

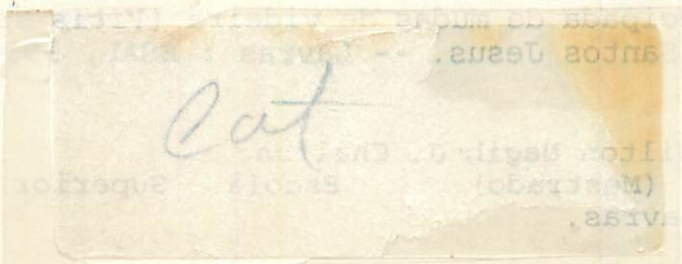
ADRIANA MADEIRA SANTOS JESUS

OBTENÇÃO ANTECIPADA DE MUDAS DE  
VIDEIRA (**Vitis** spp)

Dissertação apresentada à Escola Superior de  
Agricultura de Lavras, como parte das exigências  
do Curso de Mestrado em Agronomia, área de con-  
centração em Fitotecnia, para a obtenção do título  
de «Mestre».

**Orientador:**

**Prof. Dr. NILTON NAGIB JORGE CHALFUN**



LAVRAS

MINAS GERAIS - BRASIL

1994

Santos Jesus, Adriana Madeira.

Obtenção antecipada de mudas de videira (*Vitis* spp) /  
Adriana Madeira Santos Jesus. -- Lavras : ESAL, 1994.  
75 p. : il.

Orientador: Nilton Nagib J. Chalfun.  
Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de  
Agricultura de Lavras.  
Bibliografia.

1. Aquecimento basal. 2. Enxertos (Agricultura).  
3. Estaquia. 4. Plantas - Propagação. 5. Plantas -  
Reguladores de crescimento. 6. Uvas - Mudas - Produção.  
7. Uvas - Propagação. I. Escola Superior de Agricultura  
de Lavras. II. Título.

CDD-634.8  
-634.883  
-634.8835

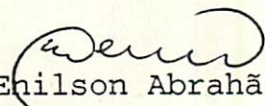


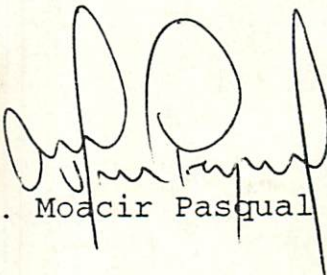
ADRIANA MADEIRA SANTOS JESUS

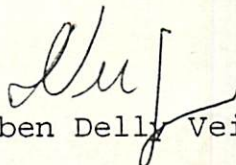
OBTENÇÃO ANTECIPADA DE MUDAS DE VIDEIRA (*Vitis spp*)


Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 02 de Março de 1994

  
Pesq. Enilson Abrahão

  
Prof. Moacir Pasqual

  
Prof. Ruben Delly Veiga

  
Prof. Nilton Nagib J. Chalfun  
(Orientador)

**OFEREÇO**

A meu pai, Osmar.

À minha mãe, Cirlene.

Aos meus irmãos, Júnior e Cristina.

**DEDICO**

A meu esposo, José Carlos.

À minha filha, Lara Thaís.



**AGRADECIMENTOS**

À Escola Superior de Agricultura de Lavras;

À Coordenadoria de Pós-Graduação (CPG) e ao Departamento de Agricultura (DAG), pela possibilidade de realização do curso;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnologia (CNPq), pela concessão de bolsa de estudos;

Aos Professores do Curso de Mestrado em Agronomia, pelos conhecimentos transmitidos;

Ao Orientador Prof. Nilton Nagib Jorge Chalfun, pelas valiosas contribuições e apoio demonstrados na orientação deste trabalho;

Aos Professores Moacir Pasqual e Ruben Delly Veiga pelas contribuições como participantes do comitê de orientação;

Ao Pesquisador Enilson Abrahão pelas contribuições como participante da banca examinadora;

Aos funcionários da Biblioteca Central, da Coordenadoria de Pós-Graduação, do Departamento de Agricultura e do pomar da ESAL, pela constante amizade e colaboração;

A meu esposo e companheiro, pelo incentivo e apoio dados durante a realização deste trabalho.

**BIOGRAFIA DO AUTOR**

ADRIANA MADEIRA SANTOS JESUS, filha de Osmar Expedito Madeira e Cirlene Pires Madeira, nasceu em Uberaba, Estado de Minas Gerais, a vinte de setembro de 1964.

Em 1983 ingressou no curso de graduação em Agronomia da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL).

Em 1989 ingressou no curso de Pós-Graduação (Mestrado) em Agronomia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL).

De 1992 a 1993, foi contratada como Professora, pelo Instituto Superior de Ensino e Pesquisa de Ituiutaba (I.S.E.P.I).

## SUMÁRIO

	página
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
RESUMO .....	xi
SUMMARY .....	xiii
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO .....	4
2.1 Propagação de plantas .....	4
2.2 Propagação por enxertia .....	6
2.3 Propagação por estaquia .....	10
2.3.1 Fatores que influem no enraizamento de estacas .....	11
2.3.1.1 Fatores externos relacionados ao enraizamento .....	12
2.3.1.2 Fatores internos relacionados ao enraizamento .....	14
2.3.2 Uso de indução radicular por aquecimento basal para o enraizamento de estacas .....	18
2.3.3 Uso do reguladores de crescimento no enraizamento de estacas .....	20
2.3.4 Aspectos anatômicos no enraizamento de estacas .....	24
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	27
3.1 Localização do experimento .....	27
3.2 Cultivares .....	27
3.3 Substrato e Recipiente .....	27
3.4 Câmara de aquecimento basal .....	28
3.5 Regulador de crescimento .....	28
3.6 Delineamento Experimental .....	28
3.7 Instalação e Condução do experimento .....	30
3.7.1 Tratamento das estacas .....	30
3.7.1.1 Tratamento das estacas com água .....	30
3.7.1.2 Tratamento das estacas com AIB .....	30
3.7.2 Enxertia .....	30
3.7.3 Estaqueamento .....	31
3.7.3.1 Sem aquecimento basal .....	31
3.7.3.2 Com aquecimento basal .....	31
3.7.4 Condução das estacas no telado .....	32
3.8 Avaliações .....	32



3.8.1	Aos 30 dias, final do período de indução radicular por aquecimento basal .....	32
3.8.2	Aos 7 meses, final do período de formação da muda ....	33
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>34</b>
4.1	Aos 30 dias, final do período de indução radicular por aquecimento basal.....	34
4.1.1	Porcentagem de estacas enraizadas .....	34
4.2	Aos 7 meses, final do período de formação da muda .....	39
4.2.1	Porcentagem de vingamento dos enxerto e de enraizamento das estacas .....	39
4.2.2	Vigor .....	47
4.2.3	Peso da parte aérea seca .....	48
4.2.4	Peso do sistema radicular seco .....	51
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>64</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>65</b>

## LISTA DE TABELAS

## TABELA

## PÁGINA

1 -	Quadrados médios e níveis de significância para a porcentagem de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21°C. ESAL, Lavras, MG. 1990 . . . . .	35
2 -	Porcentagem média de estacas enraizadas para o pré-tratamento e para as combinações indução enxertia e plantio, ao fim do período de indução por aquecimento basal a 21 C por 30 dias. ESAL - Lavras, MG. 1990 . . . . .	36
3 -	Quadrados médios e níveis de significância, para as características avaliadas das mudas de videira obtidas aos 7 meses de idade. ESAL, Lavras, MG. 1990 . . . . .	40
4 -	Porcentagem média de vingamento dos enxertos para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . .	41
5 -	Porcentagem média de estacas enraizadas para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . .	44
6 -	Vigor médio da haste principal em cm <sup>3</sup> para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . .	47
7 -	Peso médio da parte aérea seca por planta, em (g), para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . .	49

- 8 - Peso médio do sistema radicular seco, em (g), para os pré-tratamentos e para as combinações indução, enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . . 51
- 9 - Temperaturas médias e mínimas ocorridas durante o período de maio a agosto de 1990, no município de Lavras, Minas Gerais . . . . . 62



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1 - Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21 °C e porcentagem média de vingamento dos enxertos ao final do período de 7 meses, para as combinações indução, enxertia e plantio. ESAL- Lavras, MG. 1990. . . . .	42
2 - Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21 °C e porcentagem média de vingamento dos enxertos ao final do período de 7 meses, para os pré-tratamentos ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . .	43
3 - Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21 °C e porcentagem média de estacas enraizadas ao final do período de 7 meses, para as combinações indução, enxertia e plantio. ESAL- Lavras, MG. 1990 . . . . .	45
4 - Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21 °C e porcentagem média de estacas enraizadas ao final do período de 7 meses, para os pré-tratamentos. ESAL- Lavras, MG. 1990. . . . .	46
5 - Peso médio da parte aérea seca por planta em (g), para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990. . . . .	50
6 - Peso médio do sistema radicular seco, por planta, em (g), para os pré-tratamento e para as combinações indução, enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990. . . . .	52
7 - Porcentagem média de estacas enraizadas e de vingamento dos enxertos ao final do período de 7 meses, para as combinações indução, enxertia e plantio. ESAL- Lavras, MG. 1990. . . . .	54

- 8 - Porcentagem média de estacas enraizadas e de vingamento dos enxertos ao final do período de 7 meses, para os pré-tratamentos. ESAL- Lavras, MG. 1990. . . . . 55

## RESUMO

**SANTOS JESUS, ADRIANA MADEIRA. Obtenção Antecipada de Mudanças de videira (*Vitis* spp). Lavras, ESAL, 1994. 90p. (Dissertação Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia)**

Este trabalho estudou o efeito do aquecimento basal, do uso do AIB e enxertia para a obtenção antecipada de mudas de videira (*Vitis* spp). O experimento foi conduzido no setor de Fruticultura da Escola Superior de Agricultura de Lavras. As cultivares utilizadas foram: como porta-enxerto a Riparia X Rupestris 101-14 e como copa a Niagara Branca. O método de enxertia foi o de garfagem no topo por fenda cheia. O substrato utilizado na câmara de aquecimento basal foi a areia, e para a produção das mudas foram utilizados, sacos plásticos de 18 x 40 cm contendo uma mistura de terra e areia na proporção de 3:1. Adicionaram-se 100 gramas de adubo químico super-simples para cada 10 litros da mistura. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial: (3x5) com 4 repetições. Os tratamentos utilizados resultaram de dois fatores: Fator A, constituído de três pré-tratamentos para as estacas do porta-enxerto, à saber: seca (testemunha), úmida (24 horas em água) e AIB a 2000 ppm em solução hidroalcolica a 50%. Fator B,

---

\* Orientador: Nilton Nagib Jorge Chalfun. Membros da Banca: Enilson Abrahão, Moacir Pasqual e Ruben Delly Veiga.



combinação indução, enxertia e plantio, a saber: Estacas colhidas em maio, enxertia de mesa seguida de indução radicular por aquecimento basal a 21°C por 30 dias e plantio em sacos plásticos (T1); Estacas colhidas em maio, indução radicular por aquecimento basal a 21°C por 30 dias, enxertia, plantio em sacos plásticos (T2); Estacas colhidas em maio, indução radicular por aquecimento basal a 21°C por 30 dias, plantio em sacos plásticos, e enxertia 60 dias após a coleta (T3); Estacas colhidas em maio, enxertia de mesa e plantio em saco plástico (T4); Estacas colhidas em maio, plantio em sacos plásticos e enxertia 60 dias após a coleta (T5). Apresentando, portanto, 15 tratamentos, perfazendo um total de 60 parcelas. Cada parcela constou de 20 estacas.

Os resultados obtidos evidenciaram que a câmara de aquecimento basal induziu um elevado índice de enraizamento das estacas (80 %), porém não afetou a porcentagem de formação de mudas e o pré-tratamento na câmara de aquecimento basal não afetou o enraizamento de estacas. É possível a obtenção de mudas de videira aos 7 meses. O pré-tratamento com AIB foi desfavorável à formação de mudas. Não ocorreu a formação de mudas para estacas com enxertia de mesa e plantio, para todos os pré-tratamentos. O vigor das plantas não foi afetado pelos diferentes tratamentos empregados.

## SUMMARY

### PRODUCTION OF PRECOCIOUS GRAPEVINE (*Vitis* spp) PLANTLETS

This work investigated the effect of bottom heat, AIB and grafting for the production of precocious Grapevine (*Vitis* spp) plantlets. The experiment was conducted in the department of Agriculture at the Escola Superior de Agricultura de Lavras, ESAL-MG. The cultivar used as rootstock was Riparia X Rupestris 101-14 which was grafted with Niagara Branca. The grafting method used was scion. The substrate used in the bottom heat chamber was sand. For plantlets production, plastic bags of 18 X 40 cm containing a mixture with of soil and sand mixture with a 3:1 ratio were used. To each 10 liters of mixture, 100 g of chemical fertilizer was a added.

The employed experimental design was randomized blocks in factorial scheme: (3X5) with 4 replications. The treatments resulted from two factors: Factor A, consisted of three pre-treatments for rootstock cuttings: dry(control), wet (24 hours in water) and AIB ( 200 ppm in 50% hydroalchoolic solution). Factor B, consisted of a combination of induction of root growth through bottom heat, grafting and planting described as: (T1) grafting followed by root induction through bottom heat at 21°C for 30 days. After that, the cuttings were transferred to

plastic bags containing the soil and sand mixture; (T2) root induction through bottom heat at 21°C for 30 days followed by grafting and planting in plastic bags; (T3) root induction through bottom heat at 21°C for 30 days followed by planting in plastic bags; (T4) grafting and planting in plastic bags and (T5) grafting 60 days after planting in plastic bags. These combinations resulted in 15 treatments with a total of 60 plots with 20 cuttings per plot.

The results showed that bottom heat treatment induced a 80 % root growth and had no effect in plantlet formation. Similarly, pre-treatment in the bottom heat chamber showed no effect in the induction of root growth. The results indicated the possibility of obtaining plantlets with 7 months. Pre-treatment with AIB showed no induction of plantlet formation. Grafting and planting (T4 treatment) showed no induction of plantlet formation and none of the treatments employed affected plant vigor.

## 1 INTRODUÇÃO

A videira representa uma das mais importantes frutíferas do Brasil ocupando aproximadamente 57 mil hectares. Em 1991, o Brasil ocupava a 19ª posição mundial quanto a produção total de frutos (619.000 toneladas). A produtividade média foi de 10.789 Kg/ha, sendo a terceira maior da América do Sul e superior a de Países Europeus tradicionalmente vitícolas (FAO, 1991).

A videira é cultivada em quase todas regiões do Brasil, com cerca de 17 mil propriedades, envolvendo, neste contexto, mais de 230 mil pessoas, com ampla repercussão sócio-econômica principalmente nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Paraná, Pernambuco e Minas Gerais.

Do total de 57 mil hectares, 70,2 % pertencem ao Rio Grande do Sul, 15,4 % a São Paulo, 8,2 % a Santa Catarina, 4,7 % ao Paraná, 1,3 % ao Pernambuco e 1,3 % a Minas Gerais (FAO, 1991).

Em Minas Gerais a maior concentração da viticultura está localizada no Sul do Estado, basicamente nos municípios de Caldas, Andradas e Santa Rita de Caldas. Atualmente, verifica-se uma expansão na região Norte do Estado, com grandes cultivos comerciais voltados exclusivamente para consumo in natura e passas.

A propagação da videira no Brasil é feita através da enxertia, prática comum nas principais regiões vitícolas do

...  
...  
... mundo, em face do surgimento da filoxera (*Phylloxera vitifoliae* Fitch) A enxertia é feita sobre espécies selvagens resistentes a essa praga.

Na região de Caldas, assim como em todo o Estado de Minas Gerais, a demanda por mudas enxertadas tem aumentado a cada ano, o mesmo acontecendo em outras localidades, razão que tem justificado um incremento generalizado ao programa de produção de mudas, a fim de suprir as necessidades imediatas de mercado.

O método tradicionalmente utilizado no Sul do País é a enxertia diretamente no campo, nos meses de inverno sobre porta-enxertos plantados no ano anterior, no local definitivo ou enraizados no viveiro. Neste processo de produção, a muda leva cerca de 2 anos para ser formada.

Alguns trabalhos realizados com o intuito de antecipar o processo de produção de mudas de videiras, demonstram que o uso da enxertia de borbúlia de placa embutida, realizada no verão, proporciona elevados índices de pegamento com obtenção de mudas em aproximadamente 10 meses.

Outra forma de se obterem mudas num menor espaço de tempo é através da enxertia de mesa de porta-enxertos, anterior ou posterior ao seu enraizamento. Entretanto, um ponto altamente relevante na obtenção antecipada de mudas tem sido o rápido enraizamento do porta-enxerto. Neste sentido, têm sido utilizados reguladores de crescimento para a indução radicular das estacas, além do uso de aquecimento basal, obtendo-se resultados positivos.

Este trabalho foi desenvolvido com a finalidade de verificar a eficiência de três diferentes épocas de enxertia de

garfagem associadas à indução radicular, por meio do aquecimento basal de estacas tratadas com água e com regulador de crescimento, visando à obtenção antecipada de mudas de videiras aptas ao plantio definitivo no prazo de 7 meses, diminuindo em mais de um ano o processo normal de sua propagação.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Propagação de plantas

A propagação refere-se à perpetuação das plantas, e, segundo Janick(1966), possui como objetivos básicos o aumento do número de plantas e a preservação das espécies. A propagação de plantas pode ser realizada por dois processos básicos: a propagação sexuada ou gâmica e a propagação assexuada ou agâmica.

Na propagação sexuada as plantas são provenientes de sementes e, normalmente, apresentam grandes variações entre si. A variabilidade genética ocorre devido à segregação e à recombinação de gens. Plantas idênticas à planta mãe somente são obtidas quando há homozigose e predomina a autofecundação. Na natureza, contudo, estas condições são difíceis de se manter, pois a fecundação cruzada é mais comum, o que dificulta a obtenção de linhagens puras. Por causa dessa variabilidade genética um grupo de plantas obtidas por sementes apresentará heterogeneidade, produção irregular, porte elevado e frutificação tardia.

