



**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DOS  
MARMELEIROS 'JAPONÊS' E 'PORTUGAL' EM  
DIFERENTES SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES  
DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO**

**CÍCERO HYUJI HIROTO**

**2002**

**CÍCERO HYUJI HIROTO**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DOS MARMELEIROS 'JAPONÊS' E  
'PORTUGAL' EM DIFERENTES SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES  
DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientador

Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2002

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da  
Biblioteca Central da UFLA**

Hiroto, Cícero Hyuji

Enraizamento de estacas dos marmeleiros 'Japonês' e 'Portugal' em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico / Cícero Hyuji Hiroto. -- Lavras : UFLA, 2002.

56 p. : il.

Orientador: Nilton Nagib Jorge Chalfun.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Marmelo. 2. Propagação. 3. Enraizamento de estaca. 4. Aib. 5. Substrato. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.1435  
-634.891

**CÍCERO HYUJI HIROTO**

**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DOS MARMELEIROS ‘JAPONÊS’ E  
‘PORTUGAL’ EM DIFERENTES SUBSTRATOS E CONCENTRAÇÕES  
DE ÁCIDO INDOLBUTÍRICO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 05 de Setembro de 2002.

Prof. Dr. José Darlan Ramos DAG/UFLA

Pesquisador Dr. Leonardo Ferreira Dutra DAG/UFLA



Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

**Aos meus pais, Tatsuo e Ana.**

**Aos meus irmãos, Akemi e Takeshi.**

**A minha namorada Katuscia.**

## **OFEREÇO**

**Aos meus pais Tatsuo e Ana que me apoiaram.**

**À minha namorada Katuscia, por sua paciência e compreensão.**

**Ao meu Mestre Nagib, que com sua sabedoria e orientação muito me ensinou.**

**DEDICO.**

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela receptividade e oportunidade.

Ao CNPq, pelo concessão da bolsa de estudos, sem a qual não seria possível a conclusão dos estudos.

Ao Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras pelo espaço físico cedido para a realização dos experimentos.

Ao meu mestre Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun, pela amizade, conhecimento, orientação, dedicação, sabedoria e paciência.

Aos professores do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras José Darlan, Carlos Ramires, Moacir Pasqual, pelo convívio.

Aos estudantes Alaor Rossi, Henrique Makoto, Newton Hide e Tatá pela valorosa ajuda.

E a todos que , de forma direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desta dissertação.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	iv
ABSTRACT.....	v
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	3
2.1 Caracterização dos Materiais Utilizados.....	3
2.2 Propagação de Plantas.....	3
2.2.1 Propagação por Estaquia.....	4
2.3 Bases Anatômicas do Enraizamento.....	5
2.4 Bases Fisiológicas do Enraizamento.....	7
2.5 Fatores que Influenciam no Enraizamento.....	10
2.5.1 Fatores Internos.....	10
2.5.1.1 Condições Fisiológicas da Planta Matriz.....	10
2.5.1.2 Idade da Planta.....	12
2.5.1.3 Tipos de Estacas.....	12
2.5.1.4 Época de Coleta.....	13
2.5.1.5 Potencial Genético de Enraizamento.....	14
2.5.1.6 Juvenilidade.....	15
2.5.1.7 Sanidade.....	15
2.5.1.8 Balanço Hormonal.....	16
2.5.2 Fatores Externos.....	17
2.5.2.1 Temperatura.....	17
2.5.2.2 Umidade.....	18
2.5.2.3 Luz.....	19
2.5.2.4 Substrato.....	19
2.6 Ácido Indolbutírico (AIB).....	20
2.7 Estratificação.....	21
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1 Coleta, Preparo e Estratificação das Estacas.....	22
3.2 Preparo e Acondicionamento do Substrato.....	22
3.3 Preparo das Soluções e Plantio das Estacas.....	23
3.4 Delineamento Experimental.....	23
3.5 Coleta de Dados e Análise Estatística.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
4.1 Porcentagem de Estacas Enraizadas.....	26
4.2 Porcentagem de Estacas Calejadas.....	30
4.3 Porcentagem de Estacas Brotadas.....	32
4.4 Número Médio de Raízes.....	35

<b>4.5 Comprimento Médio da Maior Raiz Primária.....</b>	<b>39</b>
<b>4.6 Peso de Matéria Seca de Raiz.....</b>	<b>40</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>44</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>45</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabelas</b>		<b>Página</b>
Tabela 1	Esquema da análise de variância, considerando os fatores cultivares, regulador de crescimento e substrato no enraizamento de estacas de marmeleiro. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	24
Tabela 2	Resumo das análises de variância das características analisadas no experimento utilizando diferentes substratos e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de marmeleiros 'Japonês' e 'Portugal'. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	27
Tabela 3	Porcentagens de enraizamento de estacas de marmeleiros utilizando diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	28
Tabela 4	Porcentagem de estacas de marmeleiro calejadas nos diferentes tipos de substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	31
Tabela 5	Porcentagem de calejamento de estacas de marmeleiro utilizando diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	31
Tabela 6	Porcentagens de estacas brotadas nas cultivares de marmeleiro utilizando diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	33
Tabela 7	Número médio de raízes nas diferentes cultivares de estacas de marmeleiro em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....	35

<b>Tabela 8</b>	<b>Comprimento médio de maior raiz primária nas diferentes cultivares de marmeleiro em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....</b>	<b>39</b>
<b>Tabela 9</b>	<b>Comprimento médio de maior raiz primária nos diferentes tipos de substratos das cultivares de marmeleiro nas diferentes concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....</b>	<b>40</b>
<b>Tabela 10</b>	<b>Peso de matéria seca de raízes das cultivares de estacas de marmeleiro em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....</b>	<b>41</b>
<b>Tabela 11</b>	<b>Peso de matéria seca de raízes nos diferentes tipos de substratos nas estacas de marmeleiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.....</b>	<b>42</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figuras</b>		<b>Página</b>
Figura 1	Efeito dos diferentes níveis de ácido indolbutírico em $\text{mg.L}^{-1}$ , sobre o enraizamento das diferentes cultivares de estacas de marmeleiro nos três tipos de substrato.....	29
Figura 2	Efeitos das concentrações de ácido indolbutírico em $\text{mg.L}^{-1}$ sobre a porcentagem de brotação das cultivares de marmeleiro nos diferentes tipos de substratos.....	34
Figura 3	Efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico em $\text{mg.L}^{-1}$ sobre o número médio de raízes em diferentes cultivares de estacas de marmeleiro e em diferentes substratos.....	36
Figura 4	Efeito dos diferentes tipos de substratos no número médio de raízes das diferentes cultivares de estacas de marmeleiro nas quatro concentrações de ácido indolbutírico.....	38
Figura 5	Efeito dos diferentes níveis de AIB em $\text{mg.L}^{-1}$ sobre o peso de matéria secas de raízes nas cultivares de estacas de marmeleiro e em três tipos de substratos.....	43

## RESUMO

**HIROTO, CÍCERO HYUJI. Enraizamento de Estacas dos Marmeleiros 'Japonês' e 'Portugal' em Diferentes Substratos e Concentrações de Ácido Indolbutírico. Lavras: UFLA, 2002. 56p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia)**

O trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de enraizamento de estacas de marmelo das variedades Portugal e Japonês, em diferentes tipos de substratos e concentrações de ácido indolbutírico (AIB). As estacas foram retiradas de plantas matrizes estabelecidas no pomar da Universidade Federal de Lavras, MG, Brasil. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com um fatorial de 2 x 3 x 4 com 3 repetições e 12 estacas por parcelas. As estacas foram coletadas no mês de agosto de 2000, sendo estas, preparadas com um comprimento de 23 cm e diâmetro variando de 7 a 12 mm. Após a coleta, foram estratificadas em areia lavada durante 42 dias e, em seguida, antes do plantio tratadas com o AIB, nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg.L<sup>-1</sup>, durante 5 segundos. O plantio foi feito em sacos de polietileno preto preenchidos com os substratos: terra, areia+vermiculita (A+V) na proporção de 1:1 e areia. As estacas foram colocadas em casa de sombreamento (50%), permanecendo por um período de 75 dias. Foram avaliadas as porcentagens de enraizamento, calejamento e brotação; número médio de raízes, comprimento médio de raiz e peso seco de raízes. A variedade 'Portugal' foi a que apresentou melhores respostas para o enraizamento (46,27%): número médio de raízes (5,01), comprimento médio da maior raiz primária (12,27 cm) e peso da matéria seca de raízes (0,237 g); enquanto que a variedade 'Japonês' apresentou melhor percentual de estacas com calos (22,69%). O ácido indolbutírico aumentou, a percentagem de enraizamento, número médio de raízes e peso de matéria seca de raízes de estacas de marmeleiro. O substrato terra apresentou melhores resultados para enraizamento (27,08%), comprimento médio da maior raiz primária (10,85 cm) e peso de matéria seca de raízes (0,2159 g), enquanto que o substrato a+v foi melhor para a percentagem de calejamento (28,13%)

---

Orientador: Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun - UFLA

## ABSTRACT

**HIROTO, CÍCERO HYUJI. Rooting of Cuttings of 'Japonês' and 'Portugal' Quince Trees in Several Substrats and Indolbutyric Acid Concentrations. Lavras: UFLA, 2002. 56p. (Master Degree Dissertation in Agronomy)**

The purpose of this work was to evaluate the potencial of rooting of cuttings of quince trees from 'Japonês' and 'Portugal' varieties in different types of substrats and indolbutyric acid concentrations (IBA). The cuttings were withdrawn from matrice plants in the orchard of the Federal University of Lavras, MG, Brazil. The experimental design was a complete randomized with a 2 x 3 x 4 factorial with three replications. The cuttings were 23 cm long, and 7 to 12 mm in diameter which were stratified in washed sand during forty two days. Just before planting they were treated with 0, 1000, 2000 and 3000 mg.L<sup>-1</sup> concentration of IBA during five seconds. Twelve cutting were planted in polyethylene black nursery bags which were filled with substrats as following: soil, sand+vermiculite (S+V) in 1:1 proportion and sand. The cuttings were placed in a shading house (50% light) for seventy five days. Rooting, callus and sprouting percentage, roots number; roots length, and roots dry weight were evaluated. The 'Portugal' variety presented better rooting (46,27%), roots number (5,01), root length of the greatest primary root (12,27 cm) and roots dry weight (0,237 g) whereas the 'Japonês' presented better percentage of the callus (22,69%). The indolbutyric acid promoted rooting percentage, roots number and roots dry weight of quince tree cuttings. The soil substrat presented better results for rooting (27,08%), root length of the gratest primary (10,85 cm) and roots dry weight (0,2159 g) while the substrate S+V was better for callus percentage (28,13%)

---

Adviser: Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun - UFLA

## 1 INTRODUÇÃO

A marmelocultura teve seu apogeu no sul de Minas Gerais na década de 1930, naquela época, o estado de Minas Gerais foi o maior produtor, inclusive, com algumas indústrias instaladas na região.

Os municípios que mais se destacavam eram Delfim Moreira, Itajubá, Maria da Fé, além da cidade de Marmelópolis, que surgiu devido, especificamente à cultura do marmeleiro. Entretanto, em 1935, a cultura do marmelo foi quase que totalmente dizimada por uma doença conhecida como “Requeima” ou “Entomosporiose”. Dessa época em diante, vários esforços têm sido feitos no sentido de recuperar a atividade.

Atualmente, poucos plantios comerciais existem na região e a cultivar mais plantada é o marmeleiro ‘Portugal’ (*Cydonia oblonga* Mill). Segundo Abrahão et al. (1996), a sua propagação é feita via assexuada, através da estaquia. As estacas possuem de 30-40 cm de comprimento e são retiradas das plantas durante a poda hiberna. Entretanto, apresentam baixo percentual de enraizamento.

Segundo esses mesmos autores, o marmeleiro ‘Japonês’ poderia ser uma alternativa viável, pois é resistente à “Requeima” e, também, é altamente produtivo. Seus frutos apresentam grande número de sementes. Essas sementes possuem alto poder germinativo e seriam utilizadas como porta-enxertos tanto da própria cultivar como do marmeleiro ‘Portugal’. Mas o uso de porta-enxertos provenientes de sementes resultam em plantas com características de desuniformidades, além de perderem características importantes, o que não ocorre com a propagação por estacas.

