



**ENRAIZAMENTO DE ESTACAS
HERBÁCEAS DE GOIABEIRA
(*Psidium guajava* L.)**

MÁRCIO RIBEIRO DO VALE

2003

57385
M.F.N.049048

MÁRCIO RIBEIRO DO VALE

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE GOIABEIRA

(Psidium guajava L.)

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

Orientador

Nilton Nagib Jorge Chalfun

LAVRAS

MINAS GERAIS -

2002

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

Vale, Márcio Ribeiro do

Enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) /
Márcio Ribeiro do Vale. -- Lavras : UFLA, 2003.

98 p. : il.

Orientador: Nilton Nagib Jorge Chalfun.

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1. *Psidium guajava*. 2. Propagação. 3. Enraizamento de estaca. 4. Sacarose. 5.
Substrato. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-634.42135

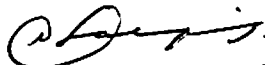
Márcio Ribeiro do Vale

ENRAIZAMENTO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE GOIABEIRA
(Psidium guajava L.)

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

APROVADA em 22 de Dezembro de 2003.

Prof. José Darlan Ramos	UFLA
Prof. Moacir Pasqual	UFLA
Dr. Ângelo Albérico Alvarenga	EPAMIG/CTSM
Dr. Leonardo Ferreira Dutra	Pesquisador Recém-Doutor/CNPq



Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

**À minha esposa, Loyola, pelo companheirismo,
dedicação e compreensão;
Aos meus filhos, Lucas e Matteus,
pela felicidade que me proporcionam.**

OFEREÇO.

Aos meus pais

**Júlio (*in memoriam*) e Edna pela minha criação e amor
dedicado.**

**Aos meus irmãos, Francisco, Carminha (*in memoriam*),
Fabiano, Roberto, Edna e Teresa, grandes incentivadores e
colaboradores por esta conquista.**

DEDICO

**À minha avó, Herondina e minha tia, Alaíde (*in memoriam*), uma
dedicação especial.**

AGRADECIMENTOS

A Deus que sempre iluminou meus caminhos;

À Universidade Federal de Lavras, em especial ao Departamento de Agricultura, pela oportunidade da realização deste curso;

Ao professor, Nilton Nagib Jorge Chalfun, pela orientação, ensinamentos, amizade, confiança e respeito dispensados no decorrer do curso e no dia-a-dia de nosso convívio;

Aos professores e servidores do Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Lavras pela grande amizade e apoio;

Aos colegas e companheiros do curso de pós-graduação;

Aos meus amigos de Escolas Agrotécnicas que sempre participaram de minhas conquistas.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	iii
Capítulo I – A goiabeira e sua propagação.....	1
1 INTRODUÇÃO GERAL.....	2
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	7
2.1 Origem e histórico.....	7
2.2 Aspectos botânicos, florescimento e frutificação.....	8
2.3 Propagação da goiabeira.....	11
2.3.1 Enxertia como método de propagação.....	11
2.3.2 A estaquia como método de propagação.....	14
2.4 Princípios anatômicos do enraizamento.....	16
2.5 Princípios fisiológicos do enraizamento.....	19
2.6 Fatores que influenciam o enraizamento de estacas.....	20
2.6.1 Fatores internos ou endógenos.....	20
2.6.1.1 Condição fisiológica da planta matriz.....	20
2.6.1.2 Idade da planta matriz.....	23
2.6.1.3 Época de coleta da estaca.....	23
2.6.1.4 Potencial genético de enraizamento.....	24
2.6.1.5 Sanidade.....	25
2.6.1.6 Balanço hormonal.....	25
2.6.1.7 Oxidação de compostos fenólicos.....	31
2.6.1.8 Posição da estaca no ramo.....	32
2.6.2 Fatores externos ou exógenos.....	33
2.6.2.1 Temperatura.....	33
2.6.2.2 Luz.....	34

2.6.2.3 Umidade.....	35
2.6.2.4 Substrato.....	36
2.6.2.5 Condicionamento.....	38
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	40
CAPÍTULO II – Efeito do AIB e do tempo de permanência da folha no enraizamento de estacas de goiabeira.....	49
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
1 INTRODUÇÃO.....	52
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	54
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	55
4 CONCLUSÕES.....	62
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	63
CAPÍTULO III – Efeito do AIB e da sacarose no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira.....	64
RESUMO.....	65
ABSTRACT.....	66
1 INTRODUÇÃO.....	67
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	69
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	70
4 CONCLUSÕES.....	74
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
CAPÍTULO IV – Efeito do substrato no enraizamento de estacas de goiabeira.....	76
RESUMO.....	77
ABSTRACT.....	78
1 INTRODUÇÃO.....	79
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	81

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	82
4 CONCLUSÕES.....	87
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	88

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Percentagem de enraizamento de estacas herbáceas de goiabeiras cv. 'Paluma', em função da concentração do AIB., UFLA, Lavras, MG, 2003..... 58
- FIGURA 2.** Percentagem de enraizamento de estacas herbáceas de goiabeiras cv. 'Paluma' em diferentes tempos de permanência das folhas; durante a propagação de goiabeira. UFLA, Lavras-MG. 2003..... 58
- FIGURA 3.** Percentagem de estacas brotadas de goiabeiras cv. 'Paluma' em função da concentrações do AIB. UFLA, Lavras, MG, 2003..... 59
- FIGURA 4.** Número médio de raízes primárias de estacas de goiabeiras, cv. 'Paluma' em função da concentração do AIB. UFLA, Lavras, MG, 2003..... 59
- FIGURA 5.** Número médio de raízes primárias de estacas de goiabeira, cv. 'Paluma' em função do tempo de permanência das folhas. UFLA, Lavras, MG, 2003..... 60
- FIGURA 6.** Peso médio da matéria seca do sistema radicular de estacas de goiabeiras, cv. 'Paluma' mantidas com folhas durante 0, 10, 20 e 40 dias da estaquia, em função da concentração do AIB. UFLA, Lavras, MG, 2003..... 61
- FIGURA 7:** Percentagem de estacas enraizadas em estacas de goiabeira, cv. 'Paluma', em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA. LAVRAS, MG, 2003..... 72

FIGURA 8: Número médio de raízes primárias em estacas de goiabeira, cv. 'Paluma' em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA. LAVRAS, MG, 2003..... 72

FIGURA 9: Peso médio da matéria seca do sistema radicular em estacas de goiabeira, cv. 'Paluma' em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA. LAVRAS, MG, 2003..... 73

FIGURA 10: Percentagem de permanência de folhas em estacas de goiabeira, cv. 'Paluma' em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA. LAVRAS, MG, 2003..... 73

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1: Exportação brasileira de frutas frescas..... 3**
- TABELA 2: Importação brasileira de frutas frescas..... 4**
- TABELA 3: Resumo da análise de variância para as diferentes características analisadas; percentagem de estacas enraizadas (PE), percentagem de estacas brotadas (PB), número médio de raízes primárias (NR), peso médio da matéria seca do sistema radicular (PS); durante a propagação da goiabeira. Lavras/MG, UFLA, 2003..... 56**
- TABELA 4. Resumo da análise de variância para as diferentes características analisadas; percentagem de folhas persistentes (FP), percentagem de enraizamento (PE), percentagem de estacas brotadas (PB), número médio de raízes primárias (N.R.), peso médio da matéria seca do sistema radicular (PS); durante a propagação da goiabeira. Lavras/MG, UFLA, 2003..... 71**
- TABELA 5. Resumo das análises de variâncias da Percentagem de Folhas Persistentes (PFP), Percentagem de Estacas Brotadas (PEB), Percentagem de Estacas Enraizadas (PEE), Percentagem de Estacas Mortas (PEM), Número Médio de Raízes Primárias (NMR) e Peso Médio da Matéria Seca do Sistema Radicular (PMS) em função dos diferentes substratos e de dois tipos de estacas utilizados, durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). Lavras/MG, UFLA, 2003..... 67**
- TABELA 6. Percentagem de folhas persistentes e peso médio da matéria seca do sistema radicular (g) em função do tipo de estaca, durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). Lavras/MG, UFLA, 2003..... 67**

TABELA 7. Percentagem de folhas persistentes e percentagem de estacas enraizadas em função do substrato, durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). Lavras/MG, UFLA, 2003..... 68

TABELA 8. Percentagem de enraizamento¹ de dois tipos estacas em diferentes substratos, durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.).Lavras/MG, UFLA 2003..... 68

TABELA 9. Peso médio da matéria seca do sistema radicular (g) de dois tipos de estacas em diferentes substratos, durante a propagação da goiabeira. Lavras/MG, UFLA, 2003..... 60

RESUMO

VALE, Márcio Ribeiro. Influência de alguns fatores no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). 2003. 88 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Com o intuito de estudar o enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), foram instalados e conduzidos em condições câmara de nebulização intermitente no pomar da Universidade Federal de Lavras, 3 (três) experimentos com estacas herbáceas de goiabeira cv. Paluma, coletadas de plantas matrizes sadias com quatro anos de idade, do pomar didático da Universidade Federal de Lavras. No primeiro experimento foram testadas 4 concentrações (0, 100, 200 e 300 mg x L⁻¹ associadas a 4 (quatro) períodos de persistência da folha (0, 10, 20 e 40 dias). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado num esquema fatorial 4 x 4 com 4 (quatro) repetições e 8 (oito) estacas por parcela. Após a coleta foram imersas na solução de AIB (Ácido Indolbutírico) durante 24 horas. Após esse período foram colocadas em células de bandejas de isopor contendo como substrato vermiculita. A avaliação foi feita a partir dos sessenta dias avaliando as seguintes características: porcentagem de estacas enraizadas, porcentagem de estacas brotadas, número médio de raízes primárias e peso médio da matéria seca do sistema radicular. Foi observado que o AIB influenciou todas as características. A concentração de 300 mg x L⁻¹ foi a que apresentou melhor efeito em relação a porcentagem de estacas enraizadas, número médio de raízes primárias e peso médio da matéria seca. Estacas tratadas com AIB e que permaneceram com folhas por 40 dias foram as que obtiveram maior peso médio da matéria seca do sistema radicular, sendo que a permanência das folhas nas estacas por 40 dias favoreceram a formação de raízes. No segundo experimento, referente ao AIB associado à sacarose, as estacas foram tratadas com AIB em imersão por 24 horas nas concentrações de 0, 100, 200 e 300 mg x L⁻¹, acrescidos ou não de 2% de sacarose. Após o tratamento as estacas foram plantadas em sacos de polietileno tendo como substrato areia. A concentração de 300 mg x L⁻¹ de AIB apresentou um melhor efeito, tanto para porcentagem de estacas enraizadas como para o número e peso médio da matéria seca das raízes. A presença de sacarose não apresentou efeito significativo para as características analisadas, bem como a permanência de folhas na estaca não influenciou no percentual de enraizamento. Estacas tratadas com 300 mg x L⁻¹ de AIB, a permanência das folhas por 60 dias não foi significativa. No terceiro experimento referente a diferentes substratos, as estacas foram preparadas de forma que permanecessem com dois nós e um par de folhas inteiras, logo após foram tratadas com 300 mg x L⁻¹ de AIB, acrescidos de 2% de sacarose, por um período de 24 horas. Após o tratamento químico as estacas foram plantadas em bandejas contendo 72 células. Foram utilizados dois

tipos de estacas (apicais e medianas) e seis tipos de substratos [arcia, vermiculita, plantmax, arcia + vermiculita (1:1 v/v), arcia + plantmax (1:1 v/v) e arcia + vermiculita + plantmax (1:1:1 v/v) com 4 repetições e 10 estacas por repetição. Sessenta dias após, concluiu-se que o tipo de estaca e substrato influenciaram no tempo de permanência das folhas, mas não foram significativos para a porcentagem de estacas brotadas e número médio de raízes primárias. O substrato arcia + vermiculita foi o que proporcionou uma maior porcentagem de enraizamento. Para as características porcentagem de estacas enraizadas, apenas o substrato e a interação apresentaram efeito significativo.

¹ Orientador: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA.

ABSTRACT

Vale, Márcio Ribeiro. Influence of some factors on the rooting of herbaceous cuttings of guava (*Psidium guajava* L.). Lavras: UFLA, 2003. 88 p. (Thesis-Doctorate in agronomy/Crop Science).¹

Aiming to study the rooting of guava cuttings (*Psidium guajava* L.), 3 (three) experiments with herbaceous cuttings of guava cv. Paluma, collected from healthy four-year-old mother plants from the experimental orchard at the Federal University of Lavras were installed and conducted under intermittent misting conditions in chamber, in the orchard of the Federal University of Lavras. In the first experiment 4 concentrations were tested (0, 100, 200 and 300 mg x L⁻¹ associated to 4 (four) periods of persistence of the leaf (0, 10, 20 and 40 days). The experimental designing was entirely casual in a 4 x 4 factorial outline with 4 (four) repetitions and 8 (eight) cuttings per plot. After collection they were immersed in the AIB (Acid Indolbutírico) solution for 24 hours. After that period they were placed in cells of Styrofoam trays containing a vermiculite substrate. The evaluation was made starting from the sixtieth(60th) day, evaluating the following characteristics: percentage of rooted cuttings, percentage of sprouted cuttings, average number of primary roots and average weight of the root system dry matter. It was observed that AIB influenced all the characteristics. The concentration of 300 mg x L⁻¹ presented best effect in relation to percentage of rooted cuttings, average number of primary roots and average dry matter weight. Cuttings treated with AIB and that held their leaves for 40 days obtained larger average dry matter root system weight, and the permanence of the leaves on the Cuttings for 40 days favored root formation. In the second experiment, regarding AIB in association with sucrose, the cuttings were treated with AIB in immersion for 24 hours at concentrations of 0, 100, 200 and 300 mg x L⁻¹, 2% sucrose being added or not. After the treatment the cuttings were planted in polyethylene sacks with sand as a substrate. The concentration of 300 mg x L⁻¹ of AIB presented a better effect for the percentage of rooted cuttings as well as for the number and average weight of the dry root matter. The presence of sucrose didn't have a significant effect on the characteristics analyzed. The permanence of leaves on the stake didn't influence the rooting percentage. With the cuttings treated with 300 mg x L⁻¹ of AIB, the permanence of the leaves for 60 days was not significant. In the third experiment regarding different substrates, the cuttings were prepared having two nodes and a pair of whole leaves, soon after they were treated with 300 mg x L⁻¹ of AIB, supplemented with 2% sucrose, for a period of 24 hours. After the chemical

treatment the cuttings were planted in trays containing 72 cells. Two types of cuttings were used (apices and median) and six types of substrates [sand, vermiculite, plantmax, sand + vermiculite (1:1 v/v), sand + plantmax (1:1 v/v) and sand + vermiculite + plantmax (1:1:1 v/v) with 4 repetitions and 10 cuttings per repetition. After sixty days it was concluded that the stake type and substrates had an influence on the time of permanence of the leaves, but were not significant regarding the percentage of sprouted cuttings and average number of primary roots. The sand + vermiculite substrate provided a larger rooting percentage. For the percentage of rooted cuttings characteristic, only the substrates and the interaction had a significant effect.

¹ Major Professor: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFPA.

CAPÍTULO I: Introdução Geral

1 INTRODUÇÃO GERAL

As frutas brasileiras, aos poucos, vão ganhando o mercado mundial e abrindo espaço para transformar o Brasil em um grande exportador, criando novas oportunidades de negócio para os agricultores brasileiros em um empreendimento com alta rentabilidade. Dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) revelam que, em 2001, as exportações de frutas frescas atingiram 590,6 mil toneladas com um faturamento médio de US\$ 221,4 milhões. Isso representa em volume, um salto de 36,2% em relação ao mesmo período do ano anterior e de 26,7% em termos de receita (Tabela 1).

As principais frutas vendidas ao exterior são a goiaba, manga, melão, laranja, uva, mamão, papaia, banana, limão, lima, tangerina, abacaxi e melancia. O maior comprador é o Reino Unido, com 14%, e que desde a década de 90 vem se constituindo como o principal mercado para as frutas brasileiras.

Também no Mercosul, o mercado está crescendo para a fruticultura nacional, sendo a Argentina responsável por 12% das nossas exportações e o Uruguai por outros 6%. Além deste importante mercado, o Brasil exporta também para Estados Unidos, Portugal, Bélgica, Finlândia, Emirados Árabes Unidos e Países Baixos. Estima-se que, se for mantida a taxa anual de crescimento observada nos últimos anos, que é de 20%, as exportações brasileiras atingirão os US\$ 500 milhões em 2006 e poderão chegar a US\$ 1 bilhão em 2010 (MAPA, 2002).

Atender ao mercado interno é o segundo grande desafio do Brasil, na opinião do gerente do Programa de Desenvolvimento da Fruticultura (MAPA, 2002), Afonso Hamm. "Além de exportar para o mercado internacional, o Brasil precisará aprender a exportar para ele mesmo, qualificando a produção, a

distribuição e a comercialização. O mercado existe, pois são milhões de brasileiros que consomem frutas e podem consumir ainda muito mais se incentivarmos e organizarmos o setor”, explica “Hamm” em sua publicação no Anuário Brasileiro de Fruticultura 2002.

Segundo dados divulgados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Tabela 2), só em 2001 o Brasil importou 241.169 mil toneladas de frutas frescas, o que representou um desembolso de US\$ 112.189.000,00. As pêras lideram as importações e exigiram US\$ 49.518.024,00 em investimento para incorporar ao mercado brasileiro 117.648.681 quilos no ano que passou.

Tabela 1. Exportação brasileira de frutas frescas no ano de 2001.

Frutas	Valor US\$/MIL	Quantidade em tonelada
Manga e goiaba	50,814	94,241
Melão	39,297	99,341
Laranja	27,538	139,582
Uva	21,563	20,660
Mamão	18,503	22,804
Maça	18,139	35,786
Banana	16,036	105,112
Limão	7,635	14,811
Tangerina	6,697	17,258
Abacaxi	3,408	14,457
Melancia	2,299	13,698
Figo	1,086	633
Abacate	345	606
Outras Frutas	49,598	124,595
Total	221,362	590.595

Fonte: SECEX/DECEX/MDIC; DECOM/SPC/MAPA. 2002

Tabela 2. Importação brasileira de frutas frescas no ano de 2001.