Em fruticultura o uso da propagação por semente se faz geralmente para a obtenção de porta-enxertos, para a reprodução de plantas que não se podem propagar vegetativamente e em programas de melhoramento.

A propagação assexuada ou vegetativa se baseia na



regeneração de um vegetal a partir de células somáticas. Fundamenta-se no princípio de que toda célula é totipotente (Simão, 1971).

Ao contrário da propagação sexuada, aqui não ocorre variabilidade genética; a multiplicação das plantas se dá por meio do processo de divisão e diferenciação das células. Assim, a planta filha é igual a planta progenitora, perpetuando suas características específicas. Este fato, aliado à redução do estágio juvenil e à perpetuação de clones que produzem poucas ou nenhuma semente, são as principais vantagens atribuídas à propagação assexuada (Janick, 1966; Hartmann e Kester, 1975).

O processo de propagação vegetativa pode ser:

A) Natural, quando as plantas se regeneram a partir de estruturas vegetativas especializadas (bulbos, tubérculos, rizomas, estolhos, pseudobulbos, rebentos e raízes tuberosas). Tais estruturas são modificações de caules e raízes, aptas a regenerarem raízes adventícias, naturalmente;

B) Por mergulhia, quando a planta é obtida por enraizamento de um ramo, ainda ligado à planta-mãe que, depois de enraizado, é destacado da mesma. É um processo utilizado para plantas de difícil enraizamento, sendo de pequeno rendimento, razão por que é pouco utilizado;

C) Por estaquia, quando a planta é reproduzida através de partes destacadas da matriz, capazes de regenerar raízes e emitir brotações quando plantadas. A estaquia apresenta vantagens, dentre as quais, a obtenção de um grande número de plantas, em curto espaço de tempo e a partir de poucas plantas

matrizes;

D) Por enxertia, que é o processo através do qual consegue-se soldar ou unir um fragmento vegetal contendo pelo menos uma gema sobre outro vegetal que lhe sirva de suporte. É um processo misto de propagação que pode envolver o processo de estaquia ou da reprodução sexuada, para a obtenção do porta-enxerto, mais a enxertia propriamente dita.

## 2.2 Propagação por enxertia

A enxertia envolve a união de partes de duas ou mais plantas por meio da regeneração de tecidos, na qual a combinação resultante atinge a união física que lhe permite desenvolver-se como uma única planta (Janick, 1966). O uso da enxertia é baseado em grande parte na adaptação da planta às condições edáficas e climáticas, bem como na maior produtividade e qualidade dos frutos, resistência às doenças e pragas, quer sejam do solo ou do ar (Souza, 1969; Winkler, 1976; Simão, 1971).

A planta que fornece o sistema radicular é conhecida como hipobionte ou porta-enxerto e a parte aérea ou caulinar como epibionte ou enxerto. Os porta-enxertos, além de agentes de defesa contra pragas e doenças, influem no desenvolvimento da planta, no vigor, nutrição, na precocidade de produção, na produtividade, na qualidade dos frutos e adaptações às condições de clima e solo (Souza, 1969; Simão, 1971).

Assim, a enxertia explora a capacidade regenerativa do vegetal e tem sido largamente utilizada para produzir mudas de plantas ornamentais e de árvores frutíferas. A fruticultura, especialmente, assenta-se na propagação vegetativa com uso de

enxertia de variedades comerciais sobre porta-enxertos que podem ser obtidos por propagação sexuada ou assexuada.

A enxertia na viticultura começou a ser utilizada por volta de 1860. Até 1855 as videiras eram cultivadas de pé-franco: contudo, com o surgimento da filoxera (*Phylloxera vitifoliae* Fitch), não foi mais possível continuar explorando comercialmente a videira de pé-franco na maioria das regiões vitícolas do mundo (Terra et al., 1981).

Utilizando-se porta enxertos, nos quais a praga não consegue causar danos, procurou-se resolver o problema (Sampaio, 1978; Souza, 1969 e Simão, 1971). Esse fato não somente possibilitou a continuação da viticultura, mas também ampliou o seu cultivo.

Um dos métodos de enxertia mais utilizados na videira é o da garfagem realizada no inverno. Esse processo é também um dos mais recomendados no Brasil (Souza, 1969; Simão, 1971; Pereira e Martins, 1972 e Sampaio, 1978). A garfagem tem seu uso obrigatório quando a planta se acha em repouso vegetativo; nesse caso, o garfo e porta-enxerto estão lignificados.

Para que haja êxito no processo de enxertia, a casca do hipobionte e do epibionte deve ficar unida pelo menos em um dos lados. O contato dos câmbios facilita o estabelecimento da conexão cambial, onde ocorrerão modificações anatômicas.

Após o corte e união dos tecidos do enxerto e do porta-enxerto, o calejamento se inicia a partir dos tecidos cambiais que exercem influência sobre as células parenquimáticas próximas, que é uma zona meristemática, as quais passam a dividir-se até que todo espaço vazio entre as duas partes (epi e

hipobionte) seja completamente preenchido. Apesar da regeneração das duas partes, não ocorre fusão das células ou tecidos, apenas misturam-se.

O calo regenera as células cambiais, as quais vão se diferenciando, concorrendo para a formação do novo câmbio, restabelecendo a continuidade do câmbio no conjunto. Feita a ligação histológica verifica-se a formação do floema na parte externa e do xilema na interna e o novo câmbio entra em atividade normal (Hartman e Kester, 1975; Shimoya, Gomide e Fortes, 1971; Janick, 1966).

De acordo com Shimoya, Gomide e Fortes (1971), em videira, segundo a ordem de importância ou desenvolvimento, os formadores do tecido caloso são: parênquima liberiano, câmbio e parênquima do raio lenhoso.

Esau (1976) descreveu o ciclo estacional do floema do caule da videira em suas diferentes fases. Desde seu estágio inicial a atividade do câmbio mostra uma progressão basipetal, o que também foi mostrado por Shimoya, Gomide e Fortes (1971), que se referiram à formação calosa mais intensa na região basilar do enxerto.

O processo de calejamento e a diferenciação vascular possivelmente é feito mediante a presença de um sinal hormonal: nessa fase as substâncias passam do hipo para o epibionte movimentando-se de célula em célula (Aloni, 1988 e Aloni e Zimmermann, 1983).

Além do controle de natureza hormonal, alguns pesquisadores sugerem que os carboidratos também regulam a diferenciação dos tecidos condutores (Wardlaw e Mortimer, 1970 e

Shininger, 1979). De qualquer modo, a disponibilidade de carboidratos é de importância fundamental na brotação e no desenvolvimento de um enxerto.

Os fatores mesológicos são de importância fundamental para o êxito da enxertia. Segundo Baptista (1971) e Janick(1966), a temperatura e a umidade relativa afetam a formação do tecido de soldadura do enxerto.

De acordo com Branas, citado por Ferreira (1977), as divisões celulares do câmbio são possíveis a partir de uma temperatura de 5°C, mas os calos exteriores só se formam a partir dos 15°C. A intensidade da proliferação celular aumenta com a temperatura, mas diminuiu por volta dos 33°C e cessa a partir dos 35-37°C. O estado higrométrico deve ser pelo menos igual a 90% para haver soldadura. Segundo Bindra, Chanana e Singh (1974), as temperaturas de 26± 3°C foram as melhores para a formação de calo e desenvolvimento dos enxertos em videiras. Schenk (1975), estudando a fusão de enxertia de garfagem em videira, evidenciou que o desenvolvimento do calo foi ótimo à temperatura de 28°C, mantendo uma alta umidade relativa na região da enxertia. O autor afirma ainda que, sob certas circunstâncias, forma-se uma camada cortical entre os dois calos do enxerto que impede a fusão, sendo essa a principal causa das maiores perdas de enxertia em videira.

É preciso protegêr a região da enxertia para que não ocorra a desidratação ou a dessecação do ponto impedindo o pegamento da mesma. Para tanto, é hábito usar-se um mastique. Almeida(1973) recomenda o uso de terra amassada e úmida, bem apertada ao enxerto.

Outro fator importante no processo da enxertia é a

aeração (Janick, 1966). Segundo Shippy (1930) e Hartmann e Kester (1975), a presença de oxigênio é necessária para a formação do calo, porque uma rápida divisão e crescimento celular vêm acompanhadas por aumento na respiração. Pequeno suprimento de  $O_2$  com concentrações relativamente altas de  $CO_2$ , inibem a formação do calo.

O estabelecimento da ligação dos enxertos envolve muitos problemas, e as causas do êxito ou fracasso da enxertia não são perfeitamente conhecidas. Às vezes a causa do insucesso é puramente técnica, como por exemplo, uma imperfeita junção entre porta-enxerto e enxerto. Em muitos casos, contudo, a causa exata de uma união mal sucedida não é conhecida (Meclintock, 1948), ou sob certas condições o floema pode degenerar e o enxerto não sobrevive (Stigter, 1956).

### **2.3 Propagação por estaquia**

Segundo Silva (1985), a propagação de plantas, através da estaquia, está sendo largamente utilizada na floricultura, horticultura, fruticultura e, mais recentemente, na silvicultura, com o objetivo de melhorar e conservar clones, ecotipos ou variedades de importância econômica. Recentemente, têm-se intensificado os estudos sobre estaquia visando a evitar os inconvenientes das variações genéticas e reduzir o período improdutivo proporcionado pela juvenilidade.

Grande número de trabalhos tem se dedicado ao estudo dos métodos para estaqueamento em vários gêneros de árvores frutíferas e pouca ênfase tem sido dada aos aspectos fisiológicos envolvidos no processo de enraizamento. A propagação vegetativa

através de estacas lenhosas de ramos tem sido objeto de estudo por vários pesquisadores, entre eles Ashiru e Carlson (1968); Doud e Carlson (1977); Perkins e Kling (1987) e Howard, Harrison-Murray e Mackenzie (1984).

### **2.3.1 Fatores que influem no enraizamento de estacas**

Os fatores primordiais que afetam o enraizamento de estacas têm sido amplamente discutidos por autores tais como Kramer e Kozhovski (1960); Albuquerque e Albuquerque (1982); Carlson(1966); Couvillon e Erez (1980); Cheffins e Howard (1982a e 1982b). Segundo estes autores, a capacidade de enraizamento e a qualidade e quantidade de raízes nas estacas, variam segundo espécies e cultivares, condições ambientais(fatores externos), e condições internas da própria planta(fatores internos). Estas causas ainda não estão claramente definidas, o que não permite uma generalização do método de propagação.

Conforme Alvarenga (1975), o enraizamento das estacas de videira está na dependência do solo, clima, estado de maturação da estaca, estado fisiológico, e da presença de auxina e co-fatores naturais ou adicionais.

Para Kramer e Kozhovski (1960), um bom desenvolvimento de raízes nas estacas é influenciado não só pelo clima ao qual esta submetida a mesma, como também pelas condições internas da planta da qual foram obtidas. Já está comprovado que todos os aspectos do crescimento de plantas envolvem controle hormonal, havendo evidências crescentes que os fatores ambientais afetam o nível endógeno de hormônios. É também provável que os níveis endógenos dessas substâncias de crescimento sejam afetados pela



nutrição mineral (Salama e Wareing, citados por Magalhães e Wilcox (1987)).

### 2.3.1.1 Fatores externos relacionados ao enraizamento

Os fatores externos relacionam-se com as condições externas da planta, ou seja, com as condições do ambiente (Carlson, 1966 e Couvillon e Erez, 1980). O meio ambiente onde as estacas estão sendo propagadas, tem um pronunciado efeito sobre a porcentagem de estacas enraizadas, tempo de formação e massa de raízes formadas (Andersen, 1986).

Para Howard (1980), a umidade do meio ambiente influi no enraizamento e constitui-se num dos fatores mais importantes para a propagação vegetativa. Segundo Janick(1966), a morte do caule por dessecação, antes de atingido o enraizamento, é uma das causas principais do insucesso na propagação por estacas. Atualmente utiliza-se a nebulização para manter a umidade relativa do ar elevada, permitindo que as estacas enraízem sem que ocorra desidratação. Segundo Hartmann e Kester(1975), a nebulização, além de manter a umidade relativa do ar elevada, reduz a temperatura do ar e da estaca, fatores que reduzem a taxa de transpiração e conseqüente desidratação dos tecidos, mantendo as estacas vivas até a formação das raízes.

O papel da luz como fator de estímulo ao enraizamento varia conforme a planta e método de propagação. No enraizamento de estacas caulinares, semilenhosas e herbáceas, enfolhadas, a luz atua indiretamente no enraizamento devido ao papel que esta desempenha na fotossíntese. Os produtos fotoassimilados são importantes na iniciação e desenvolvimento de raízes. Nas

estacas lenhosas sem folhas, o enraizamento estará na dependência do teor de fotoassimilados acumulados na mesma (Janick, 1966 e Hartman e Kester, 1975).

Existe também uma interação entre determinados compostos bioquímicos e a luz nas plantas. Estacas caulinares sem folhas enraízam melhor na ausência da luz, provavelmente devido ao acúmulo de auxinas e de outras substâncias que são instáveis na presença de luz (Janick, 1966 e Hackett, 1970). Já nas estacas herbáceas e semilenhosas a presença de folhas e gemas atuam como fonte dessas substâncias e de auxinas (Janick, 1966 e Weaver, 1976).

O meio de enraizamento possui como funções básicas fornecer sustentação, umidade adequada e boa aeração às estacas e ser livre de patógenos. O meio não só afeta a porcentagem de estacas enraizadas como também a qualidade do sistema radicular formado (Hartman e Kester, 1975; Janick, 1966; Kramer e Kozlowski, 1960).

Estacas de diversas espécies respondem diferentemente ao meio de enraizamento. Assim, vários meios podem ser utilizados, não havendo necessidade de serem fontes de nutriente até que o sistema radicular seja estabelecido. Diversas misturas contendo solo, areia, vermiculita, são amplamente usadas com bons resultados (Fujii e Nakano, 1974; Terra et al., 1981 e Valle e Caldeira, 1981). A areia é um dos meios mais indicados por ser de fácil aquisição, não se encharcar facilmente e facilitar a formação das raízes (Castro, 1987 e Fachinello e Kersten, 1981). Utilizando estacas de videira, Silva (1984) e Terra et al. (1981) conseguiram bons resultados, usando como meio de enraizamento



areia grossa lavada de rio.

Com a utilização de uma mistura de vermiculita e areia na proporção de 1:1, Valle (1978) afirma que se obtém um sistema radicular para o *E. Urophylla* com boas características qualitativas e quantitativas.

Outro fator que regula e condiciona a produção de raízes adventícias é a temperatura. Para condições de enraizamento sem nebulização, temperaturas diurnas do ar de 21,1 a 26,7°C e temperaturas noturnas de 15,6 a 21,1°C e de temperaturas do meio de enraizamento de 18,3°C a 24°C são satisfatórias para a maioria das espécies (Janick, 1966; Hartmann e Kester, 1975 e Carlson, 1966).

#### **2.3.1.2 Fatores internos relacionados ao enraizamento**

Os fatores internos dizem respeito as condições internas da planta. Ryan et al. (1958), citados por Hartmann e Kester (1975), trabalhando com hibisco, abacate, macadâmia, camélia e citros, observaram que a capacidade de enraizamento das estacas é determinada pelo caule do qual as raízes se originam. Existem grandes diferenças nessa capacidade de enraizamento entre espécies e entre plantas da mesma espécie.

Variações na capacidade rizogênica são observadas também entre as diferentes idades e porções de um mesmo ramo (Hartman e Kester, 1975; Kramer e Kozlowski, 1960 e Dillion e Klingaman, 1992).

A época do ano em que se obtém as estacas, em alguns casos, exerce significativa influência, podendo ser um fator decisivo para o sucesso do enraizamento. Thompson (1986)

verificou esse fato no enraizamento de *Epacris impressa*.

Alguns autores, tais como Trione et al. (1963) e Kramer e Kozlowski (1960), consideram que, até certo ponto, a capacidade para formar raízes está mais relacionada com a condição da planta matriz e com o clima a que está submetida, do que com a época do ano de coleta das estacas. A condição da planta matriz assume uma importância fundamental na determinação do estágio fisiológico das estacas que estas fornecirão.

Existe uma relação entre o enraizamento e as reservas de hidratos de carbono e nitrogênio existentes na estaca. As estacas provenientes de plantas bem nutridas, porém com teores de nitrogênio em condições normais, enraízam-se com mais facilidade. Nessa condição, o maior índice de enraizamento é atribuído ao maior acúmulo de carboidratos e a redução dos níveis de citocininas na estaca (Haun e Cornelle, 1951; Pearse, 1943). Alguns trabalhos de pesquisa têm procurado relacionar a capacidade de enraizamento com a relação carbono/nitrogênio, indicando que uma alta relação C/N é favorável à iniciação de raízes, ao passo que uma baixa relação é favorável ao desenvolvimento de ramos. O uso dessa relação nem sempre propicia respostas satisfatórias, pois depende das quantidades destes nutrientes envolvidos e também do material propagativo utilizado (Fachinello, Lucchesi e Gutierrez, 1988).

Para Janick (1966), a capacidade que um caule tem de emitir raízes é uma característica variável, devido a uma interação entre fatores inerentes, que se encontram presentes nas próprias células da estaca, bem como entre fatores ou substâncias que são produzidas nas folhas e gemas, e que são transportadas

época  
do  
ano

até a estaca. Para Hess (1963), a ausência de qualquer um desses fatores pode limitar o processo.

As substâncias de natureza auxínica promovem a iniciação de raízes e aceleram o processo de formação das mesmas (Hitchcock e Zimmerman, 1944). A auxina pode ser o principal fator de enraizamento de estacas, mas tem sido considerado que algumas outras substâncias, além da auxina podem ser concernentes ao processo. Stoltz (1968), Kawase (1970) e Girouard (1969), são alguns dos autores que enfatizam a importância destas outras substâncias ou co-fatores.

Intensivos estudos sobre essas substâncias têm identificado vários componentes bioquímicos da própria planta, tais como, indóis, fenóis, compostos nitrogenados, glicídios e vitaminas que interagem como co-fatores da auxina ou como co-fatores do enraizamento. Entretanto, o aspecto fisiológico da ação dessas substâncias no processo de enraizamento é ainda pouco conhecido (Bolarczuk, 1978; Kawase, 1970 e Chalfun, 1989).

