PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA MANGUEIRA

(*Mangifera indica* L.) POR ESTAQUIA

MÁRIO CÉSAR LOPES
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. Vladimir Rodrigues Sampaio

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro de 1995

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USP

Lopes, Mário César
L864p Propagação vegetativa da Mangueira (**Mangifera**
indica L.) por estaquia. Piracicaba, 1995.
59p. ilustr.

Diss. (Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Manga - Estaquia 2. Manga - Propagação I. Escola
Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 634.441

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA MANGUEIRA

(Mangifera indica L.) POR ESTAQUIA

Mário César Lopes

Aprovada em 07 de março de 1995

Comissão julgadora:

Prof. Dr. Vladimir Rodrigues Sampaio

ESALQ/USP

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ/USP

Prof^a Dr^a Beatriz Apezato da Glória

ESALQ/USP

Prof. Dr. Vladimir Rodrigues Sampaio
Orientador

**Aos meus pais, Iluy e
Nascy (*in memoriam*)**

Pela minha existência

OFEREÇO.

**À minha esposa Ismênia.
Pelo amor e dedicação.**

**Aos meus filhos Pedro Henrique e
João Gabriel.
Pelos momentos de alegria.**

DEDICO.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao professor Dr. Vladimir Rodrigues Sampaio, pela eficiente e dedicada orientação e amizade.

À Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" de Bandeirantes, PR, pela liberação para realização do curso de Pós-Graduação.

À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", pela oportunidade de realização do curso.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES-PICD), pela concessão da bolsa de estudos.

À professora Beatriz Appezato da Glória, pela amizade e realização das análises laboratoriais.

Aos professores do Departamento de Horticultura e Agricultura, pelos ensinamentos ministrados e amizade dedicada.

Aos colegas Maria Aparecida Valério e Walter Candioto, da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", pela amizade, sugestões, auxílio nas análises estatística e digitação.

Aos funcionários do Departamento de Horticultura, pela colaboração na execução do experimento.

À funcionária Magali Aparecida Rodrigues Machado, do Departamento de Botânica, pela amizade e auxílio na confecção das lâminas.

Aos colegas do curso de Pós-Graduação, pela amizade e companherismo durante o curso.

Ao Departamento de Botânica, na pessoa do professor Dr. Antonio Augusto Lucchesi, pelo apoio e facilidades oferecidas quando da realização das análises laboratoriais.

Aos amigos de viagem João, Thomé e Jael.

À colega Nina Maria Silva Risso, pela amizade e auxílio nas traduções.

Finalmente, e mais importante, à Deus, por mais esta realização na minha vida.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	VI
LISTA DE TABELAS	VII
RESUMO	VIII
SUMMARY	X
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1. Estaquia	05
2.1.1. Uso de reguladores de crescimento ...	09
2.1.2. Estiolamento	13
2.1.3. Processos mecânicos no enraizamento de estacas	18
2.1.4. Barreira física ao enraizamento de estacas	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Regeneração de mangueira através de estacas herbáceas	24
3.1.1. Práticas utilizadas	24
3.1.2. Retirada e preparo das estacas	25
3.1.3. Tratamento das estacas	26
3.1.4. Instalação do Experimento	27
3.1.5. Delineamento experimental	28
3.1.6. Constatação do enraizamento	28
3.2. Análises histológicas	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Sobrevivência das estacas	30
4.2. Percentagem de enraizamento das estacas	34
4.3. Análises histológicas	39
5. CONCLUSÕES	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Número de estacas vivas, a partir de 40 estacas iniciais, nas avaliações efetuadas durante a condução do ensaio	32
2. Número de estacas enraizadas, a partir de 40 estacas iniciais, nas avaliações efetuadas durante a condução do ensaio	36
3. Percentagem de enraizamento das estacas nos tratamentos experimentais	37
4. Cortes transversais da base de estacas de seedlings recém-germinados (A) e de um ano de idade (B), de mangueira c.v. Espada	41
5. Cortes transversais da base de estacas de clone adulto de mangueira c.v. Tommy-Atkins não estrangulada (A) e submetida ao estrangulamento (B)	42
6. Detalhe do anel esclerenquimático perivascular contínuo na base da estaca controle (A) e afastamento das fibras na estaca estrangulada (B)	43
7. Cortes transversais da base de estacas enraizadas de clone adulto cv. Tommy-Atkins submetidas ao processo de incisão. Detalhes do meristema de cicatrização resultante da desdiferenciação das células parenquimáticas (A) e do primórdio radicular originado próximo à região cambial (B)	45
8. Estaca enraizada de mangueira c.v. Tommy-Atkins submetida à incisão. Raízes adventícias próximas da incisão (A) e raiz adventícia de origem endógena emergida na região lesada	46

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Número de estacas vivas e enraizadas em cada avaliação e total de estacas enraizadas, resultantes da combinação dos fatores estiolamento, regulador de crescimento, incisão e estrangulamento, a partir de 40 estacas iniciais	31
2. Médias das percentagens de enraizamento e total de estacas enraizadas resultantes da combinação dos fatores estiolamento, regulador de crescimento, incisão e estrangulamento em relação à população inicial de 40 estacas.....	35

PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DA MANGUEIRA (*Mangifera indica* L.) POR ESTAQUIA.

Autor: MÁRIO CÉSAR LOPES

Orientador: Prof. DR. VLADIMIR RODRIGUES SAMPAIO

RESUMO

Com o objetivo de estudar a propagação vegetativa da mangueira (*Mangifera indica* L.) por estaquia, instalou-se experimento na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, Estado de São Paulo, Brasil. Estacas herbáceas do cv. Tommy Atkins, receberam os tratamentos com e sem estiolamento, aplicação basal de ácido indol-butírico (IBA) nas concentrações de 0 e 5.000 ppm por 10 segundos e processos mecânicos de incisão e estrangulamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial $2 \times 2 \times 4$, com quatro repetições, utilizando 10 estacas por parcela. Foram avaliadas as percentagens de enraizamento e sobrevivência das estacas. O experimento foi conduzido sob condições de nebulização intermitente, durante janeiro a junho de 1992. Após constatação do enraizamento, foram coletadas amostras das bases das estacas dos tratamentos descritos, de seedlings recém germinados e de plantas jovens com 1 ano de idade do cv. Espada, para posteriores análises histológicas.

Os melhores resultados foram obtidos com tratamentos sem estiolamento e com incisão, os quais

apresentaram enraizamentos de 45 % e 47,5 % sem IBA e 60 % e 75 % com IBA, evidenciando a necessidade da incisão.

Os tratamentos mecânicos promoveram alterações estruturais na base das estacas, que resultaram na separação das fibras do anel esclerenquimático, sendo que a origem dos primórdios radiculares era endógena e sempre associada à região cambial.

VEGETATIVE PROPAGATION OF MANGO TREE (*Mangifera indica* L.) THROUGH CUTTING.

Author: MÁRIO CÉSAR LOPES

Adviser: Prof. DR. VLADIMIR RODRIGUES SAMPAIO

SUMMARY

The main objective of this research was to study the vegetative propagation of mango tree through cutting. The trial was carried out at Universidade of São Paulo, Campus of Piracicaba, São Paulo State, Brazil.

All vegetative cuttings of Tommy-Atkins cultivar were treated, even with without etiolation, by basal application of indol-butiric acid (IBA) at concentrations: 0 and 5000 ppm per 10 seconds, with mechanical process of incision or strangling. Experimental design was completely randomized, factorial outline 2 x 2 x 4, with four replications ten cuttings per treatment. It were evaluated percentages of rooting formation and cuttings survival. The trial was done by intermittent mist conditions from January till June, 1992. After rooting formation in fact, it were collected samples from the basis of cuttings at all treatments, from recent-developed seedlings and from young plants with one-year-old at Espada cultivar, doing posterior histhological analysis.

Better results were got on treatments without etiolation with incision, which ones showed rooting of 45% and 47,5% without IBA, and 60% and 75% with IBA, showing that incision is necessary.

Just mechanical treatments done structural changes on cutting basis, resulting on fibers separation on esclerenquimatic ring and the origin of first roots was endogene and always associated to cambia region. Beyond physic barrier made by esclerenquimatic ring, maybe some other factor could be interfering on rooting capacity of cultivar.

1. INTRODUÇÃO

A propagação de plantas frutíferas é feita por via sexuada e assexuada de acordo com a espécie e o objetivo pretendido.

A mangueira (*Mangifera indica* L.) pode ser propagada vegetativamente através de enxertia, sementes poliembriônicas e, ainda, apresentando maiores dificuldades, pelos processos de encostia e estaquia. Estes processos apresentam como grande vantagem, assegurar a identidade do cultivar desejado bem como acelerar o início da produção, exceto no caso de sementes poliembriônicas que apresentam a fase de juvenilidade.

No Brasil, nas regiões produtoras de manga, o método de propagação mais utilizado entre os produtores é a propagação vegetativa através de enxertia. Este método tem sido realizado com bastante sucesso (RODRIGUES, 1989).

Diversas regiões do Brasil ainda se utiliza a propagação por sementes, que apresenta facilidade e baixo custo. Este processo somente poderá ser utilizado no caso de cultivares poliembriônicos, para evitar a segregação que ocorre devido aos cruzamentos e à recombinação gênica nos cultivares monoembriônicos. Este processo apresenta também

como inconveniente plantas com excesso de vigor, dificultando tratos culturais e colheita.

A propagação da mangueira através do uso de estacas, ainda não está sendo realizada entre os produtores de mudas, em razão das dificuldades apresentadas nesta espécie para regenerar o sistema radicular, pois, inexiste no Brasil tecnologia adequada que apresente resultado satisfatório. Entretanto, mesmo apresentando dificuldades para o enraizamento, a estaquia em mangueira pode ser considerado um método bastante útil para a produção de porta-enxertos clonais, com o objetivo de evitar variações no comportamento dos cultivares, possibilitando ainda um ganho de tempo significativo nas pesquisas de resistência à pragas e doenças de ocorrência nesta cultura.

Atualmente, através da aplicação de reguladores de crescimento e com o uso de técnicas que permitem o controle ambiental no leito de enraizamento, tem-se conseguido para espécies que apresentavam dificuldades no estaqueamento, viabilizar o processo, elevando a percentagem de enraizamento (HARTMANN et al, 1990).