Frutas	Valor US\$/Mil	Quantidade em tonelada
Pêra	49,518	117,649
Maçã	29,234	79,985
Ameixa	11,539	16,088
Quiwi	6,100	9,369
Uva	6,080	7,457
Cereja	3,424	1,031
Nectarina e Brugnons	3,244	4,670
Outras	633	1,732
Sub-total frutas frescas	112,189	241,169
Uva	12,237	16,408
Ameixa	11,974	11,448
Amêndoas	23,245	8,660
Coco seco	4,976	7,527
Outras	4,898	3,757
Subtotal outras frutas	60,178	50,926
Total Geral	172,367	292,095

Fonte: SECEX/DECEX/MDIC; DECOM/SPC/MAPA. 2002.

A goiaba, considerada uma das frutas preferidas para industrialização na forma de goiabadas, geléias, sucos e, agora também como “goiachup” uma calda doce semelhante ao catchup, está trilhando o caminho do crescimento nos comércios interno e externo. O Brasil, segundo dados do IBGE (2002), produziu em torno de 300 mil toneladas de goiabas por ano, numa área aproximada de 13,4 mil hectares. O comércio mundial da goiaba e de seus derivados, ainda não alcançou uma expressão tão significativa quanto outras frutas, como a banana, a laranja e a uva, por exemplo, até porque a preferência do mercado internacional é pela

fruta de polpa branca e a produção e o consumo brasileiro esta direcionado à goiaba de polpa vermelha.

As exportações de goiaba nos últimos anos somam em torno de 1,3 mil toneladas de fruta fresca sendo similar no caso do suco. Dados coletados nos 24 pólos produtores indicam que cerca de 65% da produção nacional (170 mil toneladas) é destinada para consumo *in natura* e outros 35% (130 mil) para a produção de doces, compotas, sucos e polpas. Dados da Associação das Indústrias Processadoras de Frutos Tropicais (ASTN) indicam que é elevado o grau de ociosidade das unidades processadoras nacionais, podendo triplicar o volume processado, que fica em torno de 130 mil toneladas por ano.

Mesmo sendo o terceiro maior produtor mundial de frutas, o Brasil, país de dimensões continentais, encontra dificuldade em atender ao seu mercado interno e precisa importar para suprir sua demanda de consumo. Os problemas para este atendimento vão desde aspectos culturais, precariedade de logística, falta de planejamento e integração dos mercados regionais, até as dificuldades econômicas da maioria da população. Associado a estas dificuldades, está a produção de mudas com qualidade superior, num menor tempo e a custos reduzidos, o que possibilitará o incremento e incentivo na produção e produtividade da goiabeira.

Inúmeros trabalhos são realizados por diversos autores, numa busca constante de inovações com a finalidade da obtenção de mudas de qualidade, em um menor espaço de tempo, buscando ainda uma melhor adaptação as diferentes regiões climáticas. Porém, ainda há carência de trabalhos que promovam o acompanhamento em nível de viveiro e/ou local definitivo de estacas pré-enraizadas, quando tratadas com soluções indutoras de, partindo-se do princípio de que pode haver desenvolvimentos diferentes no decorrer do desenvolvimento das mudas e/ou plantas, justificando ou não a utilização de tais substâncias,

quando se observa que estacas não tratadas com quaisquer substâncias, também emitem raízes, mas em menor tamanho e número (Pio, 2002).

Desta forma, justifica-se a busca de novas tecnologias visando determinar qual a melhor concentração de AIB (Ácido Indolbutírico), bem como o tipo de estaca, tipo de substrato, a importância da permanência de folhas no processo de enraizamento e brotação, além do efeito da sacarose e substrato nesses processos de enraizamento por estaquia.

Além disso, acompanhamentos no desenvolvimento das plantas oriundas dessa técnica no campo, poderão validar essa alternativa de propagação da goiabeira, podendo contribuir na implantação adequada dessa cultura, favorecendo tanto os produtores de frutos como os vivciristas, aumentando, assim, a eficiência do processo produtivo da cultura.

Dessa forma, o presente trabalho foi desenvolvido com a finalidade de estudar diferentes concentrações de ácido indolbutírico e sacarose, bem como o efeito de diferentes substratos, no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e histórico

A origem da goiabeira, assim como a de várias outras plantas, tem sido objeto de muita especulação. A dúvida reside, sobretudo em saber se a goiabeira é de origem asiática ou americana.

Segundo Ruchle (1964), as primeiras referências referentes a goiabeira são do cronista espanhol Oviedo, e datam do período compreendido entre 1514 e 1557, quando o cronista esteve no Haiti. Nessa ocasião, Oviedo referiu-se à goiabeira chamando-a pelo nome de *guayabo* e fez considerações sobre o comportamento vegetativo das plantas encontradas em algumas regiões das Índias.

Acredita-se, por outro lado, que foram os espanhóis que transportaram a goiabeira do Pacífico para as ilhas Filipinas e as Índias, de onde ela passou ao arquipélago da Malaia, ao Havai e à África do Sul (Soubihe Sobrinho, 1962).

Koller (1979) refere-se à goiabeira como originária de regiões de clima tropical, embora não precise de qual delas exatamente. Ochese et al. (1966) por sua vez, relatam que a goiabeira é nativa do Brasil, de onde se difundiu para todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo.

De Candolle, ao estudar a origem da goiabeira, começou por eliminar o Velho Mundo para chegar à conclusão de que a goiaba seria originária da América, restando determinar de que região americana. Segundo ele, a origem da goiabeira estaria compreendida entre o México, Colômbia, Peru e Brasil. No Brasil, a primeira referência à goiabeira foi feita por Gabriel Soares de Souza, no tratado descritivo do Brasil (Hochne, 1946).

Quanto à forma do fruto, acredita-se que a goiaba selvagem era redondo, muito colorido e de sabor desagradável. O fruto piriforme seria resultado da domesticação da planta.

No que concerne à dispersão da goiabeira, pode-se dizer que ela é hoje encontrada em quase todas as regiões subtropicais e tropicais do mundo, em virtude da sua fácil adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, bem como da facilidade de propagação através de sementes.

2.2 Aspectos botânicos, florescimento e frutificação

A classificação botânica de várias espécies tem sofrido ao longo do tempo, e quase como regra geral, mudanças periódicas.

Assim, de início, a goiabeira foi classificada botanicamente, em função da forma e coloração dos frutos produzidos. Havia, pois, a *Psidium pomiferum*, que produzia frutos redondos, elípticos e com polpa de coloração vermelha, e a *Psidium pyriferum*, cujos frutos eram piriformes e tinham polpa de coloração branca ou rosada (Soubihe Sobrinho, 1951).

A goiabeira pertence, portanto, ao gênero *Psidium*, da família *Myrtaceae*, o qual compreende, na atualidade, de 110 a 130 espécies de árvores e arbustos, todas naturais da América tropical e subtropical.

A goiabeira é um arbusto ou árvore de pequeno porte, que em pomares adultos pode atingir de três a seis metros de altura. As folhas são opostas, têm formato elíptico-oblongo e caem após a maturação, uma característica das plantas de folhas decíduas. As flores são brancas, hermafroditas; eclodem em botões isolados ou em grupos de dois ou três, sempre na axila das folhas e nas brotações surgidas em ramos maduros. Soubihe Sobrinho (1951) informa, porém, que somente as flores localizadas entre o meio e a base dos ramos têm maior probabilidade de produzir frutos.

No tocante ao surgimento de flores a partir de um dois ou três botões florais, observou-se que nem sempre todas chegam a produzir frutos. Segundo Soubiê Sobrinho (1951), as de inflorescência simples são mais viáveis. Tem-se observado também que, quando dois ou mais frutos vingam, o originário do botão floral central quase sempre apresenta maior desenvolvimento.

O estágio de maturação dos ramos aptos a florirem, a localização das gemas floríferas e a distinção entre o desenvolvimento dos frutos oriundos dos botões florais centrais e o dos botões laterais são características importantes que devem ser conhecidas e observadas nos trabalhos de melhoramento genético ou mesmo nas operações de poda com vistas à frutificação. A observação e o conhecimento dessas características certamente definirão o grau de sucesso dos cruzamentos orientados para o melhoramento genético e principalmente o grau de produtividade a ser alcançado por meio das podas de frutificação.

No que concerne à polinização, sabe-se que a goiabeira apresenta fecundação cruzada, que pode variar, entre plantas, de 25,7 a 41,3%, considerando-se 35,6% como um índice médio (Soubiê Sobrinho & Gurgel, 1962). Quanto aos insetos responsáveis pela polinização das flores da goiabeira, constatou-se que a abelha doméstica, *Apis mellifera*, é o principal agente polinizador.

Os frutos da goiabeira são bagos que têm tamanho, forma, e coloração da polpa variável em função da cultivar. Via de regra, a frutificação começa no segundo ou terceiro ano após o plantio no local definitivo, e depende principalmente dos tratos culturais dispensados na fase de formação do pomar, inclusive na produção das mudas.

A queda de frutos em plantas de goiabeira pode representar um sério problema nos pomares comerciais. Há registro de cultivares nas quais, apesar de seus índices de frutificação inicial ser em torno de 54 %, apenas 6 % dos frutos completam a maturação (Sing & Schgal, 1968). Essa queda acentuada de frutos

deve-se a ação de pássaros, a fatores climáticos e a distúrbios fisiológicos (ITAL, 1988).

Outro dado de grande interesse para o produtor de goiabas para exportação é o da curva de crescimento do fruto, que, segundo Rathore (1983), tem a forma de uma dupla sigmóide.

Em estudo realizado em Nova Déli, na Índia, no qual se caracterizou o aumento do fruto em altura e diâmetro em diferentes estações climáticas, ficou evidenciado (Rathore, 1983) que o fruto da goiabeira apresenta três períodos distintos de crescimento.

O primeiro período, de crescimento acelerado, tem início alguns dias após a antese e prossegue por 45 ou 60 dias, na estação das águas ou de inverno e na estação da primavera, respectivamente.

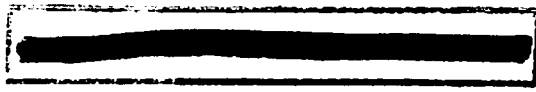
O segundo período de crescimento do fruto da goiabeira é relativamente lento, com duração aproximada de 30 dias, a não ser na estação da primavera, quando chega a estender-se por até 60 dias. Nesse período ocorre o amadurecimento e endurecimento das sementes.

No terceiro e último período observa-se um incremento exponencial da taxa de crescimento do fruto. Nessa fase, a altura e o diâmetro dos frutos aumentam acentuadamente. No estudo de Nova Déli sua duração foi de 30, 60 e 90 dias nas estações das águas, inverno e primavera, respectivamente.

Após o crescimento exponencial, na terceira fase, ocorre a mudança da coloração externa do fruto, até que este atinge o estágio de maturação para consumo.

Estudos realizados (ITAL, 1988) mostraram que o fruto da goiabeira levou cerca de 14 semanas para atingir a maturidade.

O conhecimento da curva de crescimento do fruto da goiabeira é de fundamental importância, principalmente na exploração comercial orientada para a exportação de frutas para consumo *in natura*. A partir de dados sobre a



curva de crescimento do fruto e o período de tempo que este requer para atingir determinado estágio de desenvolvimento, é fácil, para o produtor, planejar suas atividades, principalmente as que envolvem operações de raleio da planta, pulverização (prazo de carência) e ensacamento do fruto, e, sobretudo determinar a época mais oportuna, do ponto de vista comercial, para a colheita.

2.3 Propagação da goiabeira

A goiabeira pode ser propagada pelos processos assexual (estaquia e enxertia) e sexual. Apesar de bastante utilizada devido à facilidade e velocidade de obtenção das mudas, a propagação da goiabeira por meio de sementes não é recomendada para produção de frutas frescas. Embora as plantas possam apresentar excelente vigor e frutificar após um período relativamente curto, cerca de dois a dois anos e meio, as mudas obtidas a partir de meios sexuais poderão dar origem a pomares muito heterogêneos, com plantas totalmente diferentes, em função da variabilidade genética dos indivíduos conseqüente da polinização cruzada e não controlada. Assim sua multiplicação ideal deve ser realizada através da enxertia.

2.3.1 Enxertia como método de propagação

A enxertia é uma forma de propagação assexuada de plantas superiores, em que se juntam partes de tecidos de duas plantas, de maneira que se unam e continuem seus crescimentos como uma única planta (Hartmann et al., 1990). Em geral, é constituída de duas partes, enxerto ou garfo e porta-enxerto ou cavalo e, eventualmente, uma parte intermediária, chamada interenxerto ou filtro (Pádua, 1983).

É utilizada para a propagação de espécies que não se adaptam a outros métodos, para obter benefícios determinados pelos porta-enxertos ou por enxertos intermediários, para trocar variedades copa, para acelerar o crescimento de plantas de interesse, para recuperar partes danificadas de plantas e para estudar doenças causadas por vírus (Hartmann et al., 1990).

Ainda, segundo esses autores, neste sistema de propagação, há influência de uma planta sobre a outra. O efeito do porta-enxerto na copa pode ser ananizante ou revigorante, indutor de precocidade de produção e resistência a pragas e doenças.

Segundo Murayna (1973), na enxertia todo broto desenvolvido sobre uma das partes possui o mesmo genótipo da planta matriz. A combinação resultante, no entanto, é diferente das plantas originais, havendo ganhos de qualidades específicos de ambas as plantas envolvidas e uniformização de características desejáveis.

Vários fatores influem na perfeita união do enxerto com o porta-enxerto. Entretanto, um dos problemas que podem inviabilizar este método de propagação é a incompatibilidade, que pode ser de natureza anatômica ou fisiológica e, em geral, resulta em sintomas imediatos. Ela pode causar a morte prematura das plantas ou provocar sintomas que se manifestam ao longo de alguns anos, também levando à morte das plantas (Oliveira, 2001).

O gradiente de diâmetro entre enxerto e porta-enxerto e a formação de linha necrótica na região da enxertia podem ocorrer nas uniões sem sucesso, naquelas resultantes em tecidos pouco coesos ou em uniões normais. A causa básica é a degeneração do floema, que restringe o movimento de carboidratos no ponto de enxertia, causando acúmulo na parte superior e deficiência na parte inferior. Estes sintomas podem ser provocados por viroses ou por defeitos de enxertia, casos que não caracterizam incompatibilidade (Oliveira 2001). O gradiente de diâmetro é considerado incompatibilidade translocada (Driessen &

Souza Filho, 1986; Hartmann et al., 1990), que não pode ser confundido com o crescimento secundário observado na maioria das espécies (Ferri, 1964).

Segundo Barbosa et al. (1996), na propagação do marmeleiro, o uso de porta-enxerto da mesma espécie permitiu a formação de pomares compactos, resultando em árvores de pequeno porte e de rápida frutificação. Entretanto, esta combinação de enxertia tem mostrado um comportamento vegetativo e reprodutivo bastante variável, formando raízes superficiais e com moderada fixação, manifestando sensibilidade a solos secos, além de não tolerar o calcário ativo, evidenciando cloroses, mesmo em solos com baixos teores deste material.

Ledo (1991), estudando respostas de três gravioleiras (*Annona muricata* L.) a dois métodos de enxertia, observou que tanto a garfagem inglesa simples quanto a garfagem de topo foram eficazes na propagação das gravioleiras enxertadas. Entretanto, verificou maior acúmulo de matéria seca no sistema radicular, bem como maior vigor das plantas enxertadas quando utilizou o método de garfagem a inglesa simples.

No processo de produção de mudas por meio da enxertia, inicialmente é necessário passar pelo processo de produção do porta-enxerto. A produção de porta-enxertos pode ser feita em viveiro, adotando-se o espaçamento de 1,0 x 0,50 m, ou em recipientes com 5,3 ou 7,0 l de capacidade e 35 cm de altura (Gonzaga Neto, 1982). Nas áreas não muito extensas, a enxertia da goiabeira pelo processo de borbulha em janela aberta pode ser feita no local definitivo, em porta-enxerto com 10-15 mm de diâmetro à uma altura de 15-20 cm do solo (Gonzaga Neto, 1994).

A enxertia no local definitivo não é das mais aconselháveis, dada a desuniformidade que pode provocar no pomar em face da necessidade de re-enxertia. É importante frisar, entretanto, que com material adequado e em época propícia é possível alcançar até 80 a 90 % de pegamento dos enxertos realizados (Gonzaga Neto, 1990).

A semeadura pode ser feita em recipientes plásticos contendo uma mistura de terra local, esterco e areia na proporção de 5:3:1 (Medina, 1988). Em cada recipiente são colocadas 3 ou 4 sementes, procedendo-se posteriormente ao desbaste, para deixar uma única planta por recipiente. Caso as mudas sejam produzidas em viveiro, faz-se a repicagem quando as mudinhas estiverem com 8 a 10 cm de altura.

A enxertia da goiabeira pelo processo de garfagem em fenda cheia ou garfagem simples também é recomendada. Seus resultados são satisfatórios quando a garfagem é feita nos meses secos e de temperatura amena (Hamilton, 1975).

Em comparação com a enxertia de borbulha em janela aberta, os métodos de garfagem promovem menor aproveitamento do material vegetativo, fato que deve ser levado em conta nas áreas onde a disponibilidade de plantas da variedade que se quer multiplicar for pequena.

Um aspecto muito importante a ser considerado na produção de mudas de goiabeira é, sem dúvida, o referente à época da enxertia, pois além da necessidade de condições climáticas adequadas, o estágio de desenvolvimento das gemas do material a ser propagado tem fundamental importância: ao serem retiradas as gemas devem estar intumescidas, mas não brotadas.

2.3.2 A estaquia como método de propagação

Com o desenvolvimento do sistema de nebulização, tornou-se possível enraizar estacas que antes eram consideradas muito difíceis ou impossíveis de enraizar, como as da goiabeira. Para isso utilizam-se estacas de ramos com madeira parcialmente madura e que possuam folhas. Este tipo de estaca, com madeira ainda não lignificada, geralmente enraiza com mais facilidade, porém requer equipamentos apropriados e melhores controle de fatores que afetam a

formação de raízes adventícias. O controle desses fatores, associados a aplicação de técnicas como, aplicações exógena de auxinas sintéticas e estiolamento de ramos, aumentam a capacidade de enraizamento de estacas caulinares de espécies como a goiabeira (Costa Junior, 2003).