A ação da auxina pode ainda ser influenciada pela presença de substâncias inibidoras do enraizamento, isto é, um inibidor antagônico a auxina. Isto, segundo Spiegel (1955), explica por que espécies de baixo enraizamento não respondem facilmente à aplicação de reguladores e por que a imersão de estacas em água facilita o enraizamento, pois perde o inibidor para a água. A imersão deve ser feita em diferentes períodos e varia com a espécie utilizada (Terra et al., 1981; Tizio et al., 1963; Pereira, Martins e Inforzato, 1975).

Diversos autores citados por Albuquerque e Albuquerque (1982), afirmam que as condições internas da planta podem ser

traduzidas pelo balanço hormonal entre inibidores, promotores e co-fatores de enraizamento que interferem no crescimento das raízes. Quando o balanço entre promotores e inibidores é favorável aos promotores, ocorre o processo de iniciação radicular. Dentre os promotores de enraizamento não existem dúvidas sobre a importância das auxinas, que em aplicações externas deslocam o balanço hormonal no sentido dos promotores.

A auxina, co-fatores de enraizamento e carboidratos são três fatores que podem ser considerados em estudos de iniciação de raízes: contudo, outros fatores estão envolvidos no processo de enraizamento.

Lewis (1980) enfatiza um relacionamento metabólico no qual o boro, compostos fenólicos e peroxidases/AIA oxidases interagem entre si e com as auxinas. A relação boro, auxina e atividade da peroxidase/AIA-oxidase não está clara e existem opiniões contraditórias a esse respeito. O AIA (ácido indol acético) é um composto de ocorrência natural, com função auxínica. O AIA-oxidase é um sistema enzimático que ocorre em várias plantas, catalizando a degradação do AIA, formando novos compostos e inativando a iniciação radicular que seria promovida pela auxina. A oxidação enzimática do AIA é um fator interessante no processo de enraizamento, na medida em que os tecidos radiculares apresentam, normalmente, concentrações de AIA muito baixas e uma atividade enzima AIA-oxidase muito alta (Wareing e Phillips, 1981).

Duas outras enzimas estão envolvidas na atividade de oxidação da auxina. A peroxidase, que se acredita ser responsável por alguma atividade semelhante a AIA-oxidase, tem seu papel



fisiológico ainda um tanto obscuro (Shinsh e Nogushi, 1975). A outra enzima é a polifenoloxidase , possivelmente implicada na oxidação da auxina na superfície de tecidos cortados (Wetmore e Morel, 1949).

### 2.3.2 Uso de indução radicular por aquecimento basal para o enraizamento de estacas

Com o uso de aquecimento basal, no meio de propagação, mantendo uma temperatura constante recomendada para a espécie, durante o período de enraizamento de suas estacas, têm-se conseguido bons resultados. Diversos autores têm desenvolvido trabalhos que demonstram os efeitos positivos do aquecimento basal no processo de enraizamento de estacas, tais como, altas porcentagens de enraizamento, maior número de raízes por estaca e rápido enraizamento.

Para estacas lenhosas de muitas espécies caducifólias, Carlson (1966) indica temperaturas do leito de enraizamento de 18,3 a 21°C e do ar de 4,4 a 7,2°C.

Valle e Caldeira (1981), trabalhando com estacas de *E. urophylla*, concluíram que o aquecimento basal é de importância fundamental no enraizamento, quanto a porcentagem e precocidade da formação de raízes. Os autores obtiveram, no tratamento com regulador de crescimento AIB, associado ao aquecimento basal, até 80 % de enraizamento. O mesmo benefício derivado do tratamento de estacas com substâncias sintéticas promotoras do enraizamento associado ao aquecimento basal durante o período de enraizamento, foi observado por Howard e Garner (1965).

Estudando a regeneração de raízes adventícias em

*Liriodendron tulipifera* L., Kelly e Moser (1983) constataram que a regeneração de maior número e peso de raízes, e crescimento de brotos ocorreram para a temperatura do solo de 21°C, onde 89 % das plantas iniciaram raízes.

Prasad e Rabbani (1988) obtiveram um enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) submetendo-as ao aquecimento basal à temperatura de 30°C ± 2°C, em associação com reguladores de crescimento. Carpenter e Cornell (1992) determinaram a faixa ótima para o meio de enraizamento de 26 a 30°C para as cultivares de hibisco de fácil e de difícil enraizamento em associação com o uso de AIB.

Ashiru e Carlson (1968), utilizando temperaturas do leito de 16°C e 21°C para o enraizamento de estacas lenhosas dos porta-enxertos de maçã 'Malling-Merton' (MM106) e 'East Malling(EMII)', verificaram que para ambos, a formação de calo e o enraizamento foram maiores a 21°C associado ao uso de AIB a 1500 ppm. Assim, houve um efeito estimulador na iniciação radicular causado pela temperatura específica e a concentração de AIB. O mesmo resultado foi observado por Howard (1968).

Segundo Skene e Kerridge (1967), raízes de estacas de videira 'Thompson' (*V.vinifera* L.) que se desenvolveram à temperatura de 30°C foram mais longas e finas do que as que se desenvolveram a 20°C. Em razão disso, Fujii e Nakano(1974), fizeram um estudo para videira 'Delaware'; utilizando aquecimento basal a temperaturas de 18°C, 21°C e 25°C, verificaram que a temperatura de 21°C foi a mais indicada, pois a maior porcentagem de enraizamento e melhor peso fresco de raiz foi constatado nesta temperatura. A 25°C foi observado um sistema radicular

excessivamente ramificado, com raízes muito finas.

### 2.3.3 Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas

O desenvolvimento de raízes adventícias desempenha papel importante na propagação vegetativa das plantas e esse fenômeno tem sido muito explorado em pesquisas com substâncias reguladoras do crescimento.

Os reguladores de crescimento são compostos orgânicos que, em pequenas quantidades promovem, inibem ou modificam quantitativamente e qualitativamente o crescimento e o desenvolvimento das plantas. Desde o seu surgimento, muitos trabalhos têm mostrado o uso de alguns deles para promover o desenvolvimento de raízes adventícias em estacas, principalmente de espécies que apresentam difícil enraizamento.

Para Weaver (1976), a resposta de uma planta aos reguladores de crescimento pode variar com a espécie, variedade e condições ambientais. A resposta ao enraizamento pode variar também em função da concentração e forma de aplicação utilizada.

Segundo Howard (1985), a resposta ao tratamento com reguladores de crescimento é influenciada pela origem e preparo da estaca e pelo meio ambiente onde ela é plantada.

A utilização de substâncias reguladoras de crescimento de natureza auxínica tem produzido diferenças significativas nas respostas ao enraizamento, tanto nas estacas herbáceas como nas semilenhosas e lenhosas. O uso de auxinas acelera o processo de formação de raízes em estacas, garantindo maior porcentagem de estacas enraizadas e melhor qualidade e uniformidade no

enraizamento (Hartmann e Kester, 1975).

O uso de auxinas sintéticas se justifica por serem mais estáveis que o AIA, tanto nos tecidos vegetais como em solução. Essa estabilidade explica a diferença de respostas entre o AIA e as concentrações similares de auxinas sintéticas.

Segundo Hartmann e Kester (1975) e Meyer, Anderson e Bohning (1965), as substâncias auxínicas mais utilizadas para promover o enraizamento são: Ácido Indolacético(AIA); ácido naftalenoacético (ANA), ácido indolbutírico (AIB). Destes destaca-se o AIB como o principal regulador de crescimento utilizado para o enraizamento de estacas da maioria das espécies vegetais (Janick, 1966; Weaver, 1976; Hartmann e Kester, 1975). Segundo estes autores, o AIB estimula a planta a produzir raízes fortes e fibrosas, não é tóxico em altas concentrações e é um promotor de raízes de grande número de plantas, razão por que tem sido um dos reguladores de crescimento mais utilizados. Stuart e Marth(1937), Stoltz (1968) e Cooper (1944) obtiveram maior enraizamento em estacas de diversas espécies de plantas com a aplicação do AIB. Mais recentemente outros autores alcançaram os mesmos resultados: Fernandes (1973), Barradas (1980), Kelly e Moser (1983), Howard, Harrison-Murray e Mackenzie (1984), Perkins e Kling (1987) e Caldwell, Coston e Brock (1988).

Perkins e Kling(1987), afirmam que o ponto ótimo da concentração da solução de AIB, situa-se entre 1000 e 3000 ppm, para a maioria das plantas e o seu uso aumenta a regeneração de raízes adventícias.

Howard(1968) observou uma melhora significativa da porcentagem de enraizamento, número de raízes por estaca e peso

seco do sistema radicular de estacas lenhosas de macieira, com o aumento da concentração de AIB até um ótimo que foi de 2500 ppm.

Prasad e Rabbani (1988) obtiveram 98 % de enraizamento de estacas de goiaba (*Psidium guajava* L.) com a utilização de AIB a 2500 ppm; enquanto que o enraizamento das estacas não tratadas (controle) foi de 8,75%.

Com a aplicação de 2000 ppm de AIB Stoltz(1968), aumentou a porcentagem de enraizamento de estacas de crisântemo variedade 'Mr-Roy', considerada de difícil enraizamento.

Dilliond e Klingaman (1992) obtiveram altas taxas de enraizamento (94%) das estacas da variedade Red Bud (*Cercis canadensis*), usando AIB a 20.000 ppm.

Utilizando estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) com aplicação de alguns reguladores vegetais, Castro (1987) verificou que o AIB em solução a 2500 ppm foi o único que efetivamente induziu o enraizamento das mesmas.

Em um estudo sobre o uso de reguladores de crescimento no enraizamento e desenvolvimento de estacas de figueira, todas as concentrações das auxinas proporcionaram um melhor enraizamento. As combinações de baixas concentrações de AIB e ANA (250 ppm/cada) foram as mais eficientes e econômicas na indução de raízes e aumento de peso da parte aérea (Albuquerque e Albuquerque, 1982).

Segundo Duarte, Fachinello e Santos Filho(1992), utilizando AIB para o enraizamento de estacas semilenhosas de goiabeira serrana, observaram que a concentração, que proporcionou maior número de estacas enraizadas e maior número de raízes por estaca, foi de 5000 ppm.

[REDACTED]



Fachinello e Kersten (1981), obtiveram as maiores percentagens de estacas semilenhosas de pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsh) com folhas, enraizadas, nos tratamentos onde as mesmas foram submetidas a imersão rápida (5 segundos) em soluções hidroalcoólicas 50 % nas concentrações de 1200 e 1600 ppm de AIB, respectivamente com 77 e 84% de enraizamento.

A aplicação de AIB a 1500 ppm, segundo Ashiru e Carlson (1968), foi efetiva na indução do enraizamento de estacas lenhosas de 'Malling-Merton'(MM106) e 'East Malling'(EMII) associado a aquecimento basal.

O efeito do AIB na percentagem de estacas lenhosas enraizadas e na obtenção de mudas de pessegueiro foi estudado por Fachinello, Kersten e Silveira Júnior (1984). Entre outras conclusões, o AIB aumentou a percentagem de estacas enraizadas nas três cultivares testadas, sendo as concentrações de 2.000 a 3.000 ppm aquelas que apresentaram os melhores resultados. Fachinello, Kersten e Machado (1982) conseguiram resultados promissores para o enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro em condições de campo, obtendo 48% de mudas formadas com uso de 3000 ppm de AIB.

A aplicação de AIB em estacas lenhosas de videira cv 'Delaware' promoveu aumento na porcentagem de estaca enraizadas, mas não no número de raízes por estaca (Fujii e Nakano, 1974).

Terra et al.(1981), estudando os efeitos de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de porta enxertos de videira, verificaram que o AIB mostrou-se mais eficiente que o ANA quanto à porcentagem de enraizamento e peso seco da parte

aérea (caule e folhas), não diferindo, porém, quanto ao peso de matéria seca das raízes. Eles observaram ainda que a simples imersão da base das estacas em água por 24 horas possibilitou um bom enraizamento igualando ao obtido com o AIB.

Silva (1984), relatou a influência positiva do AIB, em estacas de videira submetidas a imersão rápida no regulador, no pegamento da enxertia (65% 'RR-101-14' com 'merlot'), na percentagem de estacas enraizadas(100 %) e no número e comprimento de raízes.

Estudando o efeito do AIB no enraizamento de 4 variedades de porta-enxertos de videira, Alvarenga (1975) concluiu que a cultivar RR 101-14 , tratada com AIB a 0,3%, foi a que apresentou melhor percentagem de enraizamento, peso seco de haste e do sistema radicular.

#### **2.3.4 Aspectos anatômicos do enraizamento de estacas**

As raízes adventícias são encontradas em todas as plantas vasculares e a produção dessas raízes varia muito entre espécies, entre cultivares e com a idade e a natureza da estaca utilizada para sua produção.

Vários autores comentam que a formação das raízes adventícias pode ser dividida em vários estádios (White e Lovell, 1984; Girouard, 1967a; Shimoya e Gomide, 1969 e Shimoya, Gomide e Fortes, 1971); mas há uma falta de concordância quanto ao número e a natureza dos estádios, bem como da terminologia usada para designá-los. Entretanto, todos concordam em que são necessários pelo menos dois estádios: a iniciação radicular e o crescimento das raízes (White e Lovell, 1986).

Para Hartmann e Kester (1975), o desenvolvimento de raízes adventícias em estacas divide-se em 3 fases: iniciação de grupos de células meristemáticas; diferenciação desses grupos em primórdios radiculares e desenvolvimento e emergência de novas raízes.

Shimoya e Gomide (1969) observaram que a formação de primórdios radiculares em estacas de figueira subdivide-se em duas fases bem distintas: formação de calos e a formação do primórdio radicular propriamente dito, que ocorre na base do calo, adjacente ao câmbio vascular.

Geralmente as raízes adventícias têm origem endógena e formam-se junto aos tecidos vasculares, crescendo através dos tecidos localizados ao redor do seu ponto de origem. Em caules que apresentam só estruturas primárias, provenientes de plantas herbáceas e caules jovens de plantas lenhosas, as raízes adventícias formam-se, geralmente, no parênquima interfascicular. A região de origem das raízes adventícias nos caules jovens é com frequência denominada de periciclo. Este em caules de gimnospermas e dicotiledôneas, é geralmente representado pela parte mais externa do floema primário, no qual os elementos crivados deixaram de funcionar. Em caules com estrutura secundária os locais de iniciação radicular são os raios vasculares próximos ao câmbio interfascicular. Por isso a nova raiz aparece junto ao xilema e ao floema (Esau, 1976; Satoo, 1953; Stangler, 1956; Janick, 1966 e Girouard, 1967 b).

As raízes adventícias formadas em estacas podem, ainda, ter origem no calo que se instala na base do corte. As primeiras

raízes aparecem através do calos, conduzindo a uma suposição de que sua formação é essencial para o enraizamento, entretanto, os dois processos são independentes. Uma parte das raízes se formaram nos tecidos não lesados situados abaixo da superfície ferida e outra parte pode origina-se das células parenquimatosas do próprio calo (Esau, 1976 e Hartman e Kester, 1975).

Além desses pontos de origem as raízes adventícias podem formar-se em outros, tais como, lenticélas, entre-nós e ao nível dos nós em associação com gemas de ramos axilares.

Certas estruturas anatômicas apresentam barreiras físicas à produção de raízes adventícias. Restrições ao enraizamento pode ocorrer como um resultado da obstrução por anéis de esclerênquima, canais secretores, canais de resina ou grande número de tecido vascular ocupando grandes espaços na região subbasal, o que se torna inviável para a iniciação de primórdios radiculares (White e Lovell, 1986).

Estudos com espécies lenhosas de difícil enraizamento sugerem que a baixa capacidade de enraizamento das mesmas pode estar associada com a presença de um anel de tecido esclerenquimatoso (Beakbane, 1961; Goodin, 1965 e Edwards, 1980).

Em estacas herbáceas de *Pistacia vera*, depois do tratamento com auxina, a formação de raiz se efetua na área do floema e em proximidades do câmbio e as raízes emergentes parecem penetrar através de camadas corticais, aparentemente comprimindo o tecido no seu caminho (Albarazi e Schwabe, 1982).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização do Experimento

O experimento foi realizado no período de maio a dezembro de 1990, no pomar da Escola Superior de Agricultura de Lavras- ESAL, município de Lavras, Minas Gerais, Brasil. O município localiza-se a 21<sup>o</sup> 14' 06" de latitude Sul e 45<sup>o</sup> 00' 00" de longitude Oeste, e a uma altitude de 918 metros. O clima da região segundo KÖPPEN, é do tipo Cwb.

#### 3.2 Cultivares

As plantas utilizadas foram videiras, sendo uma cultivar copa e uma porta-enxerto.

O porta-enxerto utilizado foi a *Riparia X Rupestris* 101-14, originário da França, híbrido produzido por Millardet e Grasset em 1882.

A cultivar copa foi a 'Niagara Branca', originária do Estado Americano de Alabama, através de um cruzamento efetuado por Hoag e Clark de *Concord X Cassady*, ambas labruscanas puras.

#### 3.3 Substrato e recipiente

Foram utilizados sacos plásticos de 18 x 40 cm, tendo como substrato uma mistura de terra e areia na proporção de 3:1. Adicionaram-se 100 gramas do adubo químico super-simples para

cada 10 litros à mistura.

### **3.4 Câmara de aquecimento basal**

A câmara de aquecimento basal utilizada foi confeccionada com uma caixa d'água de cimento amianto, com capacidade de 1000 litros. Externamente à caixa foi instalado um dispositivo elétrico controlador da temperatura, o qual energizava uma resistência elétrica, fornecendo em torno de 1000 Watts de potência. A resistência foi montada em uma grade metálica com isoladores de porcelana. O sistema controlador de temperatura constituía-se de um conjunto de relês ligados a um sensor de temperatura, o qual foi montado a uma profundidade em torno de 20 cm, ou seja, ao nível da base das estacas. No fundo, na parte central da caixa, foi colocado um cano de meia polegada para a saída do excesso de água da irrigação. Na parte inferior da caixa foram colocadas camadas de brita, cascalho grosso e cascalho fino para funcionar como dreno, evitando a perda da areia utilizada como substrato de enraizamento.

