

ANDRÉ LUÍS DE ANDRADE

ENRAIZAMENTO ADVENTÍCIO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE
GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) EM FUNÇÃO DA VARIEDADE,
CONDIÇÕES DE LUZ DAS PLANTAS MATRIZES E TRATAMENTO
DAS ESTACAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO.

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia,
para obtenção do título de 'Magister
Scientiae'.**

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL**

2001

ANDRÉ LUÍS DE ANDRADE

ENRAIZAMENTO ADVENTÍCIO DE ESTACAS HERBÁCEAS DE
GOIABEIRA (*Psidium guajava* L.) EM FUNÇÃO DA VARIEDADE,
CONDIÇÕES DE LUZ DAS PLANTAS MATRIZES E TRATAMENTO
DAS ESTACAS COM ÁCIDO INDOLBUTÍRICO.

**Tese apresentada à Universidade Federal
de Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia,
para obtenção do título de "Magister
Scientiae".**

APROVADA: 03 de agosto de 2001.

**José Maria Moreira Dias
(Conselheiro)**

**José Ivo Ribeiro Júnior
(Conselheiro)**

Gerival Vieira

José Antônio Saraiva Grossi

**Gilberto Bernardo de Freitas
(Orientador)**

À Deus,

**A meus filhos João e Luís Gabriel, a minha esposa Aliciane,
a minha mãe Flauzina, a meu pai João Ribeiro (in memorian), meus
irmãos Adriana, Carlos e Paulo.**

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Flauzina, por ter-me dado vida e preparado-me para o mundo.

A Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o programa de Pós-graduação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo suporte financeiro.

Ao professor Gilberto Bernardo de Freitas, pela orientação, pela paciência, pelo incentivo e pela amizade.

Ao professor José Ivo Ribeiro Júnior, pela valorosa orientação durante a realização das análises estatísticas e pela amizade.

Ao professor José Maria Moreira Dias, pelas sugestões apresentadas ao longo da realização deste trabalho e pela amizade.

Aos professores Gerival Vieira e José Antônio Saraiva Grossi, pelas valiosas sugestões.

Aos funcionários de Departamento de Fitotecnia, em especial ao Setor de Fruticultura.

Aos amigos pela convivência.

A todos aqueles que, de alguma forma, auxiliaram na realização deste trabalho, o meu reconhecimento e a minha gratidão.

BIOGRAFIA

ANDRÉ LUÍS DE ANDRADE, filho de João Ribeiro de Andrade Filho e Maria Flauzina de Andrade, nasceu em Barbacena, Minas Gerais, em 02 de julho de 1972.

Em 1997 graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em março de 1998, iniciou seus estudos no Programa de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se a defesa de tese em agosto de 2001.

ÍNDICE

RESUMO	viii
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Plantas matrizes e condições de cultivo	15
3.1.1. Variedades estudadas	15
3.1.2. Tratos culturais	15
3.1.3. Pré-condicionamento das plantas matrizes	17
3.2. Caracterizações das estacas e do processo de plantio	20
3.2.1. Tipo de estaca	20
3.2.2. Idade das estacas	21
3.2.3. Horário, modo de coleta e manuseio das estacas	21
3.3. Preparo das soluções de ácido indolbutírico e tratamento das estacas	21
3.4. Recipiente, substrato e ambiente para enraizamento	24
3.5. Delineamento e análise estatística	25
3.6. Características avaliadas	26
3.6.1. Experimento 1	27
3.6.1.1. Número de raízes	27
3.6.1.2. Comprimento da maior raiz	27

3.6.1.3. Número de folhas remanescentes na estaca	27
3.6.1.4. Calejamento	27
3.6.1.5. Necrosamento.....	28
3.6.1.6. Porcentagem de sobrevivência de estacas.....	28
3.6.2. Experimento 2.....	28
3.6.2.1. Número de raízes	29
3.6.2.2. Comprimento da maior raiz	29
3.6.2.3. Maior diâmetro basal de raízes	29
3.6.2.4. Número de folhas remanescentes na estaca	29
3.6.2.5. Porcentagem de sobrevivência de estacas.....	29
3.6.2.6. Porcentagem de enraizamento	29
3.6.2.7. Peso da matéria fresca e seca de raízes.....	30
3.6.2.8. Porcentagem de calejamento.....	30
3.6.2.9. Porcentagem de folhas remanescentes na estaca	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
4.1. Experimento 1.....	31
4.1.1. Soluções de Ácido Indolbutírico – AIB.....	32
4.1.2. Variedades	43
4.1.2.1. ‘Paluma’	45
4.1.2.2. ‘Pedro-sato’	46
4.1.2.3. ‘Ogawa-vermelha’	47
4.1.3. Tipos de estacas	48
4.1.4. Interação entre variedade e tipo de estaca para a característica número de folhas remanescentes.....	52
4.2. Experimento 2.....	53
4.2.1. Concentrações de Ácido Indolbutírico – AIB.....	54
4.2.2. Variedades	61
4.2.3. Tipos de estacas	64
4.2.4. Interação entre tipos de estacas e variedades de goiabeira, para as características número de raízes (NR), porcentagem de estacas com folhas remanescentes (%FR), porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob) e porcentagem de estacas com calo (% Cal).....	66

4.2.5. Interação entre variedades de goiabeira e concentrações de AIB, para a característica número de raízes.....	68
5. CONCLUSÕES	75
5.1. Experimento 1.....	75
5.2. Experimento 2.....	76
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

RESUMO

ANDRADE, André Luís de. M.S., Universidade Federal de Viçosa, agosto de 2001. Enraizamento adventício de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em função da variedade, condições de luz das plantas matrizes e tratamento das estacas com ácido indolbutírico. **Orientador: Gilberto Bernardo de Freitas. Conselheiros: José Maria Moreira Dias e José Ivo Ribeiro Júnior.**

Diferentes variedades de goiabeira foram estudadas quanto a capacidade de formar raízes em estacas herbáceas de ramos caulinares, quando estas são provenientes de plantas matrizes submetidas ou não a sombreamento e tratadas ou não com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB). Para isto foram realizados dois experimentos, no delineamento estatístico de blocos ao acaso, num arranjo fatorial 6 x 3 x 2, com três repetições. O primeiro fator foi composto de seis soluções, sendo uma solução de apenas água e cinco soluções com 0, 500, 1000, 2000 e 4000 mg.L⁻¹ de AIB. O segundo fator foi composto por três variedades de goiabeira ('Paluma', 'Pedro-sato' e 'Ogawa-vermelha') e o terceiro fator, com dois tipos de estacas (estacas retiradas de plantas matrizes expostas a radiação natural ou submetidas a 50%

desta radiação) num total de 36 tratamentos. A unidade experimental foi constituída por nove estacas.

No experimento 1 foram avaliados o número de raízes, o comprimento da maior raiz, formação de calo, formação de necrose na base da estaca e sobrevivência de estacas, aos 35, 52 e 70 dias após plantio, utilizando-se duas estacas ao acaso dentro da unidade experimental. Neste experimento, o efeito do aumento da concentração de AIB sobre o número de raízes e o comprimento da maior raiz só ocorreu aos 52 e 70 dias, sendo as concentrações de 2000 e 4000 mg.L⁻¹ as que apresentaram melhor resultado. As variedades apresentaram comportamento diferenciado, sendo que a variedade 'Paluma' apresentou número de raízes e comprimento da maior raiz superiores. A variedade 'Pedro-sato' apresentou maior mortalidade de estacas aos 70 dias. Estacas provenientes de plantas matrizes sombreadas, apresentaram maior número de raízes aos 52 e 70 dias após plantio, sendo que as demais características não foram afetadas por este fator.

No experimento 2 foram avaliados o número de raízes, o comprimento da maior raiz, o maior diâmetro basal de raízes, a porcentagem de sobrevivência de estacas, a porcentagem de enraizamento, o peso fresco e seco de raízes, a porcentagem de calejamento e a porcentagem de folhas remanescentes na estaca, aos 90 dias após plantio. A porcentagem de enraizamento e o peso fresco e seco de raízes foram influenciados pelas concentrações de AIB, sendo a concentração de 2000 mg.L⁻¹ a que apresentou melhor desempenho. O maior diâmetro basal de raízes e o número de folhas remanescentes na estaca não foram influenciados pelas concentrações de AIB. As concentrações acima de 486,13 mg.L⁻¹ de AIB proporcionaram, em média, os mesmos comprimentos da maior raiz. A variedade 'Paluma' foi a que apresentou um melhor enraizamento de estacas, seguida pela variedade 'Ogawa-vermelha'. A variedade 'Pedro-sato' foi a que apresentou os piores índices de enraizamento, com apenas 38,7% de estacas enraizadas e peso fresco e seco de raízes também inferiores. Neste experimento não houve diferença entre os tipos de estacas,

entretanto o desdobramento da interação tipos de estacas e variedades demonstrou maior número de raízes em estacas provenientes de plantas matrizes cultivadas a pleno sol e da variedade 'Paluma'. O número de raízes obtido por esta variedade com estacas provenientes de plantas matrizes sombreadas foi superior aos melhores resultados obtidos pelas outras duas variedades, independentemente do tipo de estaca. No desdobramento da interação variedade e concentração de AIB, para características número de raízes, a concentração de 500 mg.L⁻¹ apresentou resultado semelhante aos obtidos com as concentrações de 1000, 2000 e 4000 mg.L⁻¹ em estacas da variedade 'Paluma'. Para as variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato' a concentração de 4000 mg.L⁻¹ foi a que proporcionou maior número de raízes por estaca.

ABSTRACT

ANDRADE, André Luís de. M. S., Universidade Federal de Viçosa, August, 2001. Rooting adventitious from herbaceous cuttings of guava tree (*Psidium guajava* L.) in function of variety, light conditions of stock plants and treatment of cuttings with indolbutiric acid. **Adviser: Gilberto Bernardo de Freitas. Committee Members: José Maria Moreira Dias and José Ivo Ribeiro Júnior.**

Different varieties of guava tree were studied as for to their capacity to form roots in herbaceous cuttings of caulis branches when they proceed from stock plants submitted or not to the shading process and treated or not with different concentrations of indolbutiric acid (IBA). For this, two experiments were made, in the statistical delineation of blocks by chance, in a factorial arrangement 6 x 3 x 2, with three repetitions. The first factor was composed of six solutions, one solution with just water and five solutions with 0, 500, 1000, 2000 and 4000 mg.L⁻¹ of AIB. The second factor was composed of three different varieties of guava tree ('Paluma', 'Pedro-sato' and 'Ogawa-vermelha') and the third factor with two types of cuttings (cuttings taken from stock plants exposed to the natural radiation or submitted at 50% of this

radiation) in a total of 36 treatments. The experimental unit was constituted of nine cuttings .