A viabilidade deste processo depende da capacidade de formação de raízes adventícias de cada espécie, da qualidade do sistema radicular formado e do desenvolvimento posterior da planta propagada na área de produção (Fachinello et al., 1995). Esse método explora a possibilidade das plantas regenerarem raízes partindo de uma porção de ramos, ou de regenerarem ramos a partir de uma porção de raízes, uma vez que a partir de um pequeno segmento, é possível formar-se uma nova planta (Pádua, 1983; Hartmann et al., 1990).

A estaquia é caracterizada pela separação da planta-matriz de uma parte multicelular, que produzirá uma nova planta independente e idêntica à originária, exceto quando ocorre algum tipo de mutação (Hidalgo, 1993; Regina et al., 1988).

Utilizada também na propagação de variedades oriundas do melhoramento genético e na produção de porta-enxertos clonais, a estaquia só apresenta desvantagens quando a espécie manifesta baixo potencial genético para enraizar (Arocira, 1957), resultando em percentual pequeno de mudas obtidas ou com sistema radicular insatisfatório. Mesmo assim, a utilização de técnicas, como nebulização intermitente, aplicação de reguladores de crescimento, anelamento, estiolamento, dentre outros, pode aumentar o índice de emissão de raízes, tomando o processo viável e econômico (Fachinello et al., 1995).

A escolha do tipo de estaca a ser utilizado para o enraizamento depende da espécie que está sendo trabalhada. Muitas vezes, para uma mesma espécie, mais de um tipo de estaca pode ser utilizado, com resultados igualmente satisfatórios (Hartmann et al., 1990).

Outra forma de propagação da goiabeira é o emprego de estacas de ramos herbáceos. As estacas extraídas de madeira jovem (verde) devem ser preparadas (com um par de folhas reduzidas à metade) e plantadas logo após. Após o enraizamento, que ocorre 60 a 70 dias após o estaqueamento, as mudas obtidas são repicadas em sacos de plástico de 3,5 l de volume, permanecendo sob ripado até o momento do plantio definitivo no campo, cerca de seis meses após o estaqueamento (Pereira & Martinez Junior, 1986).

Considerando-se que os pomares de goiabeira, principalmente para fins de exportação devem apresentar plantas uniformes, bem formadas e produtoras de frutos com o padrão de qualidade exigido no mercado externo, é fundamental e indispensável que se utilizem processos propagativo assexuais, pois desse modo se estará assegurando a transmissibilidade das características agrônômicas e tecnológicas da variedade ou matrizes multiplicadas.

2. 4 Princípios anatômicos do enraizamento

A formação de raízes adventícias pode ser dividida em duas fases: a iniciação, que consiste na divisão celular e na diferenciação de algumas células em primórdios radiculares, e em uma segunda fase, caracterizada pelo crescimento através da expansão resultante da combinação entre divisão e alongamento celular (Walter, 2000).

A raiz adventícia tem sua origem em certos grupos de células já diferenciadas, que adquirem novamente características meristemáticas após um processo de desdiferenciação. Em alguns gêneros, estas raízes iniciais se formam durante os primeiros períodos de desenvolvimento do talo (*Salix*, *Jasminum*, *Pópulus*, *Ribes* e outros). Contudo na maioria das plantas, incluindo a goiabeira, se formam uma vez que a estaca esteja submetida a condições favoráveis. Já Hartmann et al. (1990), dividem o processo de desenvolvimento

de raízes adventícias em três etapas: a) dediferenciação celular, necessária para formação de raízes iniciais; normalmente estas raízes originam-se no floema secundário jovem, no câmbio ou na medula; b) diferenciação destes grupos de células em primórdios radiculares e c) crescimento e emergência das novas raízes, seguida do estabelecimento de conexões vasculares entre a raiz e a estaca. A primeira fase depende fundamentalmente de fatores genéticos, sobre os quais influem auxinas e cofatores de enraizamento. As outras duas, de fatores nutricionais, entre eles hidratos de carbono e componentes nitrogenados.

Durante alguns anos, tratou-se de relacionar a dificuldade de enraizamento de alguns cultivares com a continuidade do anel esclerenquimático lignificado presente no talo (Ciampi & Gellini, 1963). Entretanto, foi mostrado que, em algumas variedades que apresentam dificuldade de enraizar, este anel era descontínuo ou inexistente e que outras com um anel contínuo eram de fácil enraizamento (Sachs et al., 1964). Na realidade uma vez que a estaca é submetida a condições adequadas, em bancadas de casa de nebulização, produz em sua base um ativo crescimento celular de zonas parenquimáticas do floema e do córtex. Este crescimento, denominado calo, exerce uma forte pressão sobre o anel esclerenquimático, rompendo sua continuidade, sem que isto assegure a formação de raízes, se não houver diferenciação em primórdios de raiz (Avidan & Lavee, 1978; Fabri, 1980; del Rio et al., 1988).

Os primórdios radiculares estão geralmente associados à região nodal, embora possam aparecer em outras regiões, quando se utilizam estacas.

Na nogueira pecã (*Garya illinoensis*) a iniciação das raízes ocorre na camada externa do parênquima vascular, cujas células possuem atividade cambial, e são responsáveis pela formação dos primórdios radiculares. Esses

primórdios desenvolvem-se e empurram outros tecidos adjacentes, rompendo as células do córtex e exteriorizando as raízes (Fahn, 1974).

Trabalhando com microestacas de macieira cultivar Gala, Harbage et al. (1993), observaram que apenas as células do parênquima do floema responderam à indução ao enraizamento através da formação de primórdios radiculares, embora as células da medula, xilema, câmbio e córtex tenham demonstrado reação à aplicação de auxina, através do aumento da divisão celular. Segundo Walter, 200 pelos exemplos citados anteriormente, pode-se concluir que a origem dos primórdios radicular é, portanto característica da espécie.

Ainda, segundo (Hartmann et al. (1990), na formação de raízes é comum o aparecimento de calos na base da estaca. Esse calo é uma massa irregular de células parenquimáticas em vários estados de lignificação. Os calos podem proliferar a partir de células da região do câmbio vascular, na base da estaca, podendo também ter origem nas células da medula e do córtex.

Em estacas caulinares de cafeeiro o calo se forma por meio da divisão de células do floema e do câmbio, embora possam ser encontradas células do periciclo, córtex e medula. A formação do calo ocorre antes da iniciação e do desenvolvimento radicular (Vilanova, 1959).

Muitos autores concordam que a existência de uma extensa camada de esclerênquima no tecido do floema tem correlação direta com a dificuldade de enraizamento de algumas espécies frutíferas lenhosas (Walter, 2000). Em estacas retiradas de pereira há uma camada quase contínua de fibras com paredes celulares grossas que envolvem o floema secundário, que em corte transversal revela a presença de uma camada de tecidos lignificados, o que faz a espécie ser considerada de difícil propagação por estaquia (Beakbane, 1961).

Tratamentos com auxinas e a manutenção das estacas sob nebulização, favorecem a expansão e proliferação celular no córtex, floema e câmbio,

resultando na quebra da continuidade do anel de esclerênquima (Hartmann et al., 1990).

2.5 Princípios fisiológicos do enraizamento

A capacidade de uma estaca emitir raízes está em função de fatores endógenos, localizados internamente nas estacas e fatores exógenos, ou seja, influencia de fatores externos (Fachinello et al., 1995). Para estes autores, a formação de raízes adventícias deve-se a interação de tais fatores, principalmente, a translocação de substâncias localizadas nas folhas e gemas, onde estão o centro de produção de substâncias hormonais, chamadas de hormônios ou fitohormônios, que são translocados via floema para as diversas regiões da planta. Essas substâncias controlam a divisão celular em tecidos de plantas, podendo ser limitantes ou estimulantes nos processos fisiológicos (Torrey, 1996).

Dentre os grupos de fitohormônios, encontram-se as auxinas, citocininas, giberelinas, ácido abscísico e o etileno (Fachinello et al., 1995; Hoffmann et al., 1996; Pasqual et al., 2001).

De acordo com Hartmann et al. (1990), as auxinas são as substâncias mais importantes, que desempenham maiores funções no enraizamento de estacas. São sintetizadas no meristema apical e nas folhas novas, estimulam a divisão celular, além de apresentarem relações bastante importantes com ácidos nucléicos e proteínas, modificações da parede celular e estimulação de atividades enzimáticas (Figueiredo et al., 1995). Segundo Alvarenga (1990), entre as principais funções biológicas das auxinas, pode-se citar o crescimento de órgãos, especialmente as raízes, concordando com Haissig (1996), que afirmou que a auxina é o principal promotor endógeno de formação das raízes primárias.

A auxina encontrada de forma natural nas plantas, ou seja, situada endógenamente nos órgãos vegetais, é o ácido indolacético (AIA), sendo a substância promotora do enraizamento mais comum das plantas (Hartmann & Hansen, 1955; Hartmann et al., 1990). Gaspar & Hofinger (1988), em estudos sobre o metabolismo da auxina durante a formação de raízes adventícias, afirmaram que um alto teor de auxina endógena tem sido casualmente relacionada à formação de primórdios radiculares.

Fachinello et al. (1995), citam que além das auxinas existem outras substâncias de ocorrências naturais responsáveis pelo enraizamento, denominadas de cofatores, a exemplo do ácido isoclorogênico e terpenóides oxigenados, que atuam sinergicamente com as auxinas no processo de enraizamento.

George (1993), mencionou que alguns precursores secundários, como: as poliamidas, oligossacarídeos, esteróis, inositol e trifosfatos, podem, mediante sua ação, serem responsáveis pela regulação indireta do processo fisiológico e bioquímico do enraizamento.

2.6 Fatores que influenciam o enraizamento de estacas

Os fatores que influenciam o enraizamento de estacas são classificados em fatores internos ou endógenos e fatores externos ou exógenos.

2.6.1 Fatores internos ou endógenos.

2.6.1.1 Condição fisiológica da planta matriz.

Os constituintes internos da planta matriz, tais como teores de reservas e nutrientes, devem estar em níveis adequados para favorecer o enraizamento das

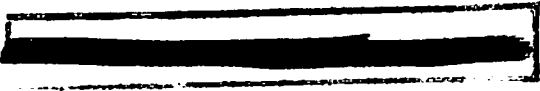
estacas, uma que o estado fisiológico da planta matriz que irá influenciar diretamente no metabolismo das estacas para iniciação radicular.

Segundo Blazich (1988), a nutrição mineral é um dos principais fatores que influenciam o enraizamento das estacas, pois vão constituir todas as moléculas orgânicas e inorgânicas, que desempenham funções diretas e indiretas no enraizamento. O mesmo autor destaca a importância dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e dos micronutrientes Zn e B, os quais estão envolvidos nos inúmeros processos metabólicos associados à iniciação radicular.

A relação C/N (carbono/nitrogênio) é um outro fator importante na propagação por estaquia, onde relações elevadas propiciam um maior enraizamento, mas com pequeno desenvolvimento da parte aérea. De acordo com Veierskov (1988), a relação C/N é importante na habilidade de enraizamento da estaca, pois, experimentos demonstram que segmentos contendo alta relação C/N enraizam melhor, em relação aos de baixa relação C/N, devido ao baixo teor de nitrogênio e, conseqüentemente, maior concentrações de compostos relacionados com o enraizamento. Segundo Fachinello et al. (1988), a quantidade desses nutrientes depende do material utilizado, não se obtendo respostas satisfatórias na tentativa de adequação dessa relação.

Segundo Pádua (1983), estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas em terrenos pobres de nitrogênio, enraizam melhor do que aquelas retiradas de plantas matrizes cultivadas em terrenos ricos.

Aproximadamente 95% do peso da matéria seca de uma planta é constituído por carbono, hidrogênio e oxigênio. Estes elementos combinam-se durante a fotossíntese, com participação de CO₂ atmosférico e água do solo, formando hidratos de carbono que, em geral, influenciam no enraizamento. Os restantes são formados principalmente por elementos classificados em macronutrientes como, N (nitrogênio), P (fósforo), K (potássio), o Mg



(magnésio), Ca (cálcio) e S (enxofre) (Fernandez-Escobar, 1998) além dos micronutrientes.

Como produtores de assimilados e de outras substâncias para o enraizamento, a presença de folhas e gemas nas estacas tem um papel chave na formação do novo sistema radicular. Diversos estudos mostram a necessidade de um determinado equilíbrio entre a auxina e hidratos de carbono para a ótima produção de raízes, já que durante o processo de enraizamento, ocorrem contínuas perdas de amido e açúcares solúveis na base da estaca, que comporta um forte dreno de assimilado (del Rio & Caballero 1991). A auxina endógena ou exógena dirige o transporte de açúcares até os locais de diferenciação dos primórdios de raízes, embora não esteja claro se isto responde a uma ação direta do hormônio na disponibilidade de assimilados que requer o dito processo. Do que não se tem dúvida, é de que a competição por estes compostos diminui a capacidade de enraizar. Assim, uma elevada atividade vegetativa reduz o enraizamento (Ali & Westwood, 1986) sendo uma prática habitual eliminar os novos brotos ou as gemas de flores para obter o máximo percentual de estacas enraizadas..

As diferentes disponibilidades de hidratos de carbono em estacas vegetativas e frutíferas até o momento da preparação e durante o processo, o enraizamento causa uma competição por estes compostos, diminuindo a capacidade de enraizamento (del Rio & Caballero, 1991).

Por outro lado, a aplicação de açúcares aumenta a porcentagem de enraizamento, de estacas de lúpulo, pessegueiro, abacateiro, macieira, roscira e oliveira (Kossuth et al., 1982; del Rio et al., 1988).

Uma atmosfera enriquecida em CO₂ durante o processo, tem uma influência favorável sobre a porcentagem, número e comprimento de raízes de estacas de ervilha e batata, diminuindo o período de formação de raízes em pessegueiro (Kossuth et al., 1982).

2.6.1.2 Idade da planta matriz

Hackett (1988) relatou que freqüentemente tem se observado que a habilidade das estacas em formarem raízes em muitas espécies, particularmente em plantas lenhosas, diminui com o aumento da idade da planta matriz.

De modo geral, estacas provenientes de plantas jovens enraizam com mais facilidade e, isso, especialmente se manifesta em espécies de difícil enraizamento (Fachinello et al., 1995). Segundo os mesmos autores, possivelmente esse fato esteja relacionado com o aumento no conteúdo de inibidores e com a diminuição no conteúdo de cofatores (compostos fenólicos), à medida que aumenta a idade da planta. Para Hoffmann et al. (1998), as quantidades de fitohormônios nas plantas são muito variáveis de acordo com a idade fisiológica da planta e do órgão vegetal.

2.6.1.3 Época de coleta da estaca

As estacas caulinares podem ser classificadas em lenhosas, herbáceas e semilenhosas ou semi-herbáceas, de acordo com a época de coleta (Hartmann et al., 1990). Estacas herbáceas possuem maior capacidade de enraizamento, onde, quanto mais jovem ou herbácea for a estaca, maior a capacidade de regeneração de raízes (Hoffmann et al., 1996).

De acordo com Scarparc Filho (1990), a parte herbácea se constitui do tipo de estaca mais difícil de se manter viva, sendo imprescindível o uso do sistema de nebulização intermitente e da presença de folhas, que além de aumentar a superfície de absorção de água devido à película formada, também produz e fornece cofatores favoráveis ao enraizamento.

No que se refere à época mais adequada na obtenção das estacas, há diferenças entre espécies, sendo que algumas enraizam melhor no início da primavera e outras desde a primavera até o início do outono (Fachinello et al., 1995). Segundo estes mesmos autores, tratando-se de estacas de plantas caducifólias, as estacas lenhosas dormentes são preferidas em função de sua facilidade de transporte e manuseio.

De acordo com Munõz & Valenzuela (1978), a influência da época do ano no enraizamento de estacas ocorre preferencialmente devido às variações no conteúdo dos cofatores presentes e à formação e acúmulo de inibidores do enraizamento. Hartmann & Kester (1978), apontam que a época do ano em que se obtêm as estacas exerce influência significativa no enraizamento, podendo ser, inclusive, um fator decisivo para obtenção de êxito na propagação por estaquia.

2.6.1.4 Potencial genético de enraizamento

A potencialidade de uma estaca em formar raízes é variável com a espécie e cultivar, podendo ser feita uma classificação entre espécies ou cultivares de fácil, médio ou difícil capacidade de enraizamento, ainda que a facilidade de enraizamento seja resultante da interação de diversos fatores e não apenas do potencial genético (Fachinello et al., 1995).

Haissig & Reimenschneider (1988), afirmam que a formação de raízes adventícias em estacas pode ser direta e indiretamente controlada por genes. Segundo estes autores, não têm sido muito estudado e discutido na literatura os aspectos genéticos, que influenciam o processo de enraizamento de estacas, sendo tais efeitos considerados sem importância.

Tavares et al. (1995) verificaram que estacas retiradas de goiabeiras que produzem frutos de polpa vermelha apresentavam enraizamento superior, quando comparadas com as de polpa branca.

2.6.1.5 Sanidade

Segundo Fachinello et al. (1995), estacas provenientes de plantas matrizes infestadas por patógenos, correm sérios riscos de apresentarem enraizamentos insatisfatórios e durante o estaqueamento, deve-se evitar qualquer contaminação patogênica, pois caso contrário, poderá ocasionar a morte da estaca. Além disso, a propagação vegetativa é um dos principais meios de disseminação de doenças, notadamente de viroses, devendo-se evitar a coleta de estacas oriundas de plantas matrizes infestadas por viroses.

2.6.1.6 Balanço hormonal

O balanço hormonal entre as principais classes de fitohormônios e uma interação adequada entre os mesmos (auxina/citocinina, auxina/etileno, auxina/ácido abscísico e giberelina), deve estar de forma satisfatória, endogenamente na estaca, para ocorrer o processo de iniciação radicular (Torrey, 1996).

Para Santos (1994), as condições internas da planta que irão proporcionar o enraizamento de suas estacas, podem ser traduzidas pelo balanço hormonal entre inibidores, promotores e cofatores de enraizamento. Segundo o mesmo autor, quando o balanço hormonal entre promotores e inibidores é favorável aos promotores, ocorre o processo de iniciação radicular.

Uma das formas mais comuns de adequar o balanço hormonal nas estacas, para que haja iniciação radicular, segundo Fachinello et al. (1995), é a aplicação

exógena de auxinas sintéticas à base das estacas, os quais elevam o teor do fitohormônios nos tecidos. Marquez et al. (2002), em trabalho desenvolvido com o intuito de avaliar o enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de videira 'Riparia de Traviú', tratadas com altas concentrações de AIB (ácido indolbutírico) e ANA (ácido naftalenoacético), atribuíram a não influência dos reguladores de crescimento aplicados à base das estacas desta cultivar de videira na formação de raízes, devido ao balanço hormonal interno das estacas estar em níveis adequados.