Dada a importância que o cultivo da mangueira vem alcançando nos últimos anos no Brasil, a necessidade de se aprimorar as tecnologias empregadas, visando reduzir os custos e o tempo necessário para a formação das mudas, foi realizado o presente estudo, com o objetivo de pesquisar a possibilidade do enraizamento de estacas de mangueira. Este método permitirá a obtenção de porta-enxertos clonais ou mesmo de produtores diretos desta espécie. Estas variações no método tradicional utilizado, poderão ser muito úteis na formação de plantas tolerantes ou resistentes a determinados problemas fitossanitários, assim como poderão contribuir para modificações na arquitetura da mangueira.

Independente de maiores especulações, a clonagem de porta-enxertos em mangueira, levará a uma maior uniformidade nos pomares, assim como tornará possível estudos acurados para melhor condução cultural desta espécie frutífera.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A propagação refere-se à perpetuação controlada das plantas. Seus objetivos fundamentais são: aumentar o número de plantas e preservar as suas características essenciais. Existem dois tipos substancialmente diferentes de propagação: sexuada e assexuada. A primeira permite multiplicar o número de plantas por intermédio de sementes formadas da união de gametas e, a última, por meio do processo ordinário da divisão e diferenciação das células. A característica essencial da propagação assexuada é o fato de as novas plantas se originarem através da regeneração de suas partes. Desse modo, uma estaca de caule dá formação de raízes, uma estaca de raiz faz com que se desenvolva caules e uma estaca de folha produz tanto raízes como caules (JANICK, 1968).

A razão principal para empregar a propagação vegetativa na agricultura é que são reproduzidas as características de qualquer planta individualmente (HARTMANN & KESTER, 1975; HARTMANN et al., 1981).

Na realização da revisão de literatura sobre trabalhos com estaquia de mangueira, nota-se grande

deficiência de experimentos sobre o tema, dado a importância de se conhecer melhor o assunto, estabelecemos uma analogia com algumas espécies que também apresentam dificuldades na utilização deste método de propagação vegetativa, bem como das técnicas já utilizadas em outras culturas para a propagação através de estaquia.

2.1. ESTAQUIA

Na fruticultura, a propagação por estacas é muito utilizada. Neste processo, partes dos ramos, das raízes ou das folhas, são separadas da planta matriz e colocadas em condições ambientais favoráveis, para regeneração de raízes e ramos, produzindo assim, uma nova planta, geneticamente idêntica à planta da qual o material foi obtido (HARTMANN & KESTER, 1975; HARTMANN et al., 1981).

HARTMANN & KESTER (1975) e vários outros autores, apresentam as seguintes vantagens para esse tipo de propagação: a) método rápido e simples; b) pouco custoso; c) pode-se obter muitas plantas em um curto espaço de tempo, partindo-se de poucas plantas matrizes; d) obtém-se grande uniformidade das plantas e; e) as plantas obtidas apresentam exatamente as mesmas características das plantas progenitoras, sem variação genética.

A formação de raízes nas estacas, depende das condições internas da planta-matriz e do meio em que são colocadas. Pouco se sabe sobre os fatores internos, embora seja evidente que a condição fisiológica da planta assume, freqüentemente, importância fundamental em virtude das estacas de uma mesma planta poderem lançar mais facilmente raízes, em uma determinada época do que em outras, seja qual for o tratamento a que são submetidas. Os principais fatores

que afetam o enraizamento das estacas são: a) condições ambientais durante o enraizamento das estacas; b) condições fisiológicas das estacas; c) época do ano em que são retiradas as estacas; d) uso de reguladores vegetais; e) juvenilidade e; f) estiolamento (HARTMANN & KESTER, 1975 e HARTMANN et al., 1981).

Para o bom desenvolvimento das raízes das estacas são de grande importância: umidade adequada no substrato e na atmosfera, a temperatura e a luz. Em espécies que enraízam com facilidade, a formação rápida de raízes permite que a absorção da água compense a quantidade que é eliminada pelas folhas, porém, deve-se reduzir a transpiração das folhas a níveis muito baixos para que se formem as raízes (HARTMANN & KESTER, 1975).

EVANS (1951) afirma que foi a partir de 1940 que houve o aparecimento de técnicas para enraizar sob nebulizadores. Esses nebulizadores mantêm sobre as folhas uma película de água, a qual produz alta umidade relativa ao redor das folhas. Reduz também a temperatura do ar e das folhas, fatores esses que tendem a reduzir a taxa de transpiração. As folhas mantidas sob nebulização apresentam temperaturas de 5,5 °C a 10 °C mais baixas que aquelas sem nebulização.

Em todos os tipos de crescimento da planta, a luz é o fator de importância primordial, já que é a fonte de energia na realização da fotossíntese. No enraizamento de estacas com folhas, os produtos da fotossíntese são importantes para a iniciação e o crescimento das raízes. A intensidade e duração da luz devem ser suficientes para que se produzam carboidratos em excesso, os quais são utilizados na respiração (HARTMANN & KESTER, 1975).

Muitas espécies enraízam com facilidade em diversos meios. Porém, nas que apresentam dificuldade, o meio

pode influenciar bastante a percentagem de enraizamento e na qualidade do sistema radicular. Existem vários substratos que podem ser utilizados isoladamente ou combinados. Entre eles destacam-se o solo, areia, vermiculita, esfagno e xaxim, sendo que o uso da vermiculita, vem se destacando cada vez mais.

Vários autores, entre eles Plaut (1980), citados por MINAMI (s.d.), enumeram algumas propriedades da vermiculita, que são favoráveis ao enraizamento, tais como: capacidade de absorver até 5 vezes o seu peso em água; insolubilidade em água; pH levemente alcalino; alta capacidade catiônica; alta capacidade tampão; razoável teor de K e Mg e totalmente esterilizado.

A época do ano em que são retiradas as estacas, pode, em alguns casos, exercer grande influência no enraizamento. Sabe-se que é possível fazer estacas durante o ano todo, principalmente das espécies sempre verdes, tanto de folhas estreitas, como largas, que têm durante o ano, um ou mais períodos de crescimento e podem-se obter estacas em diversas épocas relacionadas com essas temporadas de desenvolvimento (HARTMANN & KESTER, 1975).

Embora a vida dos tecidos vegetais pareça ser contínua, o ciclo de muitas espécies consiste em duas fases, nas quais, as características morfológicas e fisiológicas, são diferentes. Após a germinação da semente, a planta inicia uma fase de crescimento vegetativo muito vigorosa, durante a qual, a iniciação floral e a floração não podem ser induzidas, mesmo quando as condições externas são favoráveis. Esse período denomina-se período juvenil, que quando terminado a planta passa então à fase de maturidade (DUNBERG, 1977 e SALISBURY & ROSS, 1978).

Em uma planta podem ser encontrados vários estádios entre a juvenilidade e a maturidade. Nas plantas

obtidas de sementes, geralmente a região basal é mais juvenil do que a região terminal. Diferenças estas, que segundo HARTMANN & KESTER (1975), se devem ao fato de que os meristemas existentes mais próximos da base formaram-se em épocas mais próximas à germinação que os das regiões terminais. Na propagação vegetativa, utilizam-se em geral, estacas retiradas de ramos juvenis, capazes de formar raízes rapidamente.

Mukherjee et al. (1967), enquanto induziam com sucesso o enraizamento de plantas 'jovens de mangueira, descobriram que aquelas estacas originadas de seedlings de 1 mês de idade davam os mais elevados percentuais de enraizamento, e com o aumento da idade das plantas matrizes, 3 anos e 10 anos respectivamente, o enraizamento reduzia consideravelmente. Concluíram que no presente, não parece possível o cultivo de estacas de mangueira diretamente de plantas maduras, pois estas enraízam lentamente, apresentando posteriormente dificuldades na realização do transplante nas que formaram raízes, em função das mesmas sofrerem grande influência do meio de enraizamento e da idade das plantas matrizes.

Esforços para a propagação de mangueira por estaquia têm sido feitos por mais de um quarto de século com pouco sucesso devido a não utilização de tratamentos químicos, e pré-tratamentos como anelamento e estiolamento (SEN et al., 1968). Para SAID e SHOUSHAN (1945), o sucesso na estaquia de mangueira depende de muitos fatores, entre os quais as auxinas e os carboidratos são os mais importantes.

MUKHERJEE et al. (1966), estudando o efeito da posição dos ramos no enraizamento de estacas de mangueira, obtidas através de poda drástica, encontraram as percentagens de enraizamento de 95 % e 55 % quando as mesmas foram coletadas numa altura de 15 a 23 cm em relação ao nível do

solo, em plantas de 4 e 10 anos respectivamente. Considerando as estacas coletadas na altura de 91 a 107 cm o enraizamento foi de 80 % e 45 % nas idades acima mencionadas. As percentagens de sucesso foram menores (50 % e 35 %, respectivamente) quando foram coletadas à altura de 183 a 198 cm.

2.1.1. USO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO

As estacas de algumas espécies lançam raízes com facilidade, embora seu enraizamento seja normalmente melhorado mediante tratamento com substâncias que estimulam o crescimento radicular. Outras espécies carecem deste tratamento (SIMÃO, 1971; KRAMMER & KOZLOWSKI, 1972; HARTMANN et al., 1981 e WAREING, 1982).

Segundo HANSEN & HARTMANN (1966); KRAMMER & KOZLOWSKI (1972); HARTMANN & KESTER (1975) e WAREING (1982), os objetivos de se tratar as estacas com reguladores de crescimento são: aumentar a percentagem de estacas que formem raízes; acelerar a formação das mesmas; aumentar o número e a qualidade das raízes formadas em cada estaca e aumentar a uniformidade do enraizamento.

Segundo HARTMANN & KESTER (1983), em soluções diluídas, as concentrações podem variar entre 20 ppm para as espécies que enraízam com facilidade e 200 ppm para as espécies mais difíceis; já as soluções concentradas variam de 500 a 10.000 ppm. As concentrações devem ser bem calculadas, podendo-se tratar as estacas por várias horas, em soluções diluídas, ou por apenas alguns segundos, em soluções concentradas.

A aplicação dos reguladores em alta concentração tem como vantagens o emprego de equipamentos

menores para aplicação e maior rapidez na operação (HARTMANN & KESTER, 1983).

