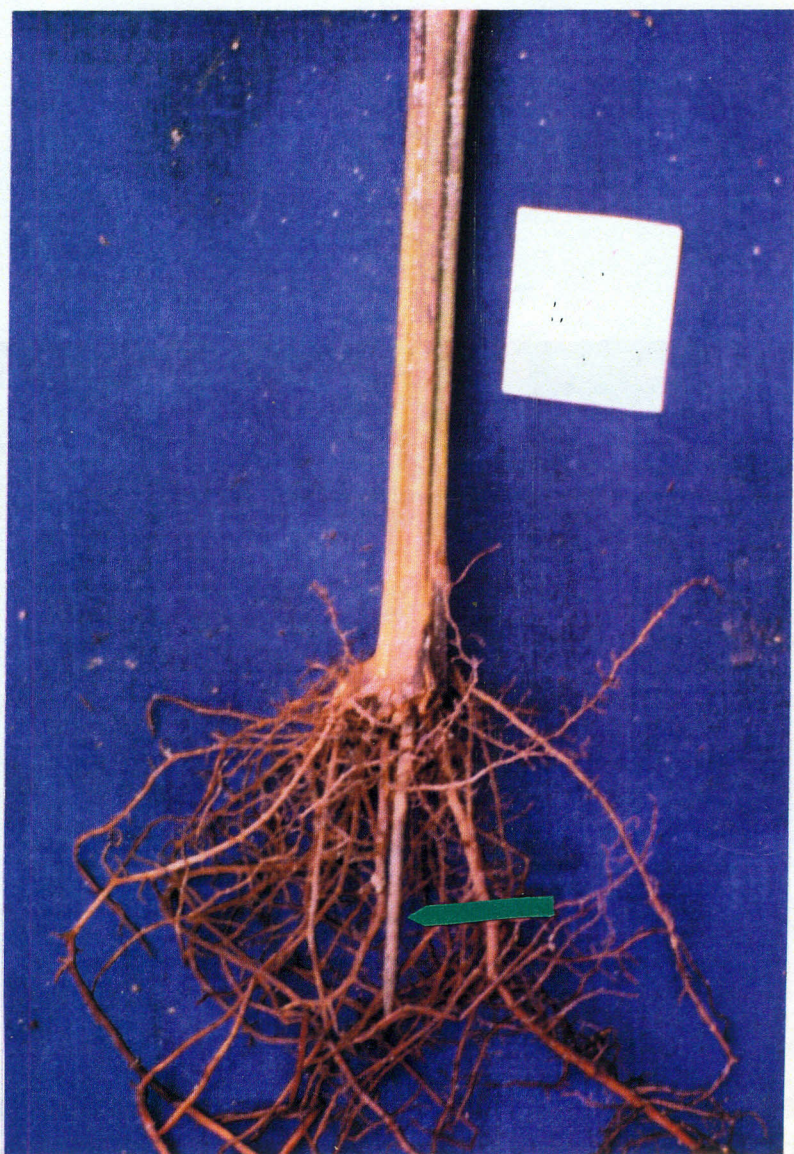


Figura 2. Ensaio com palito embebido em solução de AIB. Notar que as raízes formam-se apenas na base da estaca.



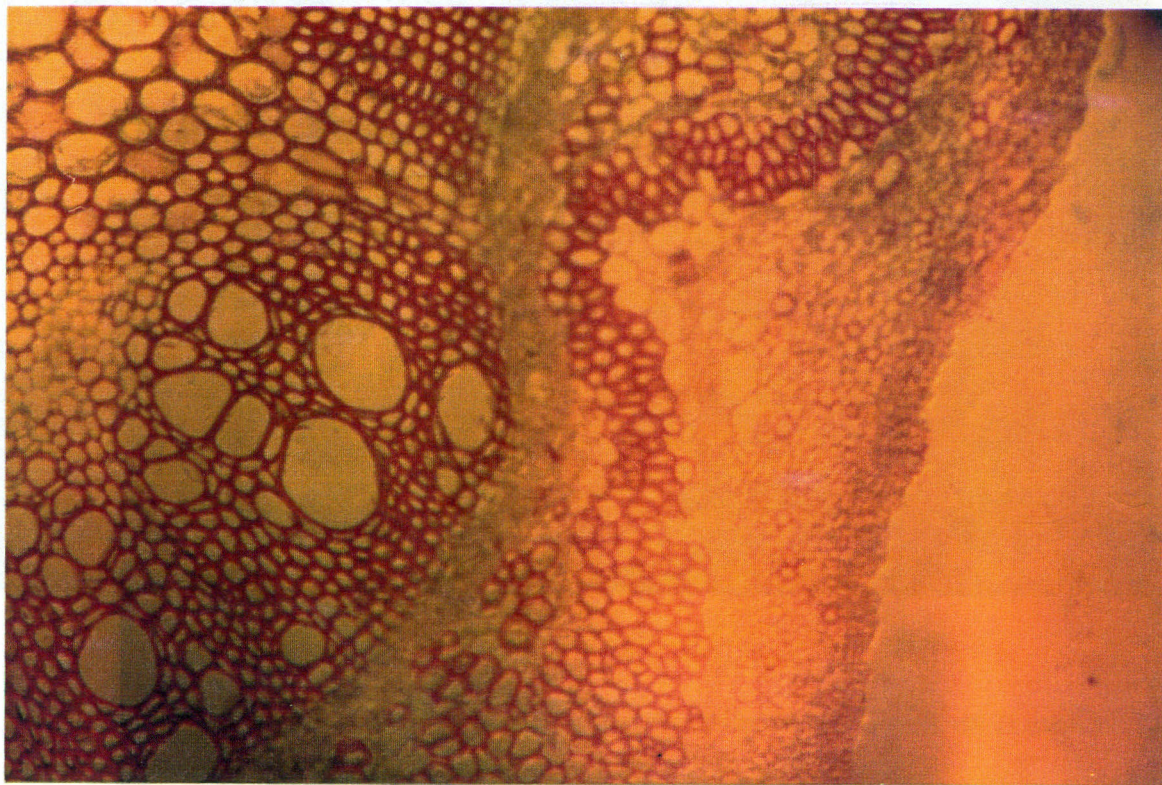


Figura 3. Corte transversal do caule. Detalhe do anel contínuo de esclerênquima do floema, com espessura muito variável em estacas de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*.





Figura 4. Senescência foliar precoce em estacas de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*





Figura 5. Efeito de AIB + 1,2 ppm de  $\text{CoSO}_4$  no enraizamento de estacas de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*.





Figura 6. Efeito de AIB + 1.600 ppm de Thiabendazol no enraizamento de estacas de *Paullinia cupana* var. *sorbilis*.