Assim, no intuito de contribuir nos estudos de propagação vegetativa e testar também a nova cultivar proposta, esse trabalho tem como principal objetivo verificar o uso de diferentes substratos e as concentrações de ácido

indolbutírico no enraizamento de estacas lenhosas das cultivares Japonês e Portugal.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Caracterização dos Materiais Utilizados

O marmeleiro (*Cydonia oblonga* Mill.) foi uma das primeiras plantas introduzidas no Brasil, por Martim Afonso de Sousa, em 1532, diretamente do Reino, dos Açores e da Madeira.

Essa planta pertence à família das Rosáceas, bem como a macieira, a pereira e a nespereira. É uma árvore de porte médio com cerca de 3 a 6 m de altura, tronco tortuoso, copa arredondada. As folhas são oblongas, inteiras, curto-pecioladas. Seu sistema radicular é muito fasciculado, com raízes compridas, mas quase superficiais. As flores são solitárias, terminais, grandes, róseas, com 5 sépalas, 5 carpelos plurióvulados e 5 estiletes (Gomes, 1983).

O marmeleiro 'Portugal' é originário das proximidades dos mares Cáspio e Negro, onde ainda hoje se encontram formas selvagens da planta; enquanto que o marmeleiro 'Japonês', antigamente caracterizado de *Cydonia japonica* é hoje denominado de *Chaenomeles sinensis* L., tendo sua origem na China, sendo que não pertence ao gênero *Cydonia*, mas, sim ao gênero *Chaenomeles*. Segundo Ramos et al. (1990), seus frutos possuem grandes quantidades de sementes viáveis, sendo também resistente à "Requeima".

### 2.2 Propagação de Plantas

O marmeleiro é uma planta que apresenta sementes, porém, a sua propagação comercial se dá de forma assexuada, sendo na forma de estaquia a mais utilizada e recomendada (Gomes, 1983).

A propagação assexuada é baseada na capacidade de regeneração de um vegetal, a partir de células somáticas. Consiste na reprodução de indivíduos a

partir de partes vegetativas das plantas matrizes e é possível, porque muitos desses órgãos vegetativos possuem a capacidade de formar novas raízes, e regenerar novos ramos, formando, então, novos indivíduos (Scarpate Filho, 1989; Simão 1971).

### **2.2.1 Propagação por Estaquia**

A propagação de plantas através de estaquia, vem sendo muito empregada na Floricultura, Fruticultura, Horticultura e mais recentemente na Silvicultura, tendo como objetivo melhorar e conservar plantas de importância econômica (Silva, 1983).

Segundo Fachinello et al. (1995), estaca é “qualquer segmento da planta matriz, contendo pelo menos uma gema vegetativa, capaz de originar uma nova planta, podendo haver estacas de ramos, raízes e de folhas”. Dessa forma, a propagação por estaquia é um meio de propagação vegetativa, em que ocorre a indução de enraizamento adventício, nos segmentos destacados da planta matriz, que, quando submetidos a condições favoráveis, originam, posteriormente, novas plantas.

Entretanto, existem espécies que apresentam facilidade em emitir raízes adventícias, outras a emitem regularmente e outras apresentam grande dificuldades de enraizamento.

Face às dificuldades das estacas em formarem raízes, muitos trabalhos vêm demonstrando a importância do uso de reguladores de crescimento como estimuladores do enraizamento. De acordo com Blazich (1988) é imprescindível o uso de reguladores de crescimento para o sucesso da propagação via estaquia de algumas espécies vegetais.

Rufato et al. (2001), trabalhando com estacas lenhosas de marmeleiro tratadas com floroglucinol, obtiveram um enraizamento de 41,82%, na cultivar

MC, contra um percentual bem menor, quando comparadas com outras cultivares, como a Portugal com aproximadamente 5% de enraizamento, enquanto que, Radaeli obteve aproximadamente 3%, e as cultivares Meli, Alongado e Inta não apresentaram enraizamento.

### **2.3 Bases Anatômicas do Enraizamento**

O processo de desenvolvimento de raízes adventícias passa por três estágios: a desdiferenciação celular seguida pela iniciação dos grupos de células meristemáticas, a diferenciação desses grupos de células meristemáticas em primórdios radiculares e o crescimento e emergência das novas raízes (Hartmann et al., 1990).

Segundo Beakbane (1961), a estrutura anatômica do floema primário do caule está fortemente relacionada à capacidade de enraizamento de ramos de um ano de idade, de várias espécies frutíferas, observando-se um alto grau de esclerênquima, diferenciado em fibras e esclereídeos. Em espécies de fácil enraizamento, as células do parênquima do floema primário retêm protoplastos, quando estão num estágio de transição ao parênquima esclerenquimatoso ou esclereídeos; enquanto que nas espécies de difícil enraizamento, os raios do floema estão freqüentemente bloqueados com elementos lignificados.

De acordo com Hartmann et al. (1990), o local de formação dos primórdios radiculares varia de acordo com o tipo de estaca e a espécie, no entanto, sabe-se que a iniciação radicular ocorre a partir de células meristemáticas. À medida que os ramos se tornam mais lignificados, o local de formação das raízes parece se deslocar em direção centripeta, ou seja, em estacas semi-lenhosas, são originadas do floema e em estacas lenhosas, do câmbio (Fachinello et al., 1995).

Quando as estacas são colocadas em condições favoráveis para o enraizamento, pode haver a formação de calos, que é uma massa irregular de células parenquimatosas em vários estágios de lignificação, tendo se originado da região vascular do câmbio e floema, podendo haver contribuição também do córtex e medula. Após a sua formação, as células podem se diferenciar em raízes (Alvarenga & Carvalho, 1983).

Raízes formadas nas estacas são respostas ao traumatismo produzido pelo corte e, dessa forma, dois aspectos são fundamentais no enraizamento de estacas: a desdiferenciação e a totipotência. Com o preparo da estaca, ocorre uma lesão tanto nos tecidos do xilema quanto nos do floema, resultando num traumatismo, que é seguido por um processo de cicatrização, formando uma capa de suberina, que reduz a desidratação na área lesada. Nesta região, muitas vezes se forma uma massa de células parenquimatosas desorganizadas, pouco diferenciadas e em diferentes estágios de lignificação, denominadas calo (Fachinello et al., 1995).

Em estacas lenhosas de macieira cv Volos armazenadas em areia e turfa por um, dois ou três meses, observou-se que o tecido do calo que se desenvolveu na base da estaca, originou-se das células da região do câmbio vascular e tecidos adjacentes do floema. Após três meses de armazenamento verificou-se no tecido do calo alguns primórdios de raiz, mas não foi determinada conexão vascular com os tecidos vasculares das estacas (Rawash & Shawky, 1977).

Segundo Williams et al. (1986), estudando estacas de dezesseis espécies de plantas nativas coletadas entre julho e setembro, observaram três diferentes modelos de tecido esclerenquimatoso, através da coloração de cortes efetuados na zona de enraizamento, mostrando lignina ou suberina; feixes discretos, um ou mais anéis descontínuos e um anel contínuo. Em oito espécies, os outros tecidos na zona de enraizamento estavam suberizados. A porcentagem de enraizamento variou de 2 a 99%, mas não houve correlação consistente entre a porcentagem de

pegamento e os tipos de tecido esclerenquimatoso, porém, todas as espécies com menos de 4% de enraizamento tinham a casca suberizada e as espécies que enraizaram facilmente, não tinham. Os resultados indicaram que a suberização dos tecidos do caule está associada ao baixo pegamento em estacas de essências florestais.

#### **2.4 Bases Fisiológicas do Enraizamento**

A capacidade de uma estaca emitir raízes é função de fatores endógenos e das condições ambientais proporcionadas ao enraizamento (Fachinello et al., 1995). Para este autores a formação de raízes adventícias deve-se à interação entre fatores existentes nos tecidos e à translocação de substâncias localizadas nas folhas e gemas.

Hormônios são reguladores produzidos pelas plantas, que em baixas concentrações, regulam seus processos fisiológicos. Usualmente, eles se movem na planta de um sítio de produção a um sítio de ação (Mahlstede & Haber, 1957). Dos reguladores de crescimento mais estudados temos: auxinas, citocininas, giberelinas, ácidos abscísico e o etileno.

Alvarenga & Carvalho (1983) e Fachinello et al. (1995) citam que auxinas são substâncias promotoras de crescimento, produzidas nas gemas apicais e folhas novas e transportadas até as raízes. Estão envolvidas na síntese de proteínas e promovem o alongamento das células a certa distância do ápice. Quando aplicadas em estacas, o aumento da sua concentração produz um efeito estimulador no enraizamento, até certo nível a partir do qual torna-se inibitório.

Muitos trabalhos demonstram que a aplicação exógena de auxina promove o enraizamento de estacas em muitas espécies, no entanto, sabe-se que isto acontece até um valor máximo, ou seja, qualquer valor acima poderá ter efeito inibitório ou fitotóxico (Tofanelli, 1999). A aplicação exógena de auxina

depende da idade do ramo, de que local as estacas foram coletadas, do tempo entre a coleta do material e o seu tratamento, do tipo de auxina sintética usada, da duração do tratamento e da sua concentração (Jarvis, 1986).

Inforzato (1957) relatou, em seu trabalho que houve um melhor enraizamento de estacas com a aplicação de reguladores de crescimento nas seguintes espécies: amoreira, cafeeiro, cidra, dália, gloxínia, hibisco, oliveira, primavera, roseira e violeta-africana; enquanto que em estacas de patchuli houve efeito negativo. Em citronela, a aplicação de hormônio não causou nenhuma influência na brotação, enraizamento e crescimento (Pinto et al., 1963).

Estudos sobre o metabolismo da auxina durante a formação de raízes adventícias, atestam que um alto teor de auxina endógena tem sido casualmente relacionado à formação de primórdios radiculares. Uma relação entre concentrações de fitohormônios nos tecidos e as concentrações de reguladores de crescimento da solução à aplicar, poderiam dar subsídios para se chegar a um valor máximo de enraizamento das estacas, evitando, com isso, que a concentração desses reguladores de crescimento sejam insuficientes para promoverem à formação de raízes adventícias, bem como, também, evitar eventual toxidez ao material (Gaspar & Hofinger, 1988).

Tratamentos com ácido indolbutírico promoveram o enraizamento de estacas de seis cultivares de pessegueiro, duas de cerejeira azeda, duas de pereira, uma de marmeleiro, e os porta-enxertos M9 e híbridos 16-74 (marmeleiro x macieira) e 540-73 [(ameixeira myrobalan x abricot) x ameixeira], sob nebulização intermitente, sendo que o enraizamento de algumas delas só ocorreu com a aplicação de auxinas (Smykov et al. (1985).

Sampaio & Barbin (1983), utilizando auxina no enraizamento de estacas folhosas de pereira cv Seleta observaram que não houve alteração nas porcentagens de enraizamento em relação à testemunha.

O AIB em solução aquosa durante 24 horas, promoveu o enraizamento de videira cvs Salt Creek e St George, mas os resultados não foram consistentes em cada ano. Trabalhos posteriores indicaram que o tratamento rápido com 4000 a 5000 mg.L<sup>-1</sup>, por três a cinco segundos, foram mais eficientes para as cvs Salt Creek e Dog Ridge. Em cultivares de fácil enraizamento, geralmente não há incremento com a aplicação de auxina (Alley, 1980).

Tratamentos por imersão rápida (cinco segundos) com AIB a 1500 mg.L<sup>-1</sup> foram mais efetivos no enraizamento de estacas de macieira MM-106 e em EM II (Ashiru & Carlson, 1968); já aplicações por imersão lenta em AIB, durante 24 horas, promoveram o enraizamento da cv Lambourne até a concentração de 50 mg.L<sup>-1</sup> (Robinson & Schwabe, 1977) e das cvs M 26, MM 106 e MM 111 (Howard, 1978, 1985).

O tratamento com auxinas promoveu o enraizamento de estacas de alguns cultivares de macieira, pereira, ameixeira, cerejeira azeda e cerejeira doce (Popescu & Stanciu, 1986), sendo que estacas lenhosas de *Actinidia chinensis* (kiwi) enraizaram melhor com o tratamento de AIB a 1000 mg.L<sup>-1</sup> (Popovic, 1984).