### **3.5 Regulador de crescimento**

O regulador de crescimento utilizado foi o Ácido Indol Butírico (AIB).

### **3.6 Delineamento Experimental**

O experimento obedeceu ao delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 X 3, apresentando, portanto 15 tratamentos, em 4 repetições, perfazendo um total de 60 parcelas. Cada parcela constou de 20 estacas.

Os tratamentos utilizados resultaram das combinações de dois fatores:

Fator A, constituído de três pré-tratamentos para as estacas do porta-enxerto, coletados em maio a saber:

seca(testemunha)

úmida (24 horas em água)

AIB a 2000 ppm em solução hidroalcóolica a 50%.

Fator B, combinação indução, enxertia e plantio, a saber:

T1 - Estacas colhidas em maio, enxertia de mesa seguida de indução radicular por aquecimento basal a 21°C por 30 dias e plantio em sacos plásticos;

T2 - Estacas colhidas em maio, indução radicular por aquecimento basal a 21°C por 30 dias, enxertia, plantio em sacos plásticos.

T3 - Estacas colhidas em maio, indução radicular por aquecimento basal a 21°C por 30 dias, plantio em sacos plásticos, e enxertia 60 dias após a coleta;

T4 - Estacas colhidas em maio, enxertia de mesa e plantio em saco plástico;

T5 - Estacas colhidas em maio, plantio em sacos plásticos e enxertia 60 dias após a coleta.

### **3.7 Instalação e condução do Experimento**

#### **3.7.1 Tratamentos das Estacas**

##### **3.7.1.1 Tratamento das estacas com água**

As estacas correspondentes ao tratamento úmido tiveram suas bases imersa, em água por um período de 24 horas.

##### **3.7.1.2 Tratamento das estacas com AIB**

As estacas correspondentes ao tratamento com regulador tiveram suas bases imersas por 5 segundos em uma solução hidroalcoólica 50 % de AIB. A concentração utilizada foi de 2000 ppm.

#### **3.7.2 Enxertia**

O método de enxertia utilizado foi o de garfagem no topo por fenda cheia, um dos métodos mais utilizados na enxertia de inverno da videira. O amarrão foi feito com fita plástica e coberto com mastique de barro. A enxertia foi realizada em três épocas, de acordo com os tratamentos estabelecidos: em maio, para os tratamentos com enxertia de mesa; em junho, para os tratamentos com enxertia 30 dias após a coleta, e em julho para aqueles com enxertia 60 dias após a coleta.

As estacas do porta-enxerto foram provenientes da fazenda experimental de Caldas-EPAMIG em Caldas Minas Gerais. Foram coletadas de plantas sadias utilizando a porção mediana dos ramos do ano, sendo em seguida acondicionadas em jornais úmidos e transportados para Lavras. Após, as estacas foram cortadas no



comprimento de 35 cm. Na base da estaca foi feito um corte reto logo abaixo da última gema, e o ápice foi preparado de modo a receber o enxerto.

Os sarmentos destinados aos enxertos foram provenientes de plantas visualmente sadias, existentes em sítio de um produtor do município de Lavras, Minas Gerais. A coleta do material foi realizada sempre as vésperas das três épocas de enxertia.

### **3.7.3 Estaqueamento**

#### **3.7.3.1 Sem aquecimento basal**

As estacas correspondentes aos tratamentos sem aquecimento basal, foram plantadas em sacos plásticos e mantidas em telado com 50 % de luz natural direta.

#### **3.7.3.2 Com aquecimento basal**

As estacas correspondentes aos tratamentos com aquecimento basal foram colocadas na câmara de aquecimento basal, instalada dentro de um galpão, com temperatura constante de 21°C, recomendada como temperatura média para indução radicular da maioria das espécies.

As estacas foram mantidas nessa câmara por 30 dias, tendo 2/3 do seu comprimento cobertas com areia e 1/3 cobertas com capim seco.

Foram realizadas irrigações diárias durante o período que permaneceram na câmara de aquecimento basal.

Após o período de 30 dias procedeu-se ao transplante para sacos plásticos e mantidas nas mesmas condições do item

### **3.7.4 Condução das estacas no telado**

Mesmo dentro do telado utilizou-se uma cobertura baixa com capim seco, que permaneceu até o início da brotação dos enxertos.

As irrigações foram feitas com regador sempre que necessárias.

Os enxertos foram desamarrados logo após a verificação do seu pegamento com o início da brotação da gema.

Os porta-enxertos foram freqüentemente desbrotados, de modo a não comprometer a evolução dos enxertos que por sua vez foram tutorados com auxílio de estacas de bambu.

As adubações nitrogenadas foram realizadas em cobertura, utilizando-se o nitrocálcio na proporção de 10 g/planta aos 120 dias, e o nutrimins foliar na concentração de 0,12 % aos 150 dias após a instalação respectivamente.

Os tratamentos fitossanitários foram realizados sempre que necessários.

## **3.8 AVALIAÇÕES**

### **3.8.1 Aos 30 dias, final do período de indução radicular por aquecimento basal.**

No dia 26 de julho de 1990 realizou-se o desligamento da câmara de aquecimento, procedendo à avaliação da porcentagem de estacas enraizadas dos tratamentos que foram submetidos ao aquecimento basal.

### 3.8.2 Aos 7 meses, final do período de formação da muda.

As outras características avaliadas ao final do período de produção da muda, dia 18 de dezembro de 1990, foram:

A) porcentagem de vingamento da enxertia. Foi considerado enxerto vingado aquele se que encontrava em desenvolvimento por ocasião da avaliação;

B) porcentagem de estacas enraizadas. Consideraram-se estacas enraizadas aquelas que apresentaram pelo menos uma raiz visível a olho nu;

C) vigor vegetativo, obtido através do comprimento, tomado da inserção do ramo até o seu ápice, e do diâmetro, tomado a 10 cm da inserção do ramo. O vigor é dado em  $\text{cm}^3$  e foi calculado pela fórmula  $(\pi \cdot R^2 \cdot H)/3$ , onde: R é o raio do ramo e H o comprimento do mesmo;

D) peso médio do sistema radicular seco;

E) peso médio da parte aérea seco, incluindo caule e folhas. O material fresco foi seco em estufa de circulação forçada de ar a  $70^\circ\text{C}$  por 24 horas;

Os dados coletados foram analisados estatisticamente, sendo realizada a análise de variância, e testes de comparações múltiplas de acordo com os métodos usuais (Gomwa, 1982 e Campos, 1984).

## **4 Resultados e Discussão**

O tratamento referente as combinações do pré-tratamento com a enxertia de mesa e plantio em sacos plásticos (T4), foi excluído das análises por apresentar para todos os parâmetros resultado igual a zero, isto é, não ocorreu nenhuma formação de mudas.

### **4.1 Aos 30 dias, final do período de indução radicular por aquecimento basal**

#### **4.1.1 Porcentagem de estacas enraizadas**

Os resultados das análises de variância para a porcentagem de estacas enraizadas, referentes aos tratamentos que sofreram indução radicular por aquecimento basal, estão presentes no tabela 1.

Para a porcentagem de estacas enraizadas, a análise de variância revelou diferença significativa referente as combinações de indução, enxertia e plantio. Não foi verificada essa diferença para os pré-tratamentos e para a interação dos dois fatores.

TABELA 1- Quadrados médios e níveis de significância para a porcentagem de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal à 21°C. ESAL, Lavras, MG. 1990

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	QM	NS %
FATOR A	2	423,425	0.0932
FATOR B	2	701,645	0.0374
AxB	4	94,165	0.3210
C.V (%)		19,828	

(1) Dados transformados segundo  $\sqrt{\text{PROPORÇÃO}/100}$

Na tabela 2, estão as médias das porcentagens de enraizamento para as combinações indução, enxertia e plantio, onde a diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey pode ser observada. O tratamento correspondente as estacas que sofreram enxertia de mesa antes da indução (T1) diferiu estatisticamente do tratamento onde as estacas sofreram indução basal, enxertia aos 30 dias e plantio (T2) e do tratamento correspondente as estacas que sofreram indução basal, plantio e enxertia aos 60 dias (T3), quanto à porcentagem de estacas enraizadas. Os tratamentos T2 e T3 tiveram maior porcentagem de enraizamento enquanto que o T1 apresentou menor enraizamento. O fato de T2 e T3 terem sido estatisticamente iguais já era esperado, uma vez que na câmara de aquecimento basal os tratamentos T2 e T3 são iguais, já que a diferença entre eles

ocorre após o período de indução basal. Para o pré-tratamento, mesmo não sendo significativas as diferenças, nota-se uma tendência do AIB ser mais eficiente para a formação de raízes, apresentando em média 20 % e 11 % a mais de estacas enraizadas em relação as estacas tratadas com água e secas, respectivamente.

TABELA 2- Porcentagem média de estacas enraizadas para o pré-tratamento e para as combinações indução enxertia e plantio, ao fim do período de indução por aquecimento basal a 21°C por 30 dias. ESAL, Lavras, MG. 1990

PRÉ-TRAT.	COMBINAÇÃO: INDUÇÃO ENXERTIA E PLANTIO			Média
	T1	T2	T3	
SECA	55,00	80,00	85,00	74,76
ÁGUA	48,75	80,00	67,50	66,51
AIB	72,50	86,25	81,25	84,09
Média	61,34 b	82,95 a	80,51 a	

Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Os tratamentos submetidos a indução por aquecimento basal apresentaram altas porcentagens de enraizamento ao final do período de indução. Respostas de enraizamento similares foram obtidas por Howard (1968); Ashiru e Carlson (1968) e Whalley e Loach (1981).

Analisando o comportamento das estacas do porta-enxerto 'RR-101-14', verifica-se que os pré-tratamentos não diferiram entre si. O mesmo resultado foi encontrado por Silva(1984) com o

uso de nebulização. Entretanto, estudos realizados por Tizio et al.(1963), Terra et al.(1981) e Pereira, Martins e Innforzato (1975), observaram que o tratamento com água diferiu da testemunha seca. Tal fato foi associado com a saída de substâncias inibidoras das estacas para a água. No entanto, conforme Romberger, Haeseler e Bergaman (1979), para a videira não tem sido observada uma correta correlação entre quantidade e qualidade de substâncias inibidoras e capacidade de enraizamento para diversas cultivares, existindo, assim, uma variação muito grande destes inibidores de ano para ano.

Observa-se, ainda, no tabela 2, que as estacas secas (sem pré-tratamento) também manifestaram capacidade rizogênica, confirmando que o enraizamento depende do balanço entre auxinas aplicadas e ou naturais existentes na estaca, que atuam a nível celular (Tizio et al., 1963; Hartmam e Kester, 1975 e Janick, 1966).

As estacas se mostraram bastante sensíveis ao aquecimento basal, isto é, o fornecimento de temperatura constante foi suficiente para induzir a maioria das estacas ao enraizamento. Este fato pode também explicar o porquê de não serem constatadas diferenças estatísticas entre os pré-tratamentos.

Embora não tenha sido realizada nenhuma avaliação quanto a qualidade do sistema radicular formado, visualmente pode-se observar que para o pré-tratamento com AIB, houve uma formação de maior número de raízes por estaca, de um sistema radicular bem ramificado, e de raízes com maior comprimento. Este fato está de acordo com estudos sobre a influência do AIB na

porcentagem de enraizamento e na qualidade dessas raízes (Silva, 1984; Alvarenga, 1975; Fujii e Nakano, 1974 e Fachinello, Kersten e Silveira Júnior, 1984).

Para os resultados referentes as combinações de indução, enxertia e plantio, observou-se que o tratamento correspondente as estacas que sofreram enxertia de mesa antes da indução (T1) diferiu estatisticamente das demais combinações (Tabela 2), tendo apresentado, aproximadamente, uma porcentagem de estacas enraizadas 23 % menor que os demais tratamentos.

O enraizamento está condicionado à existência de determinadas relações na concentração de auxina e co-fatores naturais ou adicionais. Na combinação T1, onde as estacas sofreram enxertia de mesa antes da indução por aquecimento basal, esses fatores provavelmente foram distribuídos para dois pontos, visto que foi executada a enxertia sobre o porta-enxerto ainda sem nenhum enraizamento. Ocorrem então duas zonas de regeneração, ou seja, dois pontos drenos, competindo pelas mesmas reservas contidas na estaca, o que pode ter resultado na menor porcentagem de enraizamento. Pode-se verificar que para esse fator o AIB também mostrou um enraizamento médio superior para todas as combinações. Essa diferença é especialmente verificada para a combinação T1.

As pesquisas com o uso de aquecimento basal para estacas lenhosas sem folhas têm assegurado o sucesso em termos de enraizamento na câmara de aquecimento. Esse fato foi uma vez mais comprovado pelo presente trabalho.



## **4.2 Aos 7 meses, final do período de formação da muda**

Os resultados das análises de variância para os diferentes parâmetros avaliados aos 7 meses, final do período de formação das mudas estão apresentados no tabela 3.

### **4.2.1 Porcentagem de vingamento dos enxertos e de enraizamento das estacas**

Tanto para a porcentagem de estacas enraizadas, como para a porcentagem de enxertos vingados, a análise de variância revelou diferenças significativas para o pré-tratamento e para as combinações: indução, enxertia e plantio, não se verificando o mesmo para a interação, como mostra o tabela 3.

Na tabela 4 estão presentes as médias referentes ao vingamento dos enxertos para os dois fatores estudados, onde pode ser observado, pelo teste de Tukey, que as estacas que sofreram pré-tratamento com água (24 horas) e as secas (sem tratamento) não diferiram estatisticamente entre si e apresentaram um pegamento médio superior àquelas pré-tratadas com AIB, da qual diferiram estatisticamente.

Pelo teste de Tukey, aplicado às combinações indução enxertia e plantio, verifica-se, para a porcentagem de enxertos vingados, que apenas o tratamento com enxertia de mesa, antes da indução basal (T1), diferiu estatisticamente dos demais, sendo o de resultado inferior.

TABELA 3 - Quadrados médios e níveis de significância para as características avaliadas das mudas de videira obtidas aos 7 meses de idade. ESAL, Lavras, MG- 1990.

CAUSAS DE VARIÇÃO	GL	% VINGAMENTO ENXERTO (1)		% ESTACAS ENRAIZADAS (2)		VIGOR (2)		PESO DO (2) SISTEMA RADICULAR SECO		PESO DA (2) PARTE AÉREA SECA	
		QM	NS%	QM	NS%	QM	NS%	QM	NS%	QM	NS%
FATOR A	2	0.1139	0.01536	0.2780	0.0084	0.00096	0.07621	0.0096	0.05469	0.0182	0.00953
FATOR B	3	0.3599	0.00000	0.1602	0.0362	0.00025	0.78700	0.0025	0.954	0.0147	0.01096
A x B	6	0.0267	0.37425	0.0131	0.9870	0.00047	0.25170	0.0139	0.00132	0.0218	0.00014
RESÍDUO	33	0.0239		0.0502		0.00034		0.0029		0.0034	
C.V (%)		36.064		33.360		1.818		4.827		5.020	

(1) Dados transformados segundo  $\arcsen \sqrt{x/100}$

(2) Dados transformados segundo  $\log (x+10)$

TABELA 4- Porcentagem média de vingamento dos enxertos para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL, Lavras, MG. 1990.

PRÉ-TRAT.	COMBINAÇÃO: INDUÇÃO ENXERTIA E PLANTIO				Média
	T1	T2	T3	T5	
SECA	6,25	32,50	22,50	36,25	24,37 A
ÁGUA	11,25	27,50	23,75	23,75	21,56 A
AIB	0,00	27,50	17,50	21,24	16,56 B
Média	5,83 b	29,17 a	21,25 a	27,08 a	

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Pelas figuras 1 e 2 pode-se observar a comparação da porcentagem média de enraizamento ao final do período de indução basal com a porcentagem de vingamento ao final dos 7 meses. Para todos os tratamentos verifica-se que mesmo ocorrendo alto percentual de enraizamento das estacas, que sofreram indução por aquecimento basal, a porcentagem média de vingamento dos enxertos foi baixa, igualando-se àquelas estacas enraizadas em condições de campo.

Pela figura 2, vê-se que o pré-tratamento com AIB, que apresentou na câmara maior porcentagem de enraizamento, foi o de mais baixo vingamento de enxertos.