Segundo (Hartmann et al., 1990), a formação de raízes adventícias é um processo de desenvolvimento que envolve uma seqüência de mudanças nos tecidos, onde cada estágio possui um diferente requerimento hormonal (auxinas, citocininas, ácido giberélico, etc.). A fase de iniciação pode ser dividida em um estágio inicial de resposta a auxina endógena e exógena, seguido por um estágio onde não ocorre a resposta a este regulador. A fase de desenvolvimento caracterizada pelo crescimento e alongação das células, e aparecimento de um sistema radicular que se conecta aos vasos da estaca, não apresenta resposta à aplicação de auxina.

Os vegetais superiores apresentam três auxinas sintetizadas naturalmente: o AIA, 4-Cl-IAA e IacrA. O AIA é o mais encontrado, talvez ocorrendo universalmente nas plantas (Gaspar & Hofinger, 1988).

Vários estudos provam que algumas substâncias sintéticas tinham efeito análogo às auxinas. Estas substâncias, o AIB (ácido indolbutírico) e o ANA (ácido naftalenoacético), têm sido usada na promoção do enraizamento em diversos tipos de estacas, de diferentes espécies. O AIB e o ANA têm efeito comprovadamente superior ao do IAA, sendo que o AIB aparentemente é mais efetivo que o ANA.

É conveniente considerar que a eficácia dos produtos auxínicos é distinta para cada espécie e está influenciada também pela concentração e o veículo que

se utiliza para aplicá-los. Ademais, existem dificuldades relativas à preparação dos produtos auxínicos, devido à sua escassa solubilidade em água e os efeitos negativos que os solventes empregados para sua solubilização podem ocasionar às plantas. O solvente mais utilizado é o etanol, embora uma solução hidroalcoólica com mais de 50% de álcool possa ocasionar fitotoxidez, limitando a concentração máxima de auxina a aplicar.

Algumas alternativas eficazes para superar estas dificuldades consistem no emprego de pó de talco ou de argila com a auxina, ou o uso de sais de potássio de AIB solúveis em água (Caballero, 1981). Recentemente, foi demonstrada a possibilidade de melhorar a solubilidade em água e a absorção da estaca, mesclando a auxina com ciclodestrinas (Murai et al., 1995). Tratamentos combinando AIB, PB (placbutrazol) e UP (uréia fosfatada) melhoraram o enraizamento e mostraram um efeito positivo sobre a sobrevivência das plantas após o transplante (Wiesman & Lavec, 1993).

A aplicação de auxinas sintéticas é prática comum no enraizamento de estacas. Existem vários trabalhos que atestam a influência positiva das auxinas sintéticas, no enraizamento de estacas de espécies consideradas de difícil enraizamento, como a jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg) e algumas cultivares de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) e de goiabeira (Duarte et al., 1987; Scarpere Filho, 1990).

O tipo de auxina utilizada apresenta influência sobre o enraizamento das estacas. De acordo com Gonzáles & Schmidt (1992), o ANA apresentou performance significativamente inferior à do AIB no enraizamento de estacas de goiabeira 'Kumagai'.

Pereira et al. (1983) utilizando 2000 mg.L⁻¹ de ácido naftaleno acético (ANA) em estacas herbáceas do cultivar J-3 de goiabeira, contendo dois nós e dois pares de folhas, obtiveram 70,22% de enraizamento em condições de nebulização.

González & Schimidt (1992), estudando o efeito do AIB e do ácido naftaleno acético (ANA) no enraizamento de estacas de goiabeira 'kumagai', nas concentrações de 1000 e 2000 mg.L⁻¹ para o AIB e 5 e 10% para o ANA, observaram que o AIB promoveu o enraizamento de 25% das estacas na concentração de 1000 mg.L⁻¹, não apresentando diferença significativa em relação à concentração de 2000 mg.L⁻¹. O ANA não proporcionou o enraizamento de nenhuma estaca, nas concentrações utilizadas.

Para Kersten & Ibañez, (1993), o incremento nas concentrações de AIB proporcionou aumento significativo da percentagem de enraizamento de estacas de goiabeira 'Kumagai'. O tratamento das estacas em imersão rápida nas concentrações de 3000, 4000 e 5000 mg.L⁻¹, resultou em 25,0%, 38,33% e 47,5% de enraizamento, respectivamente.

Bacarin et al. (1994) constataram que a aplicação de AIB em imersão lenta, na concentração de 100 mg.L⁻¹ proporcionou maior percentagem de enraizamento às estacas do cultivar 'Rica', do que 200 mg.L⁻¹.

Conforme Walter (2000), o comportamento de estacas de uma mesma espécie pode não ser o mesmo, pois as diferenças muitas vezes ocorrem em nível de cultivar.

Estudando o efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de goiabeira dos cultivares Rica e Paluma, Pereira et al. (1991) utilizaram a aplicação de AIB em imersão lenta, nas concentrações de 0, 100, 200, e 400 mg.L⁻¹, na ausência de luz, por um período de 14 horas. Encontraram resultados diferentes para cada um dos cultivares estudados. A concentração de

200 mg.L⁻¹ mostrou ser a mais eficiente para 'Paluma'. Para a cultivar Rica, os tratamentos com 100 e 200 mg.L⁻¹ apresentaram resultados muito semelhantes.

A capacidade de formação de raízes em estacas é devida a um sinergismo entre fatores inerentes às células e as substâncias transportáveis produzidas nas folhas e gemas. Substâncias como carboidratos, compostos nitrogenados, vitaminas e outros compostos não identificados, tem ação recíproca com a auxina, afetando a formação de raízes, sendo denominadas co-fatores do enraizamento (Janick, 1966).

Um ensaio procurando estudar o efeito de alguns co-fatores no enraizamento de estacas de *Vigna unguiculata* constatou que os aminoácidos triptofano em concentrações de 5 a 25 ppm, lisina e ácido glutâmico em concentração de 25 ppm, promoveram um aumento na percentagem de enraizamento, e nos níveis de auxinas nas raízes (El-Nabarawy, 1996).

As citocininas estão relacionadas com o desenvolvimento e diferenciação celular, sendo as principais a zeatina, a cinetina, e a 6-adenina. Geralmente, essas substâncias inibem o enraizamento de estacas de algumas espécies (Humprics, 1960). Entretanto, às vezes, em pequenas concentrações, as citocininas estimulam o efeito do AIA na formação de raiz (Beck & Caponeti, 1983).

A presença de folhas nas estacas tem um efeito benéfico, atribuído à produção de auxinas e co-fatores de enraizamento, que são transportados para a região basal da estaca. As folhas também são responsáveis por dar continuidade ao processo fotossintético, e fornecer energia para a formação e crescimento radiculares, através da síntese de carboidratos (Janick, 1966).

Pereira et al. (1983), objetivando determinar quais os melhores tipos de estacas de goiabeira, concluíram que as obtidas da porção apical dos ramos, com dois nós e um par de meia folhas, promoveram os maiores percentuais de enraizamento.

Não apenas a presença das folhas é importante. A área foliar pode ter influência na formação de raízes, tanto pela translocação de substâncias como pela perda de água por transpiração.

Na propagação por estaquia semilenhosa dos porta-enxertos de videira dos cultivares 'Jales' e 'Campinas', os autores (Biasi et al., 1996) concluíram que a presença da folha nas estacas foi indispensável para a formação de raízes. A variação da área foliar não teve influência na percentagem de enraizamento, mas teve alta correlação com a emissão e crescimento das raízes. O aumento na área foliar foi acompanhado pelo incremento do número de raízes emitidas por estacas até os valores de 91,4 cm² para 'Campinas' e 91,9 cm² para 'Jales'.

A presença de compostos fenólicos tem grande influência na formação de raízes adventícias. Estes compostos estão envolvidos diretamente na síntese de lignina e suberina, atuam como co-fatores das auxinas, e como inibidores e estimuladores da AIA oxidase. A relação dos compostos fenólicos com a IAA oxidase varia de acordo com a composição destes fenóis. Os monofenóis podem atuar estimulando a destruição do AIA, enquanto que os polifenóis apresentam efeito sinérgico com o AIA (Haissig, 1986).

As giberelinas são conhecidas, principalmente, por seu efeito promotor do alongamento de ramos. Há evidências de que a aplicação de giberelinas em estacas bloqueia a atividade da auxina na diferenciação dos primórdios de raízes possivelmente por interferência nos processos de síntese de ácidos nucléicos e proteínas (Key, 1969). Por isso, baixos níveis de giberelinas nos tecidos poderiam estimular a formação de raízes. De fato, várias substâncias químicas que interferem na atividade giberélica melhoram o enraizamento: SADH (Read & Hoysler, 1969; Wylie et al., 1970), ácido abscísico (Chin et al., 1969; Basu, 1983).

Na literatura são encontradas informações contraditórias sobre o efeito do ácido abscísico (ABA) na formação de raízes adventícias (Basu et al., 1983:

Rasmusen & Andersen, 1980). Sua influência depende aparentemente da concentração e do estado nutricional da planta-mãe de onde se obtiveram as estacas.

O etileno é outro regulador de crescimento que influi no enraizamento de estacas, embora a informação disponível sobre o assunto seja contraditória. Sabe-se que a auxina induz a produção de etileno, assim como o enraizamento, mas nem sempre foi possível estimular a rizogênese aumentando nas estacas a concentração deste gás e isto não implica sua exclusão do fenômeno. Não se observaram diferenças significativas na produção de raízes em estacas de oliveira tratadas ou não com ethephon, um composto gerador de etileno. Entretanto, as tratadas somente com AIB desprenderam quantidades de etileno similares às tratadas com ethephon, observado em ambos os casos, 24 horas após o tratamento. Na testemunha, isto também foi observado, mas apenas duas semanas mais tarde (Bartolini et al., 1973).

2.6.1.7 Oxidação de compostos fenólicos

No processo de preparo das estacas, ocorre um escurecimento na região do corte, ocasionado devido à oxidação de compostos fenólicos, que em presença do oxigênio, iniciam a reação de oxidação, que de acordo com Jarvis (1996), pode ocasionar a inibição do enraizamento adventício das estacas. Segundo Fachinello et al. (1995), os produtos resultantes da oxidação são tóxicos aos tecidos, sugerindo a aplicação de substâncias antioxidantes à base das estacas, com o intuito de minimizar ou eliminar tal problema.

O AIA é uma auxina de ocorrência natural nas plantas, responsável pela emissão natural de raízes nas estacas. O AIA-oxidase é um sistema enzimático, que ocorre em várias plantas, catalisando a degradação do AIA, formando novos compostos e inativando a iniciação radicular, que seria promovida pela auxina

(Wareing & Phillips, 1981). Segundo Biasi (1996), a inibição da AIA-oxidase, provocada pela presença de certos compostos fenólicos, como o ácido clorogênico e cafeico, parece favorecer o enraizamento de estacas. Segundo Maynard & Bassuk (1988), o estiolamento das estacas provoca alterações no conteúdo de compostos fenólicos, que desempenham um importante papel no metabolismo das auxinas, atuando como cofatores de auxinas e através da inibição da AIA-oxidase.

2.6.1.8 Posição da estaca no ramo

Em espécie de fácil enraizamento, a importância do tipo de estaca na formação de raízes é pequena. Entretanto, quanto maior a dificuldade de formação de raízes adventícias, maior a necessidade da correta escolha do tipo de estaca. O tipo ideal de estaca varia com a espécie ou, até mesmo, com a cultivar (Fachinello et al., 1995). Conforme estes mesmos autores, a composição química do tecido varia ao longo do ramo. Estacas provenientes de diferentes posições no ramo tendem a diferir-se quanto ao potencial de enraizamento. Assim, em estacas lenhosas, o uso da porção basal geralmente proporciona os melhores resultados, decrescendo até o ápice dos ramos, devido a acumulação de substâncias de reservas e um maior teor de N, resultando uma relação C/N menos favorável, além de ocorrer presença inicial de raízes pré-formadas na região basal.

Diferentes percentuais de enraizamento foram constatados por Mehrotra & Singh (1991), quando utilizaram três tipos de estacas de ameixeira (apical, mediana e basal). Na cultivar 'Kala Amritsari', observaram que as porções basais apresentaram maior capacidade de enraizamento. Carrijo et al. (2002), tiveram a mesma conclusão, testando diferentes posições de coleta de estacas no ramo, no enraizamento de estacas lenhosas do porta-enxerto *Pyrus calleryana*

Dcne. Salomão et al. (2002), trabalhando com estacas de maracujazeiro-doce e amarelo, constataram que as estacas retiradas da porção basal e mediana proporcionam maior potencial de enraizamento, porém, estacas provenientes da porção apical dos ramos, demonstram propiciar melhor qualidade do sistema radicular, o que pode ser uma vantagem no estabelecimento das mudas no campo.

Já Jawanda et al. (1990), comparando estacas basais e apicais de ramos das cultivares de ameixeira japonesa Kataru Chak e Lari, verificaram que as estacas apicais apresentaram os maiores percentuais de enraizamento.

2.6.2 Fatores externos ou exógenos

2.6.2.1 Temperatura

Existe uma interação complexa entre a temperatura e o fotoperíodo na qual a planta matriz se encontra, com os teores de auxinas e outros hormônios. A temperatura do ar do matrizeiro tem aparentemente, um papel secundário na capacidade de enraizamento das estacas, caso as plantas matrizes se encontrem numa faixa de 12 a 27 °C (Moe & Andersen, 1988).

Quando se aborda a temperatura como fator mesológico de influência na propagação por estaquia, deve-se decompor este fator em duas partes: a temperatura da atmosfera; e a temperatura do leito de enraizamento (Janick, 1966).

Temperaturas diurnas na faixa de 21 a 27 °C, associadas com temperaturas noturnas na faixa dos 15 °C, são consideradas ótimas para o enraizamento da maioria das espécies (Hartmann et al., 1990).

A temperatura do ar é bastante influenciada pelo sistema de nebulização, sendo que a temperatura é cerca de 7 °C inferior nas folhas e 5 °C inferior no ar, no sistema de nebulização (Loach, 1988).

O aumento da temperatura favorece a divisão celular, favorecendo assim a formação de raízes. No caso das estacas lenhosas e semilenhosas, o aumento da temperatura propicia elevação da taxa transpiratória, induzindo à dessecação dos tecidos. As brotações também são favorecidas com o aumento da temperatura, antes da emissão das raízes, o que não é favorável no caso da propagação por estaquia, sendo ideal, primeiramente, a emissão das raízes e, posteriormente, o desenvolvimento das brotações, para que as substâncias de reservas contidas na estaca não sejam utilizadas na emissão das brotações, o que provocaria, com o aumento da temperatura, secagem e posterior morte da estaca (Fachinello et al., 1995).

No caso das estacas lenhosas, uma maneira de estimular a emissão de raízes é através da manutenção do leito de enraizamento aquecido, de modo a reduzir a respiração e a transpiração da parte da estaca exposta ao ar, favorecendo, assim, a divisão celular na região de formação de raízes. As temperaturas ideais que auxiliam o enraizamento estão nas faixas entre 21 a 26 °C e 15 a 21°C, diurnas e noturnas respectivamente (Well, 1955; Hartmann & Kester, 1990; Hartmann et al., 1990).

2.6.2.2 Luz

O processo de enraizamento é diretamente influenciado pela intensidade luminosa, principalmente, com relação à fotossíntese e à degradação de compostos fotolábeis como as auxinas. Baixa intensidade luminosa nas plantas matriz pode favorecer a formação de raízes, devido à preservação das auxinas e de outras substâncias endógenas. O estiolamento dos ramos, dos quais serão

retiradas as estacas, facilita o enraizamento e é uma prática recomendada, especialmente no caso de espécies de difícil enraizamento (Fachinello et al., 1995).

Howard & Harrison-Murray (1995), estudaram os efeitos da presença e ausência de luz no enraizamento de estacas de *Syringa vulgaris*, quando observaram que menores radiações na base das estacas durante o estaqueamento proporcionaram os melhores resultados.

Variações qualitativas e quantitativas da luz que incide sobre as plantas matrizes, podem favorecer a síntese inadequada de IAA (ácido indol-acético), a inibição de co-fatores para o enraizamento, o aumento da atividade da peroxidase e a formação de barreiras histológicas ao desenvolvimento das raízes adventícias (Hartmann et al., 1990).

Moe & Andersen (1988) atentam para o fato de que o fotoperíodo que induz o florescimento aparentemente inibe o enraizamento das estacas.

2.6.2.3 Umidade

Para que haja divisão celular na estaca, é necessário que as células se mantenham túrgidas. O potencial de perda de água em uma estaca é muito grande, seja através das folhas ou das brotações em desenvolvimento, especialmente, considerando o período em que não há raízes formadas, podendo ocorrer morte das estacas (Fachinello et al., 1995). Segundo os mesmos autores, a prevenção do murchamento é especialmente importante para espécies que exigem um longo tempo para ocorrer a iniciação radicular.

O balanço hídrico nos tecidos é essencial para o sucesso do enraizamento de estacas e algumas práticas como a limitação da área do corte basal das estacas, controle da insolação e da temperatura, são utilizadas para diminuir os

efeitos do ambiente sobre a transpiração e, conseqüentemente, diminuir a perda de água pelos tecidos (Loach, 1988).

A necessidade de água pelas estacas se fundamenta no fato de que recém colocadas no substrato para enraizar, ainda não possuem raízes e, portanto, não tem como absorver água suficiente para compensar a transpiração e o crescimento de novas brotações (Janick, 1966).

A transpiração das estacas pode ser controlada através da redução da área foliar ou através da retirada de parte ou total das folhas, associada ao uso de câmaras de nebulização. Janick (1966) afirma que o uso da nebulização artificial conserva a umidade elevada e reduz a temperatura da folha mantendo uma película de água sobre a mesma, permitindo a realização da estaquia em ambientes de maior luminosidade, não reduzindo a eficiência fotossintética.