Os precursores secundários, como as poliaminas, oligossacarídeos, esteróis, inositol e trifosfato, podem, algumas vezes, mediante a sua ação, ser responsáveis pela expressão genética e síntese de proteínas e, assim, apresentar um efeito regulatório indireto sobre processos fisiológicos e bioquímicos, inclusive aos do enraizamento (George, 1993).

Segundo Robinson & Schwabe (1977), estacas enraizadas de macieira cv M26 tiveram um nível máximo de carboidratos e auxinas em suas brotações no outono (novembro), coincidindo com seu maior potencial de regeneração e sobrevivência.

Shawky et al. (1976), observaram que em macieira cv. Balady, as substâncias promotoras predominaram no final do armazenamento da estaca e na

cv. Volos não foi detectada nenhuma atividade de substâncias inibidoras no fim do mesmo período. Segundo Ashiru & Carlson (1968), em trabalhos com estacas de porta-enxertos de macieira cvs. MM106 e EM II foram encontrados dois promotores de enraizamento e um inibidor respectivamente. Foram, também, encontrados inibidores em ramos de ameixeira cv. Brompton, cerejeira cv. F 12/1 e macieira M 26 (Grzyb, 1982).

Bassuk & Howard (1981), observaram uma maior atividade de cofatores de enraizamento na estação normal de enraizamento (após o período hibernar) de estacas de macieira da cv. M 26, principalmente relacionada à atividade da polifenol oxidase e floridizina. A adição de ambas as enzimas em estacas tratadas com AIB, em época desfavorável (meio do inverno), estimularam o seu enraizamento (Bassuk et al., 1981).

## **2.5 Fatores que Influenciam o Enraizamento**

De acordo com Hoffmann et al. (1996) é importante propiciar condições para que se permita um bom desenvolvimento das raízes adventícias para favorecer a sobrevivência e o desenvolvimento da muda após o enraizamento.

Portanto, a formação de raízes está relacionada a vários fatores (Hill, 1996), podendo ser classificados em fatores internos e externos.

### **2.5.1 Fatores Internos**

#### **2.5.1.1 Condições Fisiológicas da Planta Matriz**

É importante que o conjunto das características internas da planta matriz, tais como o conteúdo de água, teor de reservas e de nutrientes, estejam adequados para favorecer o enraizamento. Tem se estudado muito a importância dos carboidratos na formação de raízes, observando-se que reservas mais

abundantes desses compostos correlacionam-se com maiores porcentagens de enraizamento e sobrevivência de estacas. Os carboidratos podem ser uma fonte de carbono durante a biossíntese dos ácidos nucléicos e proteínas, já que a auxina requer uma fonte de energia e carbono para a formação das raízes (Tofanelli, 1999).

A relação carbono/nitrogênio (C/N) é importante na habilidade de enraizamento da estaca, pois, experimentos demonstraram que segmentos contendo alta relação C/N enraizaram melhor do que os com baixa relação C/N, devido a um baixo teor de nitrogênio e, conseqüentemente, a uma maior concentração de compostos necessários ao enraizamento (Veierskov, 1988).

Estudos realizados por Chalfun et al. (1992), constataram que o efeito do AIB e da sacarose no enraizamento de estacas caulinares de porta-enxertos de videira cv RR 101-14 promoveu um efeito sinérgico auxina/sacarose aumentando o número de raízes por estaca.

Blazich (1988), cita que a nutrição mineral é um dos muitos fatores que influenciam no enraizamento das estacas. De acordo com ele, a importância dos nutrientes com nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, zinco e boro reside no fato de que estão envolvidos nos inúmeros processos metabólicos associados à desdiferenciação e formação de meristemas na iniciação de raízes.

Em relação às reservas orgânicas, principalmente o amido, segundo Arens & Arens (1972), não ocorre enraizamento de estacas de eucalipto, mesmo com a aplicação de auxinas. Em estacas de castanheira não houve relação entre conteúdo de amido e porcentagem de enraizamento (Garcia et al., 1982) e em estacas lenhosas de macieira cvs. M25 e M26 o enraizamento não foi influenciado pela concentração inicial de carboidratos (Cheffins & Howard, 1982).

### 2.5.1.2 Idade da Planta

Observa-se, freqüentemente, que a formação de raízes em estacas principalmente nas plantas lenhosas, diminui com o aumento da idade da planta matriz (Hackett, 1988). Isso ocorre devido à variação da quantidade dos fitohormônios, de acordo com a idade fisiológica da planta e de seus órgãos (Hoffmann et al., 1996). Além disso, esse fato possivelmente esteja relacionado ao aumento no conteúdo de inibidores à diminuição na quantidade de cofatores, à medida que aumenta a idade da planta (Fachinello et al., 1995).

### 2.5.1.3 Tipos de Estacas

Hartmann et al. (1990) classificam as estacas caulinares em lenhosas, semi-lenhosas, semi-herbáceas e herbáceas. Hoffmann et al. (1996) afirmam que o caule herbáceo é o que possui maior capacidade para a produção de raízes e que quanto mais nova ou herbácea for a estaca, maior será sua capacidade de regeneração. Porém, para Scarpore Filho (1989), a parte herbácea constitui-se no tipo de estaca mais difícil de se manter viva, sendo imprescindível o uso da nebulização intermitente e da presença de folhas, que além de aumentarem a superfície de absorção de água devido à película que se forma, também produz cofatores favoráveis ao enraizamento.

→ Estacas mais lignificadas apresentam maior dificuldade para enraizar, seja pela presença de um anel de esclerênquima contínuo, que pode constituir-se numa barreira física à emergência das raízes ou pela sua menor habilidade fisiológica e bioquímica em formar primórdios radiculares.

Estacas herbáceas de *Actinidia chinensis* cv Allison (Kiwi) enraizaram melhor que estacas lenhosas e semi-lenhosas, em sistema de nebulização intermitente, com tratamento de AIB a  $5000\text{mg.L}^{-1}$  (Rathore, (1984).

Estacas herbáceas de goiabeira com dois nós e dois pares de folhas apresentaram maior porcentagem de enraizamento em câmaras de nebulização (Pereira et al., 1983)

Higdon & Westwood (1963), estudando o enraizamento de estacas de pereira constataram que houve um melhor enraizamento com estacas de 5 a 7 mm de diâmetro do que aquelas com maior ou menor espessura, enquanto que estacas dormentes de videira cv Muscadine enraizaram melhor, quando as estacas tiveram diâmetro superior a 9 mm (Goode Júnior et al., 1982).

#### **2.5.1.4 Época de Coleta**

As diferenças no enraizamento de estacas no decorrer do ano são devidas às variações no conteúdo de promotores e/ou à formação e acumulação de inibidores de enraizamento (Muñoz & Villalobos, 1976).

Segundo Hartmann et al. (1990), o período de coleta das estacas pode ter um papel importante na capacidade do enraizamento. As estacas coletadas em um período de crescimento vegetativo intenso (primavera/verão) apresentam-se mais herbáceas e as colhidas em um período de repouso vegetativo ou de dormência (inverno) apresentam-se mais lignificadas e de um modo geral tendem a enraizar menos. Por outro lado, estacas menos lignificadas (herbáceas e semi-lenhosas) são mais propícias à desidratação e à morte.

Higdon & Westwood (1963) constataram que estacas de pereira cv. Old Home, tratadas com AIB e que formaram calo, em novembro, enraizaram melhor do que aquelas que formaram calo na primavera. Estacas plantadas na primavera e no outono enraizaram bem, quando houve a formação de calo em novembro.

Em macieira, o nível de AIA nas raízes foi menor durante o outono e inverno do que no meio do verão, na cv Lambourne (Robinson & Schwabe, 1977b).

Estacas de raízes de porta-enxertos de caqui ( *Dyospirus kaki* ) enraizaram melhor, quando retiradas na primavera e verão, do que as estacas retiradas no outono, que permaneceram dormentes até a primavera (Yamada et al., (1988).

Para Nam & Kim (1985), a melhor época para a coleta de estacas lenhosas de pessegueiro foi no fim de janeiro, quando o conteúdo total de carboidratos foi maior, do que no fim de dezembro, fevereiro ou março. Já para Hwang, (1987), a melhor época de coleta de estacas lenhosas de pessegueiro foi no final de agosto e começo de setembro.

Dutra & Kersten (1996), trabalhando com estacas de ameixeira da cv. Frontier, tratadas com AIB, obteve um maior enraizamento em estacas coletadas em janeiro e março com 68,22% e 65,99% respectivamente.

Utilizando estacas de ameixeira da cvs Frontier e Reubennel tratadas em diferentes concentrações de AIB, observou-se uma maior capacidade de enraizamento nas estacas colhidas em novembro (Kersten et al., 1994).

### **2.5.1.5 Potencial Genético de Enraizamento**

Segundo Haissig & Rienmenschneider (1988), existem evidências substanciais de que o enraizamento de estacas é controlado geneticamente. Muitos trabalhos relacionados ao enraizamento de estacas em diversas cultivares mencionam a diferença de formação de raízes adventícias nas estacas. Isso pode estar relacionado com o potencial genético de enraizamento das diferentes cultivares e espécies.

Muitos autores citam que a resposta ao enraizamento varia com a cultivar e espécies, como Bartolini et al. (1979), para o pessegueiro, Pereira et al. (1981), para a videira, Higdon & Westwood (1963), para pereira e entre outros.

Tofanelli (1999), em trabalho desenvolvido com diversas cultivares de pessegueiro tratadas com AIB para o estudo do enraizamento de estacas lenhosas e semi-lenhosas observou as diferentes porcentagens de enraizamento das diferentes cultivares.

Fries & Kaya (1997), estudando o controle genético do potencial de enraizamento *ex vitro* de estacas de clones de *Pinus contorta* var. latifolia, relatam que a baixa variação genética deve ser considerada na performance do enraizamento de estacas.

#### **2.5.1.6 Juvenilidade**

Estacas herbáceas de macieira cv Ottawa 3, para porta-enxerto, oriundas de ramos que brotaram de raízes de plantas adultas, enraizam melhor (Osborne, 1983). Estacas juvenis de noqueira pecã enraizaram melhor que as adultas (Smith & Chiu, 1980).

Em caqui as estacas de raízes regeneraram melhor e mais rapidamente, quando provenientes de plantas jovens (Yamada et al. (1988).

#### **2.5.1.7 Sanidade**

É importante que as estacas a serem utilizadas estejam sempre em boas condições sanitárias, livres de viroses, bactérias e fungos.

De acordo com Fachinello et al. (1995), estacas provenientes de plantas contaminadas podem apresentar enraizamento insatisfatório e que durante o

estaqueamento, deve-se evitar qualquer contaminação patogênica, o que pode levar à morte das estacas.

### **2.5.1.8 Balanço Hormonal**

O equilíbrio entre os diversos hormônios de crescimento é fundamental na formação de raízes, entretanto ainda há muito a pesquisar sobre quanto, quando e onde essas interações entre os diversos reguladores de crescimento de plantas influenciam no enraizamento de estacas (Tofanelli, 1999).

O enraizamento adventício é influenciado diretamente pelo equilíbrio entre as auxinas, giberelinas e citocininas da estaca. Para muitas espécies vegetais, faz-se necessário a aplicação exógena de reguladores de crescimento, para favorecer o balanço hormonal (Fachinello et al., 1995). De acordo com Alvarenga & Carvalho (1983), a melhor concentração para promover ótimos resultados é aquela imediatamente abaixo do ponto de toxidez. Esses autores, antes do descobrimento das auxinas, faziam uso de vários compostos químicos para favorecer o enraizamento, como o permanganato de potássio e o monóxido de carbono, que afetavam o nível de auxinas nas estacas. Nos últimos anos, porém, com o avanço nos estudos sobre o assunto, o uso de auxinas sintéticas na propagação vegetativa de plantas vem sendo crescente, especialmente, nas espécies de difícil enraizamento. Nestas, sugere-se, também, que as estacas sejam colocadas em água para lixiviação dos inibidores.

Pivetta (1994), com a simples embebição em água da base de estacas de roseiras enfolhadas durante 14 horas, promoveu um enraizamento em torno de 95%.