REDDY & MAJUNDER (1975), realizando trabalhos com estacas de mangueira, cultivar Dashehari e goiabeira (*Psidium guajava* L.), cultivar Alla Habad Safeda, recomendaram 5.000 ppm de IBA como a melhor concentração.

Fionino & Zucari (1968), citados por FACHINELLO & KERSTEN (1981), utilizando estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus persica*, L.) tratadas com IBA a 750 ppm e mantidas nas condições de nebulização, obtiveram resultados na ordem de 90 % de estacas enraizadas, em cultivares de porta enxertos clonais.

ALBUQUERQUE & ALBUQUERQUE (1981) utilizando reguladores de crescimento em estacas de figueira (*Ficus carica* L.), verificaram que a aplicação de auxinas foi superior em todos os tratamentos comparados com a testemunha, mas o tratamento com a combinação em baixa concentração de IBA + NAA (250 + 250 ppm) mostrou-se mais eficiente e econômico na indução de raízes.

FACHINELLO & KERSTEN (1981), estudando o efeito do IBA na percentagem de enraizamento de estacas semi-lenhosas de pessegueiro, em condições de nebulização, analisaram nos tratamentos as concentrações 0 (zero), 400, 800, 1.000 e 1.600 ppm aplicados por imersão durante 5 segundos da base das estacas (dois tipos, com duas folhas e sem folhas), e concluíram que o IBA não apresentou efeito na emissão de raízes de estacas sem folhas, mas apresentou resultado positivo nas que possuíam folhas. Os melhores resultados foram obtidos com os tratamentos de 1.200 e 1.600 ppm de IBA, atingindo 77 e 84 % de enraizamento, respectivamente.

SEN et al. (1968), em experimento sob nebulização intermitente e pré-tratamento de anelamento,

utilizando ramos de um, dois, e três anos de idade, obtiveram sucesso no enraizamento de estacas de mangueira de 50 %, 60 % e 80 % respectivamente para cada idade de ramo mencionada, quando 40 dias após o anelamento as estacas foram retiradas e tratadas em imersão rápida de IBA 2.000 ppm seguido por 5.000 ppm de IBA em talco.

Plantas matrizes de mangueira com 1 mês, 3 anos e 10 anos de idade, foram aneladas e tratadas com IBA 5.000 ppm, e após 15 dias as estacas foram plantadas em substrato contendo turfa + musgo e vermiculita (1:1). Obteve-se sucesso no enraizamento na ordem de 82,5 %, 45,5 % e 20 % respectivamente para cada idade de planta matriz utilizada (MUKHERJEE et al., 1967).

Os efeitos de diferentes concentrações de IBA no enraizamento de estacas de mangueira, obtidas de seedlings jovens com 4 e 28 meses de idade e de plantas adultas com 30 anos de idade foram estudadas por RAJAN & RAM (1983). Os resultados mostraram que o máximo de enraizamento foi obtido em estacas de plantas com 4 meses de idade, tratadas com 0,0245 M de IBA, enquanto que em estacas de plantas de 28 meses de idade o melhor resultado foi conseguido com o emprego de 0,0490 M de IBA. Não ocorreu o enraizamento das estacas de plantas adultas em qualquer das concentrações utilizadas. O ensaio foi conduzido em condições de nebulização dentro de casa de vegetação.

Ainda RAJAN & RAM (1983) estudando o efeito do IBA e de incisões na percentagem de enraizamento e no número de raízes, em estacas de mangueira obtidas de plantas com 7 e 28 meses de idade mantidas sob nebulização, encontraram que o IBA aumentou a percentagem de enraizamento e o número de raízes em todos os tipos de estacas.

SINHA et al. (1960), observando os efeitos metabólicos do IBA em estacas de mangueira e litchia (*Litchi*

chinensis SONN), e utilizando os tratamentos de anelamento, anelamento + IBA 0,5 % em pasta de lanolina e testemunha, encontraram para estacas de mangueira cv. Langra com 20 anos de idade obtidas de ramos anelados e tratados com IBA, elevação na soma dos açúcares redutores e não redutores, teor de amido e relação C/N em relação as estacas apenas aneladas ou utilizadas como testemunha, em todos os estádios da amostragem.

A maioria dos trabalhos encontrados com estaquia de mangueira, mostraram ser 5.000 ppm de IBA a melhor concentração a ser utilizada (MUKHERJEE & BID, 1965; MUKHERJEE et al., 1966 e 1967; SEN et al., 1968 e REDDY & MAJUNDER, 1975).

NUNEZ-ELISEA et al. (1992), trabalhando com estacas de mangueira cv. Tommy Atkins de plantas com 12 anos, utilizando NAA em lanolina nas concentrações de 0; 0,1; 0,5; 1,0 e 2,0%, obtiveram 93% de enraizamento na maior concentração e 55% nos tratamentos com 0,5 e 1,0%. Esses resultados foram obtidos após 12 semanas da colocação das estacas em massa úmida de musgo e envoltas em papel alumínio.

Uma série de trabalhos surgiram evidenciando a influência da associação de substâncias de crescimento e o estiolamento. HARTMANN & KESTER (1975) afirmaram que somente o uso de reguladores de crescimento não tem feito sucesso em algumas espécies, porém, a associação com o estiolamento melhorou o enraizamento de estacas de abacateiro (*Persea americana* M.) da raça antilhana, assim como de outras espécies.

Em trabalhos realizados por outros autores, como FROLICH (1951) com abacateiro; SINGH & TAOTIA (1961) com mangueira; KAWASE (1965) com várias espécies; SEN et al. (1969) com mangueira; FROLICH (1972) e MOHAMED & SORHAINDO (1984) com abacateiro, foram obtidos resultados semelhantes,

além de outros trabalhos já citados, mostrando sempre que a associação de técnicas de enraizamento (regulador de crescimento, estiolamento, processos mecânicos, etc.), surtem mais efeitos do que utilizadas isoladamente.

KALIFA et al. (1964), realizando estudos fisiológicos em estacas de mangueira, afirmaram que o teor de substâncias inibidoras de enraizamento contidas nas mesmas sofrem flutuações nas diferentes épocas do ano, sendo que quando embebidas em água corrente por 24 horas, essas substâncias são mais facilmente eliminadas, melhorando a resposta ao enraizamento.

MAJUNDER & PRASAD (1989), estudando os efeitos de: temperatura, ferimentos basais, IBA, presença e duração de folhas no enraizamento, em tratamento adicional com controle de temperatura do substrato, em estacas lenhosas de mangueira, encontraram que aumentando a temperatura de 30 até 35 °C, quase que dobrou a percentagem de enraizamento, enquanto que à 25 °C foi desprezível. Cortando-se (4 incisões verticais na base da estaca) e mergulhando em IBA (2.500 e 5.000 ppm em álcool 50%) aumentou a percentagem de enraizamento. O IBA aplicado à concentração de 2.500 ppm demonstrou melhor enraizamento do que a 5.000 ppm. Estacas com folhas enraizaram um pouco melhor do que aquelas sem folhas. O melhor enraizamento alcançou 88% das estacas, após 4 semanas.

2.1.2. ESTIOLAMENTO

O uso de estiolamento e da aplicação de reguladores de crescimento, ou das duas técnicas juntas, tem apresentado bons resultados para espécies de difícil enraizamento por estaquia.

Segundo HARTMANN et al. (1981), estiolamento vem ser o desenvolvimento de brotos, ramos ou partes dos ramos, em ausência de luz, causando crescimento normalmente alongado, com coloração amarela ou branca devido à ausência de clorofila. Não estão ainda bem definidos quais os efeitos prejudiciais da luz no enraizamento das estacas, podendo ser atribuídos à fotoinativação de hormônios ou a outros fatores naturais de enraizamento nos tecidos cortados da estaca.

Esta técnica, de acordo com HARTMANN et al. (1981) e SALISBURY & ROSS (1978), vem sendo utilizada com bastante sucesso em estacas de espécies de difícil enraizamento, citando entre as frutíferas o abacateiro, a mangueira, a macieira (*Malus domestica* BORKHAUSEN), a cerejeira (*Prunus avium* L.) e outras.

Atualmente, algumas plantas de difícil enraizamento têm enraizado com a ajuda de um conjunto de técnicas modernas como estiolamento total ou localizado e estrangulamento (ELIASSION & BRUNES 1980, VEERARAGAVA THATHAM et al. 1985, NAGESWARA RAO et al. 1988).

Utilizando-se estiolamento juntamente com a aplicação de reguladores de crescimento, MUKHERJEE & BID (1965) obtiveram alta percentagem de pegamento com bom enraizamento das estacas de mangueira cultivar Langra. As estacas antes de serem retiradas das plantas, foram recobertas por tubos pretos de 16 cm de comprimento por 5 cm de diâmetro, os quais foram preenchidos com vermiculita úmida durante 15 a 20 dias.

BID & MUKHERJEE (1969) obtiveram com o cultivar Langra, 100 % de enraizamento quando estacas estioladas foram tratadas com concentrações de 10.000 ppm de IBA e 5.000 ppm de IBA + NAA (1:1). Com o cultivar Chansa, 98,66 % de enraizamento foi obtido em estacas estioladas e tratadas com IBA + NAA (1:1).

MUKERJEE et al. (1967) observaram que o estiolamento aumentou a capacidade de enraizamento de estacas retiradas de mangueiras com 5 e 10 anos, respectivamente. A maior percentagem de enraizamento ocorreu em brotos estiolados de plantas com menor idade, sendo que o número e comprimento das raízes foram maiores em estacas não estioladas. BID & MUKHERJEE (1972), trabalhando com a mesma espécie obtiveram resultados semelhantes.

MUKHERJEE & BID (1965) e MUKHERJEE et al. (1967), estudando o efeito do estiolamento em ramos novos de mangueira, seguido por aplicação de IBA 5.000 ppm em pasta de lanolina, forçados a brotar através de poda, observaram que, isoladamente, o efeito da poda na percentagem de enraizamento e na indução de maior número de raízes primárias foi mais pronunciado do que o estiolamento. A sobrevivência das estacas foi influenciada da mesma forma, com um máximo de 82,35% de estacas enraizadas estabelecidas no tratamento de poda seguida de estiolamento.