In the experiment 1 it was evaluated the numbers of roots, the length of the largest root, callus formation, necrosis formation in the base of the cuttings and survival of the cuttings in 35, 52, and 70 days after plantation, using two cuttings by chance inside the experimental unit. In this experiment, the effect of the increase of the concentration of AIB on the number of roots and the length of the largest root only happened in 52 and 70 days with the concentrations of 2000 and 4000 mg.L⁻¹ presenting the best result. The varieties presented differentiated behavior with the variety 'Paluma' presenting a superior number of roots and length of the largest root. The variety 'Pedro-sato' presented larger mortality of cuttings within 70 days. Cuttings proceeded from stock plants submitted to the shading process presented a larger number of roots within 52 and 70 days after plantation. The other characteristics were not affected by this factor.

In the experiment 2 it was evaluated the number of roots, the length of the larger root, the largest basal diameter of roots, the percentage of survival of cuttings, the percentage of rooting, the fresh and dry weight of roots, the percentage of callosity and the percentage of remaining leaves in the cuttings within 90 days after plantation. The rooting percentage and the fresh and dry weight of roots were influenced by the concentrations of AIB; the concentration of 2000 mg.L⁻¹ presented the best performance. The largest basal diameter of roots and the number of remaining leaves in the cuttings were not influenced by the concentration of AIB. The concentrations above 486,13 mg.L⁻¹ of AIB provided, on the average, the same lengths of the largest root. The variety 'Paluma' presented the best rooting of cuttings, followed by the variety 'Ogawa-vermelha'. The variety 'Pedro-sato' presented the worst rooting indexes, with only 38,7% rooted of cuttings and inferior fresh and dry weight of roots. In this experiment there was no difference among the types of cuttings; however, the unfolding of the interaction types of cuttings and varieties demonstrated a larger

number of roots in cuttings proceeded from stock plants cultivated at full sun and the variety 'Paluma'. The number of roots obtained by this variety with cuttings proceeded from stock plants shading was superior in relation to the best results obtained by the other two varieties, independent of the type of the cuttings. In the unfolding of the interaction variety and concentration of AIB, for characteristics numbers of roots, the concentration of 500 mg.L⁻¹ presented similar result to the ones obtained with the concentrations of 1000, 2000 and 4000 mg.L⁻¹ in cuttings from 'Paluma' variety. For 'Ogawa-vermelha' and 'Pedro-sato' varieties the concentration of 4000 mg.L⁻¹ was the one that provided the largest number of roots per cuttings.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo comercial da goiabeira (*Psidium guajava* L.) encontra-se hoje disseminado por praticamente todo o território nacional, com grande importância econômica e social para estados e municípios, apesar de São Paulo e Pernambuco responderem por 80% da produção nacional (Anuário Estatístico do Brasil, 1999). No Estado de Minas Gerais, a área colhida apresentou aumento de 800% no período de 1988 a 1996, passando de 68 para 607 hectares (AGRIANUAL, 2000). Este incremento em área e conseqüentemente em produção, se deve ao fato da goiaba ser uma fruta com boa aceitação para consumo ao natural, bem como para produção de polpas, purês, doces e refrescos (MARTIN, 1988), apesar do consumo no Brasil ainda ser de apenas 0,3 kg por pessoa por ano (AGRIANUAL, 2000).

Com a expansão da cultura, a demanda por mudas de qualidade aumentou significativamente, fazendo com que muitos viveiristas começassem a produzir mudas em maior escala, utilizando algumas vezes técnicas de propagação inadequadas, como a propagação seminífera, que não garante qualidade à muda produzida. Trabalhos pioneiros de SRIVASTAVA (1961), PENNOCK e MALDONADO (1963) já demonstravam o potencial e a importância da propagação da goiabeira através do processo de enraizamento de estacas caulinares, bem como o efeito positivo da aplicação exógena de auxinas a extremidade proximal destas.

No Brasil, a utilização de plantas enxertadas vem atendendo às necessidades dos produtores, possibilitando a formação de pomares uniformes e competitivos comercialmente (GONZAGA NETO, 1982), porém, o tempo gasto para produzir as mudas é relativamente longo (14 a 18 meses). A utilização de mudas obtidas pelo processo de enraizamento de estacas caulinares herbáceas, que também possibilita a obtenção de mudas uniformes, num período menor de tempo

(PEREIRA et al., 1983), vem se destacando para algumas variedades comerciais. Isto tem permitido uma redução significativa nos custos de produção das mudas. Neste sentido, o uso de práticas culturais que reduzam ainda mais o espaço de tempo para a formação de mudas de goiabeira, possibilitará melhores retornos econômicos para quem as produz.

Dentre os fatores responsáveis pelo êxito da propagação vegetativa da goiabeira, o manejo das condições de luz sobre as plantas matrizes tem se mostrado uma prática capaz de melhorar o processo de enraizamento (MITRA e BOSE, 1996; SINGH e JAIN, 1996).

Em outros gêneros e espécies, de diferentes famílias, como *Acer palmatum* (BEHRENS, 1988), *Ligustium obtusifolium* (KNOX e HAMILTON, 1982), a cobertura das plantas matrizes para redução da luz incidente, melhorou o enraizamento marcadamente. VOLTOLINI e FACHINELLO (1997), trabalhando com estacas provenientes de plantas matrizes de araçá amarelo (*Psidium cattleyanum* S.), submetidas a distintos níveis de sombreamento e tratadas com 200 mg.L⁻¹ de ácido indolbutírico (AIB), concluíram que o potencial de enraizamento de estacas retiradas de plantas submetidas a 70% de sombreamento (80,3% de enraizamento), foi superior ao de estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas a pleno-sol (20% de enraizamento). Por outro lado, a aplicação exógena de auxina foi efetiva em estacas de plantas matrizes cultivadas a pleno-sol e reduziu o enraizamento em estacas de plantas matrizes submetidas a 70% de cobertura, atribuindo este resultado à atividade de um complexo enzimático denominado AIA-oxidase. Tais resultados indicam que práticas como a poda de rejuvenescimento e o uso de auxinas, associadas ou não a proteção das plantas matrizes contra a radiação solar, apresentam-se como opções para melhorar o processo de enraizamento, podendo ser adotadas pelos viveiristas, por serem práticas simples e de baixo custo.

Atualmente, os produtores de mudas de goiabeira estão alcançando aproximadamente 60% de enraizamento de estacas, sem a utilização de reguladores de crescimento, quando as estacas são

extraídas e plantadas no período primavera-verão, (PEREIRA e NACHTIGAL, 1997). Entretanto, o desempenho das diferentes variedades quanto aos índices de enraizamento é pouco relatado.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo o estudo do processo de enraizamento adventício de estacas herbáceas de três variedades comerciais de goiabeira ('Ogawa vermelha', 'Pedro-sato' e 'Paluma'), obtidas de plantas matrizes submetidas a diferentes condições de luz. Estudou-se também a influência de soluções com diferentes concentrações de ácido indolbutírico (AIB), no enraizamento das estacas.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A propagação de plantas através de estacas caulinares, baseia-se na competência do tecido em regenerar-se para formar raízes. Por sua vez, a formação de raízes adventícias depende de condições naturais ou induzidas da planta matriz, como status hídrico, temperatura e umidade relativa local, luz (irradiância, qualidade e fotoperíodo), CO₂, nutrição, poda e acúmulo de reservas (MOE, 1988; HARTMANN et al., 1997). Da mesma forma, o tratamento dado às estacas após a sua retirada da planta matriz, a época do ano e as condições ambientais em que o plantio das estacas é realizado, afetam diretamente o processo de enraizamento (COUVILLON, 1988; REDDY e SINGH, 1988; HAFEEZ et al. 1991).

O enraizamento adventício é um processo de desenvolvimento organizado, envolvendo distintos eventos fisiológicos e histológicos na indução, iniciação, desenvolvimento e alongação do primórdio radicular (DAVIS e HARTMANN, 1988). Segundo HANSEN (1987), a formação de raízes em estacas é influenciada pela condição de luz a que está submetida a planta matriz, sendo que a redução da luz incidente sobre as brotações, antes da propagação, estimula a formação de raízes em estacas de várias espécies lenhosas. Porém, suficiente quantidade e qualidade espectral de luz são necessárias para manter um nível endógeno mínimo de auxinas, enquanto que altos níveis de luz podem causar sua fotodestruição e efeitos adversos sobre as relações hídricas das plantas (DAVIS et al., 1986; LARCHER, 1986; TAZ e ZEIGER, 1991).

STROMQUIST e HANSEN (1980), utilizando estacas de hipocótilo de plântulas de *Pinus silvestris*, crescidas em condições controladas (20°C, UR=80%, fotoperíodo de 17h) e sob dois níveis de irradiância (8 e 40 W.m⁻² na faixa de 400 a 715 nm), obtiveram sempre maior velocidade e porcentagem de enraizamento em estacas de plântulas desenvolvidas a 8 W.m⁻² (redução de 15 dias no período de

enraizamento e 96% de enraizamento.) Concluíram também, que os níveis de luz durante o período de enraizamento das estacas, tiveram pouca influência sobre as características avaliadas. Já CHRISTENSEN et al. (1980) verificaram que em porta-enxertos de macieira (*Malus domestica*, Borkn), a irradiância sobre as plantas matrizes (8 a 56 W.m⁻²) não influenciou o enraizamento de estacas na ausência de aplicação exógena de auxinas. Quando as estacas foram tratadas com auxina, o enraizamento foi estimulado somente quando as plantas matrizes foram desenvolvidas a 8 W.m⁻². MAYNARD e BASSUK (1992) trabalhando com plantas matrizes de *Carpinus betulus* L., desenvolvidas sob 0, 50, 75 e 95% de cobertura, a fim de reduzir a radiação natural, coletaram e trataram com ácido indolbutírico, estacas de brotações com 25 e 60 dias de idade. Obtiveram aumento na porcentagem de enraizamento (11 a 98% de enraizamento) com o incremento em cobertura sobre as plantas matrizes, (0 a 95% de cobertura respectivamente), em estacas colhidas aos 25 dias. O número de raízes por estaca aos 30 dias após plantio, variou de 2 a 4, com o valor máximo obtido com 75% de cobertura das plantas matrizes. Concluíram por fim, que apesar das estacas retiradas aos 60 dias apresentarem menor resposta aos efeitos dos níveis de cobertura, do que aquelas retiradas aos 25 dias, a redução da luminosidade sobre as plantas matrizes pode aumentar o período de propagação por estacas, por aumentar as respostas ao enraizamento e a sensibilidade das estacas a aplicação exógena de auxina.