Espécies de difícil enraizamento apresentam altos níveis de citocinina, o que pode contribuir para a sua dificuldade em enraizar (Okoro & Grace, 1978). De acordo com estes autores, no período de formação de raízes e a quantidade

de citocinina é gradualmente metabolizada em favor da formação da parte aérea e crescimento de raízes latentes ou, simplesmente, inativado pelo tecido da planta, porém, esse declínio é paralisado e volta a subir, quando as raízes se formam.

Segundo Ferri (1997), após a aplicação de auxina na base da estaca, ocorre o transporte polar e um rápido acúmulo na porção basal, que pode ou não causar a formação do “calo”, que nada mais é do que uma massa irregular de células parenquimatosas, em vários estágios de lignificação, que resultam dos novos centros meristemáticos formados ou da ativação das células do câmbio. As plantas sintetizam, naturalmente, a auxina no meristema apical e nas folhas novas, tendo um mecanismo de transporte polar que a transporta para as extremidades das raízes, porém devido a alta sensibilidade da auxina e à presença de elevados níveis de enzimas inativadoras no sistema radicular, ela não se acumula.

Em trabalho realizado por Bezerra et al. (1992), com o objetivo de avaliar o enraizamento de estacas herbáceas de aceroleira (*Malpighia glabra* L.), tratadas com baixas concentrações de ácido indolbutírico e ácido indolacético, coletadas em duas épocas, atribuíram a formação de raízes à não influência dos reguladores de crescimento, mas sim ao balanço hormonal resultante entre estes e os fitohormônios existentes nas estacas.

## **2.5.2 Fatores Externos**

### **2.5.2.1 Temperatura**

Para Hartmann et al. (1990), a temperatura ideal para se obter o enraizamento de estacas de plantas situa-se entre 21 e 27°C para o período diurno e 15°C para o período noturno. Segundo os mesmos autores temperaturas

subótimas podem agir negativamente na formação de raízes; já temperaturas mais elevadas podem promover a brotação de gemas apicais antes, que ocorra o enraizamento, o que seria prejudicial à formação de raízes e promoveria, também, maior perda de umidade do material.

O aquecimento da parte inferior nos leitos de enraizamento tem por objetivo manter a temperatura aproximadamente a 24°C, o que estimula a divisão celular, na área do enraizamento, acelerando a formação de raízes em relação às brotações (Wells, 1955 e Hartmann & Kester, 1975).

Em trabalhos realizados por Zhang et al. (1997), as estacas de macieira das cultivares “Autumn Flame” e “Indian Summer”, os autores obtiveram 74% de enraizamento em temperaturas de 24°C.

### **2.5.2.2 Umidade**

O manejo correto da umidade seja ela na atmosfera ou no leito de enraizamento é muito importante para o sucesso ou o fracasso do enraizamento das estacas. A morte de estacas por dessecação antes de terem atingido o enraizamento é uma das principais causas do fracasso da propagação pelo método de estaquia (Hartmann & Kester, 1975 e Janick, 1968).

Loach (1988) cita que o balanço hídrico nos tecidos é importante para o sucesso no enraizamento das estacas, para isso, utilizam-se algumas práticas no modo de diminuir a perda de umidade como controle da insolação, manutenção da umidade através de nebulização intermitente e diminuição de área foliar para diminuir perdas de umidade pela transpiração.

### **2.5.2.3 Luz**

De acordo com vários autores (Hartman & Kester, 1975; Ryan, 1969; Hess, 1968 e Herman & Hess, 1963), a luz, como função estimulante no enraizamento varia conforme a planta e o método de propagação. Estacas lenhosas, semi-lenhosas e as herbáceas reagem diretamente à luz, devido ao papel que esta desempenha na síntese de carboidratos. O estiolamento para favorecer o início de formação de raízes tem sido usado por diversos autores, porém não está bem esclarecido o seu mecanismo. Acredita-se que esse processo afeta o acúmulo de auxinas e de outras substâncias que são instáveis na presença de luz.

Tofanelli (1999) afirma que a formação de raízes na estacas sob a influência da luz está relacionada a vários fatores, tais como: a radiação, qualidade e com os efeitos do fotoperíodo; e que, portanto, o enraizamento é limitado pela taxa de fotossíntese. A luz influencia também na presença de inibidores fenólicos, na acumulação de carboidratos solúveis na base da estaca tratada com auxina e no transporte basípeto da mesma.

### **2.5.2.4 Substrato**

Segundo Hoffmann et al. (1996), o substrato é um dos fatores de maior influência no enraizamento de estacas, principalmente nas espécies que apresentam dificuldade na formação de raízes. Segundo os mesmos autores, o substrato destina-se a sustentar as estacas durante o período de enraizamento, mantendo sua base em ambiente úmido, escuro e suficientemente aerado.

Hoffmann et al. (1994), relataram que a vermiculita de granulação média e o composto orgânico como substratos pois estes retém maiores quantidades de

água, enquanto que a areia retém pouca quantidade de água, sob qualquer condição.

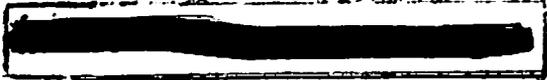
O substrato ou meio de enraizamento, pode influenciar sobre a percentagem de estacas enraizadas, assim como no tipo de raízes formadas, que deve proporcionar umidade e oxigênio suficiente às estacas e ser relativamente livre de moléstias. Várias misturas contendo solo, areia, turfa e ainda substâncias inorgânicas como a vermiculita e perlita têm sido utilizadas. O uso de água como substrato também pode ser utilizada para estacas de fácil enraizamento (Hartman & Kester, 1975; Janick, 1968; Mahlstedt & Haber, 1957 e Wells, 1955).

Dutra & Kersten (1996), trabalhando com estacas de ameixeira em vários tipos de substratos, obtiveram um enraizamento de 68,22%, quando se utilizou uma mistura de areia e serragem.

## 2.6 Ácido Indolbutírico (AIB)

↳ Com a descoberta dos reguladores de crescimento, em especial as auxinas e como promoviam o enraizamento, estudos foram realizados com o objetivo de encontrar compostos, que possam atuar de modo semelhante às auxinas naturais. Descobertos esses compostos, Hitchcock & Zimmermann (1939) realizaram os primeiros trabalhos com a utilização de soluções concentradas de reguladores de crescimento na formação de raízes em estacas. Eles mergulharam a base de várias estacas por 5 segundos, em diferentes concentrações de solução concentrada de auxina, com isso, observaram que para um melhor enraizamento, diversos fatores encontravam envolvidos como: espécie vegetal, idade e da atividade do ramo, época do ano em que a estaca foi obtida e do método de aplicação da substância nas estacas.





### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no período de agosto a dezembro de 2000 no telado, com 50% de sombreamento, no pomar do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Localizada no município de Lavras, a uma altitude de 918 metros, a 21°14'06'' de latitude sul e 45°00'00'' de longitude oeste, apresentando o clima tipo CWp (Brasil, 1992). Como material para a propagação, foram utilizados estacas lenhosas dos marmeleiros 'Portugal' e 'Japonês' coletadas de plantas matrizes adultas, do pomar da UFLA, por ocasião da poda hiberna.

#### **3.1 Coleta, Preparo e Estratificação das Estacas**

As estacas foram coletadas no mês de agosto de 2000, durante a poda hiberna. Preparadas em seguida de modo que ficassem com um comprimento médio de 23 cm e com diâmetro entre 7 e 12 mm, sendo os cortes, reto na base e em bisel simples no ápice. Após seu preparo, foram estratificadas em areia lavada, durante 42 (quarenta e dois) dias, em posição vertical à sombra e irrigadas periodicamente.

#### **3.2 Preparo e Acondicionamento do Substrato**

No preparo do substrato foram utilizados a areia lavada, terra de barranco e vermiculita+areia lavada na proporção de 1:1. Para facilitar a homogeneização, a areia e a terra foram passadas por uma peneira fina. Após essa operação, os substratos foram colocados em sacos plásticos com dimensões de 12x20cm perfurados na base.

### 3.3 Preparo das Soluções e Plantio das Estacas

Após o período de estratificação, as bases das estacas foram imersas durante 5, segundos em soluções de AIB, nas concentrações de 0, 1000, 2000 e 3000 mg.L<sup>-1</sup>. O preparo das soluções de AIB foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, onde adicionaram-se algumas gotas de hidróxido de sódio (NaOH) 0,5 N ao AIB, para facilitar a posterior diluição e homogeneização em água destilada.

Após o tratamento, as estacas foram plantadas nos recipientes a uma profundidade de 1/3 do seu comprimento e, posteriormente, acondicionada em telado, 50% de sombra.

### 3.4 Delineamento Experimental

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 3 x 4, composto por duas cultivares (C), três tipos de substratos (S), quatro concentrações de AIB (R) e três repetições por tratamento com doze estacas.

O modelo estatístico que representa o delineamento adotado é o que se segue:

$y_{ijkl} = \mu + c_i + r_j + s_k + (cr)_{ij} + (cs)_{ik} + (rs)_{jk} + (crs)_{ijk} + e_{ijkl}$ , com  $i = 1,2$ ;  $j = 1,\dots,4$ ;  $k = 1,\dots,3$ ;  $l = 1,\dots,3$ ; em que:

$y_{ijkl}$  = valor observada na l-ésima repetição do k-ésimo substrato do j-ésimo regulador de crescimento no i-ésimo cultivar;

$\mu$  = média geral (é uma constante);

$c_i$  = efeito do i-ésimo cultivar;

$r_j$  = efeito do j-ésimo regulador de crescimento;

$s_k$  = efeito do k-ésimo substrato;

$(cr)_{ij}$  = efeito da *i*-ésima cultivar com o *j*-ésimo regulador de crescimento;

$(cs)_{ik}$  = efeito da *i*-ésima variedade com o *k*-ésimo substrato;

$(rs)_{jk}$  = efeito do *j*-ésimo regulador de crescimento com o *k*-ésimo substrato;

$(crs)_{ijk}$  = efeito da *i*-ésima cultivar no *j*-ésimo regulador de crescimento no *k*-ésimo substrato;

$e_{ijkl}$  = erro experimental associado à observação,  $y_{ijkl}$  considerados independentes e distribuídos com média zero e variância constante.

**TABELA 1** Esquema da análise de variância, considerando os fatores cultivares, regulador de crescimento e substrato no enraizamento de estacas de marmeleiro. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Fatores de Variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	Fc
Cultivar (C)	I-1	$\delta^2 + IL \phi (C)$	V1	V1/V8
Regulador (R)	J-1	$\delta^2 + JL \phi (R)$	V2	V2/V8
Substrato (S)	K-1	$\delta^2 + KL \phi (S)$	V3	V3/V8
C x R	(I-1)(J-1)	$\delta^2 + L \phi (C \times R)$	V4	V4/V8
C x S	(I-1)(K-1)	$\delta^2 + L \phi (C \times S)$	V5	V5/V8
R x S	(J-1)(K-1)	$\delta^2 + L \phi (R \times S)$	V6	V6/V8
C x R x S	(I-1)(J-1)(K-1)	$\delta^2 + L \phi (C \times R \times S)$	V7	V7/V8
Resíduo	IJK(L-1)	$\delta^2$	V8	
<b>Total</b>	<b>(IJKL)-1</b>			

### 3.5 Coleta de Dados e Análise Estatística

Após a estratificação das estacas por 42 dias na areia; estas permaneceram mais 75 dias sobre telado de onde foram retirados dos sacos plásticos, para a execução da coleta de dados. As características analisadas no experimento foram os seguintes:

- a) porcentagem de estacas enraizadas, sendo consideradas enraizadas as estacas, que apresentassem pelo menos uma raiz adventícia emitida;
- b) porcentagem de estacas brotadas, foram consideradas estacas brotadas aquelas que apresentassem ao menos uma brotação;
- c) porcentagem de estacas calejadas; serão consideradas estacas calejadas aquelas que apresentarem calo na base inferior da estaca;
- d) número médio de raízes primárias e principais das estacas enraizadas;
- e) comprimento médio da maior raiz primária e principal das estacas enraizadas;
- f) peso médio da matéria seca de raízes das estacas.

As análises de variância e os testes de comparações múltiplas foram processadas através do programa Sisvar (Ferreira, 2000).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Na Tabela 2, estão representados os resultados das análises de variância das características avaliadas.