2.6.2.4 Substrato

O substrato para enraizamento de estacas pode ser considerado parte integrante do sistema de propagação. Deve manter a estaca no lugar durante o período de enraizamento, proporcionar a manutenção da umidade, permitir a penetração das raízes e as trocas gasosas, e criar um ambiente escuro na base da estaca (Janick, 1966). Além disso, o substrato deve possuir pH adequado para o desenvolvimento radicular, ser livre de patógeno, ter custo acessível e manter a qualidade das raízes durante a remoção para o transplante (Ruggiero, 1987). Os materiais devem ser escolhidos de acordo com sua disponibilidade e custo. Componentes orgânicos como turfa, casca de árvore, pó de serra, casca de arroz e esfagno podem ser combinados com escórias, poliestireno, grânulos de argila, e lã de rocha, perlita e vermiculita na porção inorgânica. A porção orgânica tem a função de absorver água e proporcionar porosidade enquanto que a porção inerte visa construir macroporos para melhorar a drenagem (Loach, 1988).

A aeração e a drenagem do substrato são de grande importância durante a iniciação radicular. Johnson & Hamilton (1977), observaram que a utilização de areia como substrato proporcionou maior percentagem de estacas enraizadas que sua mistura com turfa (1:1, V/V), no enraizamento de *Juniperus conferta*. Altman & Freudenberg (1983), relataram um número superior de raízes por estaca de *Pelargonium graveolens*, quando utilizaram perlita ou turfa:perlita como substrato. Este resultado foi atribuído à melhor aeração e drenagem destes substratos em relação aos outros utilizados.

O tamanho das partículas do substrato também merece importância. Avanzato & Cherubini (1993), verificando a influência do substrato no enraizamento de micro estacas da macieira 'MM 106', obtiveram resultados significativamente superiores ao utilizarem perlita de maior granulação. Tal fato estava relacionado à maior capacidade de retenção de água da perlita de granulação fina, que se mostrou excessiva, prejudicando a aeração.

Quanto ao substrato, temperaturas da ordem de 18 a 25 °C são suficientes para promover o enraizamento de estacas de espécies de clima temperado, enquanto que espécies tropicais requerem temperaturas até 7 °C superiores a estes valores (Hartmann et al., 1990).

Embora a aeração, quando comparada ao fornecimento de água, tenha importância secundária em um substrato para enraizamento, as espécies vegetais apresentam diferentes necessidades de ar para o desenvolvimento radicular. O enraizamento de estacas de roseiras é pouco afetado pela baixa aeração, enquanto que as de azaléia apresentaram enraizamento precário (Gislerod, 1983).

Além das características físicas do substrato, alguns atributos químicos podem interferir no enraizamento de estacas.

Hartmann et al. (1990) atentam para o fato de que materiais com elevada acidez, como a turfa, devem ser misturados com materiais de pH mais elevado para atingir valores ideais.

Visando verificar o efeito do substrato no enraizamento de estacas da espécie ornamental *Epacris impressa*, Thompson (1986) utilizou areia, turfa, perlita e vermiculita, tanto isoladamente quanto combinados entre si. As combinações entre areia e turfa proporcionaram os melhores resultados, enquanto que a utilização de vermiculita, isoladamente, não foi adequada ao enraizamento de estacas desta planta. O autor também constatou que valores de pH da ordem de 5,1 favoreceram o enraizamento destas estacas. O crescimento celular pode ser favorecido em condições de acidez. Rayle & Cleland (1992) apontam que tecidos vegetais apresentam crescimento semelhante àquele induzido pela auxina, quando expostas a faixa de pH 4,5 - 5,0, e pouca clonagem quando em solução com pH 6,0 - 7,0. Os autores notaram que a presença da auxina reduz o pH do apoplasto das células em até uma unidade.

Gontijo et al. (2002), testando a areia e a vermiculita como substrato, no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de ameixeira 'Mirabolano', constataram que a vermiculita proporcionou maior porcentagem de enraizamento e melhor qualidade do sistema radicular formado. Costa Júnior (2000), testando vários substratos e concentrações de AIB, no enraizamento de estacas semilenhosas de goiabeira 'Kumagai', verificou que a vermiculita e a turfa proporcionaram o menor requerimento do regulador de crescimento AIB, aplicado exógenamente, para a formação de um sistema radicular de qualidade.

2.6.2.5 Condicionamento

Outros fatores externos, que consiste em tratamentos prévios ao enraizamento podem favorecer a formação de raízes, em estacas que apresentam

baixa capacidade de enraizamento. Dentre esses tratamentos, podem ser citados: o anelamento dos ramos, estiolamento dos ramos e estacas, dobra dos ramos, estratificação das estacas, redução foliar e a aplicação exógena de reguladores de crescimento (Fachinello et al., 1995).

3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALI, N.; WESTWOOD, M. N. Rooting of pear cuttings as related to carbohydrates, nitrogen and rest period. *Proceedings of the American Society Horticultural Science*, College park, v. 88, n. 6, p. 145-150, June 1986.

ALVARENGA, A. A. *Substâncias de crescimento e regulação do desenvolvimento vegetal*. Lavras: UFLA, 1990. 59 p.

ALTMAN, A.; FREUDENBERG, D. Quality of *Pelargonium graveolens* cuttings as affected by rooting medium. *Scientia Horticulture*, Amsterdam, v. 19, n.3/4, p. 379-385, 1983.

AROEIRA, J. S. Da estaquia: princípios gerais e aplicações em horticultura. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 10, n. 57, p. 211-233, 1957.

AVANZATO, D.; CHERUBINI, S. Influence of the substrates on the direct rooting of *ex vitro*, MM106 apple microcuttings. *Acta Horticulturae*, Amsterdam, n. 342, p. 297-302, 1993.

AVIDAN, B.; LAVEE, S. Physiological aspects of the rooting ability of olive cultivars. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v. 79, p. 93-101, 1978.

BACARIN M. A.; BENINCSA, M. M. P.; ANDRADE, V. M. M.; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): Efeito do ácido indolil butírico (AIB) sobre a iniciação radicular. *Científica*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 71-79, 1994.

BARTOLINI, G. , BRICCOLI-BATI, C.; VITAGLIANO, G. Prime osservazioni sull'influenza dello sviluppo di etilene nella radicazione di talee di olivo propagate con la tecnica di nebulizzazione. *Rivista Ortoflorofruticoltura Italiana*, Firenze, v. 57, n. 3, p 217-223, mar. 1973

BASU, R. N.; ROY, B.; BOSE, T. K. Interaction of abscisic acid and auxins in rooting in the fishtail fern. *American Journal of Botany*, Columbus, v. 70, n. 1, p. 1-7, Jan. 1983.

BIASI, L. A. *Avaliação de desenvolvimento inicial de porta-enxertos e de mudas de videira obtidos através de diferentes métodos de propagação*. 1996. 177 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

BLAZICH, F. A. mineral Nutrition and Adventitious Rooting. In: DAVIS, T. R. **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Oregon, 1988. v. 2, cap. 4, p. 61-69.

CABALLERO, J. M. **Multiplicación Del olivo por etaquillado semileñoso bajo nebulización**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1981. 39 p. (Comunicaciones INIA, Serie Producción Vegetal, 31).

CARRIJO, E. P.; GONTIJO, T. C. A.; PIO, R.; COELHO, J. H. C.; CHALFUN, N. N. J.; RAMOS, J. D.; **Propagação de estacas do porta-enxerto de pereira *Pyrus calleryana* Dcne.** In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA-CICESAL, 15., 2002, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2002. p. 39.

CHIN, T. Y.; MEYER M. M.; BREEVERS, L. Abscisic acid stimulated rooting of stem cuttings. *Planta*, New York, v. 88, n. 2, p. 192-196, 1969.

CIAMPI, A.; GELLINE, R. **Insorgenza e sviluppo delle radici adventizie in *Olea europea* L.; Importanza della struttura anatomica agli dello sviluppo delle radichete.** *Giornale Botanico Italiana*. Florence. v. 70, p. 62-64, 1963.

COSTA JUNIOR, W. H. Da. **Enraizamento de Estacas de Goiabeiras: Influência de Fatores fisiológicos e Mesológicos.** 2003. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, SP.

del RIO, C.; CABALLERO, J. M.; RALLO, L. **Influencia de la sacarosa sobre el enraizamiento de estaquillas vegetativas y fructíferas de variedad "Picual".** *Olea*, Cordoba, v. 19, p. 103, dic. 1988.

DRIESSEN, A. C.; SOUZA FILHO, J. J. C. de **Produção de Mudas.** In: EMPRESA CATARINENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual da cultura da macieira.** Florianópolis: EMPASC, 1986. p. 202-223.

DUARTE, O.; HUETE, M.; LÜDDERS, P. **Propagation of jaboticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart.) Berg).** *Acta Horticulturae*, Amsterdam, n. 452, p. 123-128, 1987.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado.** 2. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária. 1995. 178 p.

FAHN, A. *Plant anatomy*. 2. ed. New York: Pergamon Press, 1974. 611 p.

FERRI, M. G. *Botânica – morfologia externa das plantas (Organografia)*. São Paulo: Melhoramentos, 1964. 149 p.

FIGUEIREDO, S. L. B.; KERSTEN, E.; SCHUCH, M. W. Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de estacas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Bergs). *Scientia Agrícola*, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 167-171, jan./abr. 1995.

GASPAR, T.; HOFINGER, M. Auxin metabolism during adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKILHA, N. (Ed.). *Adventitious root formation in cuttings*. Portland: discorides Press, 1988. p.

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

GISLEROD, H. R. Physical conditions of propagation media and their influence on the rooting of cuttings. Part 3. The effect of air content and temperature indifferent propagation media on the rooting of cuttings. *Plant and Soil*, The Hague, v. 75, n. 1, p. 1-14, 1983.

GONTIJO, T. C. A.; MATOS, L. E. S.; JUNQUEIRA, K. P.; SANTOS, F. C.; PIO, R.; RAMOS, J. D.; CHALFUN, N. N. J. Efeito do substrato e do AIB no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de ameixeira 'Mirabolo'. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA-CICESAL, 15., 2002, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2002. p. 36.

GONZAGA NETO, L. *Cultura da goiabeira*. Petrolina, PE: EMBRAPA-CPATSA, 1990. 26 p. (EMBRAPA-CPATSA Circular técnica, 23).

GONZAGA NETO, L. *Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1994. 49 p. (EMBRAPA-MAARA. Série Publicações técnicas FRUPEX, 5).

GONZÁLES, M. G. N.; SCHIMIDT, C. A. P. Estudo do efeito de duas concentrações de ácido indol butírico (AIB) e ácido naftaleno acético (ANA) no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 14, n. 3, p. 229-232, 1992.

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

HAISSIG, B. E. metabolic processes in adventitious rooting do cuttings. In: HAISSING, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cutting**. Portland: Discorides Press, 1988. p. 11-28.

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

HAMILTON, R. A. The propagation fo guava by fork budding. *Ceiba*. Tegucigalpa, v. 6, n. 1, p. 23-30, jun. 1975.

HARBARGE, J. F.; STIMART, D. P.; EVERT, R. F. Anatomy of adventious root formation in microcuttings of *Malus domestica* Borkh. "Gala". **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 5, p. 680-688, Sept. 1993.

HARTMAN, H. T.; HANSEN, C. J. Rooting of softwood cuttings of several fruit species under mist. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, New York, n. 66, p. 157-167, June 1955.


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

HIDALGO, L. **Tratado de viticultura general**. Madrid: Mundi-Prensa, 1993. 983 p.

HOEHNE, F. C. **Frutas Indígenas**. São Paulo: Secretaria da Agricultura Industria e Comércio do Estado de são Paulo, 1946. 485 p. (Instituto Botânico, Série D).

HOFFMANN, A.; CHALFUN, N. N. J.; ANTUNES, L. E. C.; RAMOS, J. D.; PSQUAL, M.; SILVA, C. R. de R. e. **Fruticultura comercial – propagação de plantas frutíferas**. Lavras: UFLA-FAEPE, 1998. 282 p.

HOWARD, B. H.; HARRISON-MURRAY, R. S. Response of dark-preconditioned and normal light-grown cuttings of *Syringa vulgaris* to light and



wetness gradients in the propagation environment. **Journal of Horticultural of Horticulture Science**, Kent, v. 70, n. 6, p. 989-1001, Dec. 1995.

HUMPRIES, E. C. Inhibition of root development of petioles and hypocotilos of dwarf bean (*Phaseolus vulgaris*) by kinetin. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 13, p. 659-663, 1960.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE.
Brasília, DF, 2002.

JACSON, M. B. **New root formation plants and cuttings**. Boston, 1986. v. 20, cap. 5, p. 141-190.

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

KERSTEN, E.; IBANÊZ, U. A. Efeito do ácido indolbutírico (AIB) no enraizamento de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em condição de nebulização e teor de aminoácidos totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 15, n. 1, p. 87-89, 1993.

JARVIS, B. C. Endogenous control of adventitious rooting in now-woody cuttings. In: JACKSON, M. B. (Ed.). **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: matinus Nijhoff, 1996. p. 189-197.

JAWANDA, J. S.; SINGH, A.; SINGH, S.; BAL, J. S. Effect of indolbutyric acid and shoot portion on the rooting of cuttings in Japanese plum. **Acta horticulturae**, wageningen, v. 283, p. 189-197, 1990.

KEY, J. L. Hormones and nucleic acid metabolism. **Annal Review of Plant Physiology**, New York, v. 20, p. 449-474, 1969.

KOLLER, O. C. **Cultura da goiabeira**. Porto Alegre: Agropecuária, 1979. 44 p.

KOSSUTH, S. V.; BIGGS, R. H.; VEBB, P. G.; PORTIER, K. M. Rapid propagation techniques for fruit crops. **Journal Horticultural Science**, Ashford, v. 94, p. 323-328, 1982.

LEDO, A. da S. **Resposta de três gravioleiras *Annona muricata* L. a dois métodos de enxertia**. 1991. 52 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade federal de Viçosa, Viçosa, MG.

- LOACH, K. Water relation and adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKILHA, N. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides press. 1988. p. 102-115.
- MAYNARD, B. K.; BASSUL, N. L. Estilation and bandings effect on adventitious root formation. In: DAVIES, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKLHA, N. (Ed.) **Adventitious root formation in cuttings**. Portland: Dioscorides Press, 1988. p. 29-46.
- MELETTI, L. M. M.; NAGAI, V. Enraizamento de Estacas de Sete Espécies de Maracujazeiro (*Passiflora* spp). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 163-168, 1992.
- MAPA. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul, RS: Ed. Palotti, 2002.
- MARQUEZ, D. de P.; GONTIJO, T. C. A.; VÍLLA, F.; PIO, R.; COELHO, J. H. C.; CHALFUN, N. N. J. Uso do AIB e do ANA no enraizamento de estacas herbáceas do porta-enxerto de videira 'Traviu'. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFLA-CICESAL, 15., 2002, Lavras. **Anais...Lavras: UFLA**, 2002. p. 27.
- MEHROTRA, N. K.; SING, H. Effects of type of cutting and seradix-b on the rooting and plant growth of plum cv. Kala Amritsri. **Indian Journal of Horticulturae**, Bangalore, v. 48, n. 2, p. 124-126, June 1991.
- MOE, R.; ANDERSON, A. S. Stock plant enviroment and subsequent adventitious rooting. In: DAVIS, T. D.; HAISSIG, B. E.; SANKHLA, H. (Ed.). **Adventitious root formation in cuttings**. Portland, Oregon. Dioscorides Press, 1988. p. 214-234.
- MUNÔZ, H. I.; VALENZUELA, B. J. Enraizamento de la estacas herbáceas de três cultivares de videira: efecto de la ubicación en el sarmiento y época de recolección. **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 38, n. 1, p. 14-17, jan./mar. 1978.
- OCHESE, J. J.; SOULE JUNIOR, M. J.; DIJKMAN, M. J.; WEHLBURG, C. **Tropical and subtropical agriculture**. New York: mac Millan, 1966.
- OLIVEIRA, A. F. de. **Enraizamento de estacas semilenhosas e cultura de embriões *In Vitro* de Oliveira (*Olea europaea* L.)**. 2001. 122 p. Dissertação (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PÁDUA, T. Propagação de árvores frutíferas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 11-19, maio 1983.

PEREIRA, F. M. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares 'Rica' e 'paluma', em câmara de nebulização. **Científica**, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.

PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Légos – Summa, 1986. 142 p.

PIO, R. **Ácido Indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas apicais e desenvolvimento inicial da figueira (*Ficus carica* L.)**. Lavras: UFLA, 202. 109 p.

RATHORE, D. S. Note on the effect of indolebutyric acid on rooting of plum cuttings under mist. **Indian Journal of Horticulture**, Bangalore, v. 40, n. 3/4, p. 205-206, Sept./Dec. 1983.

READ, P. E.; HOYSLER, V. C. Stimulation and retardation of adventitious root formation by application of B-Nine and Cycocel. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 94, n. 3, p. 314-316, May 1969.

REGINA, M. de A.; SOUZA, C. R. de; SILVA, T. das G.; PEREIRA, A. F. A propagação da videira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 194, p. 20-27, 1988.

REIS, J. M. R. **Uso de estiolamento e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de *Pyrus calleryana* Dcne.** 1999. 64 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RUEHLE, G. D. El cultivo de la guayaba em la Florida. **Agriculture Tropical**, v. 20, n. 10, p. 555-564, 1964.

RUGGIERO, C. **Maracujá**. Ribeirão Preto: Editora Legis Summa, 1987. 246 p.

RUGINI, E.; JACOBINI, A.; LUPPINO, M. Role basal shoot darkening and exogenous putrescine treatment on in vitro rooting and on endogenous polyamine changes in difficult to root woody species. **Scientia Horticulture**. Amsterdam, v. 53, n. 1/2, p. 63-72, 1993.

SACHS, R.; LORETI, F.; BIE, J. Plant rooting studies indicate schlerenchyma tissue is not a restricting factor. *Califórnia Agriculture*, Berkley, v. 18, n. 9 p. 4-5, Sept. 1964.

SALOMÃO, L. C. C.; PEREIRA, W. E.; DUARTE, R. C.; SIQUEIRA, D. L. de. Propagação por estaquia dos maracujaceros doce (*Passiflora alata* Dryand.) e amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.). *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 1 p. 163-167, abr. 2002.

SCARPARE FILHO, J. A. Enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus pérsica* (L.) Batsch), sob efeito de reguladores de crescimento, em sistema de nebulização intermitente. 1990. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, SP.