WANG e ANDERSEN (1989), estudando o efeito da idade, variedade, irradiância sobre as plantas matrizes e AIB, no enraizamento de estacas de *Hibiscus rosa-sinensis*, obtiveram maior desenvolvimento de plantas matrizes cultivadas sob maior irradiância, obtendo estacas com maior área foliar, maior matéria fresca e seca e maior comprimento de internódio, resultando em maior porcentagem de enraizamento (80 a 100%) e número de raízes (3 a 8). Atribuíram esta relação positiva, ao fato das plantas desenvolvidas sob maior irradiância terem produzido e armazenado maior conteúdo de carboidratos. Estes autores também

encontraram diferentes respostas, quanto ao número de raízes formadas, em função das variedades utilizadas ('Holiday', 'Red-rosa sinensis' e 'Casablanca') e interação entre o aumento de irradiância sobre as plantas matrizes e as concentrações de AIB utilizadas (0, 2000 e 4000 mg.L⁻¹), quanto a porcentagem de enraizamento e número de raízes formadas. Concluíram, que a variedade que obteve melhor resposta à aplicação de AIB ('Casablanca'), apresentava baixo nível endógeno de auxina, enquanto que a variedade que foi pouco estimulada pelo AIB ('Red rosa-sinensis'), apresentava carência de fatores de indução de raízes, como por exemplo carboidratos. Para a interação auxina x irradiância, estes autores obtiveram melhor formação de raízes com estacas retiradas de plantas cultivadas sob maior irradiância. Anteriormente, DAVIS e POTTER (1981) e VEIERSKOV e ANDERSEN (1982), já haviam verificado que a expressão na formação de raízes, induzida pela auxina, parecia depender do conteúdo de fotoassimilados presentes nas estacas, sendo esses extremamente influenciados pela irradiância.

HANSEN et al. (1978) relatam que diferentes respostas no enraizamento, em diferentes espécies, são possivelmente explicados por interações entre auxinas e carboidratos. Segundo estes autores, a capacidade de incrementar matéria seca (produção assimilada), a capacidade de produzir auxinas e a translocação destes dois fatores de enraizamento, são influenciados pela irradiância e vão determinar o balanço entre carboidratos e auxinas, estabelecendo o potencial de enraizamento da estaca.

Segundo MOE (1988), quando vários fatores ambientais de desenvolvimento (luz, temperatura, água, CO₂ e nutrição) são tratados separadamente, as condições ótimas para um fator, não são sempre ótimas para um ou outro fator, que possivelmente foi alterado, sendo este o maior problema em pesquisas que envolvem condições ambientais sobre plantas matrizes.

SIERRALTA et al. (1997), estudando o manejo de plantas matrizes de goiaba (*Psidium guajava* L.) quanto à exposição a luz solar e sobrevivência de explantes cultivados *in vitro*, obtiveram 44% de

sobrevivência de explantes do tipo apical, em plantas protegidas, enquanto em plantas a pleno sol, o mesmo tipo de explante apresentou 10% de sobrevivência. Concluíram também, que a proteção das plantas matrizes contra radiação solar direta, resultou em redução do conteúdo de fenóis, expressos em ácido tânico, pré-existentes nos explantes (10,69 mg/100g de matéria seca nas protegidas e 16,16 mg/100g de matéria seca nas plantas expostas).

Estudos envolvendo o pré-condicionamento de plantas matrizes de goiabeira, têm utilizado técnicas como a aplicação de reguladores de crescimento (Etephon) antes da retirada das estacas (DHUA et al., 1982; MITRA e BOSE, 1996; MARCO et al., 1998), ou a exclusão total de luz em ramos ou parte de ramos, forçando o estiolamento destas partes da planta, para favorecer e melhorar o processo de enraizamento através da estaquia (MITRA e BOSE, 1996) ou alporquia (PATEL et al., 1996; SINGH e JAIN, 1996).

A utilização de reguladores de crescimento no tratamento de estacas ou aplicados às próprias plantas matrizes, é bem difundido, sendo que as concentrações ótimas e o uso individual ou combinado destas substâncias variam bastante.

MUKHTAR et al.(1998) testando o tratamento da base de estacas herbáceas de goiabeira com paclobutrazol por 24 horas, ácido naftlenoacético (ANA) por 10 segundos e ácido indolbutírico em mistura com talco, obteve máximo enraizamento (93%) com a aplicação de AIB a 4000 mg.L⁻¹. Concluiu que a resposta à aplicação de ANA foi ruim e que a porcentagem de enraizamento com paclobutrazol aumentou com o aumento da concentração utilizada. TAVARES et al(1995) utilizando soluções concentradas de ácido indolbutírico (0, 4.000, 5.000, 6.000 e 7.000 mg.L⁻¹) observou aumento do número de estacas de goiabeira enraizadas, com o aumento da concentração de AIB. GONZALEZ e SCHMIDT (1992) obtiveram 25% de enraizamento em estacas herbáceas de goiabeira cultivar Kumagai, com a concentração de 1.000 mg.L⁻¹ de AIB, enquanto estacas não tratadas com auxina tiveram apenas 3,37% de enraizamento. Neste mesmo trabalho a utilização do ácido

naftalenoacético (5 a 10%) foi menos efetiva na rizogênese do que a aplicação de AIB.

SINGH e JAIN (1996) trabalhando com alporquia em ramos estiolados ou não de goiabeiras da variedade Allahadad Safeda, obtiveram 78,75% de enraizamento e 75% de sobrevivência, utilizando 6.000 mg.L⁻¹ de AIB nos ramos estiolados. PEREIRA et al. (1983), utilizando ácido naftalenoacético como indutor da rizogênese, em diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira cultivar J-3, obtiveram 70,22% de enraizamento com a concentração de 2.000 mg.L⁻¹.

CHANDRA e GOVIND (1991), trabalhando com a propagação da variedade de goiaba Allahadad Safeda pelo método da alporquia, tratando os ramos com sacarose (5 a 10%) com ou sem leite de coco, AIB (1.000 a 4.000 mg.L⁻¹) e 4.000 mg.L⁻¹ de AIB + 4.000 mg.L⁻¹ de AIA, obtiveram os melhores resultados para o número de raízes primárias e secundárias, e diâmetro de raízes, com o tratamento combinando AIB+AIA.

MARCO et al. (1998) associando aplicações de Ethefon à plantas matrizes de goiabeira, com doses de zero, 1.000, 2.000, 3.000 e 4.000 mg.L⁻¹ de AIB, aplicado na base das estacas, obtiveram porcentagem máxima de enraizamento (28,02%), para o fator AIB, com a concentração de 3.068 mg.L⁻¹. A concentração de 3.125 mg.L⁻¹ foi a que permitiu o maior número de raízes por estaca (2,91).

As formas de aplicação dos reguladores de crescimento às estacas, podem ser realizadas através da embebição da sua base em solução de água e/ou outros solventes, bem como através de talcos onde são colocados os hormônios ou pela mistura com sais potássicos solúveis em água (HARTMANN et al., 1997). Estes mesmos autores citam a utilização de sprais na folhagem e base das estacas, bem como a imersão total das estacas na solução, como métodos alternativos na aplicação de reguladores de crescimento. Também tem sido utilizada a veiculação de hormônios através de Lanolina, como nos trabalhos de SAROJ e PATHAK (1995) e SINGH e JAIN (1996).

Devido a baixa solubilidade das auxinas em água, a utilização de compostos complexantes como o alfa-ciclodextrin, que aumentam a eficiência dos hormônios, tem sido satisfatória (MANCUSO et al., 1997).

O tempo de imersão da base das estacas depende da concentração das soluções utilizadas. Soluções diluídas (0 a 500 mg.L⁻¹) necessitam ficar em contato com a base das estacas por horas, enquanto nas soluções concentradas (> 500 mg.L⁻¹), o contato com a base das estacas deve ser de segundos (COUVILLON, 1988). Cooper (1944) citado por ANTUNES et al. (1996), comparou o uso do ácido indolbutírico, utilizando o método da imersão lenta (24 horas) e rápida (5 segundos), visando o enraizamento de três espécies lenhosas, observou que para enraizamento equivalente, o tratamento com imersão rápida requereu uma concentração de AIB 25 vezes maior que o método de imersão lenta.

A utilização de ácido indolbutírico para tratamento de estacas de outras espécies frutíferas, tem melhorado os índices de enraizamento. ANTUNES et al. (1996), trabalhando com estacas semi-lenhosas de pereira (*Pyrus calleryana*), obtiveram os melhores resultados com a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ pelo método de imersão rápida (45,82% de enraizamento) e 200 mg.L⁻¹ pelo método de imersão lenta (27,85% de enraizamento). ALVEZ et al. (1991), utilizando estacas semi-lenhosas de plantas adultas de acerola (*Malpighia glabra*) tratadas com zero, 600, 1.200, 1.800 e 2.400 mg.L⁻¹ de AIB, obtiveram melhor enraizamento (45%) com a concentração de 2.400 mg.L⁻¹, enquanto a testemunha com zero mg.L⁻¹ enraizou apenas 13,97%, demonstrando que a utilização do AIB foi bastante eficiente no enraizamento das estacas.

Diferentes espécies pertencentes à família Myrtaceae foram estudadas quanto ao enraizamento de estacas tratadas com ácido indolbutírico. SCARPARE FILHO et al. (1999) estudaram o enraizamento de estacas herbáceas de jabuticabeira 'Sabará' (*Myrciaria jabuticaba* (Vell) Berg.) originadas de brotações novas, de plantas matrizes submetidas a poda drástica (a 1 metro do solo), e tratadas com zero, 1000, 2000, 4000 e 8000 mg.L⁻¹ de AIB, concluíram que a

obtenção de material ontogeneticamente mais jovem não foi suficiente para formação de raízes, sendo que somente a associação das estacas com o regulador de crescimento (AIB) provocou o enraizamento (8,96% com 1000 mg.L⁻¹, 12,98% com 2000 mg.L⁻¹, 23,16% com 4000 mg.L⁻¹ e 37,98% com 8000 mg.L⁻¹). Já DUARTE et al. (1997) verificaram até 60% de enraizamento de *Myrciaria cauliflora*, utilizando AIB e não realizando poda drástica sobre as plantas matrizes antes da retirada das estacas.

COUTINHO et al. (1991), utilizando AIB em estacas semi-lenhosas de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.), guabiju (*Myrcianthes puncens* Berg.), cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata*), pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) e araçá amarelo (*Psidium cattianum* Sab.), verificaram que estacas de guabiju, cerejeira do mato e pitangueira não enraizaram mesmo quando tratadas. Já as estacas de goiabeira serrana e araçá amarelo apresentaram baixa porcentagem de enraizamento tanto sem tratamento (3,00 a 0,66% respectivamente) como com tratamento com AIB (6,33% com 5.000 mg.L⁻¹ a 2,66% com 1.000 mg.L⁻¹). NACHTIGAL et al. (1994) utilizaram 200, 300 e 400 mg.L⁻¹ de AIB, além do tratamento controle com água destilada, em estacas semi-lenhosas de araçá, obtendo maior percentual de enraizamento (69,6%) e maior peso de matéria seca de raízes (0,22 g/estaca) com a concentração de 200 mg.L⁻¹ desta auxina.