SAMPAIO (1989), utilizando estacas apicais, enfolhadas de laranja Pera, submetidas ao enraizamento em ambiente de nebulização intermitente, concluiu que aquelas coletadas semi-amadurecidas, sem nenhum tratamento prévio no campo, resultaram em 0,0; 12,5; 7,2; 10,0 e 2,5% de enraizamento para os tratamentos 0, 2.500, 5.000 e 10.000 ppm de IBA e Rootone, respectivamente. Estacas semi-herbáceas estioladas previamente resultaram em 65,0; 85,0; 80,0 e 75,0% de sucesso para os tratamentos 0, 1.000, 2.000 e 3.000 ppm de IBA. Estacas similares às anteriores porém sem estiolamento, enraizaram nas percentagens de 5,0; 20,0; 35,0 e 30,% para os mesmos tratamentos com IBA.

MUKHERJEE et al. (1967), trabalhando com estacas de mangueira obtidas de plantas com 1 mês, 3 anos e 10 anos de idade e utilizando estiolamento e tratamento com

IBA 5.000 ppm em pasta de lanolina, obtiveram os seguintes resultados: a) estacas de plantas com 1 mês de idade apresentaram 82,5% de enraizamento, 96,9% de estabilização, 13,38 raízes por estaca e comprimento médio de raízes de 16,39 cm; b) estacas de plantas com 3 anos de idade obtiveram 45,5% de enraizamento, 55,6% de estabilização, 5,13 raízes por estaca e comprimento médio de raízes de 12,70 cm e; c) estacas de plantas com 10 anos de idade resultaram em 20% de enraizamento, 25% de estabilização, 1,50 raízes por estaca e comprimento médio de raízes de 5,22 cm.'

LANGARAJAPPA (1982) trabalhando com alporquia em jaqueira (*Artocarpus heterophyllus* LAM) em associação com técnicas de estiolamento, juvenilidade e tratamento com IBA + NAA, verificou que houve maiores percentagens de enraizamento, comprimento de raízes e de pegamento, quando foram utilizadas conjuntamente as técnicas de estiolamento e a aplicação dos reguladores de crescimento, do que cada um desses tratamentos em separado. Também, observou que com material juvenil, houve uma diferença de 30 dias de antecedência no enraizamento. Resultados semelhantes já tinham sido obtidos por THAKURTA & DUTTA (1941), com mangueira.

O estiolamento combinado com o anelamento, induziu o enraizamento de estacas de avelaneira (*Corylus avellana* L.) alcançando 85% no cv. Victoria e cv. Macrocarpa (THOMPSON, 1985).

Em guaranazeiros (*Paullinia cupana* H.B.K.), RODRIGUES & LUCCHESI (1987) obtiveram maior percentagem de enraizamento quando estiolaram com fita preta plástica e adesiva, ainda na planta, a base da futura estaca.

Segundo JACKSON (1986), para inúmeras espécies, a capacidade de enraizamento das estacas, aumenta com o desenvolvimento das plantas matrizes situadas em

condições de baixa intensidade luminosa. Teoricamente, segundo ele, a redução da intensidade luminosa aumenta o enraizamento porque: a) O nível de inibidores de crescimento é maior em intensidades luminosas altas; b) O nível de auxinas em plantas crescendo a alta intensidade luminosa, embora seja maior, concentra-se nos pontos de crescimento, com as partes basais apresentando baixos níveis; c) Deve haver um nível ótimo de carboidratos para a auxina promover o enraizamento, acima do qual, o processo é comprometido como em plantas crescendo a alta intensidade luminosa, e; d) A resposta à irradiância, parece ser variável e relacionada a diferenças genéticas.

BID & MUKHERJEE (1972) utilizando poda e estiolamento na obtenção de estacas de mangueira, observaram que os tratamentos poda para rebrota sem estiolamento e poda para rebrota com estiolamento, além de apresentarem as melhores percentagens de enraizamento (70% e 72,5%), mostraram também as melhores percentagens na estabilização das estacas (75% e 86,1%), em diferentes substratos utilizados.

BOLIANI (1986), desenvolvendo estudos com estacas de dois cultivares de nêspera, concluiu que o estiolamento basal não influenciou o enraizamento.

MEDRADO (1992) observou que em seringueira, o estiolamento total aumentou as concentrações de N, K e Mg e diminuiu as de Ca e a de P, neste caso, em estacas que foram submetidas a estrangulamento. O estiolamento localizado aumentou a concentração de N, P, K e Mg em estacas submetidas ao estiolamento e diminuiu a de P em estacas não estranguladas, não obtendo contudo sucesso no enraizamento.

Plantas maduras de mangueira cv. Sensation foram aneladas bem abaixo, na base subterminal do fluxo, e as porções aneladas dos brotos foram envolvidas em polietileno

transparente e escuro, contendo turfa. Cinco meses depois, 33 % das estacas envolvidas em polietileno escuro haviam enraizado, comparando com apenas 7 % dos que estavam com polietileno transparente (OOSTHUYSE, 1991).

2.1.3. PROCESSOS MECÂNICOS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

O balanço dos fatores bioquímicos requeridos para a iniciação de raízes são constantes, mas eles podem ser modificados por diferentes meios junto às diferentes estações do ano. Estas alterações podem ser feitas através de condicionamentos aplicados à planta tais como: anelamento do ramo na planta antes da retirada da estaca (STOLZ & HESS, 1966a; STOLZ & HESS, 1966b; MENDES, 1959b); aplicações de reguladores de crescimento e injúrias mecânicas ou a combinação entre eles (GÓRECKI, 1979; HOWARD et al., 1984).

HOWARD et al. (1984) obtiveram resultados de até 94 % de estacas enraizadas com porta-enxerto 'EM-26', quando além do controle de temperatura no meio de enraizamento fizeram incisões na base da estaca seguidas do tratamento com IBA. Segundo os autores, as incisões expõem o câmbio e a região do córtex, aumentando assim a interação com o regulador vegetal. As lesões nos tecidos estimulam a divisão celular produzindo primórdios radiculares, possivelmente devido ao acúmulo de carboidratos, auxinas e síntese de etileno nessa região lesada (HARTMANN & KESTER, 1975; WESTWOOD, 1982).

Segundo HARTMANN & KESTER (1975), o anelamento ocasiona aumento do nível natural de auxinas acima do anel e diminuição abaixo, bem como aumento de células parenquimatosas e tecidos menos diferenciados.

STOLTZ & HESS (1966a) concluíram que o anelamento, à luz, apesar de aumentar a capacidade da estaca para iniciar raízes não leva à formação das mesmas enquanto ela não for destacada da planta matriz. Segundo os autores o aumento na capacidade de enraizar pode ser devido a acumulação de substâncias promotoras de enraizamento ou de seus precursores e aumento na quantidade de parênquima, acima do anelamento.

MEDRADO (1992), trabalhando com seringueira, concluiu que o estrangulamento promoveu o rompimento da bainha de fibras perivasculares, tida como barreira física ao enraizamento, aumentou o tecido parenquimático em relação ao tecido esclerenquimático e elevou a concentração de açúcares e de nitrogênio total na base das estacas, sem contudo obter sucesso no enraizamento.

Trabalhos conduzidos por FACHINELLO (1986), com estacas lenhosas de ramos do porta-enxerto de macieira 'MM-106', utilizando estrangulamento com fio fino de cobre, anelamento através da retirada de um anel de casca e controle (sem processos mecânicos), mostraram que o anelamento provocou alteração na morfologia e na fisiologia do ramo, principalmente pela diferenciação de primórdios radiculares e alterações no fluxo descendente de seiva elaborada. As estacas de ramos anelados apresentaram resultados mais expressivos para enraizamento, comprimento, número de raízes e ganho de matéria seca, sendo que as estacas da posição basal do ramo foram as mais influenciadas.

MENDES (1959a), trabalhando com estaquia em seringueira e utilizando o processo de estrangulamento dos ramos para obtenção das estacas, observou que o mesmo apresentou resultados superiores, quando comparados com estacas obtidas de ramos que não sofreram o estrangulamento, e que o melhor tratamento foi onde o estrangulamento se deu

logo abaixo de uma gema ou um ponto de inserção de duas folhas.

RAJAN & RAM (1983), estudando o efeito do número de incisões juntamente com IBA, no enraizamento de estacas de mangueira com 3 meses e 27 meses de idade, concluíram que mais de duas incisões por estaca, reduz o número de raízes e a percentagem de enraizamento das mesmas.

REDDY & SINGH (1987a) estudando os efeitos do tratamento térmico (25 ou 30°C); tempo de propagação (28,35 ou 42 dias) e incisões em mangueira cv. Dashehari, concluíram que a percentagem de enraizamento e o comprimento da raiz mais longa foram significativamente aumentadas através do incremento no tempo de propagação de 28 para 35 dias. O tratamento com IBA a 5.000 ppm + incisões aumentou significativamente a percentagem de enraizamento, o número de raízes e o comprimento da raiz mais longa, comparado com o tratamento com 5.000 ppm de IBA sem incisão.

Os efeitos dos meses de novembro, dezembro, janeiro ou fevereiro e das idades da planta-mãe (3, 6 e 13 anos) no enraizamento de estacas lenhosas da cv. Dashehari, usando aquecimento ($30 \pm 1^\circ\text{C}$) com incisões + 5.000 ppm de IBA ou incisões sem IBA foram estudados por REDDY & SINGH (1987 b), onde a porcentagem de enraizamento, o número de raízes e o comprimento da raiz mais longa, não diferiram significativamente entre os 4 meses estudados. As estacas lenhosas jovens retiradas de plantas com 3 e 6 anos de idade, resultaram em percentagens maiores e significativas de enraizamento, no número de raízes e comprimento da raiz mais longa do que aquelas que foram retiradas de plantas com 13 anos de idade. Incisão com adição de IBA deu uma percentagem maior e mais significativa de enraizamento do que a incisão sem IBA, independente do mês ou da idade da planta-mãe.

FEUNGCHAN et al. (1992), utilizando alporquia em mangueira cv. Monkon, obtiveram sucesso somente quando utilizaram ramos da estação passada ou que apresentavam 2 internódios e com 18 a 25 folhas, tratados com IBA 4.000 ppm em lanolina aplicado sobre a região do anelamento.