SOUBIHE SOBRINHO, J.; GURGEL, J. T. A. Taxa de Panmixia na goiabeira. *Bragantia*, Campinas, v. 21, n. 2, p. 15-20, jan. 1962

SUAREZ, M. P.; LOPEZ-RIVAREZ, E. P.; LAVEE, S.; TRONCOSO, A. Rooting ability of olive cuttings, cv. Gordal. Influence of presence o leaves and buds. *Acta Horticulturae*, Wageningen, v. 474, p. 39-41, 1979.

TORREY, J. G. Endogenous and exogenous influences on the regulation of lateral root formation. In: JACSON, M. B. (Ed). *New root formation in plants and cuttings*. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1996. p. 31-66.

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

WAREING, F. P.; PHILLIPS, I. D. J. *Growth and differentiation in plants*. Oxford: Pergamen Press, 1981. 343 p.

WELL, J. S. *Plant propagation practices*. New York: The macmillian Company, 1955. 244 p.

WIESMAN, Z.; LAVEE, S. Rooting ability of cutting from cv. Manzanillo F1 progency plant in relation to their mother cultivars. *Acta Horticulturae*, Wagninger, v. 356, p. 28-30, 1993.

WYLIE, A. W.; RYUGO, K.; SACHS, R. M. Effects of growth retardants on biosynthesis of gibberellins precursors in root tips of peas, *Psidium sativum*, L.

Journal of the American Society for Horticultural Science, College Park, v. 95, n. 5, p. 627-630, Sept. 1970.

CAPÍTULO II: Efeito do AIB e do tempo de permanência da folha no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.).

RESUMO

VALE, Márcio Ribeiro. Efeito do AIB e do tempo de permanência da folha no enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). 2003. 88 p. (Tese de Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.¹

Objetivando avaliar o efeito de diferentes concentrações de AIB e do período de permanência da folha na estaca no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira cv. Paluma, foi conduzido este experimento em câmara de nebulização intermitente. As estacas herbáceas foram preparadas de modo que permanecessem com dois nós e um par de folhas inteiras. Logo após o tratamento com AIB, em imersão lenta (24 horas), foram plantadas em bandejas de isopor, contendo como substrato a vermiculita. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com esquema fatorial 4 x 4, sendo 4 períodos de permanência de folhas (0, 10, 20 e 40 dias) e 4 concentrações de AIB (0, 100, 200 e 300 mg. L⁻¹). O experimento constou de 4 repetições e 8 estacas por repetição. De acordo com os resultados, conclui-se que o AIB influenciou todas as variáveis estudadas; a concentração de 300 mg.L⁻¹ de AIB foi a melhor em relação ao percentual de estacas enraizadas, número médio de raízes primárias e peso médio da matéria seca das raízes; as estacas tratadas com AIB e que permaneceram com folhas por 40 dias foram as que apresentaram maior peso médio da matéria seca do sistema radicular, favorecendo a formação de raízes: a brotação das estacas não beneficia o enraizamento.

¹ Orientador: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA

ABSTRACT

Vale, Márcio Ribciro. **Effect of AIB and leaf permanence time on the rooting of guava cuttings (*Psidium guajava* L.)**. 2003. 109 p. (Doctorate Thesis in Plant Science) Federal University of Lavras, Lavras-MG.¹

Aiming to evaluate the effect of different concentrations of AIB and of the period of permanence of the leaf on the stake in the rooting of herbaceous scuttings of guava cv. Paluma this experiment was conducted in an intermittent mist chamber. The herbaceous cuttings were prepared having two nodes and a pair of whole leaves. Soon after treatment with AIB, in slow immersion (24 hours), they were planted in Styrofoam trays, containing vermiculite as a substrate. The experimental layout was entirely casual with a 4 x 4 factorial outline, having 4 periods of permanence of leaves (0, 10, 20 and 40 days) and 4 concentrations of AIB (0, 100, 200 and 300 mg. L⁻¹). The experiment consisted of 4 repetitions and 8 cuttings per repetition. According to the results it is concluded that: AIB influenced all the variables studied; the concentration of 300 mg.L⁻¹ of AIB was the best in relation to the percente of rooted cuttings, average number of primary roots and average dry root matter weight; the cuttings treated with AIB that stayed with leaves for 40 days presented larger average root system dry matter weight. Favoring the formation of roots. The sprouting of the cuttings doesn't benefit the rooting.

¹ Major Professor: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A cultura da goiabeira, com produção destinada à industrialização, concentra-se no Brasil, principalmente, nos estados de São Paulo, Pernambuco e Minas Gerais. No estado de São Paulo, a maioria dos pomares é formada por mudas obtidas através de sementes, o que os torna bastante heterogêneos, tanto no que se refere ao porte e produção das plantas, como, principalmente, no que diz respeito às características dos frutos. A muda obtida através de estaquia supera esse problema, produzindo mudas de comprovada qualidade genética e no menor espaço de tempo. Muitos pesquisadores citam a utilização de substâncias promotoras do enraizamento de estacas, sendo que as auxinas compõem o grupo de reguladores de crescimento de maior efeito na formação de raízes em estacas.

Sabendo a importância do estímulo hormonal no enraizamento das estacas, Pennock & Maldonado (1963), realizaram aplicação basal em estacas herbáceas, de 2000 ppm de AIB e 2000 ppm de AIB + 2% de sacarose. Estes tratamentos aumentaram, respectivamente, em 21,2 e 27,4 % o enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira em relação à testemunha (67%).

Pereira et. al. (1983) por outro lado afirmaram que estacas herbáceas de goiabeira da cv. Paluma, possuindo dois pares de folhas e tratadas com solução de 2000 ppm de ANA, por 5 segundos, apresentam um pegamento de 70,22 %. Ainda, segundo estes autores, estacas herbáceas mostram enraizamento significativamente superior às lenhosas.

Na Índia foi realizada uma pesquisa sobre o efeito de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas herbáceas de cinco cultivares de goiabeira. Os resultados mostraram que, independente da cultivar, entre os três reguladores de crescimento, AIB, ANA e AIA (nas concentrações de 1500, 2500 e 3500 ppm), o AIB foi mais eficiente, tanto para percentagem de enraizamento,

quanto para número de raízes primárias formadas. A concentração de 2500 ppm em aplicação rápida induziu a melhores resultados, enquanto que a de 3500 ppm reduziu os diferentes parâmetros das demais características de enraizamento (Debnath & Maiti, 1990).

A permanência da folha em estacas semilenhosas ou herbáceas podem favorecer o enraizamento, já que elas continuam fotossintetizando durante a formação de raízes, além disso, as folhas permanecem elaborando hormônios e cofatores do enraizamento (Hartmann et al., 1990; Fachinello et al., 1995). Pereira et al. (1991) observaram influência da manutenção das folhas nas estacas sobre o enraizamento e desenvolvimento radicular. Segundo Chalfun et al. (1997), as estacas semilenhosas de azaléia não enraizam quando são retiradas as suas folhas.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes concentrações de AIB e o tempo necessário de permanência das folhas no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeiras cv. Paluma em condições de nebulização intermitente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no pomar didático do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

As estacas herbáceas obtidas de ramos de goiabeira cv. Paluma, com aproximadamente 12 cm, dois nós e dois internódios, foram coletadas em janeiro de 2001 de plantas matrizes com quatro anos de idade, pertencentes ao pomar da UFLA. Depois de coletadas, foram preparadas e tratadas em imersão basal (três centímetros) com solução de ácido indolbutírico (AIB) por 24 horas, nas concentrações de (0 mg.L⁻¹, 100 mg.L⁻¹, 200 mg.L⁻¹ e 300 mg.L⁻¹). Após tratamento, procedeu-se o plantio das estacas em que o nó da base foi enterrado e o nó apical permaneceu com duas folhas inteiras. O material foi plantado em bandejas de poliestireno de 72 células, utilizando-se a vermiculita como substrato. Assim que todas as estacas foram plantadas, iniciou-se a eliminação de suas folhas de acordo com o tratamento (0, 10, 20 e 40 dias).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial, com quatro repetições e oito estacas por repetição.

Sessenta dias após o plantio, foram avaliadas as seguintes características: percentagem de estacas enraizadas, percentagem de estacas brotadas, número médio de raízes primárias e peso médio da matéria seca do sistema radicular. Os dados foram analisados pelo teste de F e, em seguida, submetidos à análise de regressão polinomial.

Após a tabulação, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F obtido por Snedecor e as médias, quando necessárias, submetidas a comparações pelo teste de Scott & Knott

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a porcentagem de estacas enraizadas verifica-se, pela análise de variância, que apenas os fatores isoladamente se mostraram significativos (Tabela 3). Pelo desdobramento chegou-se à curva de regressão quadrática, a qual demonstra uma tendência decrescente na porcentagem de estacas enraizadas até um máximo próximo a 276,87 mg.L⁻¹ de AIB (Figura 1). Estes resultados estão de acordo com Pereira et al. (1991) que afirmaram ter sido a concentração de 200 mg.L⁻¹ de AIB em imersão lenta a mais eficiente para o enraizamento de estacas de goiabeira da cv. Paluma. O maior percentual de estacas enraizadas obtidas, quando se aplicou o AIB em relação à testemunha, demonstra que a auxina produzida pela planta não é suficiente para proporcionar um enraizamento satisfatório, uma vez que a permanência da folha por si só não é eficiente na síntese de auxina, por haver uma queda natural das mesmas. Entretanto, o aumento da concentração do AIB melhorou o enraizamento até atingir um ponto ótimo, a partir do qual a quantidade de estacas enraizadas decresceu.

Quanto ao tempo de permanência das folhas, à medida que elas permaneceram por mais tempo nas estacas, melhores foram os resultados obtidos, demonstrando tendência a um maior enraizamento quando as folhas são mantidas nas estacas por pelo menos 40 dias (Figura 2), provavelmente síntese de auxina, gerada pelo metabolismo, devido à presença de folhas, mesmo após estas serem destacadas da planta matriz. Este maior percentual de enraizamento, obtido nos tratamentos que conservaram as folhas nas estacas por mais tempo, pode ser devido a cofatores do enraizamento presentes nas folhas.

TABELA 3 Resumo da análise de variância para as diferentes características analisadas; percentagem de estacas enraizadas (PEE), percentagem de estacas brotadas (PEB), número médio de raízes primárias (NRP), peso médio da matéria seca do sistema radicular (PSR); durante a propagação da goiabeira, UFLA Lavras – MG 2003.

FV	GL	QM			
		PEE	PEB	NRP	PSR
Concentração (AIB)	3	2795,4102*	803,2227*	1138,0456*	0,0171*
Perm. de folhas (PF)	3	2242,0247*	93,5872 ^{n.s.}	287,6185*	0,0105*
AIB x PF	9	217,2852 ^{n.s.}	406,0872 ^{n.s.}	156,9240 ^{n.s.}	0,0033*
Erro	48	267,7409	228,6784	92,1758	0,0016
Média geral		27,93	13,08	12,99	0,045
CV (%)		58,58	115,56	73,90	88,44

n.s. - não significativo.

* - significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

Em relação à percentagem de estacas brotadas, conforme análise de variância, o único fator que se mostrou significativo foi o AIB (Tabela 3). Nas estacas não tratadas com o regulador de crescimento, foram obtidos maiores percentuais de estacas brotadas, sendo que aquelas tratadas com AIB, houve um decréscimo na percentagem, à medida que aumentou a concentração até próximo à 200 mg.L⁻¹ (Figura 03). Estes resultados mostram a importância do equilíbrio entre as substâncias promotoras do enraizamento/brotação, uma vez que, com o aumento da concentração do AIB (promotor do enraizamento) inicia-se um processo de desequilíbrio, favorecendo o enraizamento em detrimento da brotação até atingir um mínimo, a partir do qual o aumento do AIB deixa de influenciar negativamente na brotação, uma vez que a mesma não é interessante durante o enraizamento das estacas, devido ao fato de consumir grande parte das reservas que seriam utilizadas na formação e desenvolvimento inicial de raízes.

Para o número médio de raízes primárias, foram significativos os fatores de AIB e permanência de folhas (Tabela 1). Verificou-se que quanto maior a concentração aplicada, maior o número de raízes obtidas (Figura 4). O AIB tem demonstrado efeito não apenas no processo de enraizamento, mas também na quantidade e qualidade das raízes e, também, na importância da presença de folhas neste efeito. Estes resultados concordam com Debnath & Maiti (1990) que, ao estudarem o efeito de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas herbáceas de cinco cultivares de goiabeira, verificaram que, independente da cultivar, entre os três reguladores de crescimento estudado, AIB, ANA e AIA, o AIB foi aquele que se apresentou melhor, proporcionando o maior número de raízes primárias.

A permanência das folhas nas estacas indica um efeito positivo no número médio de raízes primárias, até o máximo de 28 dias (16,59), a partir do qual decresceu, conforme observamos na figura 5. Estes resultados estão de acordo com Pereira et al. (1991) que notaram efeito da manutenção das folhas sobre o enraizamento e desenvolvimento radicular.

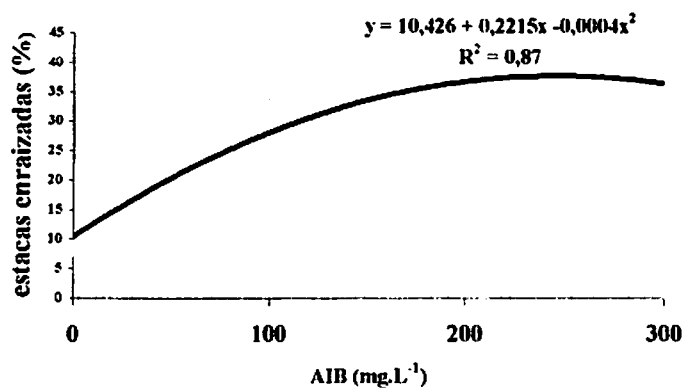


FIGURA 1 Percentagem de enraizamento de estacas herbáceas de goiabeiras cv. Paluma, em função da concentração do AIB. UFLA, Lavras- MG. 2003.

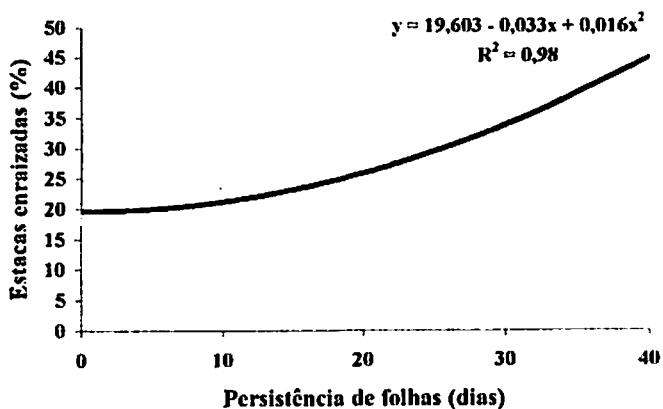


FIGURA 2. Percentagem de enraizamento de estacas herbáceas de goiabeiras, cv. Paluma em função do tempo de permanência das folhas. UFLA, Lavras- MG. 2003

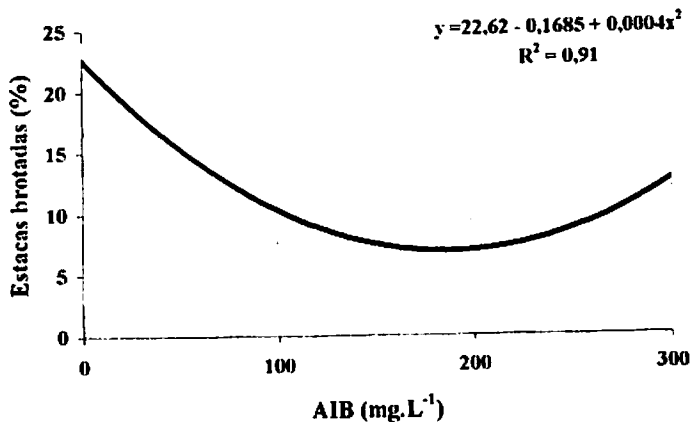


FIGURA 3. Percentagem de estacas brotadas de goiabeiras cv. Paluma, em função das concentrações do AIB. UFLA, Lavras- MG, 2003.

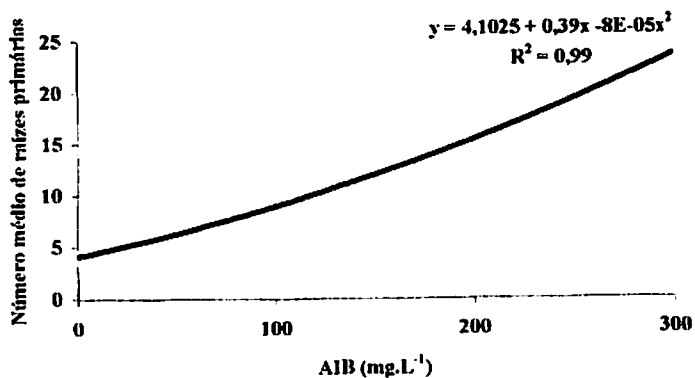


FIGURA 4. Número médio de raízes primárias de estacas de goiabeiras cv. Paluma, em função da concentração do AIB. UFLA, Lavras-MG, 2003.

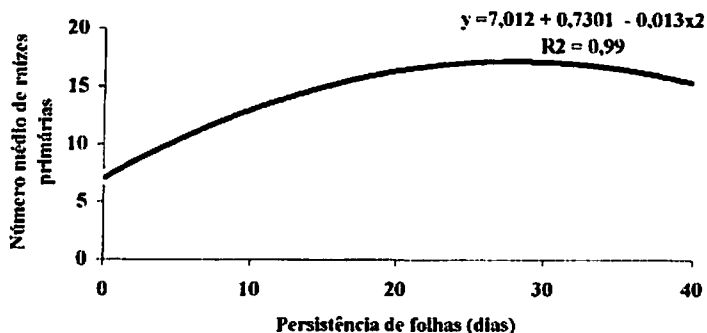


FIGURA 5. Número médio de raízes primárias de estacas de goiabeiras, em função do tempo de permanência das folhas. UFLA, Lavras - MG, 2003.

Quanto ao peso da matéria seca das raízes, verifica-se, na análise de variância, efeito dos fatores isoladamente, bem como da interação entre ambos (Tabela 1). Observou-se que os melhores resultados foram obtidos quando as folhas permaneceram nas estacas por 40 dias, sendo que a concentração de 300 mg.L⁻¹ apresentou um melhor efeito, ou seja, 0,173 g (Figura 6). Aos “0” e “10” dias de permanência das folhas na estaca, observou-se um crescimento do (PSR) peso médio da matéria seca do sistema radicular até as concentrações de 230 e 250 ppm de AIB, respectivamente, a partir dos quais decresceram (Figura 6).