Sabe-se também que a coleta e o plantio de estacas durante períodos considerados ótimos, maximiza o processo de enraizamento e facilita a produção das mudas. Em condições climáticas ideais ou utilizando-se ambientes com temperatura e umidade controladas, o tipo de material propagativo a ser utilizado, torna-se um dos principais fatores limitantes do processo de enraizamento (HARTMANN et al., 1997). Os mesmos autores relatam, que em espécies caducifólias, estacas lenhosas podem ser coletadas durante o período de dormência para plantio imediato ou armazenamento. Já em espécies que apresentam várias estações de desenvolvimento durante o ano, a coleta

de estacas deve ser realizada em função dos fluxos de crescimento vegetativo das plantas matrizes.

DAVIES (1984), estudando o efeito da variação sazonal no enraizamento de estacas jovens ou maduras de ficus (*Ficus pumila*), sob condições do hemisfério norte, e tratadas ou não com ácido indolbutírico, verificou que as estacas juvenis quando não tratadas com este fitorregulador, apresentaram alta variação do processo de enraizamento em relação aos diferentes meses do ano (0% em janeiro a 60% em julho). Quando estas mesmas estacas (estacas jovens) foram tratadas com AIB, a variação no processo de enraizamento deixou de existir, passando a índices de 80 a 100% em todos os meses do ano. Já as estacas maduras, quando não tratadas com AIB, praticamente não apresentaram variações nos índices de enraizamento (0% de enraizamento de julho a fevereiro). Quando tratadas com AIB, além de aumentar os índices de enraizamento (chegando a 100% em julho), a influência das diferentes épocas de coleta de estacas foram bastante acentuadas (40% de enraizamento em janeiro, 20% em fevereiro e a partir de março variando de 58 a 98%). HAFEEZ et al. (1991), na Índia, trabalhando com estacas de goiabeira com folhas, tratadas com paclobutrazol, e plantadas em câmaras com 78 a 80% de umidade relativa, sob condições de luz natural, obtiveram os maiores comprimento de raiz e número de raízes por estaca, com estacas retiradas no início de julho e final de setembro. A melhor porcentagem de enraizamento (94%), foi obtida com estacas retiradas no início de agosto. Não houve resposta ao enraizamento quando estacas foram retiradas no fim de dezembro e início de março.

TAVARES et al. (1995), trabalhando com goiabeiras de polpa branca e polpa vermelha, utilizando estacas medianas a apicais com um par de folhas pela metade, retiradas nos meses de fevereiro, abril, julho e outubro, concluíram que as épocas de estaquia influenciaram significativamente a porcentagem de estacas enraizadas, com calo, brotadas e o peso de matéria seca das raízes. A melhor porcentagem de enraizamento (51,51%) ocorreu para estacas apicais retiradas em

fevereiro. Os autores atribuíram o melhor resultado desta época, às condições de temperatura adequadas e à qualidade dos ramos crescidos após a poda realizada no inverno. Para as variáveis brotações e porcentagem de enraizamento, as goiabeiras de polpa branca foram superiores apenas no mês de outubro.

BEZERRA et al. (1992), trabalhando com estacas herbáceas de aceroleira (*Malpighia glabra*), tratadas com AIB e ANA (0, 50 e 100 mg.L⁻¹), obtiveram maior percentual de enraizamento em estacas extraídas no mês de abril (87,3%) do que em estacas retiradas em fevereiro (47,5%).

PEREIRA e NACHTIGAL (1997) relatam que como o enraizamento de estacas de goiabeira é também dependente da fotossíntese, a melhor época para o plantio das estacas é aquela em que se tem maior incidência luminosa (primavera-verão) e temperaturas mais elevadas (18 a 32°C), dando maior eficiência nos processos fisiológicos que envolvem o enraizamento.

PEREIRA et al. (1983), trabalhando com diferentes tipos de estacas de goiabeira da cultivar J3, concluíram que as folhas foram de grande importância para a produção de fotoassimilados necessários ao processo de enraizamento. Entretanto, HARTMANN et al. (1997), citando o trabalho de Breen e Muraoka (1974), relatam que apesar da translocação de carboidratos das folhas ser importante para o desenvolvimento das raízes, o efeito maior das folhas e brotos é devido a um ou mais fatores diretos, como a produção de auxinas, pois estas translocam-se da porção distal para a porção proximal da estaca, parte esta onde os efeitos no enraizamento são observados. REUVENI e RAVIV (1981) obtiveram correlação entre a porcentagem de enraizamento e o número de folhas remanescentes em estacas de abacate (*Persea americana* MILL.), entretanto o conteúdo de carboidratos na folha e na base das estacas, antes do plantio, não foi associado com o potencial de enraizamento. O acúmulo de amido na base das estacas ocorreu durante o período de enraizamento (em condições de câmara de

nebulização) e esteve correlacionado com a capacidade de enraizamento. Concluíram que a retenção de folhas em estacas de abacateiro é essencial para o enraizamento, e que a porcentagem de enraizamento de diferentes clones esteve correlacionada com o número de folhas remanescentes na estaca. Relatam ainda, que a contribuição das folhas no processo de enraizamento pôde ser explicada através da manutenção da fotossíntese após o plantio das estacas, proporcionando o acúmulo de carboidratos na base das estacas. DAVIS e POTTER (1981) e WANG e ANDERSEN (1989) sugerem que o fluxo de fotoassimilados entre as folhas e a base de estacas caulinares, é um fator limitante para formação de raízes, sendo este fluxo estimulado pelo número de folhas.

Quanto as condições locais para o plantio de estacas, Mahlstedt e Haber (1966), citados por REDDY e SINGH (1988), defendem a manutenção da umidade relativa do ar constante em 90% durante o estágio inicial do enraizamento, abaixando para 75% com o início da formação de raízes, o que reduz as perdas de água por transpiração e dessecação, bem como eventual excesso de água. Ainda segundo REDDY e SINGH (1988), o controle das condições de umidade relativa (82 a 96%) durante as diferentes etapas do processo de enraizamento de estacas de ramos de goiabeira, possibilitou a obtenção de bom índice de enraizamento (87,50%), utilizando concentração de ácido indolbutírico (2.500 mg.L⁻¹), inferior às normalmente utilizadas por outros autores (4.000 a 8.000 mg.L⁻¹).

Também a manutenção da temperatura no ambiente de enraizamento na faixa de 18 a 25°C é importante para a rizogênese, pois afeta diretamente os processos fisiológicos. Segundo HARTMANN et al. (1997), a iniciação de raízes em estacas é impulsionada pela temperatura, mas o subsequente desenvolvimento da raiz é fortemente dependente da disponibilidade de carboidratos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Plantas matrizes e condições de cultivo

3.1.1. Variedades estudadas

Foram utilizadas estacas herbáceas de goiabeiras das variedades 'Paluma', 'Pedro-sato' e 'Ogawa-vermelha', cultivadas no Setor de Fruticultura da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, sendo cinco plantas matrizes de cada variedade, com quatro anos de idade, plantadas numa mesma área, no espaçamento de 5,0 x 5,0 metros.

As plantas matrizes das variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Paluma' foram originadas de mudas obtidas pelo método de enxertia. As plantas matrizes da variedade 'Pedro-sato' foram originadas de mudas obtidas pelo método de estaquia.

3.1.2. Tratos culturais

No início de outubro de 1999, as plantas matrizes foram submetidas a uma poda drástica, para obtenção de uma brotação uniforme e assim proporcionar estacas com aproximadamente a mesma idade. Esta poda consistiu em rebaixar as plantas a uma altura máxima de 2 metros, com posterior eliminação dos ramos com diâmetro basal inferior a 0,8 cm. Os ramos remanescentes foram então despontados (encurtados até o diâmetro de 0,8 cm) e a planta totalmente desfolhada manualmente.

Foram aplicados 80 litros de água por planta matriz a cada 2 dias, durante os trinta primeiros dias após a poda, com intuito de garantir um bom vigor e uniformidade de brotação. A partir deste período, foram aplicados 80 litros de água por planta matriz por

semana, caso não houvesse ocorrência de precipitação. A aplicação do volume de água às plantas se deu através de quatro latas perfuradas, com capacidade de 20 litros cada, ligeiramente enterradas na projeção da copa de cada planta e distribuídas uma em cada quadrante.

Com base nos resultados da análise de solo (Quadro 1) e no trabalho de NATALE et al.(1994), foi realizada uma única adubação nos primeiros dias do mês de novembro de 1999, com 50 g de N, 52 g de K₂O e 50 g de P₂O₅ por planta, buscando-se obter um desenvolvimento vigoroso das brotações e a formação de hastes com teores de nutrientes considerados adequados à cultura da goiabeira. Esta adubação foi realizada dividindo-se a quantidade total de adubo, nas 4 latas dispostas na projeção da copa de cada planta, realizando-se posteriormente o enchimento destas com água (irrigação). Utilizou-se sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio como fontes de N, P e K, respectivamente.

O controle de plantas daninhas na área de cultivo das plantas matrizes foi realizado através de capinas manuais. A sanidade das brotações foi assegurada através de duas pulverizações, empregando-se uma mistura de Bayfidan + Ethion na dose de 0,1% de cada produto comercial, sendo a primeira realizada 6 semanas após a poda e a segunda 7 semanas após a primeira pulverização.

Quadro 1 - Resultados da análise química de amostras de solo, retiradas do pomar nas regiões de projeção das copas e nas entre-linhas (maio/1999)

Local	Profundidade	pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ⁺²	Al ⁺³	H + Al
		H ₂ O		mg/dm ³			cmol/dm ³		
Proj. da	0 - 20	6,4	99,0	153	-	4,7	1,2	0,0	3,0
Copa	20 - 40	6,1	10,3	78	-	3,1	0,9	0,0	2,0

Entre Linha		40 - 60	5,9	5,4	35	-	2,4	0,9	0,0	2,0
		0 - 20	6,5	88,7	95	-	4,7	1,2	0,0	1,7
		20 - 40	6,1	6,9	28	-	3,0	0,8	0,0	1,3
		40 - 60	5,9	4,7	20	-	2,4	0,8	0,0	1,3

Local	Prof.	SB	CTC(t) cmol _c /dm ³	CTC (T)	V	m	ISNa	MO	P-rem	Zn	Fe	Mn	Cu	B	S
						%		dag/kg	mg.L ⁻¹			mg/dm ³			
Proj. Copa	0-20	6,29	6,29	9,29	67,7	0,0	-	-	-	7,66	65,5	63,2	7,84	-	-
	20-40	4,20	4,20	6,20	67,7	0,0	-	-	-	1,77	73,0	14,8	2,53	-	-
	40-60	3,39	3,39	5,39	62,9	0,0	-	-	-	0,83	67,4	4,8	1,44	-	-
Entre Linha	0-20	6,14	6,14	7,84	78,3	0,0	-	-	-	7,09	64,6	61,9	53,10	-	-
	20-40	3,87	3,87	5,17	74,9	0,0	-	-	-	2,56	104,6	13,6	2,12	-	-
	40-60	3,25	3,25	4,55	71,4	0,0	-	-	-	0,98	84,6	4,7	1,36	-	-

Fonte: Laboratório de Análise de Solos, DPS, UFV.