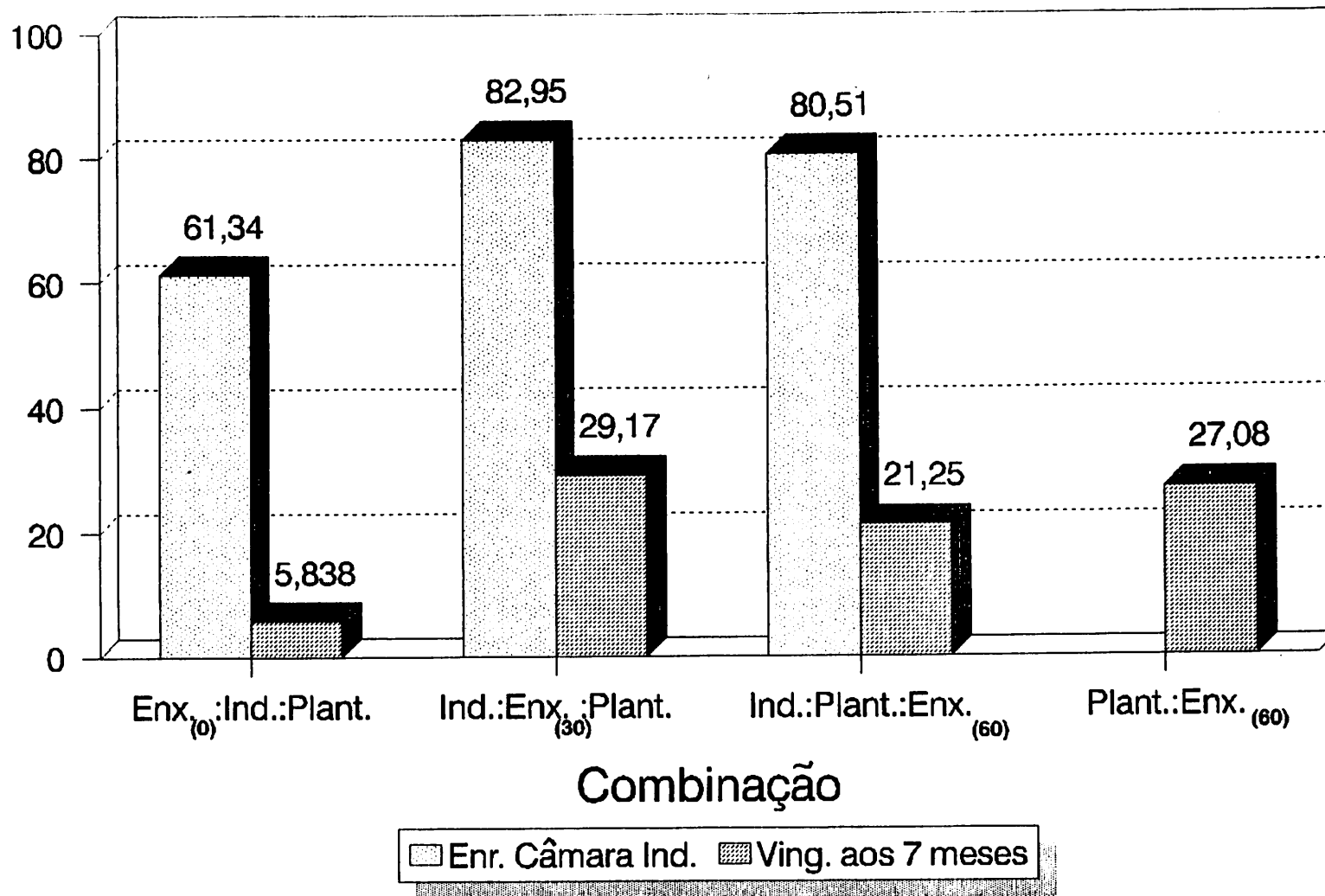


FIGURA 1- Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21°C e porcentagem média de vingamento dos enxertos ao final do período de 7 meses, para as combinações indução, enxertia e plantio. ESAL - Lavras - MG. 1990.

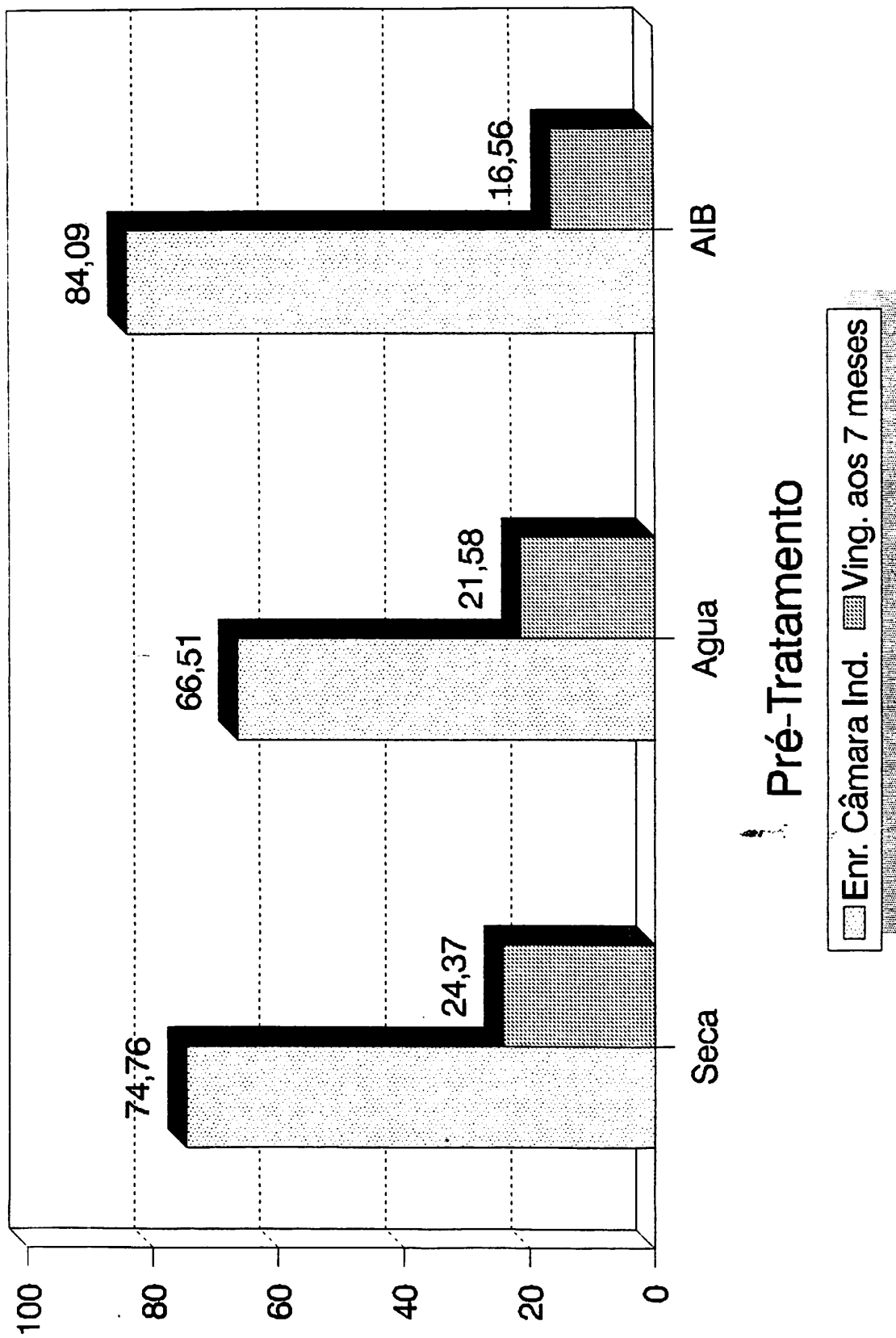


FIGURA 2- Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 210C e percentagem média de vingamento dos enxertos ao final do período de 7 meses, para os pré-tratamentos. ESAL - Lavras, MG. 1990

Na tabela 5 encontram-se os resultados para porcentagem de estacas enraizadas onde se observa que esta característica comportou-se da mesma maneira que a porcentagem de vingamento de enxertos para o pré-tratamento de estacas; já entre as combinações não foi verificada diferença significativa, embora tenha sido observada, na média, diferença de aproximadamente 38% entre a maior e a menor média.

TABELA 5- Porcentagem média de estacas enraizadas, para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL, Lavras, MG. 1990.

PRÉ-TRAT.	COMBINAÇÃO: INDUÇÃO ENXERTIA E PLANTIO				Média
	T1	T2	T3	T5	
SECA	36,25	51,25	40,00	57,50	46,25 A
ÁGUA	32,50	52,50	48,75	51,25	46,25 A
AIB	20,00	41,25	25,00	35,00	30,31 B
Média	29,58 a	48,33 a	37,91 a	47,91 a	

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Fazendo a comparação entre a porcentagem de enraizamento obtida na câmara de aquecimento basal e o enraizamento obtido ao final do período de formação da muda aos 7 meses (Figura 3 e 4), observa-se que houve um decréscimo marcante para essa característica. O decréscimo foi tal, que não apresentou diferença estatística, em relação as estacas



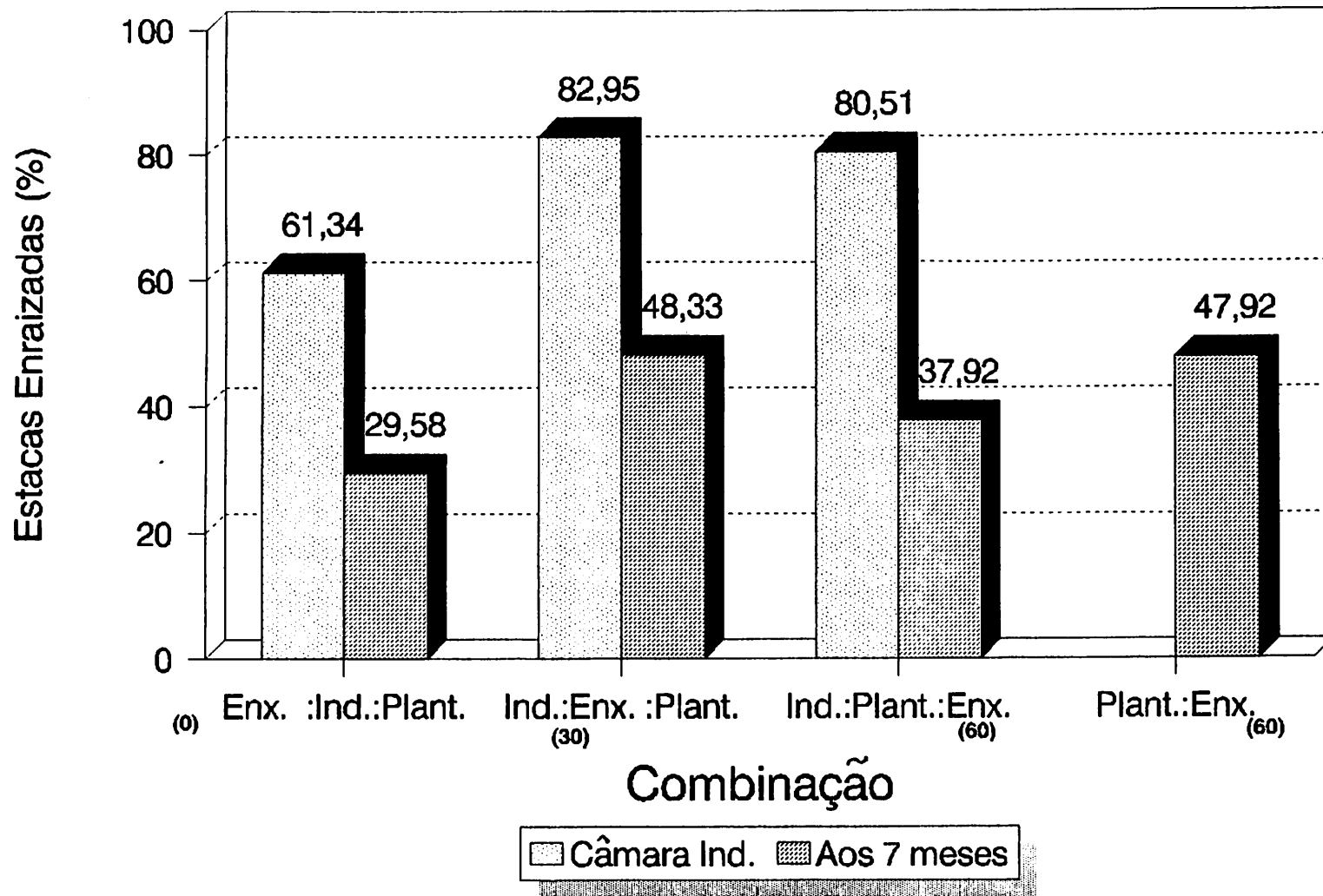


FIGURA 3- Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21°C e porcentagem média de estacas enraizadas ao final do período de 7 meses para as combinações indução, enxertia e plantio. ESAL - Lavras, MG. 1990.



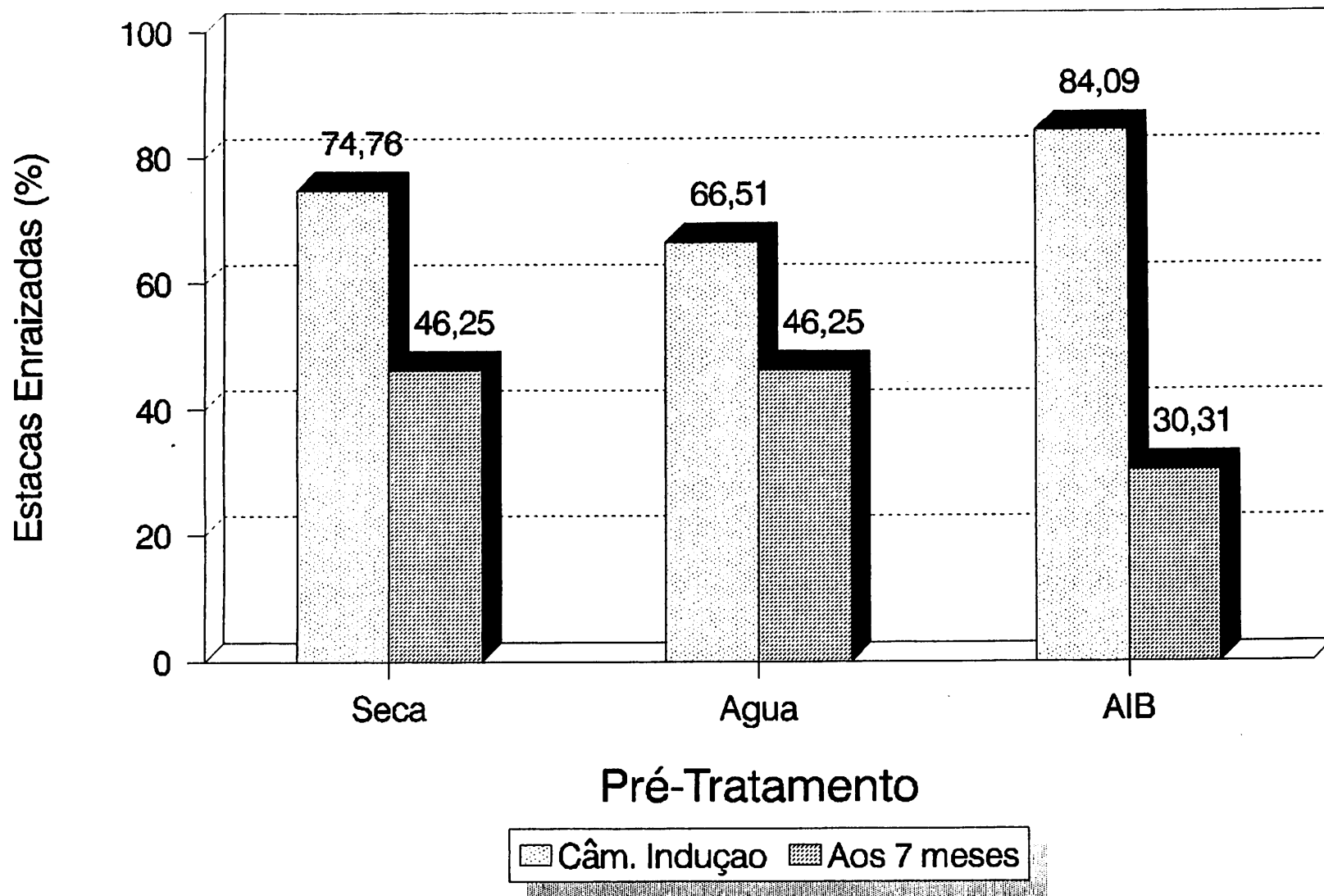


FIGURA 4- Porcentagem média de estacas enraizadas aos 30 dias de indução radicular por aquecimento basal a 21°C e porcentagem média de estacas enraizadas ao final do período de 7 meses para os pré-tratamentos. ESAL - Lavras, MG. 1990.

que não sofreram indução (Figura 3). Pela figura 4, pode-se verificar que o pré-tratamento com AIB foi o que apresentou esse decréscimo mais acentuado, sendo também o de mais baixa percentagem de enraizamento.

#### 4.2.2 Vigor do enxerto

Pela tabela 3, nota-se que não ocorreram diferenças significativas pelo teste de F ao nível de 5%, entre os pré-tratamentos e para as combinações indução, enxertia e plantio. Desse modo, todas as mudas formadas comportaram-se de maneira semelhante para todos os tratamentos aplicados. As médias do vigor para todos os tratamentos estão apresentados na tabela 6.

TABELA 6- Vigor médio da haste principal em  $\text{cm}^3$  para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL-Lavras, MG. 1990.

PRÉ-TRAT.	COMBINAÇÃO: INDUÇÃO ENXERTIA E PLANTIO				Média
	T1	T2	T3	T5	
SECA	0,261	1,052	0,421	0,662	0,599
ÁGUA	0,827	0,448	0,772	0,603	0,663
AIB	0,00	0,354	0,385	0,482	0,305
Média	0,363	0,619	0,527	0,582	

Mesmo não havendo diferenças significativas, nota-se que os tratamentos correspondentes ao pré-tratamento com AIB apresentaram aparentemente um vigor menor, e as pré-tratadas com

água apresentaram uma tendência de superioridade às que não foram pré-tratadas (secas).

Para as combinações também ocorre o mesmo, apesar de não haver diferenças significativas, observa-se que a combinação correspondente as estacas que sofreram indução, plantio e enxertia aos 30 dias (T2), apresentam-se com um vigor com tendência de superioridade aos demais.

#### 4.2.3 Peso da parte aérea seca

Pela análise de variância referente ao peso da parte aérea seca, verifica-se que ocorreram diferenças significativas entre os pré-tratamentos, entre as combinações indução, enxertia e plantio e para a interação entre os dois fatores, conforme o tabela 3.

As médias para o peso seco da parte aérea se encontram apresentadas no tabela 7 e na figura 5. Os resultados do teste de Tukey, presentes no tabela 7, evidenciam que para as estacas pré-tratadas com água(24 h) não houve diferenças estatísticas para as combinações. Para as estacas secas, a combinação onde as estacas foram plantadas e enxertadas 60 dias após (T5), apresentou maior peso seco que as demais combinações, embora não diferindo estatisticamente das combinações em que as estacas sofreram indução basal, enxertia aos 30 dias e plantio (T2) e da em que as estacas sofreram indução basal, plantio e enxertia aos 60 dias (T3); sendo que o tratamento correspondente as estacas que sofreram enxertia de mesa antes da indução basal (T1), foi o que apresentou menor peso seco. Para as estacas tratadas com AIB, a combinação T5 apresentou peso seco maior que as demais



combinações, porém não diferindo estatisticamente da combinação T2. A combinação T2 por sua vez não diferiu da combinação T3 e a combinação T1 foi a que apresentou o menor peso seco.