2.1.4. BARREIRA FÍSICA AO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS

Considera-se a mangueira em seu estágio adulto, uma planta de difícil enraizamento. Para STOUTEMEYER (1937) e DERMEN (1948), plantas jovens frequentemente diferem morfológica e fisiologicamente das adultas da mesma espécie.

Nos caules com elevada propensão para enraizar muitos dos raios de floema tocam, em sua parte final, com áreas de tecido vivo, ao contrário dos caules de plantas de difícil enraizamento, onde os raios do floema são com frequência bloqueados por elementos altamente lignificados. Algumas plantas de difícil enraizamento, como a seringueira, apresentam na base do caule, com um ano de idade, um cilindro quase contínuo de elementos maduros lignificados (BEAKBANE, 1961). Segundo o autor, o grau de esclerificação do floema, que difere entre clones, pode ser afetado por efeitos ambientais, como sombreamento e estiolamento total ou parcial.

SACHS et al. (1964), entendendo que a simples presença de uma barreira física não podia ser capaz de impedir o enraizamento, demonstraram não haver relação entre densidade e continuidade de esclerênquima com facilidade de enraizamento em estacas de sete cultivares de oliveiras (*Olea Europea* L.). GOODIN (1965), ratificou-os afirmando que plantas como *Pfitosporum* mesmo não tendo barreira de

esclerênquima, dificilmente enraizam. Com isto ele afirma que deve haver também um envolvimento químico.

Em plantas perenes lenhosas onde se encontram uma ou mais camadas de tecido de floema secundário, as raízes adventícias das estacas de ramos se originam geralmente do tecido do floema secundário jovem, entretanto essas raízes poderão surgir de outros tecidos, tais como: do câmbio, dos raios vasculares ou da medula (SATOO, 1956 e BUCK, 1954). Nas espécies de enraizamento difícil praticamente todas as raízes se originam do tecido cicatricial. Neste tecido as raízes surgem principalmente por divisões do câmbio e do parênquima liberiano ou de qualquer célula viva capaz de desdiferenciar.

BEAKBANE (1961), comparando brotações exibindo características juvenis e adultas, ambas derivadas da mesma planta, de macieira, verificou que as brotações basais juvenis são relativamente isentas de células esclerificadas no floema primário. Verificou que existe correlação entre o grau de esclerificação do floema primário e habilidade para enraizamento.

BID & MUKHERJEE (1972), realizando poda para rebrota na obtenção de estacas de mangueira, observaram diferenças anatômicas após 30 dias, em relação a testemunha sem poda, onde o número de feixes de fibras do floema e a concentração de canais de resinas por raio visual do microscópio, foram em menor número nas plantas podadas, sendo também este tratamento o que apresentou a maior percentagem de enraizamento e de estabilização de estacas.

Alguns autores, entre eles BEAKBANE (1961) relacionam a baixa capacidade de enraizamento de estacas de algumas espécies com formação de anéis de esclerênquima delimitando externamente os feixes vasculares; outros têm demonstrado que as diferenças bioquímicas nas células

meristemáticas do ramo em vários estágios de desenvolvimento são mais importantes que as características anatômicas (STOUTEMYER, 1937; HARTMANN & KESTER, 1975).

SACHS et al (1964), DAVIES et al (1982) e WHITE & LOVELL (1984) consideram que as grandes diferenças encontradas na capacidade dos tecidos situados por dentro do anel esclerenquimático, na formação de primórdios radiculares parece ser mais importante do que a restrição mecânica à emergência das raízes.

HARTMANN et al. (1990)', afirma que algumas espécies continuam a ter problemas no enraizamento, mesmo que ocorra uma quebra na continuidade do anel esclerenquimático, por atividade meristemática.

Apesar da literatura sugerir que há uma resposta química ao problema do difícil enraizamento, é provável também que a diminuição na relação entre os tecidos esclerenquimatoso e parenquimatoso promova condições para a formação de primórdios radiculares. Além disso a quebra da barreira de esclerênquima se não é fator condicionante principal para o enraizamento, deve facilitar a passagem de primórdios radiculares (MEDRADO, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 REGENERAÇÃO DE MANGUEIRA ATRAVÉS DE ESTACAS HERBÁCEAS

O presente trabalho foi conduzido na área experimental do Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em Piracicaba, São Paulo, Brasil.

A espécie utilizada para esse experimento foi a mangueira (*Mangifera indica* L.), sendo escolhido o cultivar Tommy Atkins, pertencente ao Pomar do Departamento de Horticultura da ESALQ. Foram utilizadas estacas de ramos herbáceos, obtidas do último surto de crescimento. As plantas enxertadas sobre o cultivar Espada estavam com 11 anos de idade, utilizando-se três plantas como fonte de coleta das estacas.

3.1.1. PRÁTICAS UTILIZADAS

Inicialmente, no dia 28/08/91, foram efetuadas podas drásticas nos ramos das plantas selecionadas, época

esta em que as mesmas se encontravam com a maioria das gemas em repouso vegetativo e algumas com início de brotação. Esta poda foi realizada com objetivo de forçar a planta a emitir brotação vigorosa e uniforme.

Após a poda, observando-se um intervalo de 25 dias para o intumescimento das gemas, fez-se a cobertura em 50% dos ramos podados, empregando-se estrutura de madeira em forma de cruz, a qual foi revestida por três sacos de papel Kraft, com a finalidade de promover o estiolamento das brotações novas. A cobertura foi retirada no dia 22/11/91, ou seja, sessenta e um dias após o ensacamento, e logo em seguida foi pintada a base de cada brotação estiolada com tinta preta para carimbo. Por ocasião da retirada da cobertura, 50% das brotações estioladas e 50% das brotações não estioladas, foram estranguladas na base com fio de cobre com 0,2 mm de diâmetro. O dia se encontrava nublado evitando-se assim a exposição direta das brotações aos raios solares. As brotações estioladas quando comparadas às não estioladas, se apresentavam tortuosas, com alta desuniformidade e menor diâmetro.

A cada dez dias foram realizados repasses da pintura nas brotações estioladas, as quais ficaram assim expostas a plena luz por um período de quarenta e sete dias, a fim de que os tecidos adquirissem a coloração normal clorofilada, para daí então serem levadas para a câmara de enraizamento.

3.1.2. RETIRADA E PREPARO DAS ESTACAS

As estacas foram coletadas no dia 08/01/92, isto é, cento e trinta e três dias após a realização da poda. Foi retirado maior número de estacas que o necessário o que permitiu fazer seleção das melhores, principalmente no caso

das estranguladas, onde foram selecionadas apenas as que apresentavam o efeito do processo mecânico.

As estacas foram retiradas com ajuda de uma tesoura de poda e colocadas em sacos plásticos previamente umedecidos e mantidos à sombra. Posteriormente foram levadas para o laboratório, onde foram selecionadas e preparadas, deixando-se apenas 5 a 6 folhas por estaca.

3.1.3. TRATAMENTO DAS ESTACAS

Das estacas estioladas e não estioladas, uma parte não foi tratada e a outra recebeu aplicação de regulador de crescimento, ácido indolbutírico (IBA), na concentração de 5.000 ppm, cuja solução estoque foi previamente diluída em hidróxido de potássio a 5,0 N. Dois centímetros da base das estacas foram imersos durante 10 segundos na solução.

Nas estacas que sofreram os processos mecânicos de incisão e estrangulamento, a aplicação do regulador de crescimento foi realizada após os mesmos. Foram realizadas três incisões por estaca, num comprimento de 1,0 cm no sentido longitudinal e na base das mesmas.

A conjugação dos procedimentos resultou nos seguintes tratamentos:

- T1 - Com estiolamento, 0 ppm de IBA;
- T2 - Com estiolamento, 5.000 ppm de IBA;
- T3 - Com estiolamento, 0 ppm de IBA, com estrangulamento;
- T4 - Com estiolamento, 5.000 ppm de IBA, com estrangulamento;

- T5 - Com estiolamento, 0 ppm de IBA, com incisão;
- T6 - Com estiolamento, 5.000 ppm de IBA, com incisão;
- T7 - Com estiolamento, 0 ppm de IBA, com incisão + estrangulamento;
- T8 - Com estiolamento, 5.000 ppm de IBA, com incisão + estrangulamento;
- T9 - Sem estiolamento, 0 ppm de IBA;
- T10 - Sem estiolamento, 5.000 ppm de IBA;
- T11 - Sem estiolamento, 0 ppm de IBA, com estrangulamento;
- T12 - Sem estiolamento, 5.000 ppm de IBA, com estrangulamento;
- T13 - Sem estiolamento, 0 ppm de IBA, com incisão;
- T14 - Sem estiolamento, 5000 ppm de IBA, com incisão;
- T15 - Sem estiolamento, 0 ppm de IBA, com incisão + estrangulamento;
- T16 - Sem estiolamento, 5000 ppm de IBA, com incisão + estrangulamento.

3.1.4. INSTALAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi instalado em sistema de nebulização intermitente. O ambiente de nebulização está situado num ripado com cobertura de folhas de fibra de vidro e recoberto com sombrite 50% de retenção de luz. A utilização do sombrite teve como objetivo controlar parcialmente a luminosidade e a temperatura. O intervalo de nebulização foi controlado por "timer" com funcionamento de 5

segundos a cada 2 minutos, mantendo assim filme de água constante sobre as folhas das estacas.

As estacas após preparadas e tratadas com regulador de crescimento, foram plantadas no mesmo dia da coleta, ou seja, 08/01/92, em bandejas de polietileno expandido (sistema Plantagil), utilizando-se o modelo CM-128-120 com 67,5 cm de comprimento e 34,5 cm de largura, composta por células com formato piramidal de 3,5 cm de diâmetro superior, 1,0 cm de diâmetro inferior e 12,0 cm de profundidade, as quais foram preenchidas com substrato constituído de vermiculita de granulação média, sendo as estacas fixadas pelo enterrio de cerca de 3 cm da haste.

No transcorrer do experimento observou-se temperaturas médias variando entre 19,2 °C e 31,7 °C.

3.1.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, num esquema fatorial 2 x 2 x 4, constando de 4 repetições, utilizando-se 10 estacas por parcela.