3.1.3. Pré-condicionamento das plantas matrizes

Duas plantas matrizes de cada variedade foram submetidas a ambientes com redução da luz natural. Para isto foram cobertas com uma tela do tipo sombrite com 50 meshes, previamente preparada e sustentada por uma armação de madeira e arame liso, de tal forma que as brotações se desenvolvessem sem tocar a cobertura. O preparo prévio da tela, consistiu em se aplicar uma camada uniforme de esmalte acrílico Coralit, de cor preta, na face externa da proteção, de forma a obter o sombreamento. As medições da irradiância no interior da estrutura de cobertura das plantas matrizes, e em laboratório, foram realizadas nos dias 18 e 30 de janeiro de 2000. Nas medições realizadas em condições de campo, os dias estavam parcialmente nublados, e as leituras foram tomadas na parte da manhã, entre 9 e 10 horas, utilizando luxímetro modelo Lux Meter LX-101, e medindo a irradiância no interior da estrutura de cobertura das plantas matrizes e fora dela, anotando-se os valores obtidos de três repetições. O valor médio de irradiância obtido na parte externa da estrutura de cobertura das plantas matrizes foi de 498,33 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$, e no interior desta mesma estrutura o valor médio de irradiância foi de 250,43 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$. Em

condições controladas, as medições foram realizadas na sala de cultivo do Laboratório de Cultura de Células e Tecidos Vegetais do Departamento de Fitotecnia, cuja irradiação era fornecida por tubos fluorescentes Osram. Utilizou-se para as medições o aparelho Light Meter modelo LI-250, sendo medido o nível de irradiância antes e depois da passagem da luz pela tela utilizada na cobertura das plantas. O valor médio de irradiância obtido em condições de laboratório e acima do sombrite foi de $84,30 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ e abaixo do sombrite o valor médio de irradiância obtido foi de $42,29 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$. Tanto as medições a nível de campo, como as medições em ambiente controlado, indicaram que a cobertura utilizada reduziu, em aproximadamente 50%, a irradiância incidente sobre as plantas matrizes.

As plantas matrizes foram cobertas no dia 30 de dezembro de 1999, ou seja, 11 semanas após a realização da poda, tendo as brotações, em geral, 20 cm de comprimento. As plantas permaneceram cobertas por 5 semanas, quando então foram retiradas as estacas para plantio (Figura 1).

Durante o período de pré-condicionamento das plantas matrizes, foram medidas as temperaturas máxima e mínima diárias no exterior da estrutura de proteção (Figura 2) e no interior da mesma (Figura 3).

As temperaturas durante o pré-condicionamento foram consideradas satisfatórias para o desenvolvimento normal das brotações, com a temperatura mínima não sendo inferior a 16°C , e a temperatura máxima não ultrapassando os 39°C em condições de pleno-sol e 37°C no interior da estrutura de cobertura.. A temperatura média durante o período foi de 26°C nos dois ambientes.

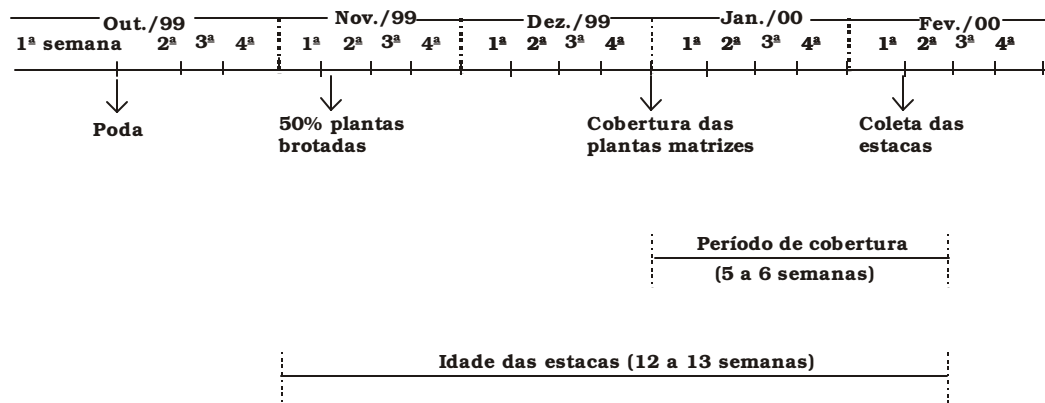


Figura 1 – Sequência, em semanas, das principais atividades durante o período de pré-condicionamento das plantas matrizes.

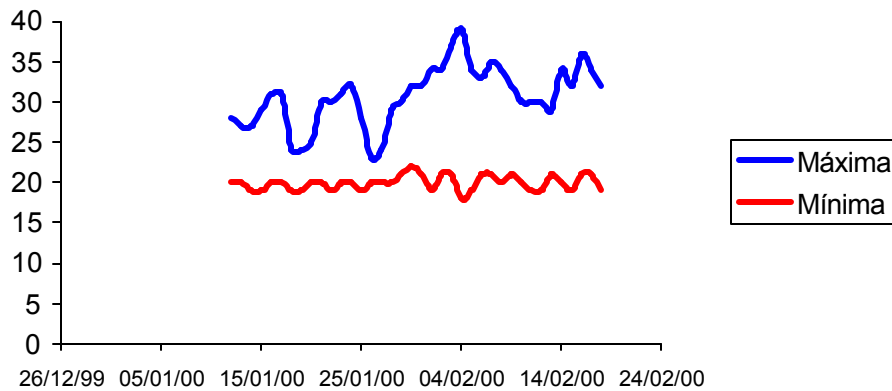


Figura 2 – Variação das temperaturas máxima e mínima diárias, no período de pré-condicionamento das plantas matrizes na parte externa da estrutura.

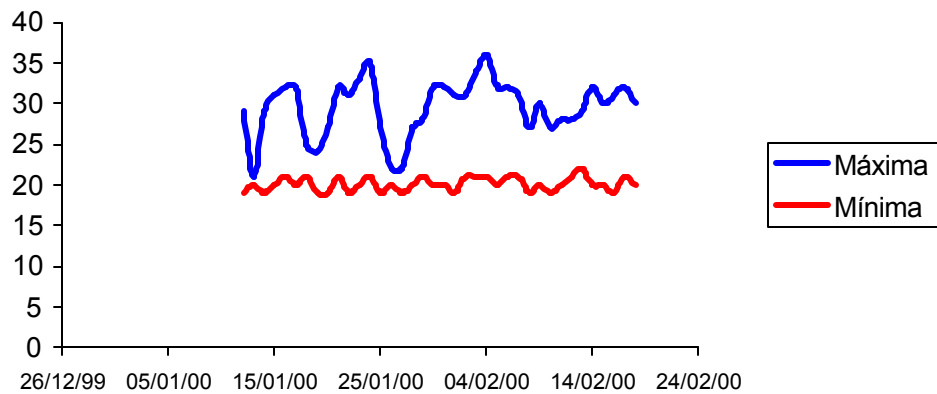


Figura 3 - Variação das temperaturas máxima e mínima diárias, no período de pré-condicionamento das plantas matrizes, na parte interna da estrutura.

3.2. Caracterização das estacas e do processo de plantio

3.2.1. Tipos de estacas

Foram utilizadas estacas herbáceas, que não apresentavam gemas axilares brotadas, nem sinais de lignificação, obtidas de plantas matrizes submetidas a iluminação natural plena ou cobertas com tela, conforme descrito anteriormente. As estacas apresentavam três nós, dois internódios e um par de folhas inteiras no nó superior.

3.2.2. Idade das estacas

A idade das estacas foi estimada, a partir do momento em que 50% das plantas de cada variedade apresentavam brotações com

aproximadamente 10 cm, (o que ocorreu um mês após a poda das plantas, na semana de 08/11/99, para as três variedades) até o momento que as estacas foram retiradas para tratamento e plantio (o que ocorreu na primeira semana de fevereiro do ano seguinte para o experimento 1 (7 e 8/02/00), e na segunda semana deste mesmo mês para o experimento 2 (14 e 15/02/00). Desta forma, as estacas utilizadas nos dois experimentos foram originadas de ramos caulinares que apresentavam de 12 a 13 semanas de idade (Figura 1).

3.2.3. Horário, modo de coleta e manuseio das estacas

As estacas foram coletadas pela manhã e acondicionadas em caixas de isopor de forma a evitar a desidratação dos tecidos vegetais, sendo devidamente separadas por variedade e tipo (sombreada ou pleno-sol). O corte provisório no extremo proximal das estacas foi feito 5 cm abaixo do nó, sendo realizado o corte definitivo momentos antes do tratamento deste extremo com as soluções auxínicas. No momento da coleta foram escolhidas hastes uniformes, porém ao acaso, em toda porção mediana da copa, retirando-se de 15 a 20 estacas por planta por vez, de forma a obter lotes de estacas em que as plantas matrizes tenham contribuído de forma igual (na mesma proporção) no número de estacas plantadas.

3.3. Preparo das soluções de ácido indolbutírico e tratamento das estacas

Ensaio prévios mostraram a necessidade de se preparar alíquotas de 200 mL para cada uma das distintas soluções de ácido indolbutírico (AIB), quantidade esta suficiente para tratar a base das estacas dos dois experimentos (1944 estacas). As seguintes concentrações de AIB foram utilizadas: 0, 500, 1000, 2000 e 4000. Para o preparo das soluções, nas

diferentes concentrações, partiu-se de uma solução mais concentrada (4000 mg.L^{-1}).

Utilizando-se a fórmula $C_1.V_1 = C_2.V_2$, tem-se que para obter 200 mL de uma solução de 2.000 mg.L^{-1} foram necessários 100 mL da solução de 4.000 mg.L^{-1} mais 100 mL da solução solvente (álcool etílico 99 GL + água destilada estéril a 50% v/v).

Para as soluções de 1.000 e 500 mg.L^{-1} de AIB, o procedimento foi o mesmo, ou seja, para obter 200 mL de uma solução com 1.000 mg.L^{-1} , foram necessários 50 mL da solução de 4.000 mg.L^{-1} de AIB + 150 mL da solução solvente, e para obter 200 mL de uma solução de 500 mg.L^{-1} de AIB foram necessários 25 mL da solução de 4.000 mg.L^{-1} de AIB + 175 mL da solução solvente. Desta forma, foram necessários 375 mL da solução de 4.000 mg.L^{-1} de AIB (200 mL para tratamento das estacas, 100 mL para preparo da solução de 2.000 mg.L^{-1} , 50 mL para preparo da solução de 1.000 mg.L^{-1} e 25 mL para preparo da solução de 500 mg.L^{-1}).