TABELA 7- Peso médio da parte aérea seca por planta, em (g), para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL- Lavras, MG. 1990.

PRÉ-TRAT.	COMBINAÇÃO: INDUÇÃO ENXERTIA E PLANTIO				Média
	T1	T2	T3	T5	
SECA	3,12 b B	3,94 ab A	5,91 ab A	6,95 a A	5,00
AGUA	7,58 a A	4,85 a A	5,55 a A	4,00 a A	5,00
AIB	0,00 c C	4,83 ab A	2,54 bcA	6,91 a A	3,57
Média	3,56	4,53	4,66	5,95	

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Dentro de cada pré-tratamento as combinações T2, T3 e T5 não apresentaram diferenças estatísticas entre si.

Para a combinação enxertia de mesa, indução basal e plantio (T1), o pré-tratamento com água apresentou maior peso seco quando comparado com os outros dois pré-tratamentos, observando-se ainda que o mesmo apresentou média superior a todas as demais combinações para todos os pré-tratamentos.

No pré-tratamento com AIB, o peso seco da combinação foi igual a zero, ou seja, não houve formação de muda.



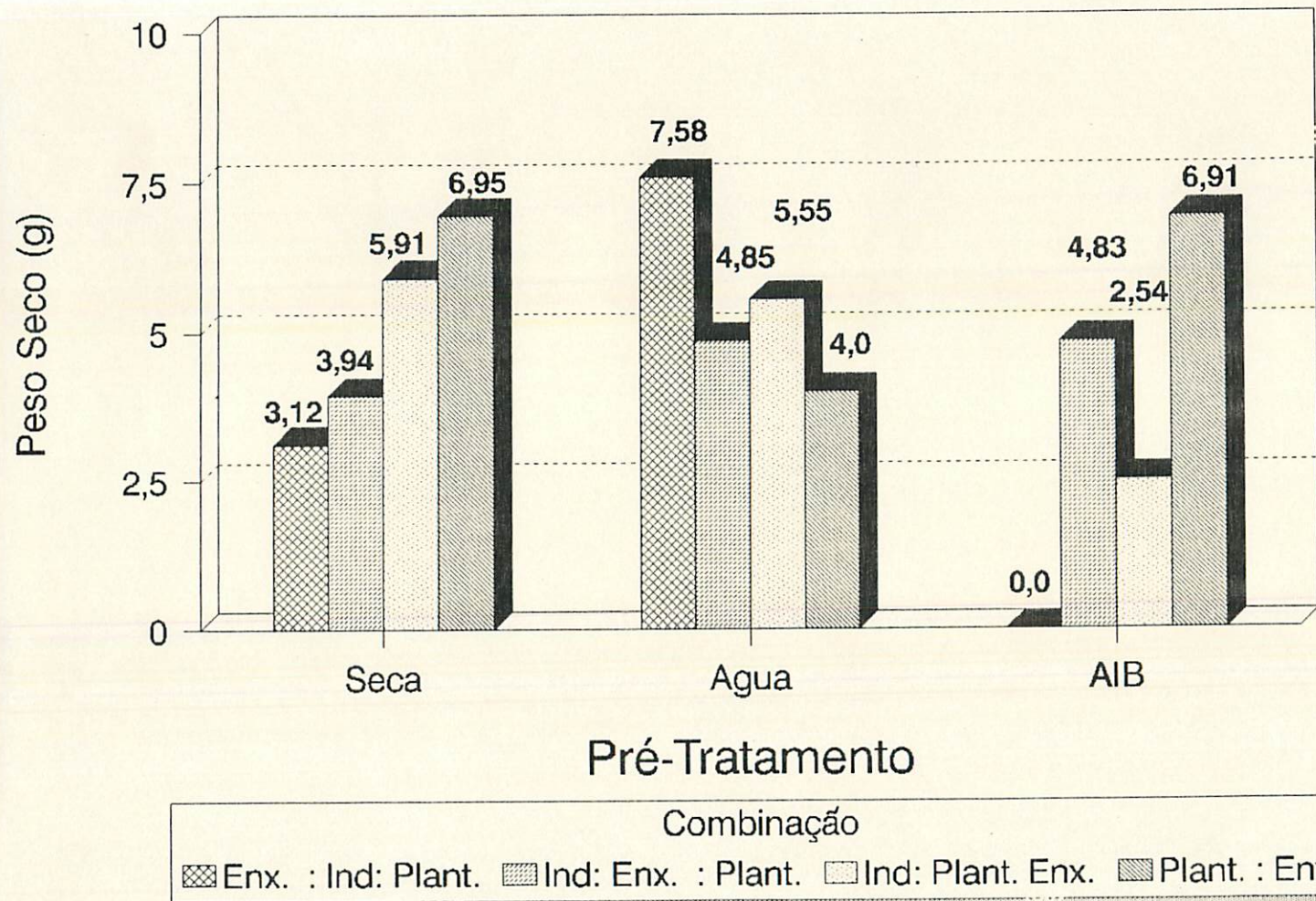


FIGURA 5- Peso médio da parte aérea seca por planta em (g) para os pré-tratamentos e para as combinações indução, enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL - Lavras, MG. 1990.



#### 4.2.4 Peso do sistema radicular seco

A análise de variância revelou diferenças altamente significativas apenas para a interação pré-tratamentos x combinação indução, enxertia e plantio, de acordo com o tabela 3, mostrando que a característica foi dependente dos dois fatores utilizados.

No tabela 8 e figura 6 estão presentes as médias obtidas, e as devidas comparações para a interação dos dois fatores.

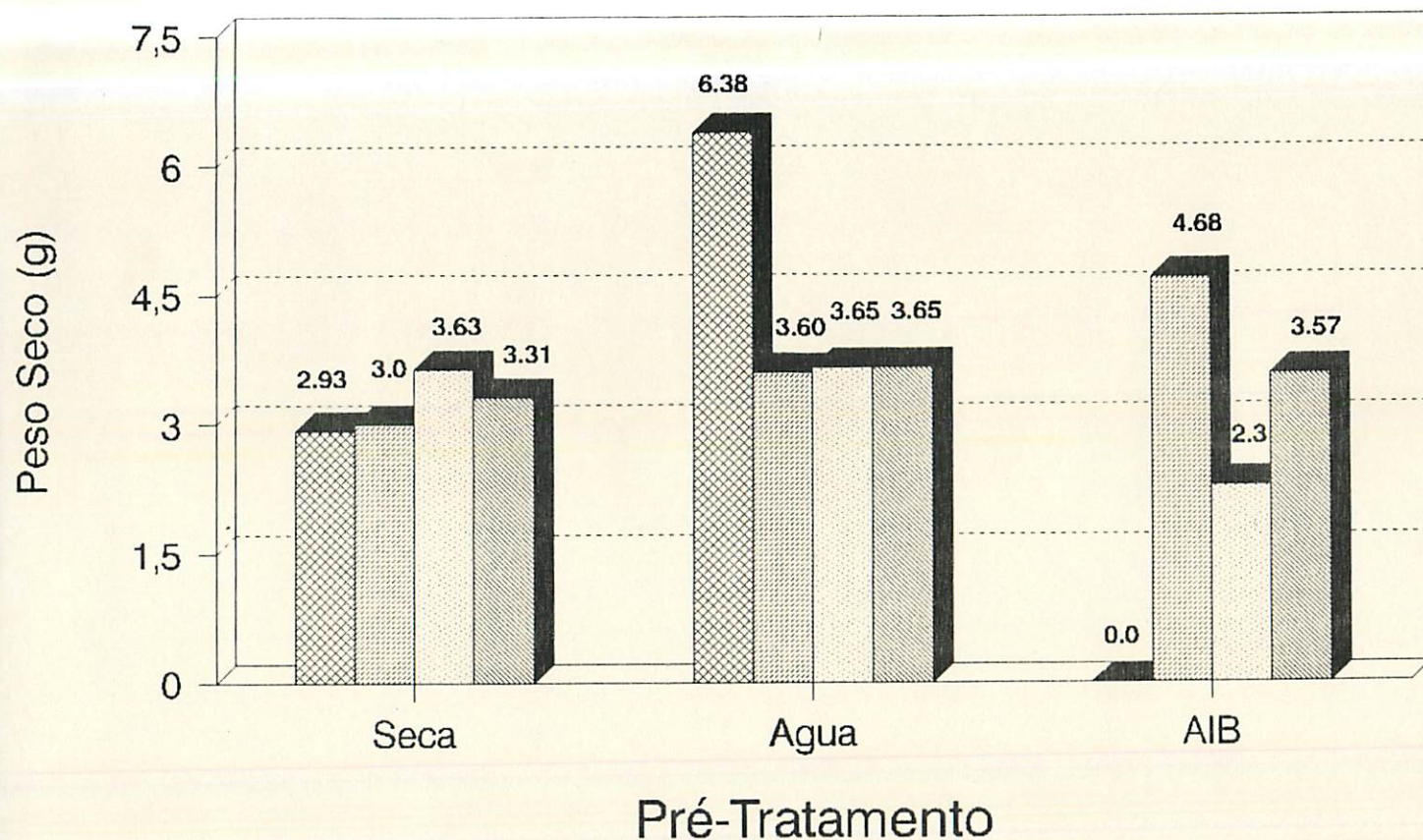
TABELA 8- Peso médio do sistema radicular seco, em (g) para os pré-tratamentos e para as combinações indução enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL, Lavras, MG. 1990.

PRÉ-TRAT.	COMBINAÇÃO: INDUÇÃO ENXERTIA E PLANTIO				Média
	T1	T2	T3	T5	
SECA	2,93 a B	3,01 a A	3,63 a A	3,31 a A	3,22
ÁGUA	6,38 a A	3,60 a A	3,65 a A	3,65 a A	4,05
AIB	0,00 b C	4,68 a A	2,28 ab A	3,57 a A	2,63
Média	3,11	3,76	3,19	3,15	

Médias seguidas por letras diferentes minúsculas na horizontal e maiúsculas na vertical diferem pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tanto as estacas que sofreram pré-tratamento com água como as secas, não apresentaram diferenças significativas para a combinação. Para as estacas pré-tratadas com AIB, a combinação onde as estacas sofreram indução basal, plantio e enxertia aos 30 dias (T2), e as que foram plantadas e enxertadas aos 60 dias (T5), apresentaram peso seco maior diferindo estatisticamente





Combinação  
 Enx. : Ind: Plant.   Ind: Enx. : Plant.   Ind: Plant. Enx.   Plant. : Enx.

FIGURA 6- Peso médio do sistema radicular seco por planta em (g) para os pré-tratamentos e para as combinações indução, enxertia e plantio, ao final do período de 7 meses. ESAL - Lavras, MG. 1990.



dos demais. A combinação onde as estacas sofreram enxertia de mesa antes da indução basal (T1), apresentou peso seco médio igual a zero sendo a pior combinação.

Dentro de cada combinação verificou-se o mesmo comportamento descrito para o peso seco da parte aérea.

Em relação ao vingamento dos enxertos, ainda que a porcentagem média de mudas obtidas pareça ser baixa, tabela 4, ela se encontra dentro dos índices alcançados por vários pesquisadores trabalhando com diferentes espécies lenhosas (Shimoya, Gomide e Fortes, 1971; Ashiru e Carson, 1968; Barradas, 1980; Dillion e Klingamam, 1992 e Fachinello, Kersten e Machado, 1982).

Comparando-se os valores obtidos relativos a porcentagem de vingamento do enxerto e porcentagem de estacas enraizadas (figura 7 e 8), verifica-se que existe uma relação entre o enraizamento e o fenômeno do vingamento do enxerto, isto é, observou-se que os tratamentos onde as estacas apresentaram maiores porcentagens de enraizamento foram as que apresentaram, também, maiores porcentagens de vingamento do enxerto. Esses resultados são semelhantes àqueles obtidos por Shimoya, Gomide e Fortes (1971), que observaram em estacas enxertadas de videira uma relação perfeita entre o desenvolvimento das raízes adventícias e o fenômeno de soldadura do enxerto.

Para a combinação T1, os fatores que influem no enraizamento e no pegamento da enxertia possivelmente atuam de maneira diferente, uma vez que ocorre competição entre as duas regiões de regeneração logo no início do processo de propagação.



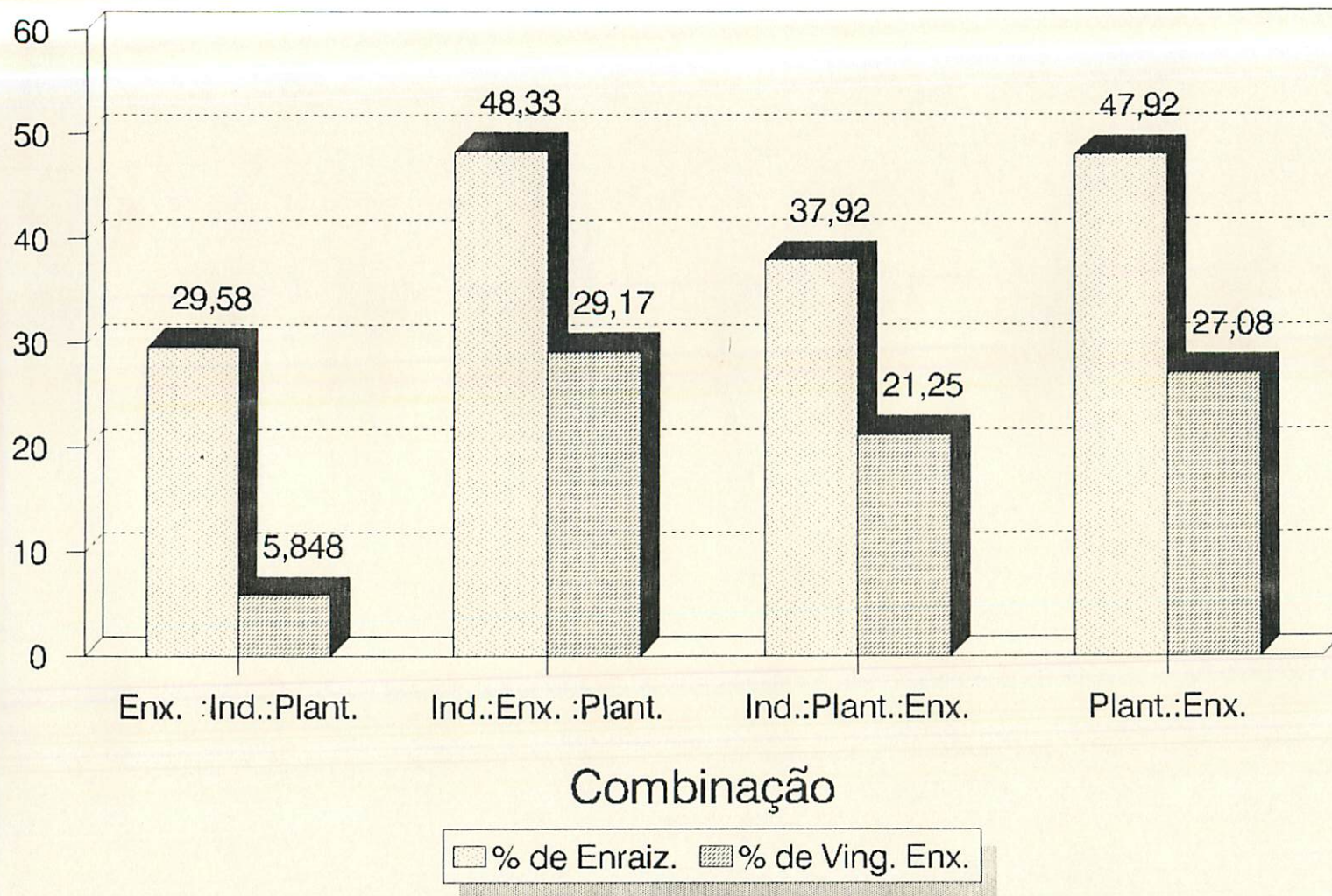


FIGURA 7- Porcentagem média de estacas enraizadas e de vingamento dos enxertos ao final do período 7 meses, para as combinações indução, enxertia e plantio. ESAL - Lavras, MG. 1990.