Os efeitos dos tratamentos foram verificados através da análise de variância pelo teste **F** e as diferenças entre médias pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

3.1.6. CONSTATAÇÃO DO ENRAIZAMENTO

Foram avaliadas as percentagens de enraizamento em relação à população inicial e sobrevivência das estacas. As avaliações foram realizadas nos dias 21/02, 10/03, 07/04, 11/05 e 15/06 de 1992.

3.2. ANÁLISES HISTOLÓGICAS

Foram utilizadas bases das estacas coletadas dos tratamentos descritos no item 3.1.3., de 'seedlings' recém-germinados e de plantas jovens com 1 ano de idade. Estes dois últimos materiais foram retirados de plantas do cv. Espada, para servirem como padrão na observação da presença ou não do anel esclerenquimático.

A porção basal de cada estaca medindo cerca de 5 cm foi removida e imediatamente fixada em F.A.A.50 (SASS, 1951). Os cortes (15-20 μ m) feitos em micrótomo de deslize foram corados com a combinação vermelho congo e verde iodo de acordo com DOP & GAUTIÉ (1928). Foram tiradas fotomicrografias do material preparado em lâminas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. SOBREVIVÊNCIA DAS ESTACAS

Os resultados do número de estacas vivas e enraizadas em cada avaliação e o total de estacas enraizadas, resultantes da combinação dos fatores estiolamento, regulador de crescimento, incisão e estrangulamento, a partir de 40 estacas iniciais, encontram-se na Tabela 1 e Figura 1, respectivamente.

Os dados mostram tendência de queda na sobrevivência das estacas, à medida que se prolongou o período de enraizamento, evidenciada principalmente nos tratamentos sob efeito do estiolamento.

O estiolamento como um dos processos que favorecem o enraizamento, mostrou resultados pouco significativos, contrariando as informações da literatura, as quais, segundo BID & MUKHERJEE (1969) com mangueira, RODRIGUES & LUCCHESI (1987) com guaranazeiros e SAMPAIO (1989) com laranja Pêra, afirmaram que esta técnica, principalmente em associação com outras, tem sido fundamental para o sucesso no enraizamento de estacas com folhas.

TABELA 1. Número de estacas vivas e enraizadas em cada avaliação e total de estacas enraizadas, resultantes da combinação dos fatores estiolamento, regulador de crescimento, incisão e estrangulamento, a partir de 40 estacas iniciais.

Tratamentos	1ª Avaliação 06/02/92			2ª Avaliação 10/03/92			3ª Avaliação 07/04/92			4ª Avaliação 11/05/92			5ª Avaliação 15/06/92			Total de Estacas Enrai- zadas
	Estacas Vivas	Estacas Enrai- zadas		Estacas Vivas	Estacas Enrai- zadas		Estacas Vivas	Estacas Enrai- zadas		Estacas Vivas	Estacas Enrai- zadas		Estacas Vivas	Estacas Enrai- zadas		
EsRoIoEo	14	0		9	0		9	0		9	2		6	0		2
EsRIoEo	24	0		20	0		18	0		13	2		10	0		0
EsRoIoE	27	0		16	0		15	0		10	1		9	0		1
EsRIoE	28	0		25	0		25	2		22	1		14	1		4
EsRoIoEo	25	0		16	0		15	2		15	1		10	0		3
EsRIoEo	24	0		15	0		15	1		14	1		9	2		4
EsRoIoE	28	0		20	0		20	3		16	3		11	0		6
EsRIE	22	0		16	0		13	1		13	0		6	0		1
EsRoIoEo	28	0		24	0		23	2		23	0		19	1		3
EsRoIoEo	32	0		24	0		24	0		19	1		19	0		1
EsRoIoE	25	0		19	0		19	2		19	0		16	1		3
EsRoIoE	34	0		31	0		31	1		31	1		27	0		2
EsRoIoEo	35	0		29	0		29	10		29	4		23	4		18
EsRoIoEo	38	0		36	0		34	16		34	8		33	6		30
EsRoIoE	36	0		31	0		30	11		30	5		30	3		19
EsRIE	34	0		32	0		31	13		31	4		28	7		24

Es = Com Estiolamento

R = Com Regulador de Crescimento

I = Com Incisão

E = Com Estrangulamento

Es₀ = Sem Estiolamento

R₀ = Sem Regulador de Crescimento

I₀ = Sem Incisão

E₀ = Sem Estrangulamento

Figura 1. Número de estacas vivas, a partir de 40 estacas iniciais, nas avaliações efetuadas durante a condução do ensaio.

HARTMANN et. al. (1981) e SALISBURY & ROSS (1978) afirmam que o estiolamento vem sendo utilizado com bastante sucesso em estacas de espécies de difícil enraizamento, citando entre as frutíferas o abacateiro, a mangueira e a cerejeira.

As estacas estioladas se apresentaram no momento da coleta com tortuosidades, menor diâmetro e maior fragilidade, tendo durante o período de enraizamento, queda mais acentuada de folhas e como consequência menor percentagem de sobrevivência.

Em função da qualidade de estacas obtidas com a utilização do estiolamento, provavelmente, as condições ambientais de enraizamento não tenham sido adequadas para a sobrevivência das mesmas. HARTMANN & KESTER (1975) e HARTMANN et. al. (1981), afirmam que um dos principais fatores que afetam o enraizamento das estacas são as condições ambientais.

A queda acentuada de folhas, principalmente nos tratamentos com estiolamento, aliada ao ambiente, provavelmente como fator gerador deste efeito, também vem a ser uma das principais causas da baixa sobrevivência das estacas e consequentemente menor possibilidade de enraizamento. Esses resultados são concordantes com aqueles obtidos por BOLIANI (1986) trabalhando com nêspera e MEDRADO (1992) com seringueira, onde o estiolamento não influenciou o enraizamento. Entretanto, para HARTMANN & KESTER (1975), os produtos da fotossíntese são importantes para a iniciação e o crescimento das raízes, durante o enraizamento de estacas com folhas.

O sucesso na estaquia de mangueira depende de muitos fatores, entre os quais as auxinas e os carboidratos são os mais importantes (SAID & SHOUSHAN, 1945).

FEUNGCHAN et. al. (1992), utilizando alporquia em mangueira, obtiveram sucesso quando utilizaram ramos da estação com 18 a 25 folhas, em associação com regulador de crescimento.

4.2. PERCENTAGEM DE ENRAIZAMENTO DAS ESTACAS

As médias das percentagens de enraizamento, total de estacas enraizadas e o número de estacas enraizadas nas três últimas avaliações, resultantes da combinação dos fatores estiolamento, regulador de crescimento, incisão e estrangulamento em relação a população inicial de 40 estacas, encontram-se na Tabela 2, Figura 2 e Figura 3.

Como já foi dado a observar, os tratamentos onde as estacas foram estioladas, resultaram em baixa percentagem de enraizamento. Essa condição da estaca deve ter sido afetada pelas condições ambientais conforme relatado no item 4.1.. Assim sendo não foi possível determinar com clareza as interações com os demais tratamentos.

Os tratamentos sem estiolamento com incisão, independentes dos fatores regulador de crescimento e estrangulamento, foram superiores aos tratamentos com estiolamento, evidenciando assim a necessidade de incisão.

Para os tratamentos sem estiolamento e sem regulador de crescimento, a incisão aumentou significativamente o enraizamento, independente da realização ou não do estrangulamento. Comportamento semelhante foi obtido com a adição do regulador de crescimento, promovendo aumento nas percentagens de enraizamento, em relação aos tratamentos anteriores.

TABELA 2. Médias das percentagens de enraizamento e total de estacas enraizadas resultantes da combinação dos fatores estiolamento, regulador de crescimento, incisão e estrangulamento, em relação à população inicial de 40 estacas.

Tratamentos	Enraizamento		
	Médias transformadas ¹	Médias originais ² (%)	Total de Estacas enraizadas ³
Es R ₀ I ₀ E ₀	1,97 AB ⁴	5,00	2
Es R I ₀ E ₀	0,71 B	0,00	0
Es R ₀ I ₀ E	1,34 B	2,50	1
Es R I ₀ E	3,24 A	10,00	4
Es R ₀ I E ₀	2,61 AB	7,50	3
Es R I E ₀	3,24 A	10,00	4
Es R ₀ I E	3,88 A	15,00	6
Es R I E	1,34 AB	2,50	1
Es ₀ R ₀ I ₀ E ₀	2,61 B	7,50	3
Es ₀ R I ₀ E ₀	1,34 B	2,50	1
Es ₀ R ₀ I ₀ E	2,61 B	7,50	3
Es ₀ R I ₀ E	1,97 B	5,00	2
Es ₀ R ₀ I E ₀	6,74 A	45,00	18
Es ₀ R I E ₀	8,68 A	75,00	30
Es ₀ R ₀ I E	6,90 A	47,50	19
Es ₀ R I E	7,75 A	60,00	24
D.M.S. (5%)	1,93		

Es = Com Estiolamento

Es₀ = Sem Estiolamento

R = Com Regulador de Crescimento

R₀ = Sem Regulador de Crescimento

I = Com Incisão

I₀ = Sem Incisão

E = Com Estrangulamento

E₀ = Sem Estrangulamento

(1) Médias dos dados transformados para $\sqrt{(X + 0,5)}$.

(2) Médias dos dados originais (%).

(3) Total de estacas enraizadas a partir de 40 estacas iniciais

(4) Médias, de cada grupo, acompanhadas por mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5 % de probabilidade.

Figura 2. Número de estacas enraizadas, a partir de 40 estacas iniciais, nas três últimas avaliações efetuadas durante a condução do ensaio.

Figura 3. Percentagem de enraizamento das estacas nos tratamentos experimentais.

Quando não se utilizou o estiolamento, o fator regulador de crescimento promoveu aumento nas percentagens de enraizamento somente quando associado à incisão, concordando com os resultados obtidos por MAJUNDER & PRASAD (1989), trabalhando com quatro incisões verticais na base das estacas de mangueira e aplicação de 2.500 ppm e 5.000 ppm de IBA.