O volume de solvente total necessário foi de 1.000 mL (375 mL para preparo da solução 4.000 mg.L^{-1} , 100 mL para preparo da solução de 2.000 mg.L^{-1} , 150 mL para preparo da solução de 1.000 mg.L^{-1} , 175 mL para preparo da solução de 500 mg.L^{-1} e 200 mL para o tratamento de estacas). Como o álcool utilizado apresentava 99% de pureza, para a formulação da solução solvente foram misturados 495 mL de água destilada estéril + 505 mL de álcool.

Para o preparo da solução de 4.000 mg.L^{-1} de AIB, 1,5 g do produto P.A. contendo o ácido indolbutírico, foram previamente diluídas em um becker com pequeno volume (2 mL) de Na(OH) a 1,0 N, e posteriormente completando o volume com solvente para 375 mL.

Para o tratamento da base das estacas com as mencionadas soluções de AIB, foram sendo retiradas do interior das caixas de isopor, apenas três estacas por vez, as quais receberam um novo corte basal

(corte definitivo), logo abaixo do terceiro nó, e feita a imersão imediata de 3 a 4 cm de sua base na solução, por 5 segundos. Para tal, pequeno volume da solução foi colocado em um becker onde as estacas eram tratadas. Após serem retiradas da solução, as estacas foram colocadas na posição vertical em bandejas de plástico, com fundo coberto por papel toalha, de forma a escorrer o excesso da solução auxínica. Quando as nove estacas, que constituíam a unidade experimental de cada tratamento, tinham sido tratadas, eram agrupadas em feixes (9 estacas), identificadas e guardadas novamente dentro de caixas de isopor, de forma a evitar a desidratação das estacas e/ou a fotodegradação das auxinas aplicadas à base. Após terem sido tratadas todas as estacas para aquela concentração, o volume de solução restante no becker era descartado e as estacas levadas para as câmaras de nebulização onde foram plantadas. Após o plantio retornava-se à sala de preparo das estacas, e outra solução era colocada no becker e o tratamento reiniciado

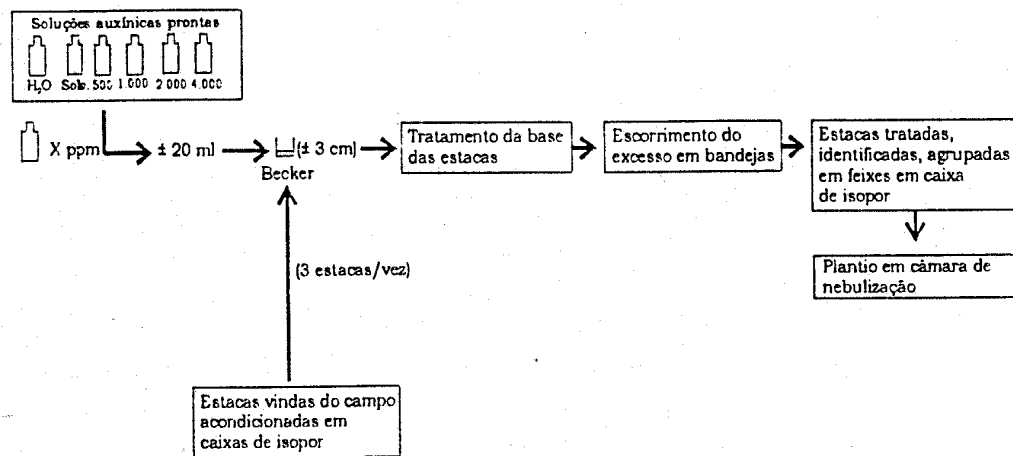


Figura 4 - Procedimentos no tratamento das estacas com e sem as soluções auxínicas.

3.4. Recipiente, substrato e ambiente de enraizamento

As estacas foram plantadas em tubetes de 13 cm de altura e 5,5 cm de diâmetro interno, colocados em bandejas (suporte) com 54 células. Em cada bandeja foram utilizadas 3 fileiras de 9 células, deixando-se uma fileira de tubetes livre entre as fileiras de tubetes plantados. O substrato utilizado foi vermiculita expandida, de granulometria média, previamente umedecida. No plantio, as estacas foram enterradas aproximadamente 2/3 de seu comprimento (acima do segundo nó). As bandejas contendo os tubetes com as estacas foram colocadas em 4 câmaras de nebulização construídas em alvenaria, medindo 5,5 m de comprimento e 1,2 m de largura. As câmaras apresentavam proteção lateral de telhas de fibra de vidro transparente, e cobertura de tela com 50% de redução da iluminação natural. Para promover um melhor controle de temperatura e umidade (precipitação) no ambiente de enraizamento, as câmaras foram cobertas com plástico transparente (espessura de 100 micras), sustentado por uma estrutura de madeira com altura de 3,2 m na cumieira e 2,0 m de altura nas laterais.

Foram registradas as temperaturas máxima e mínima diárias no interior das câmaras, durante todo o período de enraizamento (70 dias para o experimento 1 e 90 dias para o experimento 2) (Figura 5). As temperaturas durante este período foram consideradas satisfatórias para as fases de indução, diferenciação e desenvolvimento de raízes (média de 23°C), apresentando temperaturas mais elevadas no início do período de plantio, e temperaturas mais amenas e em declínio, no terço final deste mesmo período. As câmaras de nebulização foram reguladas para realizar uma nebulização de 15 segundos a cada 4 minutos, ao longo das quatro primeiras semanas após o plantio das estacas. A partir deste período, até o final do experimento, as câmaras foram reguladas para realizar uma nebulização de 5 segundos a cada 4 minutos. A redução do tempo de nebulização e, conseqüentemente, do volume de água aplicado sobre as estacas, foi realizada com intuito de evitar possível excesso de água no substrato, visto que a temperatura com o

decorrer do período de enraizamento, apresentou moderado declínio, reduzindo conseqüentemente a evaporação.

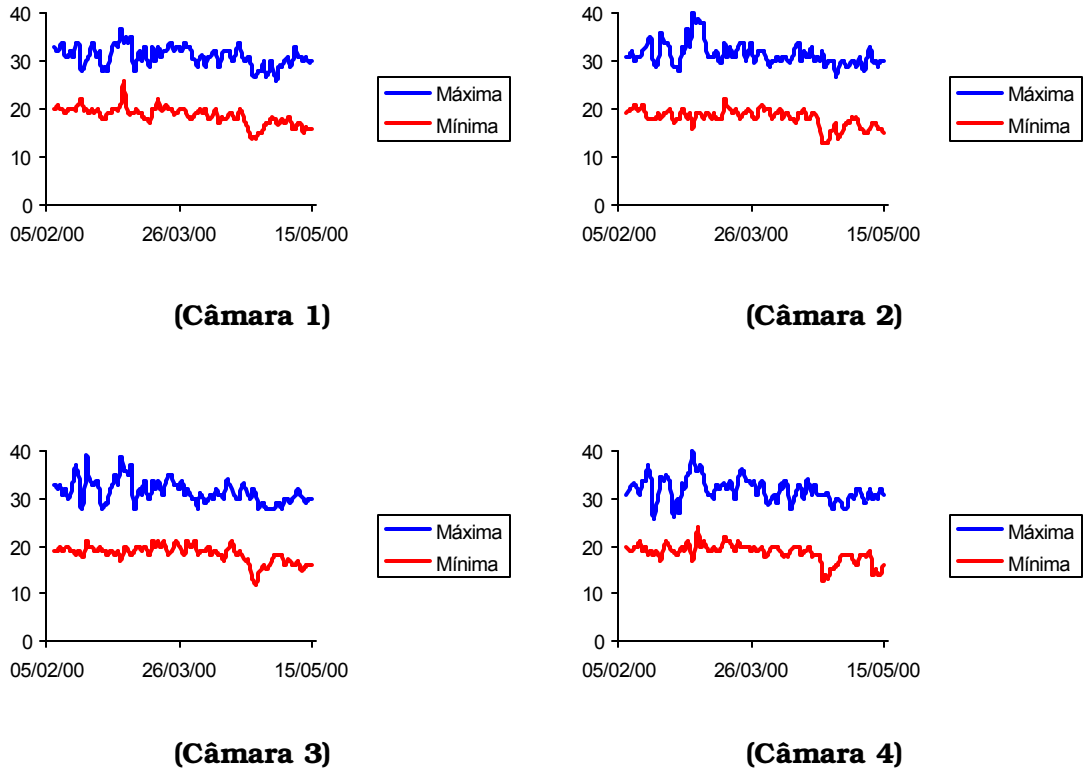


Figura 5 - Variação da temperatura no período de enraizamento das estacas.

3.5. Delineamento e análise estatística

Os experimentos foram constituídos de um esquema fatorial $6 \times 3 \times 2$, sendo o primeiro fator composto por seis soluções, incluindo uma solução com apenas água destilada estéril e cinco soluções, tendo como solvente nos cinco casos o álcool etílico a 50% v/v, sendo zero, 500, 1.000, 2.000 e 4.000 mg.L^{-1} de AIB. O segundo fator foi composto por três variedades de goiabeira e, o terceiro fator, por dois tipos de estacas (estacas de plantas expostas à radiação natural ou submetidas

a 50% de redução da radiação), perfazendo um total de 36 tratamentos. Os experimentos foram montados num delineamento em blocos casualizados com três repetições, sendo a unidade experimental constituída por nove estacas (uma fileira da bandeja). No total foram utilizadas 972 estacas e 36 bandejas de seis fileiras para cada experimento, deixando-se, como já descrito anteriormente, uma fileira de tubetes livre entre as fileiras plantadas.

Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância, ao nível de 1% de significância, a fim de verificar a existência de diferenças dos efeitos dos níveis de cada fator sobre as características avaliadas e das interações entre eles. Para o primeiro fator (soluções de AIB), foi realizado um estudo de regressão para as concentrações de AIB. Para o fator variedades, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e, para o fator tipo de estacas, as médias foram comparadas pelo teste F. As concentrações com álcool etílico a 50% tiveram suas médias comparadas com a solução contendo somente água, pelo teste de Dunnett.

3.6. Características avaliadas

O trabalho constou de dois experimentos similares. No experimento 1, foram avaliadas seis características (número de raízes, comprimento da maior raiz, número de folhas remanescentes na estaca, formação de calo, necrosamento na base da estaca e porcentagem de sobrevivência de estacas) aos 35, 52 e 70 dias de plantio. No experimento 2, foram avaliadas dez características (número de raízes, comprimento da maior raiz, maior diâmetro basal de raízes, número de folhas remanescentes na estaca, porcentagem de sobrevivência de estacas, porcentagem de enraizamento, peso de matéria fresca e seca de raízes, porcentagem de calejamento e porcentagem de estacas com folhas remanescentes).