Estes resultados concordam com Hartmann et al. (1990) que afirmaram que um dos benefícios do uso de fitorreguladores em estacas é o aumento do volume e peso do sistema radicular adventício. Hartmann et al. (1990) e Fachinello et al. (1995) afirmam que a manutenção da folha em estacas semilenhosas ou herbáceas é um dos fatores que favorecem a formação de raízes, tanto pela fotossíntese, pois continuam realizando durante a formação das raízes, quanto pela elaboração de hormônios e cofatores do enraizamento.

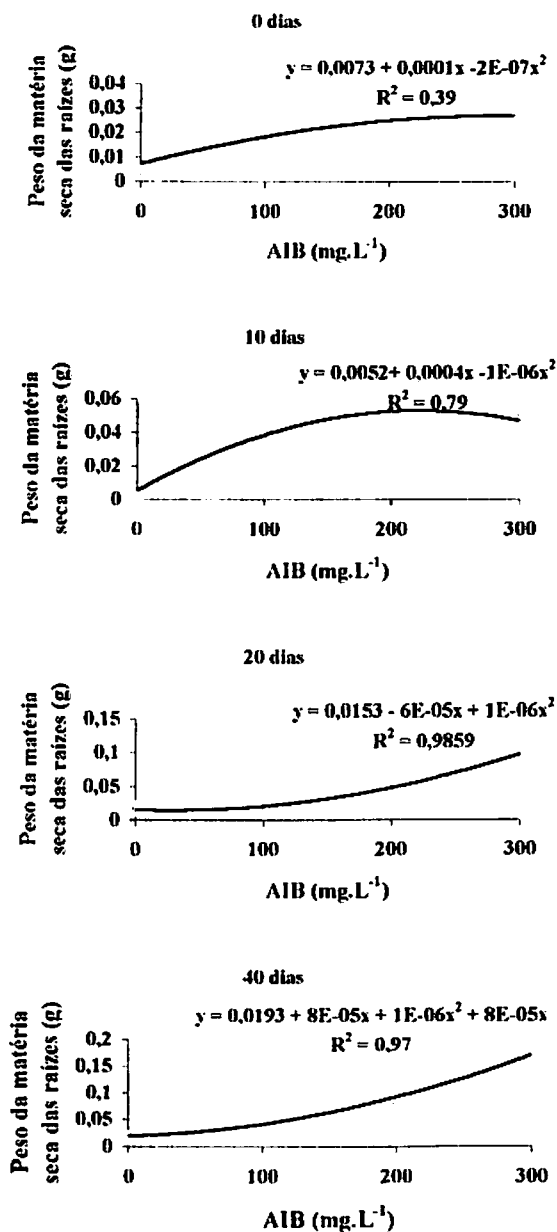


FIGURA 6. Peso médio da matéria seca do sistema radicular de estacas de goiabeiras mantidas com folhas durante 0, 10, 20 e 40 dias da estaquia, em função da concentração do AIB. UFLA. Lavras. MG. 2003.

5 CONCLUSÕES

- A aplicação de AIB em estacas de goiabeira cv. Paluma influenciou no enraizamento e brotação;

- A concentração de 250 mg.L⁻¹ de AIB foi a que proporcionou os melhores resultados quanto ao percentual de estacas enraizadas, número médio de raízes primárias e peso médio da matéria seca do sistema radicular;

- As estacas tratadas com AIB e mantidas com folhas por 40 dias apresentaram o maior peso médio da matéria seca do sistema radicular;

- A permanência das folhas nas estacas até pelo menos 28 dias indica um efeito positivo no número médio de raízes primárias.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; CHALFUN JÚNIOR, A.; JESUS, A. M. dos S. Efeito da auxina e do anclamento no enraizamento de estacas semilenhosas de azaléia. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 21, n. 4, p. 516-520, out./dez. 1997.
- DEBNATH, G. C.; MAITI, S. C. Effect of growth regulators on rooting of soft wood cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) under mist. *Haryana Journal of Horticultural Sciences*, Bangalore v. 19, n. 1/2, p. 79-85, 1990.
- FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. Propagação de plantas frutíferas de clima temperado. 2. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 1995. 178 p.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES, F. T. jr. *Plant propagation: principles and practices*. 5. ed. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1990. 647 p.
- PENNOCK, W.; MADONADO, G. The propagation of guava from stem cuttings. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, Rio Piedras, v. 47, n. 3, p. 280-289, July 1963.
- PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. *Goiabas para industrialização*. Jaboticabal: Légos-Summa, 1986. 142 p.
- PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; BANZATO, D. A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em câmara de nebulização. *Científica*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 239-244, 1983.
- PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares 'Rica' e 'Paluma', em câmara de nebulização. *Científica*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.

CAPÍTULO III: Efeito do AIB e da sacarose no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.)

RESUMO

VALE, Márcio Ribeiro do. Efeito do AIB e da sacarose no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) 2003. 109 p. (Tese de Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.¹

Com o objetivo de incrementar o percentual de estacas enraizadas e a qualidade do sistema radicular adventício através do tratamento das estacas com AIB e sacarose, realizou-se o presente estudo. O experimento foi conduzido em câmara de nebulização intermitente localizada no pomar didático da UFLA, em Lavras, MG. As estacas herbáceas da cv. Paluma foram coletadas no pomar da UFLA em março de 1999. As estacas preparadas com 2 nós e 1 par de folhas reduzidas à metade foram tratadas com AIB em imersão por 24 horas nas concentrações de 0, 100, 200 e 300 mg x l⁻¹, acrescidos ou não de 2% de sacarose. Após o tratamento as estacas foram plantadas em sacos de polietileno tendo como substrato areia. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 repetições e 15 estacas por parcela. Das avaliações concluiu-se: a) a concentração de 300 mg x l⁻¹ de AIB foi a que proporcionou o melhor resultado, tanto para percentagem de estacas enraizadas como para o número e peso médio da matéria seca das raízes. b) a presença de sacarose não apresentou efeito significativo para as características analisadas. c) a simples permanência das folhas nas estacas não influenciou no enraizamento das mesmas. d) naquelas estacas tratadas com 300 mg x l⁻¹ de AIB, não houve a necessidade de que as folhas persistissem por 60 dias..

¹ Orientador: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA



ABSTRACT

Vale, Márcio Ribeiro do. Effect of AIB and sucrose on the rooting of herbaceous cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) 2003. 109 p. (Doctorate Thesis in Plant Science) Federal University of Lavras, Lavras-MG.¹

With the objective of increasing the percent of rooted cuttings and the quality of the newly formed root system through the treatment of cuttings with AIB and sucrose, the present study took place. The experiment was conducted in an intermittent mist chamber located in the experiential orchard at UFLA, in Lavras, MG. The herbaceous cuttings of cv. Paluma were collected in the orchard of UFLA in March of 1999. The prepared cuttings with 2 nodes and 1 pair of leaves reduced to half were treated with AIB in immersion for 24 hours at concentrations of 0, 100, 200 and 300 mg x L⁻¹, 2% sucrose being added or not. After the treatment the cuttings were planted in polyethylene sacks with sand as a substrate. The layout used was it entirely casual with 4 repetitions and 15 cuttings per plot. From the evaluations it was concluded that: a) the concentration of 300 mg x L⁻¹ of AIB provided the best result for the percentage of rooted cuttings as well as for the number and average weight of the dry root matter. b) The presence sucrose didn't present a significant effect on the characteristics analyzed. c) The simple permanence of the leaves on the cuttings didn't influence their rooting. d) In those cuttings treated with 300 mg x L⁻¹ of AIB, it was not necessary for the leaves to persist for 60 days

¹ Major Professor: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma espécie frutífera pertencente à família Myrtaceae que, embora nativa dos trópicos, no Brasil é cultivada desde o Acre até o Rio Grande do Sul, mesmo que ainda de forma extrativa em várias regiões (Medina, 1987).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de goiaba possuindo uma área plantada com a cultura da goiabeira de 7800 hectares, sendo o Estado de São Paulo detentor de cerca de 70% da produção nacional de goiaba (Zambão, 1998).

A goiabeira pode ser propagada através de sementes e também vegetativamente. Entretanto, a utilização de sementes na sua propagação com finalidade de comércio de mudas não é recomendada devido à alta heterogeneidade da espécie. Em pomares formados por plantas provenientes de sementes, tem-se observado uma grande variação quanto à forma, hábito de crescimento e tamanho das plantas, bem como na produtividade e características de seus frutos. A propagação vegetativa visa a formar pomares com maior uniformidade entre as plantas (Fachinello et al., 1995).

Conforme Medina (1988) e Gonzaga Neto & Soares (1994); alguns estados já vêm desenvolvendo trabalhos de pesquisa no sentido de introduzir, selecionar, propagar e difundir plantas de comprovada qualidade agrônômica.

No Estado de Minas Gerais, poucos trabalhos de seleção e propagação têm sido realizados, utilizando-se ainda a obtenção de mudas, através de sementes e, em pequena percentagem, através de enxertia. O uso de propagação através de estacas constitui-se em significativa vantagem, uma vez que, além da obtenção de plantas com as mesmas características da árvore que lhe deu origem, mantendo a sua identidade genética, garantirá a produção da muda em apenas um ciclo vegetativo (Tavares, 1994).

A maioria dos trabalhos relacionados ao enraizamento da goiabeira refere-se ao uso do AIB como promotor do enraizamento. Pereira et al. (1991) observaram que para a cultivar Paluma, a concentração de AIB de 200 ppm, aplicado em forma líquida, em liberação lenta, foi a que proporcionou melhor enraizamento.

A adição de sacarose à solução com auxinas pode apresentar um efeito benéfico ao enraizamento de estacas por constituir-se em fonte de energia necessária à divisão celular e emissão das raízes adventícias. Pennock & Maldonado (1963) obtiveram um bom resultado quando da aplicação de AIB a 200 ppm, acrescido de açúcar a 2%, proporcionando o enraizamento de 85,4% em estacas herbáceas, resultado 27% superior à testemunha.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo estudar a influência dos fatores AIB e sacarose no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira cv 'Paluma', como a qualidade do sistema radicular adventício e percentual de enraizamento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no pomar didático do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

As estacas herbáceas obtidas de ramos de goiabeira cv. Paluma, com aproximadamente 12 cm, dois nós e um par de folhas reduzidas à metade, foram coletadas em março de 1999 de plantas matrizes com quatro anos de idade, pertencentes ao pomar da UFLA. Depois de coletadas, foram preparadas e tratadas em imersão basal (três centímetros) com solução de ácido indolbutírico (AIB) por 24 horas, nas concentrações de 0, 100, 200 e 300 mg x L⁻¹, acrescidos ou não de sacarose a 2%. Após, as estacas foram colocadas para enraizar em substrato de areia média lavada, utilizando-se como recipientes de plantio, sacos de polietileno de 10 x 20 cm.

Foi adotado o delineamento experimental inteiramente ao acaso, com 4 repetições e as parcelas constaram de 15 estacas cada, totalizando 480 estacas.

Após 60 dias do plantio, avaliou-se a permanência de folhas, percentagem de enraizamento, percentagem de estacas brotadas, número de raízes por estaca e peso da matéria seca das raízes.

Após a tabulação, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F obtido por Snedecor e as médias, quando necessárias, submetidas a comparações pelo teste de Scott & Knott

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 são apresentados os resultados do resumo da análise de variância para as diferentes características analisadas, constatando-se que a presença da sacarose não apresentou efeito significativo em nenhuma das características avaliadas, ocorrendo apenas com o fator AIB, à exceção da percentagem de brotação das estacas. As estacas obtiveram maior percentagem de enraizamento, à medida que aumentou-se a concentração, sendo a imersão em solução com $300 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$ de AIB, obtendo-se um enraizamento de 60% (Figura 7). Estes resultados concordam com Bacarin et al. (1994) que obtiveram um aumento na percentagem de enraizamento em estacas tratadas com AIB em imersão lenta.

O número médio de raízes primárias por estaca e peso médio da matéria seca do sistema radicular apresentaram tendência semelhante de aumento, à medida que elevou-se a concentração de AIB (Figuras 08 e 09) demonstrando que para estas características a concentração de $300 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$ de AIB, foi aquela que proporcionou os melhores resultados (número médio de 12 raízes por estaca e peso médio da matéria seca do sistema radicular de 1,11 g). Estes resultados também concordam com Bacarin et al. (1994) que observaram um maior número de raízes e peso da matéria seca das raízes em estacas tratadas com AIB em imersão lenta, concluindo ainda que este maior peso da matéria seca das raízes é devido ao maior aproveitamento do material fotossintético armazenado nas folhas ou nas estacas.

TABELA 4. Resumo da análise de variância para as diferentes características analisadas; percentagem de estacas enraizadas (PEE), percentagem de permanência de folhas (PPF), porcentagem de estacas brotadas (PEB.), número médio de raízes primárias (NRP), peso médio da matéria seca do sistema radicular (PS.); durante a propagação da goiabeira. UFLA, Lavras - MG, 2003.

F.V.	G.L	QUADRADOS MÉDIOS				
		PEE	PPF	PEB	NRP	PS
Sacarose (S)	1	168,0403 ^{n.s.}	0,0001 ^{n.s.}	0,2907 ^{n.s.}	15,0426 ^{n.s.}	0,0413 ^{n.s.}
AIB	3	2390,2292*	1053,5296*	4,6192 ^{n.s.}	70,5410*	1,1368*
S x AIB	3	105,1532 ^{n.s.}	174,0648 ^{n.s.}	1,4887 ^{n.s.}	6,1585 ^{n.s.}	0,1167 ^{n.s.}
Erro	24	123,6139	163,8570	1,8735	25,4241	0,0937
Média Geral		40,2084	19,5831	2,5534	8,6894	0,6766
C.V.(%)		27,6513	65,3658	53,6047	58,0276	45,2463

n.s. - não significativo. * - significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Os dados relativos à percentagem de folhas persistentes aos 60 dias do plantio demonstram que as estacas tratadas com concentrações maiores de AIB foram as que mais perderam folhas (Figura 11), demonstrando que a simples presença das folhas nas estacas não teve qualquer influência sobre o enraizamento, e que não houve a necessidade da permanência das folhas por 60 dias nas estacas tratadas com 300 mg x L⁻¹ de AIB. Portanto, a auxina presente nas folhas das estacas que receberam o tratamento do regulador de crescimento pode ter sido utilizada, colaborando, desta forma, com o enraizamento em menos de 60 dias. Essa queda de folha e ainda esse enraizamento pode ser, inclusive, que estejam mostrando a ocorrência da iniciação radicular sem necessidade da folha.

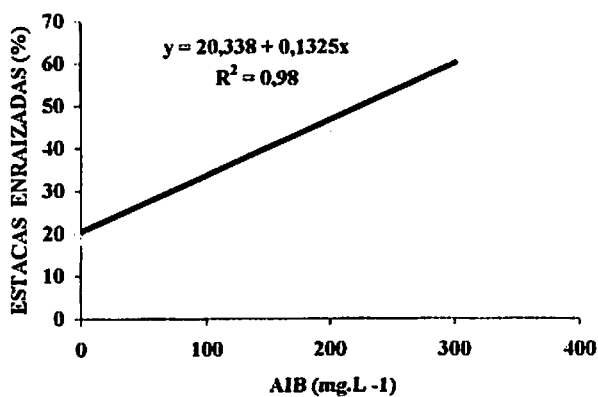


FIGURA 7: Percentagem de estacas enraizadas em estacas de goiabeira cv. Paluma em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA, Lavras - MG, 2003.

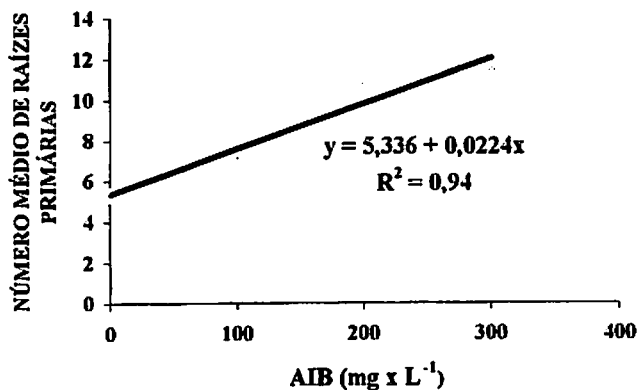


FIGURA 8: Número médio de raízes primárias em estacas de goiabeira, cv. Paluma em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA, Lavras - MG, 2003.

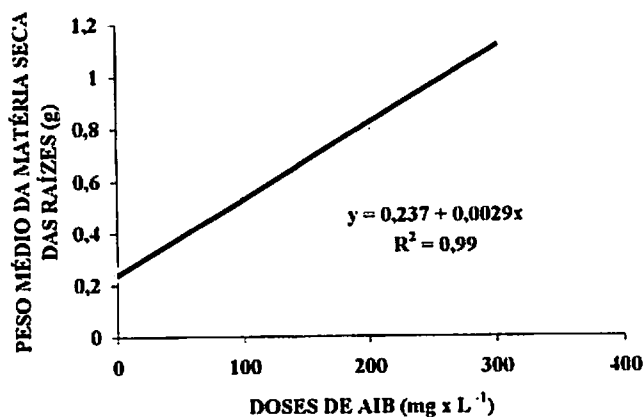


FIGURA 9. Peso médio da matéria seca do sistema radicular de estacas de goiabeira cv. Paluma em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA, Lavras - MG, 2003

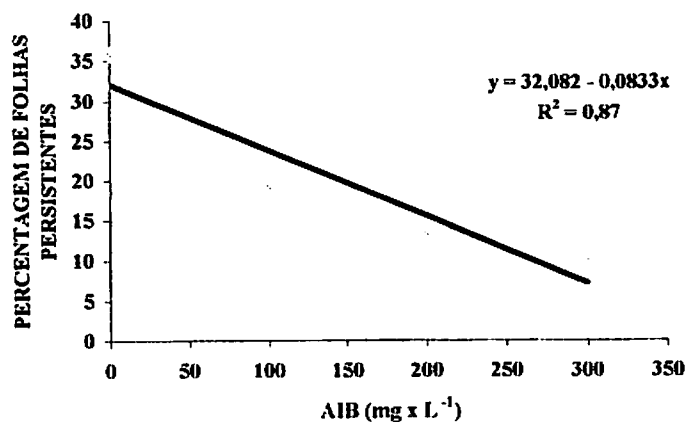


FIGURA 10. Percentagem de permanência de folhas em estacas de goiabeira cv. Paluma em relação a diferentes concentrações de AIB. UFLA, Lavras - MG, 2003.