### **4.1 Porcentagem de estacas enraizadas**

De acordo com a Tabela 2, houve efeito significativo ao nível de 5% de probabilidade apenas dos fatores variedade, substrato, regulador e para a interação variedade x regulador, sendo as demais não significativas.

Analisando o efeito dos diferentes tipos de substratos, constata-se um maior percentual de enraizamento no substrato terra, enquanto que no substratos areia e na areia+vermiculita, o enraizamento foi menor e não diferem, entre si significativamente como pode ser observado na Tabela 3

Constata-se ao se comparar nossos resultados com outros que ocorre uma grande variação com o uso de diferentes substratos e espécies. Com este resultado podemos confirmar que para as estacas lenhosas de marmeleiro, realmente o substrato terra é melhor como afirmava Fachinello et al. (1995) que este tipo de substrato é recomendável para o enraizamento de estacas lenhosas. Isso provavelmente ocorreu devido ao substrato terra reter uma maior umidade em relação aos outros substratos.

Costa Júnior (2000), trabalhando com diferentes tipos de substratos (turfa, turfa+vermiculita 1:1 e vermiculita), no enraizamento de estacas semilenhosas de goiabeira obteve um enraizamento de 52,95% no substrato turfa+vermiculita, sendo que as demais não apresentaram diferenças significantes estacas herbáceas de ameixeira, em 10 tipos de substratos, obteram um percentual de enraizamento de 68,22% no substrato areia+serragem, para o

TABELA 2 Análise de variância para os parâmetros analisados no experimento de propagação de marmeleiro. Lavras, MG, UFLA, 2002.

FV	GL	Quadrados Médios					
		Estacas Enraizadas (%)	Estacas Calejadas (%)	Nº de Estacas Brotadas (%)	Nº Médio de Raízes	Comprimento Médio de Maior Raiz	Peso Médio de Matéria Seca de Raiz
Variedades (V)	1	11459.214**	425.445*	3024.605**	150.627**	1713.661**	0.692**
Substratos (S)	2	1019.606*	1115.061**	801.582	51.804**	249.171**	0.111**
Regulador (R)	3	854.841*	57.588	645.384	21.966*	16.584	0.033*
V x S	2	261.335	243.132	330.828	25.622*	3.405	0.003
V x R	3	775.071*	204.218	1401.526**	5.909	19.732	0.017
S x R	6	25.394	187.804	312.758	8.960	7.680	0.018
V x S x R	6	252.381	17.995	181.674	8.748	18.587	0.010
CV (%)		72.76	49.45	37.91	71.53	51.99	75.41

\* significativo ao nível de 5% de probabilidade

\*\* significativo ao nível de 1% de probabilidade

melhor tratamento contra 19,10% no substrato cinza, que demonstrou a menor porcentagem de enraizamento.

**TABELA 3** Porcentagens de enraizamento de estacas de marmeleiros utilizando diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Substrato	Enraizamento (%) *
Terra	27,08 a
Areia	15,97 b
A+V (areia+vermiculita)	15,63 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste de Scott-Knott (1974).

Em pessegueiro cv. 'Okinawa', Nachtigal & Pereira (2000), demonstraram um melhor enraizamento (87,6%), quando suas estacas herbáceas foram acondicionadas no substrato vermiculita de textura fina.

Farias (1997), testando 15 tipos de substratos no enraizamento de estacas de ameixeira, conseguiu um enraizamento de 75,66%, quando utilizou como substrato a vermiculita+cinza, 75,11% no substrato serragem, 74,74% em areia+serragem e o menor enraizamento (28,16%) no substrato solo.

Hoffmann et al. (1995), em estudo realizado no enraizamento de estacas de mirtilo, em diferentes substratos, obtiveram um resultado de 30,50% de enraizamento no substrato areia+composto, 25,06% no substrato areia e apenas 8,70% de enraizamento, quando se utilizou como substrato a cinza+vermiculita.

Quanto a interação variedade x regulador, observaram-se na Figura 1, que para a cultivar Portugal, ocorreu uma resposta quadrática, sendo que o percentual de enraizamento aumenta com o aumento da dosagem de AIB até a concentração de 1381,9mg.L<sup>-1</sup>, atingindo o máximo de 46,27% de enraizamento, a partir dessa concentração esta torna-se inibitório na formação de raízes;

enquanto que para a cultivar Japonês, como pode ser visto, não há variação na concentração para o seu enraizamento como pôde ser comprovada (Figura 1).

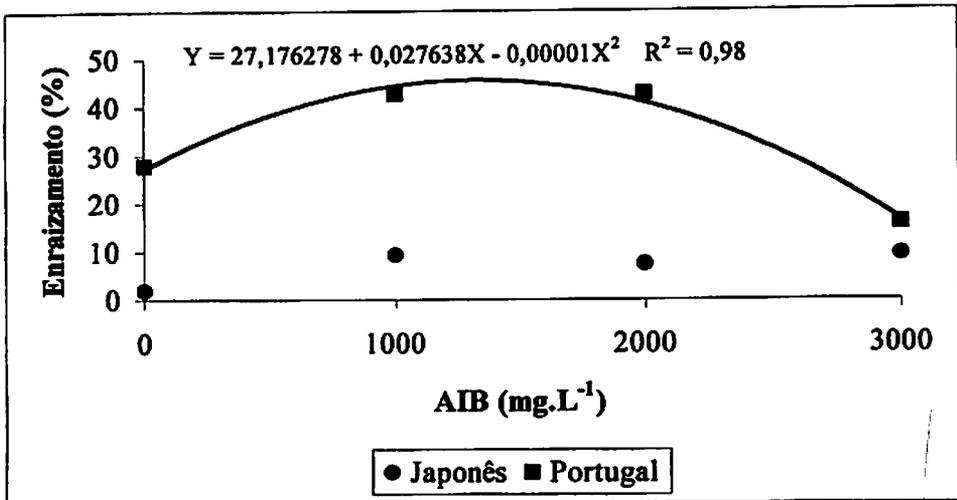


FIGURA 1 Efeito dos diferentes níveis de ácido indolbutírico em mg.L<sup>-1</sup> sobre o enraizamento das diferentes cultivares de estacas de marmeleiro nos três tipos de substrato. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Rufato et al. (2001), trabalhando no enraizamento de estacas de diferentes cultivares de marmeleiro tratadas com floroglucinol, obtiveram um enraizamento de 41,82% na cultivar MC, sendo que para a cultivar Portugal foi de aproximadamente 5% e para a cultivar Radaeli ficou em, aproximadamente, 2,5% e que para as demais cultivares como o Pine, Mell, Alongado e Inta não houve enraizamento; o que demonstra certa dificuldade e diferença no enraizamento das diferentes cultivares de marmeleiro. Isso pode ser comprovado também por Hepaksoy & Unal (1995), que obtiveram 38% de enraizamento para a cultivar Quince A e somente 0,67% para a cultivar Seker Gevrek.

Apesar dessa percentagem ser considerada baixa, provavelmente devido ao seu fator genético, pois algumas plantas possuem maiores dificuldades na formação de raízes, ainda assim é um bom indício de que a variedade 'Portugal' apresenta potencial para enraizamento com o auxílio de reguladores de crescimento. É importante comparar com outras espécies, pois o potencial para o enraizamento é dependente de uma série de fatores. Resultado semelhante obteve Tofanelli (1999), entretanto, trabalhando com estacas lenhosas de pessegueiro. Nesse caso, o autor obteve resultado de 37,78% de enraizamento na cultivar Diamante e 1,67% para a Talismã.

Já Tonietto et al. (2001), estudando o enraizamento de miniestacas de ameixeira, obtiveram um percentual de 99% de enraizamento das miniestacas da cultivar Pluma 7, quando tratadas com 2000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB. Em estacas semilenhosas de goiabeira, Costa Júnior (2000) constatou um melhor enraizamento na concentração de 8000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB. Para estacas semilenhosas de araçazeiro, Nachtigal & Fachinello (1995), obtiveram um percentual de enraizamento de 58,5%, quando tratadas com AIB na concentração de 4000 mg.L<sup>-1</sup> contra 37,68% em relação à testemunha.

#### **4.2 Porcentagem de estacas calejadas**

Houve efeito significativo a 5% de probabilidade os fatores cultivar e substrato, sendo que para os demais fatores não ocorreram diferenças ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Analisando os dados da Tabela 4, referente aos substratos, vê-se que na areia+vermiculita foi onde ocorreu o maior percentual de calejamento com 28,13% enquanto que nos demais o percentual foi de 16,32% não havendo diferenças significativas entre os mesmo.

**TABELA 4** Porcentagens de estacas de marmeleiro calejadas nos diferentes tipos de substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Substrato	Estacas com calo (%) *
Areia+Vermiculita	28,13 a
Terra	16,32 b
Areia	16,32 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si a 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott (1974).

Os dados da Tabela 5 são referentes às médias obtidas para o percentual de estacas calejadas das cultivares de marmeleiro.

**TABELA 5** Porcentagem de calejamento de estacas de marmeleiro utilizando diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Cultivar	Estacas com calo (%)*
Japonês	22,69 a
Portugal	17,82 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si a 5% de significância pelo teste t.

A Tabela 5 salienta a superioridade da variedade 'Japonês' que apresentou um maior calejamento (22,69%), enquanto que a variedade 'Portugal' foi apenas de 17,82%. Assim como no enraizamento, o fator genético pode ter influenciado esta variável, estando a cultivar Japonês mais propícia a formar calos em relação ao Portugal, talvez, por isso, menor enraizamento.

A formação de calos e a formação de raízes adventícias, mesmo sendo fenômenos independentes são influenciados pelos mesmos fatores, podendo até ocorrer simultaneamente de acordo com Fachinello et al. (1995).

É curioso notar que apesar de não haver uma correlação entre o enraizamento e o calejamento no presente caso, nota-se que a menor porcentagem de enraizamento foi o substrato areia+vermiculita, enquanto que para o calejamento observa-se o contrário. Segundo Tofanelli (1999), a calogênese pode vir a ser um fenômeno competidor ao enraizamento, pois as cultivares que apresentaram maiores índices de enraizamento não foram aquelas que apresentaram maiores percentuais de estacas com calos. Ele observou em seu trabalho com estacas lenhosas de diversas cultivares de pessegueiro que naquela em que ocorreu maior porcentagem de enraizamento não foi a que ocorreu maior porcentagem de calo.

Isso também foi constatado por Mattiuz & Fachinello (1996), trabalhando com estacas de Kiwi, coletadas em diferentes épocas (janeiro, abril e junho) e tratadas com AIB, nas concentrações de 0, 2000, 4000, 6000 e 8000 mg.L<sup>-1</sup>, onde observaram uma relação inversa entre o enraizamento e a formação de calos. Porém, para Antunes et al. (2000), que estudaram a propagação de cultivares de amoreira-preta (*Rubus* spp), a formação de calos apresentou um padrão de resposta similar ao enraizamento, o que lhe sugere que nesse caso são processos que se completam.

#### **4.3 Porcentagem de estacas brotadas**

Nessa variável analisada, houve efeito significativo ao nível de 5% dos fatores cultivares e a interação cultivar x regulador, sendo que para as demais variáveis não ocorreu efeito significativo ao nível de 5% (Tabela 2).

Na Tabela 6 é possível observar os resultados referentes às médias obtidas pelas variedades em relação à sua porcentagem de brotação.

**TABELA 6** Porcentagem de estacas brotadas nas cultivares de marmeleiro utilizando diferentes substratos e ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Cultivar	Brotação % *
Portugal	52,31 a
Japonês	39,35 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância, pelo teste t.

Observa-se na Tabela 6 que a porcentagem de brotações ocorrida na cultivar Portugal foi maior, em relação à cultivar Japonesa, com 52,31% e 39,35% respectivamente.

Tofanelli (1999) observou em estacas lenhosas de diversas cultivares de pessegueiro que a cultivar que mais raízes emitiu foi a que também mais brotações obteve, pois a cv. Diamante apresentou porcentagem de 41,66% de brotações e que no caso do trabalho conduzido por ele, foi importante a formação de brotações nas estacas para o crescimento de raízes, assim como, também foi importante para as estacas de marmeleiro, pois a formação das brotações contribuíram para a manutenção das atividades fisiológicas e metabólicas das estacas.