3.6.1 Experimento 1

Para acompanhar o processo de formação de raízes nas estacas, aos 35, 52 e 70 dias após o plantio das mesmas, foram retiradas duas estacas aleatoriamente de cada unidade experimental. A característica porcentagem de sobrevivência de estacas foi avaliada levando-se em consideração todas as estacas da unidade experimental.

3.6.1.1. Número de raízes (NR)

Realizou-se a contagem do número de raízes presentes em cada uma das duas estacas avaliadas por unidade experimental, aos 35, 52 e 70 dias após o plantio das mesmas.

3.6.1.2. Comprimento da maior raiz (CMR)

Foi medido o comprimento da maior raiz das duas estacas avaliadas aos 35, 52 e 70 dias após o plantio. Utilizou-se uma régua milimetrada para fazer as medições.

3.6.1.3. Número de folhas remanescentes na estaca (NFR)

Foi determinado o número de folhas remanescentes (zero, uma ou duas), nas duas estacas avaliadas, em cada época de avaliação.

3.6.1.4. Calejamento (Cal)

Foi verificado na base das estacas a presença (1) ou ausência (0) de calo. Considerou-se como calo, o desenvolvimento relativamente desorganizado, de uma massa de células, formando uma protuberância na base da estaca.

3.6.1.5. Necrosamento (Necr)

Foi observado também a presença (1) ou não (zero) de necrosamento dos tecidos na base das estacas. Considerou-se como necrose, a formação de uma coloração marron escuro, em profundidade, no terço inferior das estacas. As estacas que não apresentavam este sintoma (necrose), possuíam coloração verde amarelada.

3.6.1.6. Porcentagem de sobrevivência de estacas (%Sob)

Foi determinada através da contagem do número de estacas vivas, em relação ao número total de estacas plantadas na unidade experimental, em cada época de avaliação.

3.6.2. Experimento 2

Neste experimento, as avaliações foram realizadas somente ao final do período de enraizamento, ou seja, aos 90 dias. Na avaliação das características número de raízes, comprimento da maior raiz, maior diâmetro basal de raiz, número de folhas remanescentes e peso de matéria fresca e seca de raízes, foram utilizadas as duas melhores estacas das nove estacas que compunham a unidade experimental. As características porcentagem de sobrevivência de estacas, porcentagem de estacas com folhas remanescentes, porcentagem de enraizamento e porcentagem de calejamento foram avaliadas levando-se em consideração todas as estacas da unidade experimental.

3.6.2.1. Número de raízes (NR)

Foi contado o número de raízes presentes em cada estaca.

3.6.2.2. Comprimento da maior raiz (CMR)

O comprimento da maior raiz foi determinado utilizando-se régua milimetrada.

3.6.2.3. Maior diâmetro basal de raízes (MDB)

A medição do maior diâmetro basal das raízes, foi realizada a aproximadamente 2mm abaixo da inserção da raiz na base da estaca, utilizando-se um paquímetro.

3.6.2.4 Número de folhas remanescentes na estaca (NFR)

Foi determinado o número de folhas remanescentes (zero, uma ou duas), nas estacas avaliadas.

3.6.2.5. Porcentagem de sobrevivência de estacas (%Sob)

Foi determinada através da contagem do número de estacas vivas em relação ao número total de estacas plantadas na unidade experimental.

3.6.2.6. Porcentagem de enraizamento (%Enr)

Foi determinada através da contagem do número de estacas enraizadas em relação ao número total de estacas plantadas na unidade experimental.

3.6.2.7. Peso da matéria fresca (PMF) e seca de raízes (PMS)

Foi determinado utilizando-se balança de precisão. A secagem do material (raízes) foi realizada em estufa de secagem com circulação de ar forçada, a 72°C, até atingir peso constante.

3.6.2.8. Porcentagem de calejamento (%Cal)

Foi determinada através da contagem do número de estacas com formação de calo não cicatricial na base, em relação ao número total de estacas plantadas na unidade experimental.

3.6.2.9. Porcentagem de folhas remanescentes na estaca (%FR)

Foi determinado o número de folhas remanescentes (zero, uma ou duas), em todas as estacas da unidade experimental.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1

Para as características avaliadas, com exceção do número de folhas remanescentes na estaca aos 35 dias, não ocorreram interações significativas ($P>0,01$) entre os fatores concentrações de ácido indolbutírico, variedades e tipos de estacas. Portanto, para aquelas características, foram realizadas comparações para cada fator separadamente.

Para o número de folhas remanescentes nas estacas aos 35 dias, houve interação entre os fatores variedades e tipos de estacas, ocorrendo respostas diferenciadas dos níveis de um fator em relação à variação dos níveis do outro fator. Foi então realizado um estudo desconsiderando os efeitos das soluções de AIB para as variedades dentro de cada tipo de estaca e para as estacas dentro de cada variedade. Apesar do número de folhas remanescentes nas estacas aos 52 e 70 dias, não apresentarem esta interação significativa, procedeu-se também as mesmas comparações.

4.1.1. Soluções de Ácido Indolbutírico – AIB

Como os efeitos das concentrações sobre as características avaliadas, foram os mesmos para as diferentes variedades e tipos de estacas, foi estimada apenas uma equação de regressão para cada característica em função das concentrações. Os resultados para as características avaliadas aos 35, 52 e 70 dias, em função das concentrações, encontram-se nos Quadros 2, 3 e 4, respectivamente.

A característica número de raízes, aos 35 após plantio das estacas, não foi influenciada pelas concentrações de AIB, demonstrando que o aumento da concentração de AIB nesta data, não influenciou a precocidade de formação de raízes. Aos 52 e 70 dias após plantio das estacas, as concentrações de AIB ajustaram-se a equações de regressão do tipo Response Plateau, demonstrando que o aumento da concentração de AIB na solução de tratamento das estacas, melhorou o número de raízes até determinada concentração (2446,48 mg.L⁻¹ e 2210,59 mg.L⁻¹ para 52 e 70 dias respectivamente), sendo que a partir destes valores o número de raízes por estaca não aumentou em função do aumento da concentração de AIB na solução (Fotos 1 e 2).



Foto 1 - Raízes formadas em estacas tratadas com 2000 mg.L⁻¹ de AIB aos 70 dias de plantio.



Foto 2 - Raízes formadas em estacas tratadas com 4000 mg.L⁻¹ de AIB aos 70 dias de plantio.

Com base na estimativa das equações de regressão, verificou-se a superioridade dos tratamentos que receberam AIB em relação aos que não receberam, concordando com os trabalhos de PEREIRA et al. (1991), DUTTA e MITRA (1991), GONZALEZ e SCHMIDT (1992), KERSTEN e IBÂNEZ (1993), TAVARES et al. (1995), PATEL et al. (1996), MARCO et al. (1998) e MUKHATAR et al. (1998), com diferentes variedades de goiabeira e métodos de propagação.

A formação de raízes foi influenciada positivamente pela concentração de AIB, em duas épocas de avaliação. Tal fato implica que para a característica número de raízes, foi possível obter aos 52 dias, utilizando-se 2000 mg.L⁻¹, aproximadamente o mesmo efeito de de 1000 mg.L⁻¹ aos 70 dias (9,82 e 7,09 raízes/estaca), respectivamente. Quando a base das estacas foi tratada somente com solvente, o número de raízes aos 35 dias foi de 0,55 raízes/estaca, passando para 0,72 raízes/estaca aos 52 dias e com ligeira melhora somente aos 70 dias (2,49 raízes/estaca), salientando a importância do AIB em promover a formação de um maior número de raízes em menor espaço de tempo.

Quadro 2 - Equações de regressões para as características número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), calejamento (Cal), número de folhas remanescentes (NFR), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência (% Sob), aos 35 dias após plantio das estacas

Característica	Equação de Regressão	R ² (%)
a		
NR	$\bar{Y} = 0,5583$	-
CMR	$\bar{Y} = 0,5142$	-
Cal.	$\hat{Y} = 0,448611 + 0,0000972222^{*}C$	86,75
NFR	$\bar{Y} = 1,7889$	-
Necr	$\hat{Y} = 0,280855 - 0,000249669^{*}C + 0,0000000696168^{*}C^2$	96,55
% Sob	$\bar{Y} = 94,3210$	-

**** Significativo pelo teste T a 1% de probabilidade.**

C= Concentração de AIB.

Quadro 3 - Equações de regressões para as características número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), calejamento (Cal), número de folhas remanestes (NFR), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência (% Sob), aos 52 dias após plantio das estacas

Característica	Equação de Regressão	R ² (%)
ca		
NR	$\hat{Y} = 0,6222 + 0,0046^{*}C$ para $(0 < C < 2446,48)$ e $\bar{Y} = 11,8333$ para $(2446,46 < C < 4000)$.	95,76
CMR	$\hat{Y} = 0,7222 + 0,0015^{*}C$ para $(0 < C < 2045,68)$ e $\bar{Y} = 3,7907$ para $(2045,68 < C < 4000)$.	91,73
Cal	$\bar{Y} = 0,6556$	-
NFR	$\bar{Y} = 1,6056$	-

Necr	$\bar{Y} = 0,5167$	-
% Sob	$\bar{Y} = 89,8766$	-

**** Significativo pelo teste T a 1% de probabilidade.**
C= Concentração de AIB.

Quadro 4 - Equações de regressão para as características número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), calejamento (Cal), número de folhas remanescentes (NFR), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência (%.Sob), aos 70 dias após plantio das estacas

Característica	Equação de Regressão	R ² (%)
a		
NR	$\hat{Y} = 2,4944 + 0,0046^{**}C$ para $(0 < C < 2210,5901)$ e $\bar{Y} = 12,6667$ para $(2210,5901 < C < 4000)$	97,69
CMR	$\hat{Y} = 2,6806 + 0,0064^{**}C$ para $(0 < C < 936,9564)$ e $\bar{Y} = 8,6667$ para $(936,9564 < C < 4000)$	99,11
Cal	$\bar{Y} = 0,8444$	-
NFR	$\bar{Y} = 1,7167$	-
Necr	$\bar{Y} = 0,7778$	-
% Sob	$\bar{Y} = 83,7004$	-

**** Significativo pelo teste T a 1% de probabilidade.**
C= Concentração de AIB.

As estacas tratadas com 500, 1.000 e 2.000 mg.L⁻¹ de AIB, apresentaram número de raízes variando entre 2,92 a 9,82 aos 52 dias e 4,79 a 11,69 aos 70 dias (Figura 6). Estes valores são superiores aos encontrados por MARCO et al. (1998), que obtiveram até 2,91 raízes por estaca aos 60 dias com 3.125 mg.L⁻¹ de AIB, e são inferiores aos resultados obtidos por BACARIN et al. (1994), com a variedade 'Paluma', que obtiveram em torno de 30 a 40 raízes por estaca aos 40 dias após o plantio, utilizando-se 200 mg.L⁻¹ de AIB. Vijay e Chauhan (1974),

citados por TAVARES et al. (1995) e KERSTEN e IBÂNEZ (1993), afirmam que as concentrações adequadas para o enraizamento de estacas de goiabeira estão na faixa entre 4000 e 8000 mg.L⁻¹ e 4000 e 5000 mg.L⁻¹ de AIB, respectivamente. Entretanto, sabe-se que além do uso de hormônios, fatores como carboidratos, tipos de estacas, presença de folhas e brotos na estaca, espécie ou cultivar, idade da planta matriz, época de coleta das estacas, umidade relativa e luz suplementar no leito de enraizamento, interferem na formação de raízes