4 CONCLUSÕES

- Concentrações maiores de AIB induzem aumento na percentagem de estacas enraizadas, bem como no número e peso da matéria seca das raízes;
- A sacarose não apresenta efeito significativo para as características analisadas;
- Somente a presença das folhas sem tratamento com AIB não foi suficiente para o enraizamento das estacas.
- Estacas tratadas com $300 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$ de AIB, não há necessidade da permanência das folhas por 60 dias.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACARIN, M. A.; BENINCASA, M. M. P. ANDRADE, V. M. M.; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): efeito do ácido indolbutírico (AIB) sobre a iniciação radicular. *Científica*, São Paulo, v. 22, n. 1, p. 71-79, 1994.

FACHINELLO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. *Propagação de plantas frutíferas de clima temperado*. 2. ed. Pelotas: Editora e Gráfica Universitária, 1995. 178 p.

GONZAGA NETO, L.; SOARES, J. M. *Goiaba para exportação: aspectos técnicos da produção*. Brasília: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Secretaria do Desenvolvimento Rural. Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças e Plantas Ornamentais, 1994. 49 p.

MEDINA, J. C. *Goiaba I – cultura*. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. *Goiaba cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos*. Campinas, 1987. cap. 1, p. 1-120. (Série Frutas Tropicais, n. 6).

PENNOCK, W.; MALDONADO, G. The propagation of guava from stem cutting. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, Rio Piedras, v. 47, n. 3, p. 280-289, July 1963.

PEREIRA, F. M.; PETRECHEM, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) das cultivares “Rica” e “Paluma”, em câmara de nebulização. *Científica*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.

TAVARES, M. S. W. *Propagação da goiabeira (Psidium guajava L.) através de estacas*. 1994. 66 p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

ZAMBÃO, J. C.; NETO, A. M. B. *Cultura da Goiaba*. Campinas: CATI, 1998. 23 p. (Boletim Técnico, n. 236).

**CAPÍTULO IV: Efeito do Substrato no enraizamento de estacas de
goiabeira. (*Psidium guajava* L.)**

RESUMO

VALE, Márcio Ribeiro do. **Efeito do Substrato no enraizamento de estacas de goiabeira. (*Psidium guajava* L.)** 2003. 88 p. (Tese de Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.¹

Objetivando avaliar o substrato que proporciona melhor enraizamento de estacas de goiabeira tratadas com AIB, realizou-se o presente trabalho em câmara de nebulização intermitente localizada no pomar em Lavras, Minas Gerais. As estacas, pertencentes à cv. Paluma foram coletadas no próprio pomar da UFLA, em dezembro de 1999, de forma que permanecessem com dois nós e um par de folhas, e tratadas logo após com $300 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$ de AIB, acrescidos de 2% de sacarose. O tratamento foi efetuado em imersão lenta (24 horas). Após o tratamento as mesmas foram plantadas em bandejas de isopor contendo 72 células. Foi utilizado um delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial 2×6 , sendo dois tipos de estacas (apicais e medianas) e seis tipos de substratos [areia, vermiculita, plantmax, areia + vermiculita (1:1 v/v), areia + plantmax (1:1 v/v) e areia + vermiculita + plantmax (1:1:1 v/v)] com 4 repetições e 10 estacas por repetição. A interação apresentou significância para a percentagem de estacas enraizadas, percentagem de estacas mortas e peso médio da matéria seca das raízes sendo que os tratamentos que tiveram folhas permanentes foram os que enraizaram, as estacas brotadas não influenciaram no número médio de raízes primárias, Dentre os substratos, areia + vermiculita foi significativo para estacas apicais quanto para as medianas. Estacas apicais apresentaram um maior peso médio do sistema radicular em relação às medianas.

¹ Orientador: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA

ABSTRACT

Vale, Márcio Ribeiro do. **Effect of the Substrate in the rooting of guava cuttings.** (*Pisidium guajava* L.) 2003. 88 p. (Doctorate Thesis in Plant Science) Federal University of Lavras, Lavras-MG.¹

Aiming to evaluate the substrate, which provides for a better rooting of guava cuttings treated with AIB, the present work took place in an intermittent mist chamber located in the orchard in Lavras, Minas Gerais. The cuttings, belonging to cv. Paluma were collected from the orchard of UFLA, in December of 1999, having two nodes and a pair of leaves, and treated soon after with 300 mg x L⁻¹ of AIB, supplemented with 2% sucrose. The treatment was done in slow immersion (24 hours). After the treatment they were planted in styrofoam trays containing 72 cells. An entirely casual experimental layout was used in a factorial outline 2 x 6, being two types of cuttings (apices and median) and six types of substrate [sand, vermiculite, plantmax, sand + vermiculite (1:1 v/v), sand + plantmax (1:1 v/v) and sand + vermiculite + plantmax (1:1:1 v/v)] with 4 repetitions and 10 cuttings per repetition. The interaction was significant for the percentage of rooted cuttings, percentage of dead cuttings and average weight of dry root matter. The treatments that had permanent leaves were the ones that took root, the sprouted cuttings didn't influence in the average number of primary roots. Among the substrates, sand + vermiculite was significant for apices cuttings as well as median cuttings. Apices cuttings presented a higher average root system weight in relation to median cuttings.

¹Major Professor: Prof. Dr. Nilton Nagib Jorge Chalfun – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é cultivada em grandes áreas, destacando-se o estado de São Paulo com cerca de 70% da produção nacional de goiabas. Destacam-se ainda na produção de goiabas, os estados de Minas Gerais, Pernambuco, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul e Ceará (Zambão & Neto, 1998). Pomares cultivados com mudas obtidas de sementes apresentam variabilidade genética acentuada, expressada nas características dos frutos e porte das plantas (Pereira & Martinez Júnior, 1986).

A propagação vegetativa da goiabeira, através da enxertia, é uma prática que uniformiza as copas, mas quando propagadas por sementes, as mudas apresentam elevada variabilidade genética. A muda obtida através da estaquia supera esse problema eliminando a necessidade de uso de porta-enxerto. Várias pesquisas comprovam o uso de reguladores de crescimento na agricultura, sendo que as auxinas compõem o grupo mais eficiente na formação de raízes em estacas.

Em trabalhos realizados com estacas enfolhadas de goiabeira foi demonstrado que estacas tratadas com AIB em imersão lenta enraizaram mais do que aquelas que não foram tratadas (Pereira et al., 1991).

Pennock & Maldonado (1963), trabalhando com estacas herbáceas de goiabeira, obtiveram 85% de estacas enraizadas quando da aplicação de 200 ppm de AIB, acrescido de 2% de sacarose.

Dos vários fatores que afetam o enraizamento de estacas, o meio de enraizamento, ou seja, o substrato, é importante e deve desempenhar três funções: sustentar a estaca no período de enraizamento, proporcionar umidade, assim como permitir uma boa oxigenação próxima à base da estaca. Vários são os substratos que podem ser utilizados no enraizamento de estacas, sendo que Hoffmann et al. (1994) indicam areia, vermiculita e a mistura de ambas como

melhor substrato para o enraizamento de estacas de figueira e a mistura de cinza de casca de arroz com vermiculita; areia incorporada à cinza de casca de arroz e vermiculita; além de vermiculita pura como substratos adequados para o enraizamento de estacas de araçazeiro.

Esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência de diferentes substratos no enraizamento de estacas de goiabeira tratadas com AIB e em condições de nebulização intermitente.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no pomar didático do Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras, em Lavras, MG.

As estacas herbáceas obtidas de ramos de goiabeira cv. Paluma, com aproximadamente 12 cm foram coletadas em março de 1999 de plantas matrizes com quatro anos de idade, pertencentes ao pomar da UFLA.

Depois de coletados os ramos, as estacas medianas e apicais foram preparadas com dois nós e um par de folhas inteiras no nó superior. O plantio foi realizado em bandejas de isopor contendo 72 células, contendo os substratos [areia, vermiculita, plantmax, areia + vermiculita (1:1 v/v), areia + plantmax (1:1 v/v) e areia + vermiculita + plantmax (1:1:1 v/v)] e tratadas com solução de ácido indolbutírico (AIB) na concentração de $300 \text{ mg} \times \text{L}^{-1}$, sendo este diluído em álcool etílico, com adição de 2% de sacarose na solução. As estacas sofreram imersão lenta por 24 horas nos 3 cm basais.

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com 4 repetições e 10 estacas por parcela.

O plantio foi efetuado em dezembro de 1999 e, sessenta dias após, foi feita a avaliação, observando-se as seguintes características: porcentagem de estacas enraizadas; porcentagem de folhas persistentes; número médio de raízes primárias; peso médio da matéria seca das raízes e porcentagem de estacas brotadas. Após a tabulação, os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F obtido por Snedecor, e as médias quando necessárias, submetidas a comparações pelo teste de Scott & Knott.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

É apresentado na Tabela 5 o resumo da análise de variância indicando diferentes efeitos do tipo de estaca, do substrato, bem como da interação para as diversas variáveis analisadas.

Para as características, percentagem de estacas brotadas e número médio de raízes primárias, observa-se que o tipo de estaca, o substrato e a interação entre ambos não apresentaram efeito significativo, indicando não ter ocorrido qualquer influência das fontes da variação sobre estas duas variáveis.

Para a variável, percentagem de permanência de folhas, tanto o tipo de estaca utilizada quanto o substrato se mostraram significativos (Tabela 5), onde as estacas apicais (Tabela 6) e os substratos; areia, areia + vermiculita e areia + vermiculita + plantmax (Tabela 7); apresentaram uma maior persistência de folhas. Maior enraizamento foi obtido com os tratamentos, estacas apicais em areia + vermiculita e em areia (Tabela 8). Estes resultados concordam com Pereira et al. (1983) que afirmaram que a formação das mudas é influenciada pela maior permanência de folhas na estaca.

Pela Tabela 5, verifica-se que, para a característica percentagem de estacas enraizadas, apenas o substrato e a interação apresentaram efeito significativo, tendo o substrato areia + vermiculita se mostrado superior aos demais, sendo que este substrato diferiu estatisticamente de todos os outros pelo teste utilizado (Tabela 7).

No que diz respeito à interação, observa-se (Tabela 8) que somente os substratos areia e vermiculita diferiram quanto ao tipo de estacas; e que para estacas apicais os substratos areia + vermiculita e areia apresentaram melhores resultados, já com relação às estacas medianas, a vermiculita e areia + vermiculita e plantmax foram os substratos que proporcionaram um maior

enraizamento. Estes resultados concordam com Hoffmann et al. (1994) que obtiveram melhores resultados com estacas de figueira (*Ficus carica* L.) quando estas foram plantadas em areia, vermiculita e na mistura de ambas. Gonçalves et al. (1991), estudando o efeito de diferentes substratos no enraizamento de estacas apicais e não apicais de *Rhynchospora elliptica* constataram que a vermiculita estava entre os melhores tratamentos. Em trabalho de enraizamento com Crisântemo (*Chrysanthemum morifolium* cv. Polaris), Takeyoshi et al. (1983) verificaram que a vermiculita proporcionou níveis satisfatórios de enraizamento, embora tenha exigido maior tempo para tal. A areia é um material que pode fazer parte do substrato, por permitir aeração e drenagem do substrato (Fachinello et al., 1995).

Quanto ao peso médio da matéria seca do sistema radicular, é demonstrado, na Tabela 5, que apenas as estacas e a interação tiveram efeito significativo. Nota-se, pelos resultados da Tabela 9, que as estacas apicais, tiveram maior peso de raiz, diferindo estatisticamente das medianas. Na interação observa-se que as estacas apicais colocadas para enraizar em areia, plantmax e areia + vermiculita + plantmax se mostraram estatisticamente superiores às medianas. Os substratos não influenciaram de forma significativa no peso da matéria seca das raízes, tanto das estacas apicais quanto das medianas.

Os PMS das estacas apicais não diferiram nos diferentes substratos, o mesmo não ocorrendo com as medianas.

Com relação à porcentagem de folhas persistentes e peso médio da matéria seca do sistema radicular, é demonstrado, na Tabela 6, que nas estacas apicais há uma maior persistência, provavelmente, por estas serem mais tenras e estarem num processo metabólico maior, ocorrendo um processo de abscisão mais rápido nas estacas basais.

TABELA 5. Resumo das análises de variâncias da Percentagem de Folhas Persistentes (PFP), Percentagem de Estacas Brotadas (PEB), Percentagem de Estacas Enraizadas (PEE), Número Médio de Raízes Primárias (NMR) e Peso Médio da Matéria Seca do Sistema Radicular (PMS) em função dos diferentes substratos e de dois tipos de estacas utilizados durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). UFLA, Lavras/MG, 2003.

CAUSAS DA VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS ¹				
		PFP	PEB	PEE	NMR	PMS
Estacas	1	7,7651*	6,7264 ^{ns}	6,9392 ^{ns}	5,4625 ^{ns}	0,4430*
Substratos	5	2,8417*	3,3065 ^{ns}	12,5051*	2,6948 ^{ns}	0,0495 ^{ns}
Est x Subst	5	1,0027 ^{ns}	1,5410 ^{ns}	15,9201*	2,1596 ^{ns}	0,0774*
Resíduo	36	0,9534	4,1998	3,1514	3,9633	0,0291
Média Geral	-	5,02	3,12	5,30	4,45	0,41
CV (%)	-	19,46	65,64	33,50	44,70	41,88

1 - Dados transformados conforme \sqrt{x} .

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F.

ns - Não significativo.

TABELA 6. Percentagem de folhas persistentes e peso médio da matéria seca do sistema radicular (g) em função do tipo de estaca, durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). UFLA, Lavras/MG, 2003.

ESTACAS	PERSISTÊNCIA DE FOLHAS ¹	PESO DA MATÉRIA SECA DAS RAÍZES ¹
Apicais	5,42 a	0,503 a
Medianas	4,61 b	0,311 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

1 - Dados transformados conforme \sqrt{x} .

TABELA 7. Percentagem de folhas persistentes e percentagem de estacas enraizadas em função do substrato durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). UFLA, Lavras/MG, 2003.

SUBSTRATO	PERSISTÊNCIA DE	ESTACAS
	FOLHAS ¹	ENRAIZADAS ¹
Areia	5,84 a	5,64 b
Vermiculita	4,89 b	5,23 b
Plantmax	4,29 b	5,33 b
Areia + Vermiculita	5,49 a	7,45 a
Areia + Plantmax	4,46 b	3,94 b
Areia + Vermiculita + Plantmax	5,14 a	4,19 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Scott & Knott.

1 - Dados transformados conforme \sqrt{x} .

TABELA 8. Percentagem de enraizamento de estacas apicais e medianas em diferentes substratos durante a propagação da goiabeira (*Psidium guajava* L.). UFLA, Lavras/MG, 2003.

ESTACAS	SUBSTRATOS					
	Areia	Vermiculita	Plantmax	Areia + Vermiculita	Areia + Plantmax	Areia + Vermiculita + Plantmax
Apicais	8,00 aA	3,28 bB	5,26 aB	8,28 aB	4,72 aB	4,53 aB
Medianas	3,28 bb	7,19 aA	5,40 aA	6,62 aA	3,16 aB	3,86 ab

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

1 - Dados transformados conforme \sqrt{x} .

TABELA 9. Peso médio da matéria seca do sistema radicular (g)¹ de dois tipos de estacas em diferentes substratos durante a propagação da goiabeira . UFLA, Lavras/MG, 2003.

ESTACAS	SUBSTRATOS					
	Areia	Vermiculita	Plantmax	Areia + Vermiculita	Areia + Plantmax	Areia + Vermiculita + Plantmax
Apicais	0,669 aA	0,350 aA	0,596 aA	0,417 aA	0,470 aA	0,516 aA
Medianas	0,328 bA	0,224 aA	0,202 bA	0,542 aA	0,376 Aa	0,194 bA

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

1 - Dados transformados conforme \sqrt{x} .

6 CONCLUSÕES

- Houve interação significativa para porcentagem de estacas enraizadas e peso médio da matéria seca das raízes;
- O tratamento das estacas não foi influenciado pelo tipo de estaca ou tratamento com AIB;
- As estacas apicais foram superiores às medianas apresentando um maior peso de matéria seca de raízes;
- O substrato afetou diretamente o enraizamento das estacas apicais e medianas;
- O substrato areia +vermiculita é superior tanto para as estacas apicais como para as medianas.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FACHINELO, J. C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2 ed. Pelotas: EGU, 1995. 178 p.
- GONÇALVES, A. L.; CATHARINO, E. L. M.; TOYOFUKO, R. A. Efeitos de diferentes substratos no enraizamento de estacas apicais e não apicais de *Rhipsalis elliptica* G. A. Lindberg, Cactaceae. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS. 8., 1991, Joinvile. p. 68.
- HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; ROSSAL, P. A. L.; CASTRO, A. M. DE; FACHINELLO, J. C.; PAULETTO, E. A. Influência do substrato sobre enraizamento de estacas semilenhosas de figueira e araçazeiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Cruz das Almas, v. 16, n. 1, p. 302-307, 1994.
- PENNOCK, W.; MALDONADO, G. The propagation of guava from stem cutting. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*, Rio Piedras, v. 47, n. 3, p. 280-289, July 1963.
- PEREIRA, F. M.; MARTINEZ JÚNIOR, M. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Légos-Summa, 1986. 142 p.
- PEREIRA, F. M.; OIOLI, A. A. P.; BANZATO, D. A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em câmara de nebulização. *Científica*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 239-244, 1983.
- PEREIRA, F. M.; PETRECHEN, E. H.; BENINCASA, M. M. P.; BANZATTO, D. A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) dos cultivares "Rica" e "Paluma", em câmara de nebulização. *Científica*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 199-206, 1991.
- TAKEYOSHI, N. I.; ANRAKU, R. N.; MINAMI, K.; LIMA, A. M. L. P. Efeitos de diversos substratos no enraizamento de estacas de *Chrysanthemum morifolium* cv. Polaris. In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 4., 1983, Rio de Janeiro.
- ZAMBÃO, J. C.; NETO, A. M. B. **Cultura da goiaba**. Campinas: CATI, 1998. 23 p. (Boletim Técnico, n. 236).