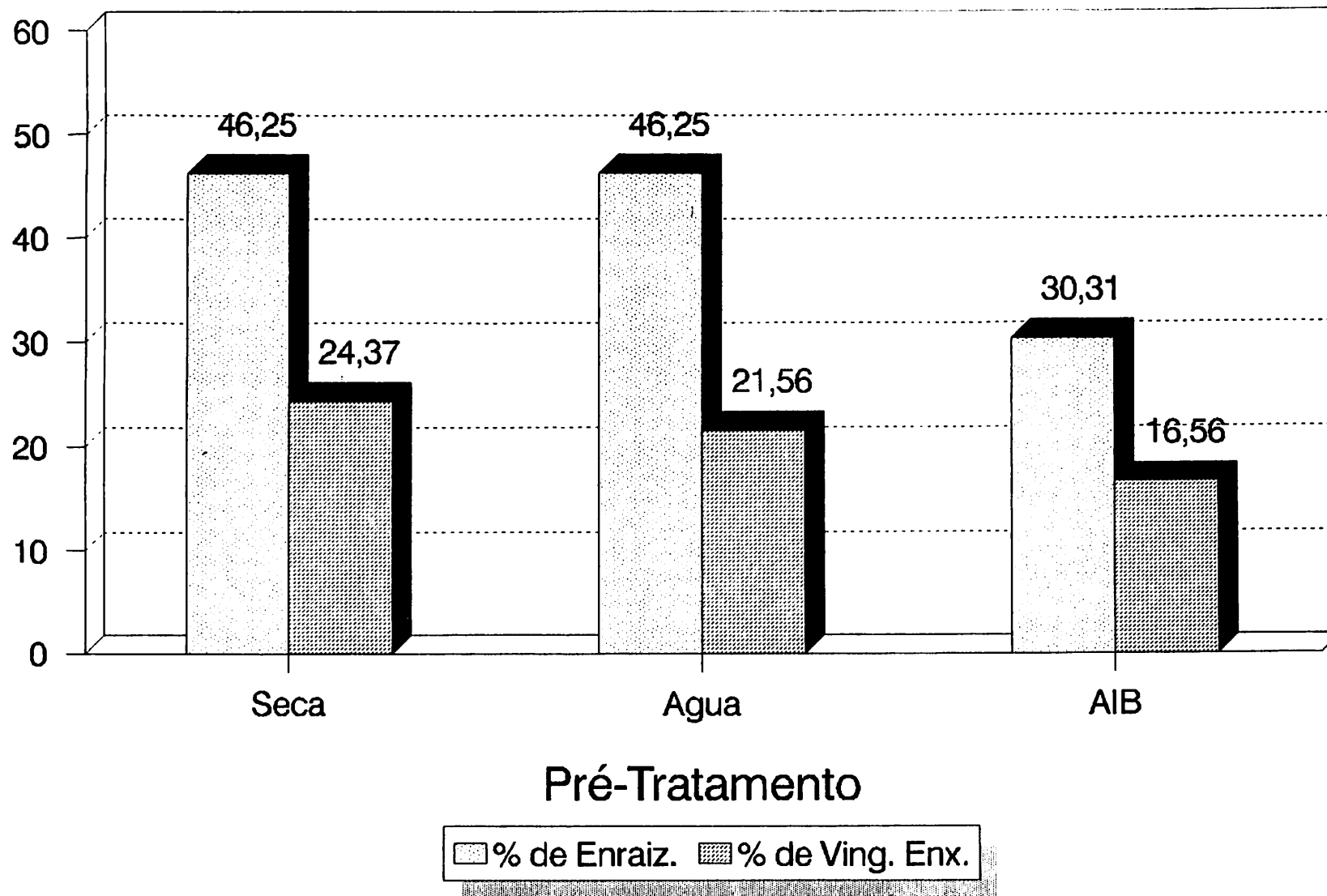


FIGURA 8- Porcentagem média de estacas enraizadas e de vingamento dos enxertos ao final do período 7 meses, para os pré-tratamentos. ESAL - Lavras, MG. 1990.



Wardlaw e Mortimer (1970) e Shininger (1979) sugerem que os carboidratos juntamente com fatores hormonais regulam a diferenciação dos tecidos condutores, indicando que o processo exige a presença de sacarose. O gasto dos mesmos carboidratos também é de grande significância para o enraizamento. Ocorre aqui uma competição que leva a um menor índice de enraizamento e vingamento da enxertia. A ocorrência do desenvolvimento e crescimento da gema, com aumento da respiração, requer material orgânico para queima nas reações químicas que produzem energia. Esse material, no início, é proveniente da própria estaca.

A maioria dos estudos que mostram o sucesso do enraizamento de estacas com o uso de aquecimento basal, não evidenciam que um grande enraizamento nesse estágio pode promover uma redução na sobrevivência destas estacas enraizadas (Whalley e Loach, 1981). Alguns autores têm observado que um dos principais problemas no uso do aquecimento basal consiste exatamente na dificuldade do estabelecimento das estacas no campo (Cheffins e Howard, 1982a; Howard, 1978 e Whalley e Loach, 1981).

Whalley e Loach(1981), trabalhando com *Acer saccharinum* e *Laburnum x vossi*, encontraram uma relação inversa entre porcentagem de enraizamento e sobrevivência após transplântio, ou seja, quanto maior a porcentagem de enraizamento, menor a sobrevivência após o transplântio. Eles verificaram que a média de sobrevivência entre todos os tratamentos foi de apenas 38% para *Acer* e 32% para *Laburnum* do total de 50 estacas iniciais, por tratamento.

As condições que conduzem a um maior índice de



enraizamento causam grandes quedas do nível de carboidratos das estacas, gastos durante a formação das raízes. O estabelecimento das estacas no campo parece ser controlado parcialmente pelo nível de carboidratos remanescente após a fase de estimulação das raízes no aquecimento basal e pela presença de raízes produzidas durante o tratamento (Cheffins e Howard, 1982b).

As estacas lenhosas sem folhas não podem fotossintetizar e o processo de enraizamento, assim como aqueles que ocorrem entre a retirada da estaca da câmara de aquecimento e o seu estabelecimento no campo, são obtidos apenas de suas reservas. Os carboidratos constituem o maior componente destas reservas. Buttorose (1966) demonstrou a importância dessa reserva juntamente com suplementação de carboidratos fornecida pela fotossíntese efetuada pelos brotos em crescimento, para o rápido estabelecimento de estacas lenhosas de videira (*Vitis vinifera*).

A temperatura e o tempo de exposição a ela afetam o nível de enraizamento das estacas, aumentando o consumo de carboidratos. Alguns trabalhos evidenciam tempos menores ou iguais a 3 semanas como os melhores para algumas espécies (Howard, 1978; Cheffins e Howard, 1982b e Whalley e Loach, 1981). A exposição ao aquecimento basal por 8 semanas a 21°C foi, segundo Cheffins e Howard (1982a), prejudicial ao estabelecimento no campo do porta-enxerto de maçã 'M26', embora tenha tido alto enraizamento na câmara de aquecimento basal.

A exposição ao aquecimento basal induz ao desenvolvimento acelerado do sistema radicular, surgindo raízes visíveis que não são desejáveis para alcançar um bom estabelecimento no campo, conforme Whalley (1969) e Howard



(1978). É possível que a presença dessas raízes para o transplântio seja a maior dificuldade para o seu estabelecimento no campo. Este fato ocorre porque, ou essas raízes esgotam as reservas da estaca, ou porque sejam ainda funcionalmente ineficientes, ou ainda porque não se recuperaram das injúrias causadas durante o transplântio, no qual uma larga porção do sistema radicular é perdido, reduzindo a entrada de água e/ou nutrientes. Segundo Larson(1980), esse estresse causa muitos problemas fisiológicos e até a morte da planta. A chave para a sobrevivência e crescimento após o transplântio pode ser o rápido reestabelecimento da absorção pelo sistema radicular (Perkins e Kling, 1987).

A identificação de um ponto ótimo em torno do tempo de exposição ao aquecimento basal necessário para cada espécie se faz mister. Certamente essa relação entre tempo de aquecimento e nível de enraizamento alcançado pode ser esperada para um sistema fechado, onde a temperatura é a variável predominante (Tyedesly citado por Whalley e Loach, 1981). Na videira a determinação desse ponto é dificultada devido à variação que ocorre na capacidade de enraizamento dos porta-enxertos de ano para ano (Romberger, Haeseler e Bergaman, 1979).

No presente trabalho associou-se ainda aos fatores enraizamento e estabelecimento, em condições de campo, o fator enxertia. Este também demanda energia para a regeneração dos tecidos vasculares antes do início da brotação e conseqüente obtenção de fotoassimilados. Essa competição resultou em diferenças significativas no peso da parte aérea seca e no peso do sistema radicular seco, para as combinações nos diferentes



pré-tratamentos. Para a combinação onde houve enxertia de mesa (T1), o AIB foi o pior tratamento resultando em pesos secos iguais a zero tanto para o sistema radicular quanto para a parte aérea (Figuras 5 e 6). Pode-se observar, através do tabela 2, que a porcentagem de enraizamento das estacas tratadas com AIB na câmara de indução basal para a combinação T1, foi de 72,5 %, o que sugere que as reservas das estacas foram mobilizadas para a formação de raízes, não havendo energia disponível para a soldadura do enxerto e desenvolvimento das brotações. Observa-se também que para as estacas tratadas com água, a combinação T1 apresentou o maior peso da parte aérea seca e do sistema radicular; contudo, este fato ocorreu apenas nas estacas que sobreviveram. Observa-se, pelo tabela 4, que esta combinação foi a que apresentou um dos mais baixos índices de formação de mudas.

As estacas que sofreram indução tiveram seu estabelecimento em condições de campo afetados pelo gasto de suas reservas e também pelas injúrias sofridas pelo sistema radicular ocorrido durante a remoção das estacas da câmara de aquecimento basal e transplântio para as condições de campo. Verificou-se que as estacas tratadas com AIB apresentaram um maior sistema radicular e maior porcentagem de enraizamento ao final da indução basal. Entretanto, tiveram a menor porcentagem de estabelecimento em condições de campo, confirmando que a presença de raízes visíveis e vigorosas é prejudicial ao bom estabelecimento a nível de campo. O comprimento das raízes aos 30 dias de indução basal dificultou o transplântio das estacas enraizadas, sugerindo que o período de enraizamento para o porta-enxerto 'RR-101-14' na câmara de aquecimento basal possa ser reduzido a fim de melhorar

a porcentagem de mudas formadas.

Embora a relação entre tempo de exposição ao aquecimento basal e nível de enraizamento do tratamento inicial permaneça clara, outros fatores podem afetar o estabelecimento da planta e o desenvolvimento do seu sistema radicular e brotos. Estudos com numerosas espécies indicam que a taxa de crescimento de raízes e brotos estão relacionados com a temperatura do ambiente de crescimento (Zelleke, 1980 e Yong, 1980).

A temperatura ótima de solo ou meio para a iniciação e crescimento de raízes têm sido indicado para várias espécies lenhosas, mas poucas informações estão disponíveis sobre a iniciação e crescimento a baixas temperaturas, característica do inverno e início da primavera.

Kelly e Moser (1983), estudando o transplântio de *Liriodendron tulipifera*, sugerem que a baixa temperatura do solo pode ser um fator limitante na regeneração de raízes e no estabelecimento de plantas transplantadas para o campo sob essas condições. A temperatura eficiente para a regeneração de raízes destas plantas após o transplântio foi em torno de 15,5 a 21°C. Ainda segundo estes autores, a temperatura de 10°C no solo não apenas reduz o número de raízes como também o número de brotos e o peso do sistema radicular seco. De acordo com Larson (1980), as baixas temperaturas também reduziram o crescimento de raízes de mudas de carvalho vermelho transplantadas.

No presente trabalho verificou-se que durante o período de inverno, época em que se procedeu ao transplântio das estacas enraizadas da câmara de aquecimento basal para o campo, ocorreram temperaturas relativamente baixas (tabela 9). Este fato

possivelmente também afetou o porcentual de estabelecimento das estacas, já que ocorreram temperaturas abaixo daquelas indicadas como ideais para a regeneração de raízes. Estas baixas temperaturas podem ser consideradas como uma das possíveis causas da morte não só do sistema radicular das estacas transplantadas, como também das estacas correspondentes as combinações que não sofreram indução (T4 e T5). Estas se encontraram em condições de campo e devido às baixas temperaturas não tiveram condições ambientais para seu desenvolvimento.

De maneira geral observa-se que, embora aparentemente baixo, o índice de enxertos vingados no experimento foi regular, sendo 29,17% para T2 e 27,08% para T5. Nota-se que existe um menor vingamento para as estacas tratadas com AIB e para a combinação T1. Embora não se possa afirmar categoricamente quais as possíveis causas do baixo vingamento de enxertos, provavelmente este fato, além de ter sido afetado pela falta de reservas das estacas, já comentado anteriormente, foi afetado também pelas condições ambientais adversas reinantes no ensaio (tabela 9).

Nos períodos de realização das enxertias os índices de temperatura não eram os mais favoráveis (Ferreira, 1977; Schenk, 1975 e Hartman e Kester; 1975).

Pode-se ainda associar o baixo índice de vingamento do enxerto a outro fator importante que é a aeração. Sampaio (1977) verificou que para a enxertia de garfagem na videira, o uso do mastique de barro foi prejudicial ao pegamento. Estes dados estão de acordo com as considerações de Hartman e Kester (1975), que consideram a videira como uma espécie altamente exigente em



TABELA 9- Temperaturas médias e mínimas ocorridas durante o período de maio a agosto de 1990, no município de Lavras, Minas Gerais.

DIA	MAIO		JUNHO		JULHO		AGOSTO	
	Tmin	Tmédia	Tmin	Tmédia	Tmin	Tmédia	Tmin	Tmédia
01	17,2	20.2	12.7	18.5	13.0	17.9	10.6	12.3
02	16.3	18.4	12.8	19.1	12.6	17.1	11.3	16.0
03	15.9	18.9	16.1	19.2	13.1	17.8	12.5	17.1
04	14.1	18.4	12.9	18.4	12.0	17.4	10.5	16.3
05	14.4	18.7	12.4	18.1	11.3	15.5	9.7	15.6
06	15.2	16.9	11.5	18.2	12.0	14.0	12.2	16.1
07	13.8	18.3	11.8	19.1	9.0	14.3	10.5	16.2
08	14.4	20.0	15.7	19.0	9.1	14.8	11.2	16.9
09	16.1	19.3	16.6	19.5	9.5	16.6	11.0	16.3
10	13.3	19.2	12.0	18.7	12.3	17.4	10.5	18.2
11	15.5	19.4	12.6	14.9	13.6	14.8	11.3	18.1
12	16.4	19.7	9.9	13.4	9.9	12.9	10.3	17.1
13	13.6	17.7	8.0	14.4	7.6	13.1	10.1	17.7
14	13.3	18.3	11.4	17.0	10.0	14.9	10.1	17.9
15	13.8	19.0	11.4	16.8	10.7	16.5	10.4	18.7
16	16.6	20.3	7.8	15.1	10.2	17.1	11.9	19.1
17	17.7	21.0	10.7	16.2	12.9	17.0	16.1	17.9
18	16.0	15.0	12.9	16.4	10.7	18.7	16.1	17.6
19	4.4	10.8	12.1	15.6	13.5	20.4	14.6	20.3
20	6.6	14.7	9.0	16.6	13.6	19.7	16.7	18.9
21	9.2	15.8	13.2	15.2	12.2	18.9	15.7	18.7
22	9.4	14.4	5.7	11.7	14.3	16.5	15.1	17.3
23	8.8	14.3	3.7	13.4	10.9	16.9	14.0	15.0
24	11.4	16.0	4.7	13.9	12.9	18.3	11.6	14.0
25	10.7	16.5	5.2	14.9	11.9	19.2	11.7	15.0
26	10.3	17.1	9.1	16.2	14.9	20.1	9.2	16.6
27	12.6	18.3	9.1	16.1	12.1	18.6	11.4	18.3
28	12.2	18.3	12.6	17.2	12.4	16.1	14.6	15.8
29	12.8	19.3	9.5	16.4	12.4	16.2	13.1	15.0
30	13.6	18.8	13.1	17.0	9.6	14.2	12.0	15.5
31	12.5	18.5			11.7	14.0	14.2	19.0

Fonte: Estação de Bioclimatologia do departamento de Biologia.  
- ESAL - Lavras- MG.

oxigênio para a formação de calo e o mastique limita as trocas gasosas no local da enxertia. O mastique pode ainda

apresentar-se também como um impedimento físico, quando a terra usada for argilosa, dificultando a saída dos novos rebentos provenientes do garfo (Almeida, 1973).

O tratamento térmico na câmara de aquecimento basal foi suficiente para promover o enraizamento e influir no processo de antecipação da produção de mudas. Contudo, o processo foi prejudicado pelo baixo estabelecimento das estacas nas condições de campo e pelo baixo vingamento da enxertia.

A combinação onde as estacas sofreram indução basal por 30 dias, enxertia e plantio (T2) e aquela onde as estacas foram colhidas, plantadas e enxertadas 60 dias após (T5), tiveram um desempenho médio melhor para todas as características estudadas.

Baseado nos resultados encontrados, pode-se considerar que os efeitos dos tratamentos aplicados poderiam ser melhor verificados com a utilização de um porta-enxerto de difícil enraizamento, juntamente com 'RR-101-14', que é considerado de fácil enraizamento. Possivelmente esta facilidade de enraizamento não tenha evidenciado o efeito dos tratamentos aplicados.

Com a utilização dos tratamentos aplicados neste trabalho, foi possível a formação de mudas de videira aos 7 meses; entretanto faz-se necessário o desenvolvimento de técnicas que permitam o aperfeiçoamento do processo.

## 5 CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos e nas condições em que foi conduzido o experimento, pode-se concluir que:

1) A câmara de aquecimento basal induziu um elevado índice de enraizamento das estacas (80 %), porém não afetou na porcentagem de formação de mudas;

2) O pré-tratamento na câmara de aquecimento basal não afetou o enraizamento de estacas;

3) É possível a obtenção de mudas de videira aos 7 meses;

4) O pré tratamento com AIB foi desfavorável à formação de mudas;

5) Não ocorreu a formação de mudas para estacas com enxertia de mesa e plantio, para todos os pré-tratamentos;

6) O vigor das plantas não foi afetado pelos diferentes tratamentos empregados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBARAZI, Z.; SCHWARTZ, W.W. Rooting softwood cuttings of adult *Pistacia vera*. **Journal Horticultural Science**, Kent, v.57, n.2, p.247-252, 1982.
- ALBUQUERQUE, T.C.S.; ALBUQUERQUE, J.A.S. Influência do tipo de estaca e de alguns reguladores de crescimento no enraizamento e desenvolvimento de estacas de figueira (*Ficus carica* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, Recife, 1981. **Anais...** Recife: SBF, 1982. V.4, p.762-770.
- ALMEIDA, J.L.F. de. **A enxertia "no ar": em viticultura**. Lisboa: Shell Portuguesa, 1973. 8p. (Boletim Agrícola da Shell, 181).
- ALONI, R. Vascular differentiation within the plant. In: ROBERTS, L.W.; GHAN, P.B. ; ALONI, R. **Vascular differentiation and plant growth regulators**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. Cap. 3, p.39-62.
- ALONI, R.; ZIMMERMANN, M.H. The control of vessel size and density along the plant axis: a new hypothesis. **Differentiation**, London, v.24, p.203-208, 1983.
- ALVARENGA, L.R. Estudos do enraizamento de porta-enxertos de videira com o emprego do ácido indolbutílico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, Rio de Janeiro, 1975. **Anais...** Campinas: SBF, 1975. p.597-602.
- ANDERSEN, A.S. Environment influences on adventitious rooting in cuttings on non-woody species. In: JACKSON, M.B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff publishers, 1986. p.223-253.
- ASHIRU, G.A.; CARLSON, R.F. Some endogeneous rooting factors associated with rooting of East Malling II and Malling-Merton 106 apple clones. **American Society for Horticultural Science**, Maryland, v.92, p.106-112, 1968.