Para os tratamentos sem estiolamento, a associação do regulador de crescimento com a incisão, apresentou resultados significativos de enraizamento, concordando com o trabalho realizado por HOWARD et al. (1984), que obtiveram até 94% de enraizamento com estacas de porta-enxerto 'EM 26' de macieira, realizando incisões na base das estacas seguidas do tratamento com IBA, os quais concluíram que as incisões expõem o câmbio e a região do córtex, aumentando assim a interação com o regulador de crescimento.

O resultado da incisão com regulador de crescimento e sem estiolamento atingiu 75% de enraizamento, concordando com o trabalho realizado por REDDY & SINGH (1987a), que, utilizando IBA 5.000 ppm + incisões em estaquia de mangueira, obtiveram um aumento significativo na percentagem de enraizamento comparado com o tratamento sem incisões.

A importância da incisão evidenciada com as conclusões dos pesquisadores HARTMANN & KESTER (1975) e WESTWOOD (1982), os quais afirmam que as lesões nos tecidos estimulam a divisão celular produzindo primórdios radiculares, possivelmente devido ao acúmulo de carboidratos, auxinas e síntese de etileno na região lesada.

Os tratamentos com estrangulamento e sem incisão, independentes do fator estiolamento, não apresentaram respostas significativas de enraizamento, concordando com MEDRADO (1992), o qual trabalhando com seringueira, concluiu que o estrangulamento promoveu o

rompimento da bainha de fibras perivasculares, tida como barreira física ao enraizamento, aumentou o tecido parenquimático em relação ao esclerenquimático e elevou a concentração de açúcares e de nitrogênio total na base das estacas, sem contudo obter sucesso no enraizamento.

Estacas de mangueira retiradas de plantas a partir de um ano de idade, apresentam um anel de esclerênquima perivascular, considerado por BEAKBANE (1961) como uma barreira física à saída do primórdio radicular.

Em todos os tratamentos, principalmente na ausência do estiolamento, ficou evidenciada a necessidade da incisão para o enraizamento de estacas de mangueira, quer seja pelo rompimento do anel esclerenquimático, interação com o regulador de crescimento e modificações anatômicas ou bioquímicas, concordando com MEDRADO (1992), o qual concluiu que apesar da literatura sugerir que há uma resposta química ao problema do difícil enraizamento, é provável também que a diminuição na relação entre os tecidos esclerenquimático e parenquimático promova condições para a formação dos primórdios radiculares. Além disso a quebra da barreira física de esclerênquima se não é fator condicionante principal para o enraizamento, deve facilitar a passagem dos primórdios radiculares. Maiores considerações sobre este assunto se encontram no item 4.3.

4.3. ANÁLISES HISTOLÓGICAS

As estacas de seedlings recém-germinados apresentam alta capacidade de enraizamento. Tal característica pode estar associada ao fato de que, nesta fase do desenvolvimento, não há a formação do anel de esclerênquima

perivascular (Fig. 4A) comum nas estacas de 1 ano (Fig. 4B - seta) e nos clones velhos (Fig. 5A).

Esta barreira física imposta aos primórdios radiculares, apesar de não ser o único fator de impedimento ao enraizamento (SACHS et al. 1964; GOODIN 1965 e HARTMANN et al. 1990), pode se somar às barreiras químicas que porventura estejam interferindo na capacidade de enraizamento do cultivar.

Os processos mecânicos (estrangulamento e incisão) utilizados de maneira associada ou não, promoveram alterações na estrutura anatômica das estacas. A atividade cambial foi alterada. Este tecido passou a produzir um número proporcionalmente maior de células do parênquima floemático (Fig. 5B). Tal proliferação celular já comentada por STOLZ & HESS (1966a), parece ser um dos fatores que resultaram na separação das fibras do anel esclerenquimático (Fig. 6, A e B). Deve-se ressaltar que o tecido parenquimático, por apresentar alta capacidade de desdiferenciação celular, pode possibilitar a formação de novos primórdios. E, de acordo com SACHS et al. (1964), DAVIS et al. (1982) e WHITE & LOVELL (1984), as grandes diferenças encontradas na capacidade dos tecidos situados por dentro do anel esclerenquimático, na formação de primórdios radiculares parece ser mais importante do que a restrição mecânica à emergência das raízes.

Porém, nos tratamentos com incisão, além da alteração na atividade cambial, houve a desdiferenciação das células parenquimáticas, situadas próximas da região lesada, e a formação de um meristema de cicatrização. Este último, através de divisões periclinais, deu origem a uma periderme de cicatrização (Fig. 7A). Porém, não foi verificada a formação de nenhum primórdio radicular a partir do meristema cicatricial.

Figura 4. Cortes transversais da base de estacas de seedlings recém-germinados (A) e de um ano de idade (B), de mangueira c.v. Espada. Em A observa-se ausência do anel esclerenquimático perivascular verificado em B (seta).

Figura 5. Cortes transversais da base de estacas de clone adulto de mangueira c.v. Tommy-Atkins não estrangulada (A) e submetida ao estrangulamento (B). Observa-se a quantidade proporcionalmente maior de parênquima floemático e a separação das fibras do anel esclerenquimático perivascular na estaca tratada (B) em relação ao controle (A).

Figura 6. Detalhe do anel esclerenquimático perivascular contínuo na base da estaca controle (A), mostrado na Figura 5-A, e afastamento das fibras na estaca estrangulada (B), mostrado na Figura 5-B.

Nos tratamentos mecânicos, nos quais as estacas enraizaram, a origem dos primórdios radiculares era endógena e sempre associada à região cambial (Fig. 7B). Nos tratamentos envolvendo o processo de incisão, as raízes adventícias emergiam, em geral, na altura da região lesada (Fig. 8, A e B). Provavelmente, tais setores da estaca exercem menor resistência física à emergência das raízes.

Figura 7. Cortes transversais da base de estacas enraizadas de clone adulto c.v. Tommy-Atkins submetidas ao processo de incisão. Em A detalhe do meristema de cicatrização resultante da dediferenciação das células parenquimáticas e, em B, do primórdio radicular originado próximo à região cambial.

Figura 8. Estaca enraizada de mangueira c.v. Tommy-Atkins submetida à incisão. Em A, raízes adventícias próximas da incisão. Em B, o corte transversal desta região mostra uma raiz adventícia de origem endógena emergida na região lesada.

5. CONCLUSÕES

Nas condições que foram desenvolvidas as pesquisas, os resultados obtidos permitiram as seguintes conclusões:

01 - a baixa qualidade das estacas obtidas com o estiolamento e principalmente as condições ambientais durante o enraizamento, as quais propiciaram queda acentuada de folhas, resultaram numa menor percentagem de sobrevivência das estacas. Foram estes os fatores que levaram aos resultados pouco significativos quando da utilização do estiolamento, mesmo em combinação com outras técnicas.

02 - os tratamentos que não receberam o estiolamento, demonstraram estatisticamente que a incisão com ou sem a aplicação do regulador de crescimento, não necessitou vir associada ao processo de estrangulamento.

03 - sem estiolamento, o fator regulador de crescimento promoveu enraizamento somente quando associado à incisão.

04 - os tratamentos mecânicos promove-ram alterações estruturais na base das estacas que resultaram na separação das fibras do anel esclerenquimático.

05 - foram registradas alterações na atividade do câmbio vascular que passou a produzir um número proporcionalmente maior de parênquima floemático. Tal proliferação resultou na descontinuidade do anel esclerenquimático.

06 - nos tratamentos com incisão, além da alteração na atividade cambial, houve a formação de um meristema de cicatrização.

07 - nos tratamentos mecânicos, nos quais as estacas enraizaram, a origem dos primórdios radiculares era endógena e sempre associada à região cambial.

08 - nos tratamentos envolvendo o processo de incisão, as raízes adventícias emergem, em geral, na altura da região lesada.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, T.C.S. & ALBUQUERQUE, J.A.S. de. Influência do tipo de estaca e de alguns reguladores de crescimento no enraizamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, Recife, 1981. Anais. Recife, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981. 3:762-7.

BEAKBANE, A.B. Structure the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, London, **192**: 954-5, 1961.

BID, N.N. & MUKHERJEE, S.K. Varietal response to estiolation and growth regulator treatment in air-layering of mango (*Mangifera indica* L.). *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, **39**:1013-9, 1969.

BID, N.N. & MUKHERJEE, S.K. Studies into effects of forced shoot estiolation and different media on the rootage of (*Mangifera indica* L.) cuttings. *Acta Horticulturae*, Wageningen, 24:77-81, 1972.

BOLIANI, A.C. Efeitos do estiolamento basal, da juvenilidade e do uso de regulador vegetal no enraizamento de estacas de raízes e de ramos herbáceos de algumas espécies frutíferas. Piracicaba, 1986. 129p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

BUCK, G.J. The histology of the bud graft union in roses. *Iowa States College Journal Science*, Iowa, 28:587-602, 1954.

DAVIES JR F.T.; LAZARTE, J.E.; JOINER, J.N. Initiation and development of roots in juvenile and mature leaf bud cuttings of *Ficus pumila* L. *American Journal of Botany*, Columbus, 69:804-11, 1982.

DERMEN, H. Chimeral apple sports. *Journal Heredity*, Washington, 39:235-42, 1948.

DOP, P. & GAUTIER, A. *Manuel de technique botanique*. 2.ed. Paris, J. Lamarre, 1928. 548p.

DUNBERG, A. Juvenile maturation aging and rejuvenation in woody plants. In: Simpósio de UPSALA, SWEDEN. VEGETATIVE PROPAGATION OF FOREST TREES-PHYSIOLOGY AND PRACTICES. Upsala, 1977. 175P.

ELIASSON, L. & BRUNES, L. Light effects on root formation in aspen and willow cuttings. **Physiologia Plantarum**, Munksgaard, **48**:261-5, 1980.

EVANS, H. Investigations on the propagation of cacao. **Tropical Agriculture**, Saint Augustine, **28**:147-203, 1951.

FACHINELLO, J.C. Efeitos morfo-fisiológicos de anelamento de estacas lenhosas de macieira cultivar Malling-Morton '106'. Piracicaba, 1986. 93p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FACHINELLO, J.C. & KERSTEN, E. Efeito do ácido indol butírico na percentagem de estacas semi-lenhosas enraizadas de pessegueiro (**Prunus persica** (L.) Bastsch), cv. Diamante em condições de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Recife, **3**:49-50, 1981.