Conforme os dados da Figura 2, observa-se o resultado obtido na interação entre a cultivar x regulador.

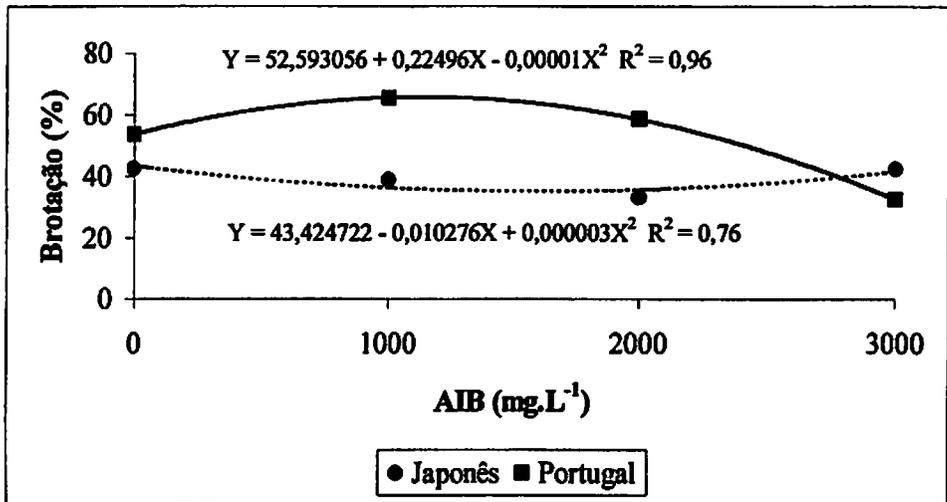


FIGURA 2 Efeito das concentrações de ácido indolbutírico em mg.L<sup>-1</sup> sobre a porcentagem de brotação das cultivares de marmeleiro nos diferentes tipos de substratos. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Demonstra-se na Figura 2 que ocorreu uma maior porcentagem de brotação na cultivar Portugal, onde ocorreu uma resposta quadrática, sendo que a porcentagem de brotação aumenta conforme aumenta a concentração de AIB até a dosagem de 1124,8 mg.L<sup>-1</sup>, atingindo um máximo de 65,24% de brotação, enquanto que para a cultivar Japonês a resposta também foi quadrática, porém, inversa ao 'Portugal', pois à medida que aumenta a sua concentração de AIB, esta tende a diminuir sua porcentagem de brotação até a concentração de 1712,7 mg.L<sup>-1</sup>, de onde, a partir desta concentração tende novamente a aumentar a sua porcentagem de brotação como pode ser comprovada pela mesma Figura 2.

Existe uma relação entre a brotação e o enraizamento nas estacas, isto devido a formação das raízes que absorvem maiores quantidades de nutrientes, proporcionando às plantas novas estruturas, além de um maior equilíbrio entre raiz e parte aérea.

Sun & Bassuk (1991) observaram essa relação em estacas semi-lenhosas de porta enxertos de macieira, notando à medida que aumentava a porcentagem de enraizamento, aumentavam, também, a porcentagem de brotações. Esse comportamento foi constatado também por Rufato et al. (2001) em estudos de enraizamento de estacas lenhosas de marmeleiro, onde concluiu-se que aquela em apresentou um maior enraizamento foi a mesma que apresentou uma maior porcentagem de brotações.

Entretanto para Trevisan et al. (2000), estudando o enraizamento de estacas de diferentes cultivares de pessegueiro, apesar de que a cultivar que apresentou um maior enraizamento também foi a que mais brotações apresentou, as demais cultivares enraizadas não foram exatamente as que apresentaram as maiores porcentagens de brotações.

#### **4.4 Número Médio de Raízes**

Nesta avaliação conforme a Tabela 2 ocorreu efeito significativo ao nível de 5% nas variáveis cultivares, substrato, regulador e na interação cultivar x substrato, enquanto que nas demais variáveis não ocorreu efeito significativo ao nível de 5%.

Na Tabela 7, observa-se os resultados obtidos na variável cultivar em relação ao número médio de raízes formadas pelas estacas.

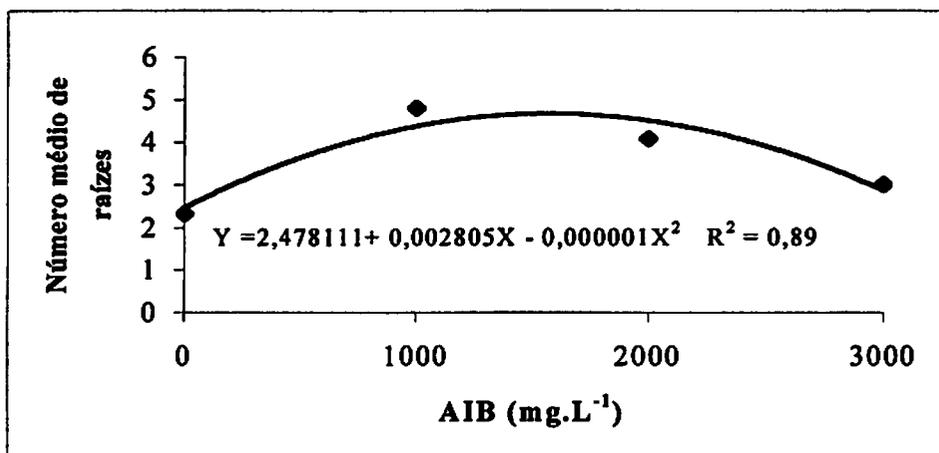
**TABELA 7** Número médio de raízes nas diferentes cultivares de estacas de marmeleiro em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Cultivar	NMR *
Portugal	5,01 a
Japonês	2,12 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste t.

Observa-se na Tabela 7 que a cultivar Portugal apresentou um número médio de raízes maior em relação à cultivar Japonês, com 5,01 e 2,12 raízes respectivamente.

Os dados da Figura 3, demonstram os resultados referentes ao número médio de raízes nas diferentes concentrações de AIB.



**FIGURA 3** Efeito de diferentes concentrações de ácido indolbutírico em mg.L<sup>-1</sup> sobre o Número Médio de Raízes em diferentes cultivares de estacas de marmeleiro e em diferentes tipos de substratos. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Os dados da Figura 3 demonstram uma resposta quadrática onde a medida que aumentamos a concentração de AIB aumenta o Número Médio de Raízes até um ponto máximo de  $1402,5\text{mg.L}^{-1}$  com um NMR de 4,46 onde a partir desta concentração tende a decrescer. Observa-se que a aplicação do AIB influencia na formação de raízes; sendo que também há uma melhoria na qualidade e quantidade de raízes até uma determinada concentração sendo que a partir desta concentração as raízes tendem a diminuir a sua qualidade e quantidade; qualidade esta que pode ser observada na diminuição do seu comprimento e na falta de raízes secundárias.

Em estacas semilenhosas de goiabeira tratadas com diferentes concentrações de AIB, Costa Júnior (2000), obteve melhor resultado no número de raízes quando estas foram tratadas com a concentração de  $8000\text{mg.L}^{-1}$  com 17,31 raízes.

Dutra & et al. (1997), obteve 16,16 raízes na cultivar Frontier quando este trabalhou com diferentes cultivares de ameixeira tratadas com  $3000\text{mg.L}^{-1}$  de AIB, enquanto que Farias (1997) obteve 21,5 raízes em *Prunus salicina* Lindl. (ameixeira) em uma concentração de  $2395\text{mg.L}^{-1}$ . Já Nachtigal et al. (1999) em estacas de umezeiro tratadas com  $2000\text{mg.L}^{-1}$  obteram em média 4,25 raízes.

Em trabalho realizado no enraizamento de diversas cultivares de marmeleiro, Rufato et al. (2001), obteve para a cultivar MC cerca de 4,7 raízes enquanto que as demais cultivares (Portugal, Radaell, Pine, Mell, Alongado e Inta) ficou entre 0 (zero) e 0,2.

A utilização de ácido indolbutírico favoreceu um número de raízes significativamente superior ao controle. Estes resultados corroboram com a afirmação de Preece & Read (1993) que atribuíram a utilização de reguladores de crescimento a formação de um maior número de raízes.

Na Figura 4 é possível observar os resultados obtidos na interação cultivar x substrato em relação ao Número Médio de Raízes formadas nas estacas de marmeleiro. Nela constata-se que existe uma variação na cultivar Portugal em relação ao Japonês nos substratos areia e areia+vermiculita e para o substrato terra este não houve variação; e que a cultivar Portugal dentro dos diferentes substratos também não apresentou diferenças, porém a cultivar Japonês apresentou um maior número médio de raízes no substrato terra, sendo superior aos demais substratos.

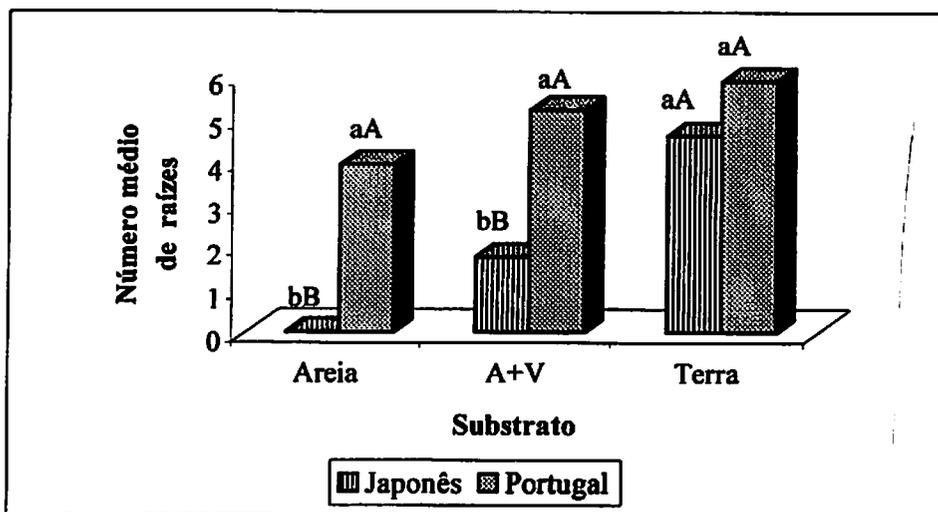


FIGURA 4 Efeito dos diferentes tipos de substratos no número médio de raízes das diferentes cultivares de estacas de marmeleiro nas quatro concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Além do provável fator genético para a formação de raízes nas estacas como foi mencionado anteriormente, a maior capacidade de retenção de umidade que o substrato terra possui em relação aos outros substratos pode possivelmente haver favorecido este resultado; além de que no substrato terra as

raízes apresentaram maiores ramificações enquanto que nos outros substratos as mesmas apresentaram menos ramificadas e mais grossas.

Em trabalho realizado por Costa Júnior (2000), testando diferentes tipos de substratos, obteve em média um número de raízes em estacas semilenhosas de goiabeira de 6,21 no substrato turfa, 6,49 em turfa+vermiculita e 6,63 em vermiculita.

Já Farias (1997), estudando o enraizamento de estacas de ameixeira em 15 diferentes tipos de substratos obteve no substrato areia, considerado o melhor, um número médio de raízes de 21,90; já a areia+vermiculita com 14,03 raízes e o solo com 9,76 raízes foram considerados como o pior tratamento.

#### 4.5 Comprimento Médio da Maior Raiz Primária

A análise de variância demonstrou que houve resultado significativo ao nível de 5% de probabilidade apenas para os fatores cultivares e substrato (Tabela 2).

Na Tabela 8 podemos observar as diferenças de médias nos comprimentos da maior raiz primária das diferentes variedades de Marmelo.

**TABELA 8** Comprimento médio da maior raiz primária nas diferentes cultivares de estacas de marmeleiro em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Cultivar	CMMR (cm) *
Portugal	12,27 a
Japonês	2,51 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si ao nível de 5% de significância pelo teste t.

Observa-se que a média do comprimento de raiz é maior na cultivar Portugal; isto pode ser devido ao maior enraizamento e desenvolvimento apresentado pela cultivar em comparação à Japonesa.