- BARRADAS, C.I.N. Efeito de quatro concentrações do ácido 3-indolbutírico sobre o enraizamento de estacas lenhosas e formação de mudas de três cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* (L). Batsch) em duas épocas. Pelotas: UFPEL, 1980. 93p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- BATISTA, A. Le greffage sur place methodes. *Bulletin de l' O.I.V. office International de La vigne et du Vin*, Paris, v.44, n.489, p.1004-1009, 1971.
- BEAKBANE, B. Structure of the plant stem in relation to adventitious rooting. *Nature*, London, v.2, n.192, p.954-955. Dec. 1961.
- BINDRA, A.S.; CHANANA, Y.R.; SINGH, A. Grafting unrooted cuttings of grapes. *Indian Journal of Horticulture*, Bangalore, v.31. p.23-27, 1974.
- BOJARCZUK, K. Studies on endogenous rhizogenic substances during the process of rooting lilac (*Syringa vulgaris* L.) cuttings *The Plant propagator*, v.24, n.4, p.3-6, 1978.
- BUTTROSE, M.S. Use of carbohydrate reserves during growth from cuttings of grape vine. *Australian Journal Biological Science*, Melbourne, v.19, n.1, p.245-255, 1966.
- CALDWELL, J.D.; COSTON, D.C.; BROCK, K.H. Rooting of semi-hardwood 'Hayward' Kiwifruit cuttings. *Hortscience*, Alexandria, v.23, n.4, p.714-717, Aug. 1988.
- CAMPOS, H.de. *Estatística aplicada à experimentação com cana-de-açúcar*. Piracicaba: FEALQ, 1984. 292p.
- CARLSON, R.F. Factors influencing root formation in hardwood cutting of fruit trees. *Quarterly Bulletin Michigan Agricultural Experimental Station*, East Lansing, v.48, n.3, p.449-454, 1966.
- CARPENTER, W.J.; CORNELL, J.A. Auxin application duration and concentration govern rooting of hibiscus stem cuttings. *Journal American Society Horticultural Science*, Alexandria, v.117, n.1, p.68-74, 1992.



- CASTRO, P.R.C. Estimulação do enraizamento de estacas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell arg) pela aplicação de reguladores vegetais. **Anais Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.44, p.1025-1035, 1987.
- CHALFUN, N.N.J. Influência de fatores Bioquímicos e fisiológicos no enraizamento de estacas caulinares do *Hibiscus rosa sinensis*. Viçosa: UFV, 1989. 85p. (Tese-Doutorado em Fitotecnia).
- 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, 1982a.
- CHEFFINS, N.J.; HOWARD, B.H. Carbohydrate changes in leafless winter apple cuttings. II Effects of ambient air temperature during rooting. **Journal of Horticultural Science**, London, v.57, n.1, p.9-15, 1982b.
- COOPER, W.C. The concentrated solution dip method of treating cuttings with growth substances. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Maryland, v.44, p.533-541. 1944.
- COUVILLON, G.A; EREZ, A. Rooting survival and development of several peach cultivars propagated from semi hardwood cuttings. **Hortsciense**, Alexandria, v.15, n.1, p.41-43, Feb. 1980.
- DILLION, D.; KLINGAMAM, G. Hormone concentration and cutting maturity influences on rooting of red bud (*Cercis canadensis*). **Hortiscience**, Alexandria, v.27, n.6, p.634-638, June 1992.
- DOUD, S.L.; CARLSON, R.F. Effects of etiolation, stem anatomy, and starch reserves on root initiation of layered *Malus* clones. **Journal of American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.102, p.487-491, 1977.
- DUARTE, O.R.; FACHINELLO, J.C.; SANTOS FILHO, B.G. dos. Multiplicação da goiabeira serrana através de estacas semi-lenhosas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.513-516, Mar. 1992.

- EDWARDS, R.A.; THOMAS, M.B. Observations on physical barrier to root formation en cuttings. **The Plant Propagator**, v.26, p.6-8, 1980.
- ESAU, K. **Anatomia das plantas com semente**. São Paulo: Edgard Blücher, 1976. 293p.
- FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E. Efeito do ácido indolbutírico na percentagem de estacas semi-lenhosas enraizadas de pessegueiro (*Prunus persica* L.Batsch), cv 'Diamante' em condição de nebulização. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Recife, v.3, p.49-50, 1981.
- FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E.; MACHADO, A.A. Efeito do ácido indolbutírico (I.B.A.) no enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro (*Prunus persica*(L.) Batsch) cv 'Diamante'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.247-252, 1982.
- FACHINELLO, J.C.; KERSTEN, E.; SILVEIRA JUNIOR, P. Efeito do ácido indolbutírico na percentagem de estacas lenhosas enraizadas e na obtenção de mudas de pessegueiro (*Prunus persica*(L.) Batsch ). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7, Florianópolis, 1983. **Anais...** Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. p.1088-1096.
- FACHINELLO, J.C.; LUCCHESI, A.A.; GUTIERREZ, L.E. Influência do anelamento na nutrição e no enraizamento de estacas lenhosas do porta-enxerto 'Malling-Merton 106' **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.23, n.9, p.1025-1031, 1988.
- FERNANDES, P.D. Ação de um regulador de crescimento no enraizamento de estacas de quatro plantas ornamentais. **Anais Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v.30, p.217-226, 1973.
- FERREIRA, F.R. **Influência da borbúlia sobre e entre gemas, no vingamento e crescimento inicial de cultivares de videira**. Lavras: ESAL, 1977. 44p (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Production yearbook**. Roma, V.41, 1991. 147p.



- FUJII, T.; NAKANO, M. Studies on rooting of the hardwood cuttings of grapevine, cv. 'Delaware'. **Journal of the Japanese Society for Horticultural Science**, Tokyo, v.43, n.2, p.125-131, 1974.
- GIROUARD, R.M. Anatomy of adventitious roots formation in stem cuttings. **Combined Proceedings of the International Plant Propagators Society**, v.17, n.5, p.289-302, 1967a.
- GIROUARD, R.M. Initiation and development of adventitious roots in stem cuttings of *Hedera helix*. Anatomical studies of the juvenile growth phase. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v.45, p.1877-1881, 1967b.
- GIROUARD, R.M. Physiological and biochemical studies of adventitious root formation. Extractible rooting cofactors from *Hedera helix*. **Canadian Journal Botany**, Ottawa, v.47, n.5, p.687-699, 1969.
- GOMES, P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Nobel, 1982. 430p.
- GOODIN, J.J. Anatomical changes associated with juvenile to mature growth phase transition in *Hedera*. **Nature**, New York, v.208, p.504-505, 1965.
- HACKETT, W.P. The influence of auxin, catechol and methanolic tissue extracts of root initiation in aseptically cultured shoot apices of the juvenile and adult form of *Hedera helix*. **Journal American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.95, n.2, p.398-402, 1970.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation; principles**. 3.d. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1975. 662p.
- HAUN, J.R.; CORNELL, P.W. Rooting response of geranium (*Pelargonium hortorum*, B. var. Ricard) cuttings as influenced by nitrogen, phosphorus, and potassium nutrition of stock plant. **Proceedings of American Society for Horticultural Science**, Maryland, v.58, p.317-323, 1951.
- HESS, C.E. A physiological comparison of rooting in easy and difficult-to root cuttings. **Proceedings Plant Propagators Society**, London, v.162, p.265-268, 1963.



- HITCHCOCK, A.E.; ZIMMERMAN, P.W. Comparative root-inducing activity of phenoxy acids. **Proceedings of the American Society Horticultural Science**, Maryland, v.45, p.187, 1944.
- HOWARD, B.H. The contribution to rooting in leafless winter plum cuttings of IBA applied to the epidermis. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.60, n.2, p.153-159, 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**, Kent, v.53, n.1, p.31-37, 1978.
- HOWARD, B.H. The influence of 4 (Indolyl <sub>3</sub>) butyric acid and basal temperature on the rooting of apple rootstock hardwood cuttings. **Journal Horticultural Science**, Kent, v.43, p.23-31, 1968.
- HOWARD, B.H. Moisture change as a component of disbudding responses in studies of supposed relations between bud activity and rooting in leafless cuttings **Journal Horticultural Science**, Kent, v.55, n.2, p.171-180, 1980.
- HOWARD, B.H.; GARNER, R.J. High temperature storage of hardwood cuttings as an aid to improved establishment in the nursery; Report of East Malling Research Station East Malling, Kent, 1965. p.83-87.
- HOWARD, B.H.; HARRISON-MURRAY, R.S.; MACKENZIE, K.A.D. Rooting responses to wounding winter cuttings of M.26. apple rootstock. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v.59, n.3, p.131-139, 1984.
- JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Liv. Freitas Bastos, 1966. 485p.
- KAWASE, M. Root-promoting substances in *Salix alba* L. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.23, p.159-170, 1970.
- KELLY, R.J.; MOSER, B.C. Influence of temperature and auxin on root regeneration by seedlings of *Liriodendron tulipifera* L. **Hortscience**, Alexandria, v.18, n.6, p.891-892, Dec. 1983.



- KRAMER, P.J.; KOZLOWSKI, T.T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1960. 745p.
- LARSON, M.M. Root regeneration and early growth of red oak seedlings influence of soil temperature. **Forest Science**, Bethesda, v.16, n.2, p.442-446, 1980.
- LEWIS, D.H. Boron lignification and the origin of vascular plants a unified hypothesis. **The New Phytologist**, Cambridge, v.84, p.209-229, 1980.
- MAGALHÃES, J.R.; WILCOX, G.E. Interação entre formas de nitrogênio e reguladores de crescimento na absorção de nutrientes e produção de matéria seca pelo tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.6, p.579-585, jun. 1987.
- MECLINTOCK, J.A. A study of uncogentiality between peaches as scions and the marrianna plum as stock. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v.77, p.253-260, 1948.
- MEYER, B.S.; ANDERSON, D.B.; BOHNING, R.H. **Introdução à fisiologia vegetal**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1965. 574p.
- PEARSE, H.L. The effect of nutrition and phytohormones on the rooting of vine cuttings. **Annals of Botany**, Oxford, v.7, n.26, p.123-132, 1943.
- PEREIRA, F.M.; MARTINS, F.P. **Instruções para a cultura da videira**. Campinas: IAC, 1972. 48p. (Boletim, 119).
- PEREIRA, F.M.; MARTINS, F.P.; INFORZATO, R. Enraizamento de estacas de três porta-enxertos de videiras: Traviú, 420A e I.A.C. 313, com emprego do fitohormônio ácido alfanaftalenoacético. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1, Campinas, 1975. **Anais...** Campinas: SBF, 1975. v2, p.725-731.
- PERKINS, L.M.; KLING, G. Root regeneration in magnolia x 'soulangiana' and magnolia x 'Betty' in response to auxin applications. **Hortscience**, Maryland, v.22, n.5, p.889-891, 1987.



- PRASAD, J.; RABBANI, A. Rooting of hardwood cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) through bottom heat. **Progressive Horticulture**, Uttar Pradesh, v.20, n.12, p.20-23, 1988.
- ROMBERGER, G.A.; HAESELER, C.W. ; BERGAMAN, E.L. Influence of two callusing methods on benchgrafting success of 12 *Vitis vinifera* L. Combinations in Pennsylvania. **American Journal Enology and Viticulture**, Dawa, v.30, n.2, 1979.
- SAMPAIO, V.R. Videira: variações de enxertia por garfagem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, Salvador, 1977. **Anais...** Cruz das Almas: SBF, 1978. p.343-346.
- SATOO, S. Origin and development of adventitious roots in layered branches of 4 species of conifers. **Japanese Forestry Society Journal**, Tokyo, v.37, p.314-316, 1953.
- SCHENK, W. Studies on the fusion processes in grafted grapevines. Untersuchungen über die verwachssungs vorgänge bei P. fropfreben, **Weinberg und Keller**, v.22, n.2, p.55-70, 1975. In: HORTICULTURAL ABSTRACTS, Buck, v.45, n.12, p.827, 1975. (Abst. 9380)
- SHIMOYA, C.; GOMIDE, C.J. Desenvolvimento anatômico da raiz adventícia em estaca de figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, v.16, n.87, p.41-48, 1969.
- SHIMOYA, C.; GOMIDE, C.J.; FORTES, J. M. Estudo anatômico do enraizamento e da soldadura do enxerto em estaca-enxerto de videira (*Vitis* spp) **Revista Ceres**, Viçosa, v.18, n.96, p.85-102, 1971.
- SHININGER, T.L. The control of vascular development. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.30, p.313-337, 1979.
- SHINSHI, H.; NOGUCHI, M. Relationships between peroxidase IAA oxidase and polyphenol oxidase. **Phytochemistry**, Elmsford, v.14, p.1255-1258, 1975.
- SHIPPY, N.B. Influences of environment on the callusing of apple cutting and grafts. **American Journal of Botany**, Ottawa, v.17, n.4, p.290-327, 1930.



- SILVA, A.L. **Influência do ácido indolbutírico (AIB) na obtenção de mudas enxertadas de videira (*Vitis* spp) em um ciclo vegetativo.** Pelotas: UFPEL, 1984. 51p. (Tese-Mestrado em Fitotecnia).
- SILVA, I.C. **Propagação vegetativa; aspectos morfo-fisiológicos,** Itabuna: CEPLAC, 1985. (Boletim Técnico CEPLAC, v.4)
- SIMÃO, S. **Manual de fruticultura.** 7.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1971. 530p.
- SKENE, K.G.M.; KERRIDGLE, G.H. Effect of root temperature on cytokinin activity in root exudate of *Vitis vinifera*. L. **Plant Physiology**, Rockville, v.42, p.1131-39, 1967.
- SOUSA, I.S.I.de **Uvas para o Brasil.** São Paulo: Melhoramentos, 1969. 456p.
- SPIEGEL, P. Some internal factors affecting rooting of cuttings. In: INTERNATIONAL HORTICULTURAL CONGRESS, 14, The Hague, 1955, v.1, p.239-246.
- STANGLER, B.B. Origin and development of adventitious roots in stem cuttings of chrysanthemum, carnation, and rose. **Cornell University of Agriculture Experimental Station Memoires**, v.342, p.1-24, 1956.
- STIGTER, H.C.M. de. Studies on the nature of the incompatibility in a curcubitaceous graft **Lanbouwhogesch Wageningen Meded**, v.56, p.1-51, 1956.
- STOLTZ, L.P. Factors influencing root initiation in an easy and a difficult to root chrysanthemum. **American Society for Horticultural Science**, Maryland, v.92, p.622-626, 1968.
- STUART, N.W; MARTH, P.C. Composition and rooting of american holly cuttings as affected by treatment with indolbutyric acid. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, Maryland, v.35, p.839-844, 1937.
- TERRA, M.M.; FAHL, J.I.; RIBEIRO, I.J.A.; PIRES, E.J.P.; MARTINS, F.P.; SCARANARI, H.J.; SABINO, J.C. Efeito de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de quatro porta-enxertos de videira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, Recife, 1981. **Anais...** Recife: SBF, 1981. v.4, p.1265-1270.



- THOMPSON, W.K. Effects of origin, time of collection, auxins and planting media on rooting of cuttings of *Epacris impressa* L. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.30, p.127-134, 1986.
- TIZIO, R.; ALMEIDA PONS, G.; TRIONE, S.O.; TRIPPI, V.S. Estudios sobre enraizamiento em vid. VII. Auxinas inibidores y la capacidad rizógena de las estacas. **Phyton**, Buenos Aires, v.20, n.1, p.1-12, 1963.
- TRIONE, S.O.; ALMEIDA PONS, G.; TIZIO, R. ; TRIPPI, V.S. Estudios sobre enraizamiento em vid. VIII. Variación anual de la capacidad rizógena y su relación con tratamientos hormonales. **Phyton**, Buenos Aires, v.20, n.1, p.13-18, 1963.
- VALLE, C.F. Fatores que afetam o enraizamento de estacas de *Eucalyptus* spp, IPEF, **Boletim Informativo**, Piracicaba, v.6, n.18, p.107-117, 1978.
- VALLE, C.F.; CALDEIRA, C.F. Efeito do aquecimento basal no enraizamento de *E. urophylla*. **Silvicultura**, São Paulo, n.14, p.121-124, 1981.
- WARDLAW, I.F.; MORTIMER, D.C. Carbohydrate movement in pea plants in relation to axillary bud growth and vascular development. **Canadian Journal of Botany**, Ottawa, v.48, p.229-237, 1970.
- WAREING, P.F.; PHILLIPS, I.D.J. **Growth and differentiation in plants**. Oxford: Pergamen Press, 1981. 343p.
- WEAVER, R.J. **Reguladores del crecimiento de las plantas em la agricultura**. México: Editorial Trillas, 1976. 544p.
- WETMORE, R.H.; MOREL, G. Polyphenol oxidase as a problem in organ culture & auxin diffusion studies of horsetails and ferns. **American Journal of Botany**, New York, v.36, p.830, 1949.
- WHALLEY, D.N.; LOACH, L. Rooting of two ornamentales from dormant, leafless (hardwood) cuttings and their subsequent establishment in containers. **Journal Horticultural Science**, Kent, v.56, n.2, p.131-138, 1981.
- WHITE, J.; LOVELL, P.H. Anatomical changes during adventitious root formation. In: JACKSON, M.B. **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff publishers, 1986. p.111-140.



WHITE, J.; LOVELL, P.H. The anatomy of root initiation in cuttings of *Griselinia littoralis* and *Griselinia lucida*. **Anais of Botany**, Oxford, v.54, p.7-20, 1984.

WINKLER, A.J. **Viticultura**. México: Continental, 1976. 792p.

YOUNG, E. Response of seedling root stocks of peach to soil temperature. **Hortscience**, Alexandria, v.15, n.1, p.294-296. 1980.

ZELLEKE, A.; KLIEWER, V.M. Effect of root temperature rootstock and fertilization on budbreak, shoot growth and composition of 'Carbenet Sawignon' grapevinon. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.13, n.1, p.339-347, 1980.