FEUNGCHAN, S.; CHINDAPRASEST, S.; YIMSAWAT, T. Effect of leaf number on root development of mango by air layering. **Khon Kaen Agriculture Journal**, Khon Kaen, **20**(6):331-5, 1992.

FROLICH, E.F. Rooting guatemalan avocado cutting. **California Avocado Society Yearbook**, California, **36**:136-8, 1951.

FROLICH, E.F. Use of the etiolation technique in rooting avocado cutting. **California Avocado Society Yearbook**, California, **55**:97-109, 1972.

GOODIN, J.J. Anatomical changes associated with to nature growth phase trasition in hedera. **Nature**, London, **208**:504-5, 1965.

GÓRECKI, R.S. The effect of an auxin (IBA), fungicide (Captan) and of wounding on the rooting of soft wood apple (**Malus Mill.**) cuttings. **Acta Agrobotanica**, Warsaw, **32**(2): 223-32, 1979.

HANSEN, C.J. & HARTMANN, H.T. Propagation of temperature - zone fruits plants. Berkeley, 1966. 50p.

HARTMANN, H.T.; FLOCKER, W.J.; KOFRAWEK, A.M. **Plant science growth, development and utilization of cultivated plants.** New Jersey, Prentice-Hall, 1981. 676p.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JR. F.T. **Plant propagation, principles and practices.** 5.ed. Englewood Cliffs, Regents Prentice Hall, 1990. 647p.

HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. **Propagación de plantas: principios y practicas.** México, Continental, 1975. 809p.

HARTMANN, H.T. & KESTER, D.E. **Plant propagation.** New Jersey, Englewood Cliffs, Regents Prentice Hall, 1983. 727p.

HOWARD, B.H.; HARRISON-MURRAY, R.S.; MALKENZIE, K.A.D.

Rooting responses to wounding winter cutting of "EM-26" apple rootstock. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, 59(2):131-9, 1984

JACKSON, M. **New root formation in plants and cuttings.**

Boston, Martius Nifhaft Publ. 1986. 286p.

JANICK, J. **A Ciência da Horticultura.** Rio de Janeiro,

Freitas Bastos, 1968. 485p.

KALIFA, A.S.; EL-AZOOUNI, M.M.; WALI, Y.A. Physiological studies on mango cuttings. **The Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, 21(3/4):179-85, 1964.

KAWASE, M. Etiolation and rooting in cuttings. **Physiologia Plantarum**, Munksgaard, 18:1066-76, 1965.

KRAMMER, P.J. & KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores.**

México, Fundação Caloustre, 1972. 745p.

LANGARAJAPPA, V.G. Studies on the effects of pre treatments and growth regulators on rooting of jack (*Artocarpus heterophyllus*, Lam.) air-layers. **Thesis Abstracts**. Hissar, 8(2):174-5, 1982.

MAJUNDER, P.K. & PRASAD, J. Rooting of hardwood cuttings of mango through bottom heat. **Acta Horticulturae**, Wageningen, 231:198-202, 1989.

- MEDRADO, M.S.J. Fatores relacionados ao processo de propagação da seringueira (*Hevea* spp.) em Piracicaba, SP. Piracicaba, 1992. 178p. (Doutorado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- MENDES, L.O.T. A multiplicação da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) por meio de estacas. *Bragantia*, Campinas, **18**(1):245-82, 1959a.
- MENDES, L.O.T. Notas sobre o enraizamento de estacas de seringueira. *Bragantia*, Campinas, **18**:XLVII-XLIX, 1959b.
- MINAMI, K. Utilização da vermiculita na floricultura e paisagismo. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", s.d. 3p.
- MOHAMED, S. & SORHAINDO, C.A. Production and rooting of etiolated cutting of west Indian and hybrid avocado. *Tropical Agriculturist*, Piradenya, **61**(3):200-4, 1984.
- MUKHERJEE, S.K. & BID, N.N. Propagation of mango (*Mangifera indica* L.). II. Effect of etiolation and growth regulators treatments on the sucess of air-layering. *Indian Journal of Agricultural Science*, New Delhi, **35**(4):309-14. 1965.
- MUKHERJEE, S.K.; MAJUMDER, P.K.; GOSWANI, A.M. Effect on the position of the shoots on the rooting of mango cutting. *Science and Culture*, Calcuta, **32**:377-8, 1966.

MUKHERJEE, S.K.; MAJUNDER, P.K.; BID, N.N.; GOSWANI, A.M.

Standardization of rootstocks of mango. II. Estudies on the effects of source, invigoration and etiolation on the rooting of mango cuttings. **Journal of Horticultural Science**, Ashford, 42:83-7, 1967.

NAGESWARA RAO, B.B.; SATYANARAYAMA, G.; SHIV RAJ, A.; GNANA KUMARJ, N.; PADMANABHAM, N. Influence of post-ringing period on cofator activity and total phenol content in ringed shoot cuttings of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Tropical Agriculture**, Saint Augustine, 65(4):370-2, 1988.

NUNEZ-ELISEA, R.; CALDEIRA, M.L.; FERREIRA, W.; DAVENPORT, T.L. Adventitious rooting of 'Tommy Atkins' mango air layers induced with naphthaleneacetic acid. **HortScience**, Alexandria, 27(8):926, 1992.

OOSTHUYSE, S.A. Rooting of mango air-layers prepared during winter in relation to the use of black as opposed to clear plastic. **Yearbook**, Duivelskloof, 11:57-8, 1991.

RAJAN, S. & RAM, S. Some factors effecting rott revegetation in mango cuttings in mist and hot-bed. **Progressive Horticulture**, Nainital, 15(1/2):11-6, 1983.

REDDY, K.M. & SINGH, R.N. Propagation of mango by cuttings. (I) Effect of bottom heat, propagation, duration and woundings treatment on rooting of hardwood cuttings of mango. **Journal of Research APAU**, Warangal, 15(1):24-30, 1987a.

REDDY, K.M. & SINGH, R.N. Propagation of mango by cuttings.

(II) Influence of month and age of the source plant on rooting of hardwood cuttings of mango under bottom heat. **Journal of Research APAU**, Warangal, **15**(1):129-35, 1987b.

REDDY, Y.N. & MAJUMDER, P.K. Bottom heat: a new technique for rooting hardwood cuttings of tropical fruits. **Current Science**, Bangalore, **44**(14):517-20, 1975.

RODRIGUES, J.E.L.F. & LUCCHESI, A.A. Propagação vegetativa do guaranazeiro (*Paullinia cupana* (Mart.) Ducke) através de estacas induzidas (capeadas) e com ácido indolil butírico. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, ESALQ, **44**:1-20, 1987.

RODRIGUES, A.P.M. Viabilidade do uso de diferentes explantes e variedades de manga (*Mangifera indica* L.) em cultura de tecido. Piracicaba, 1989. 100p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

SACHS, R.M.; LORETI, F.; DEBIE, J. Plant rooting studies indicate schlerenchyma tissue is not a restriction factor. **California Agriculture**, Oakland, **18**(9):4-5, 1964.

SAID, H. & SHOUSHAN, A.A. Root formation of cuttings of plants which normally do not root. **Nature**, London, **155**:791, 1945.

SALISBURY, F.B. & ROSS, F.B. **Plant physiology**. 2.ed. Wadsworth, Publ. Co., Belmont, 1978. 422p.

- SAMPAIO, V.R. Enraizamento de estacas de laranja Pera (*Citrus sinensis* Osbeck). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10, Fortaleza, 1989. **Anais**. Fortaleza, Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. 1:22-23.
- SASS, J.E. **Botanical microtechnique**. Iowa, The Iowa States College Press, 1951. 228p.
- SATOO, S. Anatomical studies on the rooting of cuttings in conifer species. **University Forests Bulletin**, Tokyo, 51:111-57, 1956.
- SEN, P.K.; BASU, R.N.; BOSE, T.K.; ROYCHOUDHURY, N. Rooting of mango cuttings under mist. **Current Science**, Bangalore, 37:144-56, 1968.
- SEN, P.K.; BOSE, T.K.; SASHIBHUSAN, T. Propagation of mango (*Mangifera indica* L.) by air-layering with growth substances. **Indian Agriculturist**, Bangalore, 5:167-72, 1969.
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo, Ceres, 1971. 530p.
- SINGH, S.N. & TAOTIA, S.S. Effect of some hormones on rootage of mango. **Science and Culture**, Calcuta, 17:207-10, 1961.

SINHA, R.B.; MALLIK, P.C.; CHHONKAR, V.S. An observation on metabolic effect of IBA in mango and litchi cuttings. **The Indian Journal of Horticulture**. Bangalore, 17:225-9, 1960.

STOLTZ, L.P. & HESS, C.E. The effect of girdling upon root initiation: carbohydrates and amino acids. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. Saint Joseph, 89:734-43, 1966a.

STOLTZ, L.P. & HESS, C.E. The effect of girdling upon root initiation: auxin and rotting cofactors. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**. Saint Joseph, 89:746-51, 1966b.

STOUTEMEYER, V.T. Regeneration in various types of apple wood. **Bulletin of the Virginia Agricultural experimental station**, Blacksburg, 220:309-52, 1937.

THAKURTA, A.G. & DUTTA, B.K. Vegetative propagation of mango from goote (Marcothe) and cutting by treatment with high concentration of auxin. **Current Science**, Bangalore, 10:297-300, 1941.

THOMPSON, G.E. Propagation of hazelnut (*Corylus avelana*) by cutting and grafting. **Plant Propagator**, Knorfield, 30(3):11-4, 1984. Apud. **Horticultural Abstracts**, Wallingford, 55(2):95, Feb., 1985. (Resumo).

VEERARAGAVA THATHAM, D.; MADHAVARAO, V.N.; SHANMUGAVELU, K.G.

Effects of etiolation in rooting of stem cuttings jasminae.

The Indian Journal of Horticulture, Bangalore, **42**(3/4):287-9, SEP/DEC, 1985.

WAREING, F.P. **Plant growth substances**. New York, Academic Press, 1982. 683p.

WESTWOOD, M.N. **Fruticultura de zonas templadas**. Madrid, Mundi-Prensa, 1982. 461p.

WHITE, J. & LOVELL, P.H. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia tittoralis* and *Griselinia lucida*. **Annals of Botany**, London, **54**:7-20, 1984.