Rufato & Kersten (2000), trabalhando com estacas lenhosas de pessegueiro, obteve para a cultivar Esmeralda um comprimento aproximado de 7,59 cm na concentração de 2500 mg.L<sup>-1</sup> e para a cultivar BR2 obteve um comprimento de raiz próximo a 1,0 cm na concentração de 4000 mg.L<sup>-1</sup>.

Em estacas de umezeiro, o maior comprimento de raiz foi obtido no clone 05 em trabalho realizado por Nachtigal et al. (1999) com 3,33 cm porém não houve diferença significativa com os demais clones estudados.

Na Tabela 9 é possível observar que o substrato Terra apresentou-se superior aos demais substratos Areia e A+V nas quatro concentrações de AIB e nas duas variedades de marmeleiros.

**TABELA 9** Comprimento médio de maior raiz primária nos diferentes tipos de substratos das cultivares de estacas de marmeleiro nas diferentes concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Substrato	Comprimento de raiz (cm) *
Terra	10,85 a
A+V	6,86 b
Areia	4,47 c

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si a 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott (1974).

Observa-se que o substrato que mais raízes formou também foi aquela que maior comprimento médio de raiz primária apresentou, como foi demonstrado na Tabela 3 e na Tabela 9.

Nachtigal & Fachinello (1995), observando o comprimento médio de estacas de araçazeiro em diferentes substratos obtiveram os seguintes

comprimentos: 6,74 cm no substrato vermiculita+cinza; 5,50 cm em areia+cinza e 3,77 cm em areia.

#### 4.6 Peso de Matéria Seca de Raiz

Nesta análise, observou-se que as variáveis cultivar, substrato e regulador foram significativas ao nível de 5% de probabilidade e que os demais fatores não apresentaram significância ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2).

Na Tabela 10, podemos observar as médias de peso seco de raízes das estacas das variedades de marmeleiro.

TABELA 10 Peso de matéria seca de raízes das cultivares de estacas de marmeleiro em diferentes substratos e concentrações de ácido indolbutírico. UFLA Lavras, MG, 2002.

Cultivar	PMSR (g) *
Portugal	0,237 a
Japonês	0,041 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna diferem entre si ao nível de 5% de significância ao teste t.

Como pode ser observado na Tabela 10, a variedade Portugal apresentou um maior peso de matéria seca de raízes frente a variedade Japonês. Isto pode ser relacionado como foi visto anteriormente que a variedade Portugal foi à que apresentou um maior enraizamento e também uma maior número médio de raízes primárias como pode ser visto anteriormente nas Figura 1 e Tabela 8.

Antunes et al. (2000), em propagação de cultivares de amoreira-preta (*Rubus spp*) através de estacas lenhosas obteve melhor resultado para a cultivar 'Caigangue' com peso da matéria seca de raiz com aproximadamente 0,66 g

sendo que as cultivares 'Brazos', 'Ébano', 'Guarani' e 'Tupi' não apresentaram resposta significativa entre si, variando de 0,26 g até 0,4 g aproximadamente.

Na Tabela 11, podemos observar o resultado para o efeito do tipo de substrato no peso de matéria seca de raízes nas estacas de Marmelo nas diferentes concentrações de AIB.

**TABELA 11** Peso de matéria seca de raízes nos diferentes tipos de substratos nas estacas de marmeleiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Substrato	PMSR (g) *
Terra	0,2159 a
Areia	0,1148 b
A+V	0,0865 b

\* Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si a 5% de significância, pelo teste de Scott-Knott (1974).

O substrato terra não só apresentou maior porcentagem de estacas enraizadas, como também, um peso de matéria seca de raízes, em relação a outros tipos de substratos.

Em estacas de ameixeira, Farias (1997) obteve nos diferentes tipos de substratos um peso médio da matéria seca de raízes de 0,0588 g no substrato vermiculita, 0,0443 g em areia, 0,0394 g em areia+vermiculita e de 0,0283 g para o substrato solo. Enquanto que Nachtigal e Fachinello (1995) obteve em estacas de araçazeiro um peso médio da matéria seca de raízes de 1,031 g no substrato vermiculita+cinza, 0,804 g em areia+cinza e de 0,212 g na areia.

Na variável regulador, os resultados estão apresentados na Figura 5.

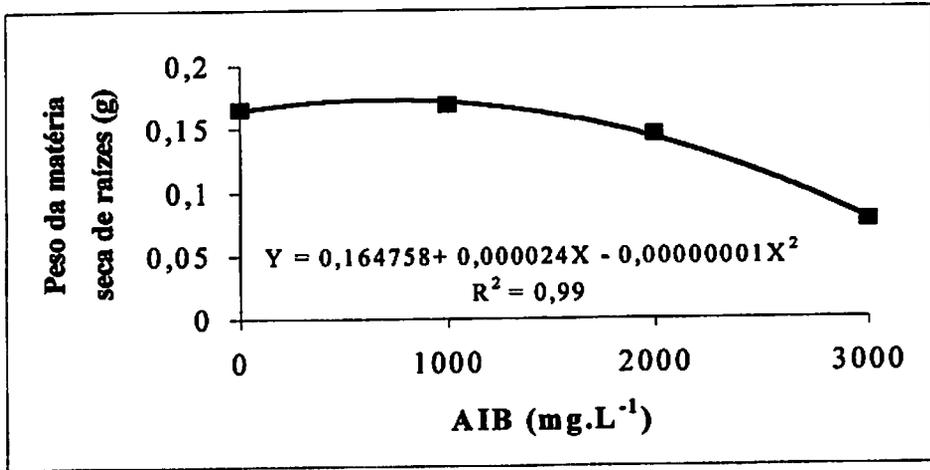
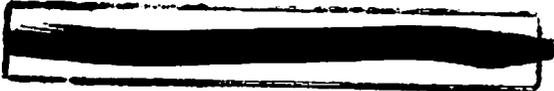


FIGURA 5 Efeito dos diferentes níveis de AIB em mg.L<sup>-1</sup> sobre o peso de matéria seca de raízes nas cultivares de estacas de marmeleiro e em três tipos de substratos. UFLA, Lavras, MG, 2002.

Na Figura 5, observa-se uma resposta quadrática, onde a melhor concentração para um maior peso seco de raiz (0,1792 g) foi de 1200 mg.L<sup>-1</sup> de onde a partir desta concentração o peso seco de raiz tende a diminuir. Nogueira (1995), estudando enraizamento de estacas de figo (*Ficus carica* L.), em diferentes concentrações de AIB, observou que estacas tratadas com 150 mg.L<sup>-1</sup> obtiveram os melhores resultados no seu peso seco de raiz. Em estacas de pessegueiro da cultivar Esmeralda, Rufato & Kersten (2000), obteram na concentração de 2440 mg.L<sup>-1</sup> um peso de matéria seca de raiz de 0,9346 g.

Não se pode afirmar que exista relação entre o Peso de Matéria Seca de Raízes e o Número Médio de Raízes (NMR) uma vez que aquela que apresentou um maior NMR foi outra concentração como foi demonstrada na Figura 3, mas que a adição do ácido indolbutírico influencia nestes fatores.



## 5 CONCLUSÕES

Nas condições em que o experimento foi conduzido, pode-se tirar as seguintes conclusões:

- O marmeleiro 'Portugal' apresenta maiores percentuais de enraizamento, número médio de raízes, comprimento médio da maior raiz primária e peso da matéria seca de raiz do que o 'Japonês'.
- A cultivar 'Japonês' apresenta uma facilidade de calejamento em detrimento ao enraizamento.
- O ácido indolbutírico aumenta a percentagem de enraizamento, número médio de raízes e peso de matéria seca de raízes de estacas de marmeleiro 'Japonês' e 'Portugal'.
- Melhores resultados foram obtidos com o uso da terra como substrato para as variáveis enraizamento, comprimento médio da maior raiz primária e peso de matéria seca de raízes e para a formação de calo o substrato areia+vermiculita apresentou o melhor resultado.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, E.; SOUZA, M. de; ALVARENGA, A. A. **A Cultura do Marmeleiro em Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1996. 23 p. (EPAMIG - Boletim Técnico, 47)

ALLEY, C. J. Propagation of grapevines. **California Agriculture**, Berkeley, v. 34, n. 7, p. 29-31, July 1980.

ALVARENGA, L. R. de; CARVALHO, V. D. de. Uso de substâncias promotoras de enraizamento de estacas frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 47-55, maio 1983.

ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A. Propagação de cultivares de amoreira-preta (*Rubus* spp) através de estacas lenhosas. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 195-199, ago. 2000.

ARENS, T.; ARENS, K. O enraizamento de eucalyptus no clima de São Paulo. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 24, n. 3, p. 233-278, mar. 1972.

ASHIRU, G. A.; CARLSON, R. F. Some endogenous rooting factors associated with rooting of East Malling II and Malling-Merton 106 apple clones. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 92, p. 106-112, June 1968.

BALOBIN, V. N.; SAMUS, V. A. [Propagation of clonal apple rootstocks by woody cuttings]. **Sadovodstvo i Vinogradarstvo Moldavii**, Samokhvalovichi, v. 5, n. 1, p. 20-21, 1986.

BARTOLINI, G.; BELLINI, E.; MESSERI, C. Indagini sulle cause di variabilità della capacità rizogena nelle talee di alcune cultivar di pesco. **Rivista della Ortoflorofruticoltura Italiana**, Giugno, v. 63, n. 6, p. 423-434, 1979.

BASSUK, N. L.; HOWARD, B. H. A positive correlation between endogenous root-inducing cofactor activity in vacuum-extracted sap and seasonal changes in rooting of M. 26 winter apple cuttings. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 56, n. 4, p. 301-312, Oct. 1981.

BASSUK, N. L.; HUNTER, L. D.; HOWARD, B. H. The apparent involvement of polyphenol oxidase and phloridzin in the production of apple rooting cofactors. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 56, n. 4, p. 313-322, Oct. 1981.

BEAKBANE, A. B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. **Nature**, London, v. 192, n. 4780, p. 954-955, June 1961.

BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; SILVA, M. F. F. da; SOUZA, A. A. de M. Enraizamento de estacas herbáceas de acerola com ácido indol-butírico e ácido alfa-naftaleno acético a baixas concentrações em duas épocas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 1, p. 1-6, 1992.

BIASI, L. A.; STOLTE, R. E.; SILVA, M. F. Estaquia de ramos semilenhosos de pessegueiro e nectarineira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 421-425, dez. 2000.

BLAZICH, F. A. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSING, B. E. L SANKLHA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: discorides Press, 1988. p. 132-149.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas 1961-1990**. Brasília, 1992. 84 p.

CHALFUN, N. N. J.; DUARTE, G. de S.; PIVETTA, K. F. L.; KIAM, O. Y.; ABRAHÃO, E.; ALVARENGA, A. A. Uso do ácido indolbutírico e da sacarose no enraizamento de estacas caulinares de porta-enxertos de videira 'RR 101-14'. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n. 3, p. 389-393, jul./set. 1992.

CHEFFINS, N. J.; HOWARD, B. H. Carbohydrate changes in leafless winter apple cuttings. I. The influence of level and duration of bottom heat. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 57, n. 1, p. 1-8, Jan. 1982.

COSTA JUNIOR, W. H. da. **Enraizamento de estacas de goiabeira: influência de fatores fisiológicos e mesológicos**. 2000. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

DUTRA, L. F.; SCHWENGBER, J. E.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de ramos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch). **Revista Brasileira de Agrociência**. Pelotas, v. 5, n. 2, p. 93-95, maio/ago. 1999.

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

DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl) tratadas com ácido indolbutírico e ethephon. **Revista Brasileira de Agrociência**. Pelotas, v. 3, n. 2, p. 59-64, maio/ago. 1997.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1995. 179 p.

FARIAS, A. X. **Efeito de substratos e ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de ameixeira (*Prunus salicina* Lindl.)**. 1997. 57 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Pelotas.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do sisvar para o windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERRI, C. P. Enraizamento de estacas de citrus. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 9, n. 1, p. 113-121, 1997.

FRIES, A.; KAYA, Z. Genetic control of rooting ability of lodgepole pine cuttings. **Forest Science**, Bethesda, v. 43, n. 4, p. 582-588, Nov. 1997.

GARCIA, M. T.; BALLESTER, A.; VETTIEZ, E. Variacion on el contenido de almidon en estaquillas juveniles de castaño y su relacion en el enraizamiento. **Anales de Edafologia y Agrobiologia**, Madri, v. 41, n. 11, p. 2281-2286, Nov. 1982.

GASPAR, T.; HOFINGER, M. Auxin metabolism during adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSING, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Discorides Press, 1988. p. 117-131.

GEORGE, E. **Plant propagation by tissue culture: the technology**. 2. ed. London: Exenetics, 1993. pt 1, 574 p.

GOMES, R. P. **Fruticultura brasileira**. 9. ed. São Paulo: Nobel, 1983. 634 p.

GOODE JUNIOR, D. K.; et al. Rooting studies of dormant Muscadine Grape cuttings. **HortScience**, Alexandria, v. 17, n. 4, p. 644-645, Aug. 1982.

GRZYB, Z. S. Growth and rooting of broampton plum, F12/1 cherry and M-26 apple clonal rootstocks. **Fruit Science Reports**, Skierniewice, v. 6, n. 2, p. 45-54, June 1982.

HACKETT, W. P. Donor plant maturation and adventitious root formation. In: DAVIS, T. D. L HAISSING, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Discorides Press, 1988. p. 11-28.

HAISSIG, B. E.; RIEMENSCHNEIDER, E. D. Genetic effects on adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSING, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Discorides Press, 1988. p. 47-60.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagation de plantas (Plant Propagation)**, México : Compania Editorial Continental, 1975.

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

HEPAKSOY, S.; UNAL, A. Propagation of some quince varieties by hardwood cuttings. **Ege Universitesi-Ziraat-Fakultesi-Dergisi**, v. 32, n. 1, p. 61-66, 1995.

HERMAN, D. E.; HESS, C. E. The effect of etiolation upon the rooting of cuttings. **Proceedings International Plant Propagation Society**, Oxford, v. 13, p. 42-62, 1963.

HESS, C. E. Internnal and external factors regulation root initiation. **Root Growth Proc. XV-th Easter Sch. /U. fNott.** , London, 1968. p. 42-53.

HIGDON, R. J.; WESTWOOD, M. N. Some factors affecting the rooting of hardwood pear cuttings. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 83, p. 193-198, June 1963.

HILL, L. **Segredos da propagação de plantas**. Lewis Hill; tradução de Jusmar Gomes. São Paulo: Nobel, 1996. 245p.

HITCHCOCK, A. E.; ZIMMERMANN, P. W. Comparative activity of root inducing substance and methods for treating cuttings. **Contributions Boyce Thompson Institute**, Yonkers, v. 10, p. 461-480, 1939.

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N. N. J.; ANTUNES, L. E. C.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; RESENDE e SILVA, C. R. **Fruticultura comercial: propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1996. 319 p.

HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; ROSSAL, P. A. L.; FACHINELLO, J. C.; PAULETTO, E. A. Influência do substrato sobre o enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 302-307, 1994.

HOWARD, B. H. Factors affecting the response of leafless winter cuttings of apple and plum to IBA applied in powder formulation. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 60, n. 2, p. 161-168, Apr. 1985.

HOWARD, B. H. Field establishment of apple rootstock hardwood cuttings as influenced by conditions during a prior stage in heated bins. **Journal of Horticultural Science**, London, v. 53, n. 1, p. 31-37, Jan. 1978.

HWANG, K. S. Studies on factors affecting the rooting of peach cuttings. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Seoul, v. 28, n. 2, p. 137-152, June 1987.

INFORZATO, R. Aplicação de Hormônios vegetais no enraizamento de estacas. **O Agrônomo**, Campinas, v. 9, n. 11/12, p. 1-4, nov./dez. 1957.

JANICK, J. **A ciência da Horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. 485 p.

JARVIS, B. C. Endogenous control of adventitious rooting in non-woody cuttings. In: JACKSON, M. B. (Ed.) **New root formation in plants and cutting**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p. 191-222.

KERSTEN, E.; TAVARES, W. S.; NACHTIGAL, J. C. Influência do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunus salicina*, Lindl.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 215-222, 1994.

LOACH, K. Water relations and adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSING, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.) **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: discorides Press, 1988. p. 111-115.

MAHLSTEDE, J. P.; HABER, E. S. **Plant Propagation**. New York: John Wiley, 1957. 413 p.

MATTIUZ, B. H.; FACHINELLO, J. C. Enraizamento de estacas de Kiwi (*Actinidia deliciosa* AA. Chev.) C. F. Liang e A. R. Ferguson var. Deliciosa. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 7, p. 503-508, jul. 1996.

MUÑOZ, I.; VILLALOBOS, A. Enraizamiento de estacas de vid. I. Capacidad natural de dos especies de *Vitis*, efecto de ubicacion en el sarmiento y de época de recoleccion. **Agricultura Tecnica**, Santiago, v. 36, p. 25-30, jan./mar. 1976.

NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C. Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*Psidium cattieyanum* Sabine). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 1, p. 34-39, jan./mar. 1995.

NACHTIGAL, J. C.; PEREIRA, F. M. Propagação do pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) cv. Okinawa por meio de estacas herbáceas em câmara de nebulização em Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 2, p. 208-212, ago. 2000.

NACHTIGAL, J. C.; PEREIRA, F. M.; DALLÓRTO, F. A. C.; OJIMA, M.; MARTINS, F. P. Propagação vegetativa do umezeiro (*Prunus mume*) por meio de estacas herbáceas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 2, p. 226-228, ago. 1999.

NAM, K. U.; KIM, C. C. [Studies on the propagation of peach trees by cuttings]. **Journal of the Korean Society for Horticultural Science**, Seoul, v. 26, n. 4, p. 342-349, Dec. 1985.

NOGUEIRA, A. M. M. **Propagação da figueira (*Ficus carica* L.) através de estacas caulinares em vegetação**. 1995. 62 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

OKORO, O. O.; GRACE, J. The physiology of rooting *Populus* cuttings II. Cytokinin activity in leafless hardwood cuttings. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 44, n. 3, p. 167-170, 1978.

OSBORNE, R. H. Propagation by softwood cuttings form root pieces to reintroduce juvenility in a new dwarf rootstock (Otatawa 3). **Combined Proceedings, International Plant Propagators Society**, Anagance, v. 33, p. 361-366, 1983.

PEREIRA, F. M.; MARTINS, F. P.; INFORZATO, R. Enraizamento de estacas de três porta-enxertos de videiras: traviú, 420 A e IAC 313, com o emprego do fitormônio ácido alfa naftalenoacético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1., 1981, Recife. **Anais...** Recife: SBF, 1981. p. 725-731.

PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; BANZATTO, D. A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guayava* L.) em câmaras de nebulização. **Científica**, Jaboticabal, v. 11, n. 2, p. 239-244, 1983.

PINTO, A. J. D.; INFORZATO, R.; ABRAMIDES, E. Efeito da aplicação de hormônios vegetais sobre mudas de citronela. **Bragantia**, Campinas, v. 22, n. 67, p. 807-815, 1963.

PIVETTA, K. F. L. **Estudos sobre o enraizamento de estacas enfolhadas de roseira (*Rosa* sp.) 'Red Success'**. 1994. 151 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.

POPESCU, S.; STANCIU, N. Self-rooting capacity in some tree fruit varieties. **Productia Vegetală, Horticultura, Maracineni**, v. 35, n. 9, p. 9-14, Sept. 1986.

POPOVIC, R. ooting of mature cuttings of Chinese gooseberry, *Actinidia chinensis*. **Arhivza Poljoprivredne Nauke, Belgrade**, v. 45, n. 160, p. 501-506, 1984. ✓

PREECE, J. E.; READ, P. E. **The biology of horticulture**. New York: John Wiley, 1993. 480 p.

RAMOS, J. D.; SOUZA, M. de; PASQUAL, M. Porta enxertos para pereira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília**, v. 25, n. 12, p. 1817-1820, dez. 1990. ✓

RATHORE, D. S. Propagation of Chinese gooseberry from stem cuttings. **Indian Journal of Horticulture, Phagli**, v. 40, n. 3/4, p. 237-239, Dec. 1984.

RAWASH, M. M.; SHAWKY, I. Anatomical studies on root formation im “Volos Apple” cuttings during storage. **Egyptian Journal of Horticulture, Cairo**, v. 4, n. 2, p. 115-118, 1977.

ROBINSON, J. C.; SCHWABE, W. W. Studies on the regeneration of apple cultivar from root cuttings. II. Carbohydrate and auxin relations. **Journal of Horticultural Science, London**, v. 52, n. 2, p. 221-223, Apr. 1977.

RUFATO, L.; MEYER, G. de A.; BIANCHI, V. J.; FACHINELLO, C. J. Enraizamento de estacas lenhosas de cultivares de marmeleiro (*Cydonia oblonga*) tratadas com floroglucinol. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 23, n. 3, p. 742-744, dez. 2001.

RUFATO, L.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), cvs Esmeralda e BR2, submetidas á estratificação e ao ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 22, n. 2, p. 191-194, ago. 2000.

RYAN, G. F. Etiolation as an aid in propagation. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, v. 19, p. 69-74, June 1969.

SAMPAIO, V. R.; BARBIN, D. Propagação da pereira através de estacas folhosas em ambiente de nebulização. **Anais da ESALQ**, Piracicaba, v. 40, p. 509-517, 1983.

SCARPARE FILHO, J. A. **Enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), sob efeito de reguladores de crescimento em sistema de nebulização intermitente**. 1989. 90 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

SHAWKY, I.; EL-TOMI, A. L.; RAWASH, M. A. Changes in activity of growth regulating substances in apple hardwood cuttings during storage. **Egyptian Journal of Horticulture**, Cairo, v. 3, n. 2, p. 135-142, 1976.

SILVA, C. R. de R. Produção de Mudas Frutíferas II. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 102, p. 30, jun. 1983.

SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**. São Paulo: Ceres, 1971. 530 p.

SMITH, M. W.; CHIU, H. Seasonal changes in the rooting of juvenile and adult pecan cuttings. **HotScience**, Alexandria, v. 15, n. 5, p. 594-595, 1980.

SMYKOV, V. K.; STEPANOVA, A. F.; LITCHENKO, N. A. Effects of B-indolylbutyric acid on root formation in fruit cobs. **Byulleten Gosudarstvennogo Nikitskogo Botanicheskogo Sada**, Yalta, v. 56, p. 33-36, 1985.

SUN, W.; BASSUK, N. L. Stem banding enhances rooting and subsequent growth of M. 9 and MM. 106 apple rootstock cuttings. *HortScience*, Alexandria, v. 26, n. 11, p. 1368-1370, Nov. 1991.

TOFANELLI, M. B. D. **Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de pessegueiro em diferentes concentrações de ácido indolbutírico.** 1999. 87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

TONIETTO, A.; FORTES, G. R. de L.; SILVA, J. B. Enraizamento de miniestacas de ameixeira. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 643-646, dez. 2001.

TREVISAN, R.; SCHWARTZ, E.; KERSTEN, E. Capacidade de enraizamento de estacas de ramos de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) de diferentes cultivares. *Revista Científica Rural*, Bagé, v. 5, n. 1, p. 29-33, mar. 2000.

VEIERSKOV, B. Relation between carbohydrates and adventitious root formation. In: DAVIS, T. D.; HAISSING, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.). *Adventitious root formation in cuttings*. Portland: Discorides Press, 1988. p. 70-78.

WELLS, J. S. **Plant propagation practices.** New York: The Macmillian Company, 1955. 344 p.

WILLIAMS, R.; TAJI, A.; BOLTON, J. Bark may inhibit cuttings strike in native plants. *Australian Horticulture*, Melbourne, v. 84, n. 11, p. 63-64, 1986.

YAMADA, M.; SUMI, T.; KURIHARA, A.; YAMANE, H. Effects of various factors on the regeneration of Japanese persimmon (*Diospyros kaki* Thumb.) from root cuttings. *Bulletin of the Fruit Tree Research Station, Akitsu*, v. 7, p. 9-30, 1988.

ZHANG, H.; GRAVES, W. R.; TOWNSEND, Q. M. Water and survival of stem cuttings of two maple cultivar helms in subirrigated medium at 24 to 33°C. *HortScience*, Alexandria, v. 32, n. 1, p. 129-131, Jan. 1997.