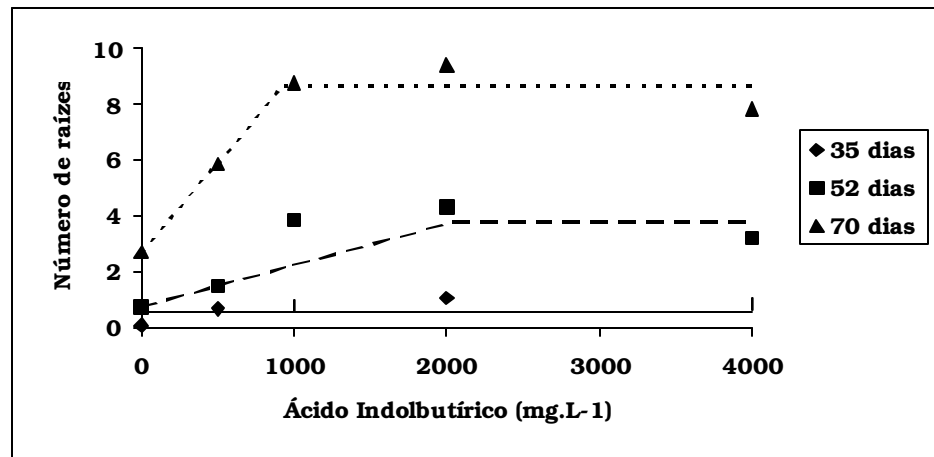


Figura 6 - Efeito da concentração de Ácido Indolbutírico sobre o número de raízes nas três datas de avaliação.

em estacas (HANSEN, 1987; COUVILLON, 1988; WANG e ANDERSEN, 1989; SHARMA e AIER, 1989; HAFFEZ et al., 1991; MITRA e BOSE, 1996; HARTMMAN et al. 1997).

A característica comprimento da maior raiz, não foi influenciada pelas concentrações de AIB, aos 35 dias após plantio, apresentando raízes com comprimento médio de 0,5142 cm. Aos 52 e 70 dias após plantio das estacas, as concentrações de AIB ajustaram-se a equações de regressão do tipo Response Platêau, demonstrando que o aumento

da concentração de AIB na solução de tratamento das estacas, incrementou o comprimento da maior raiz até determinada concentração (2045,68 mg.L⁻¹ e 936,9564 mg.L⁻¹ para 52 e 70 dias respectivamente), sendo que a partir destes valores o comprimento da maior raiz não aumentou em função do aumento da concentração de AIB na solução. A faixa de concentração que possibilitou o maior comprimento médio da maior raiz (3,79 cm), aos 52 dias após plantio das estacas, variou de 2.045,68 mg.L⁻¹ a 4000 mg.L⁻¹. Aos 70 dias, esta faixa de concentração se ampliou, variando de 936,9564 mg.L⁻¹ a 4000mg.L⁻¹, proporcionando comprimento médio da maior raiz de 8,66 cm (Figura 7).A obtenção de maiores comprimentos da maior raiz, com concentrações mais baixas de AIB, aos 70 dias após plantio, pode ser devido ao fato do nível endógeno de auxina nas estacas, ou outro fator de enraizamento como carboidratos, ter sofrido alguma modificação, influenciando o desenvolvimento das raízes. Segundo DAVIS et al. (1986), muitas espécies requerem concentrações elevadas de auxinas para induzir o processo de enraizamento, e que estas mesmas concentrações podem ser tóxicas para as etapas da diferenciação e alongamento do primórdio radicular, possuindo a planta mecanismos de síntese e degradação que controlam os níveis endógenos dessas substâncias. Observa-se que a partir da avaliação realizada aos 52 dias de plantio, a faixa de concentração de AIB que proporcionou um maior número de raízes por estaca (2000 a 4000 mg.L⁻¹), coincidiu com a faixa de concentração que proporcionou os maiores comprimentos da maior raiz (2000 a 4000 mg.L⁻¹), apesar de aos 70 dias a concentração de 936,95 mg.L⁻¹ apresentar o mesmo efeito das concentrações superiores a ela, quanto ao comprimento da maior raiz (Figura 7).

Para a formação de calo nas estacas, as concentrações de AIB ajustaram-se a uma equação de regressão linear de primeiro grau apenas aos 35 dias após o plantio. Nas outras duas datas de avaliação (52 e 70 dias), esta característica não foi influenciada pelas

concentrações. Estes resultados permitem concluir que aos 35 dias, a formação de calo na base das estacas aumentou com o aumento da concentração de AIB (0,4 estacas calejadas com 0 mg.L^{-1} para 0,83 estacas calejadas com 4.000 mg.L^{-1}), sendo este período o de maior intensidade de formação de calo.

Aos 52 e 70 dias de avaliação, observa-se a média de 0,65 e 0,84 estacas calejadas, respectivamente, independente da concentração de AIB. Os resultados permitem inferir que a formação de calo, da

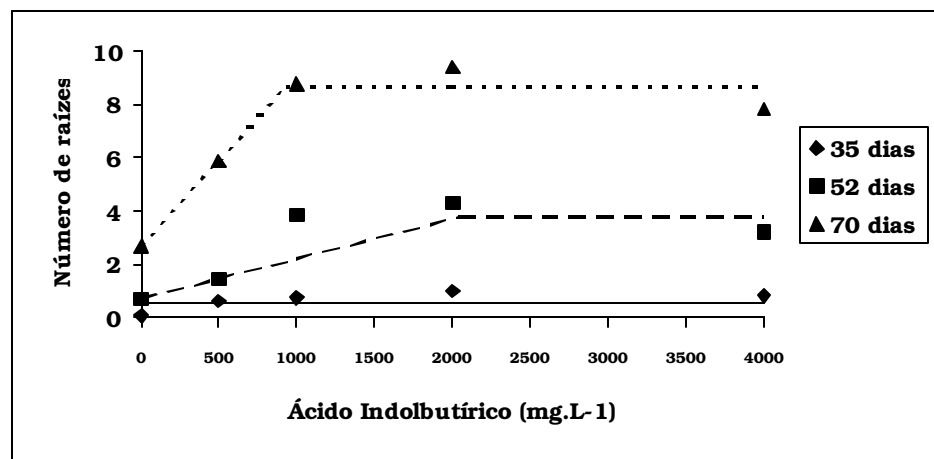


Figura 7 - Efeito da concentração de Ácido Indolbutírico sobre o comprimento da maior raiz nas três datas de avaliação.

mesma forma que a formação de raízes, ocorreu durante todo o período de estudo, sendo que o calejamento, ao contrário do número de raízes, não foi influenciado pelas concentrações de AIB, a partir dos 52 dias. Estes resultados diferem dos obtidos por GONZALEZ e SCHMIDT (1992), que trabalhando com estacas herbáceas de goiabeira da variedade Kumagai, concluíram que o AIB inibiu a formação de calo e estimulou a formação de raízes, sendo que o calejamento máximo (71%) foi obtido com o tratamento controle (sem auxina). Do mesmo modo, TAVARES et al. (1995) verificaram efeito negativo do AIB sobre a formação de calo em dois grupos de goiabeira (polpa branca e polpa vermelha), apesar

da concentração de 6000 mg.L⁻¹ ser a que mais apresentou formação de calo.

O número de folhas remanescentes nas estacas, não foi influenciado pelas concentrações de AIB, nas três épocas de avaliação. De acordo com os valores médios de 1,78 folhas/estaca aos 35 dias, 1,60 folhas/estaca aos 52 dias e 1,71 folhas/estaca aos 70 dias (Quadros 2, 3 e 4), pode-se concluir não ter ocorrido efeito fitotóxico das concentrações de AIB que pudesse provocar a queda de folhas. Segundo Overbeek et al (1946) citados por CHALFUN (1989), a função principal das folhas seria o fornecimento de açúcares e substâncias nitrogenadas, fatores considerados por estes autores como nutricionais, não excluindo entretanto, a possibilidade de existência de outras substâncias promotoras do enraizamento que, além das auxinas, possam ser provenientes das folhas, como proteínas, aminoácidos e vitaminas. PEREIRA et al. (1983), trabalhando com diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira cultivar J-3, concluíram que as folhas foram de grande importância para uma boa formação das raízes. Já HARTMANN et al. (1997), relatam que o suprimento de fotoassimilados produzidos pelas folhas de estacas, é insuficiente para suportar um enraizamento ótimo.

Para a característica necrosamento da base das estacas, as concentrações de AIB ajustaram-se a uma equação de regressão de segundo grau, aos 35 dias após plantio (Quadro 2). Aos 52 dias, o necrosamento da base das estacas não foi influenciado pelas concentrações, apresentando média de 0,51 estacas necrosadas, independente da concentração de AIB (Quadro 3). Aos 70 dias de plantio, o necrosamento da base das estacas ainda apresentou evolução, passando para uma média de 0,77 estacas necrosadas, independente da concentração de AIB (Quadro 4). Entretanto, sabe-se que os cortes aplicados na retirada das estacas promovem a polarização dos extremos da mesma, cuja consequência é o acúmulo de diferentes substâncias em ambos os extremos. Assim, no extremo proximal, além

do acúmulo de auxinas, acumulam-se também outras substâncias residuais (KOMISSAROV, 1968), bem como carboidratos e alguns fenóis (σ -diphenols) (HARTMANN et al., 1997), que por sua vez, ao entrarem em contato com o ambiente de plantio, podem sofrer reações. Na prática, observa-se que durante o período de enraizamento, estacas herbáceas ou pouco lignificadas podem apresentar o escurecimento dos tecidos vegetais que ficam ou não em contato com o substrato. Parte-se da premissa, que este escurecimento seja devido a reações de oxidação nos tecidos vegetais, alterando sua integridade e conseqüentemente o seu potencial de cicatrização e enraizamento.

Para a porcentagem de sobrevivência de estacas, não houve efeito das concentrações de AIB, nas três datas de avaliação. Entretanto, observou-se uma diminuição de estacas vivas ao longo do experimento. Aos 35, 52 e 70 dias de plantio, foram observadas em média 94,32%, 89,87% e 83,70% de estacas vivas, respectivamente, independente das concentrações de AIB, o que sugere que as concentrações de AIB não apresentaram efeito fitotóxico em nenhuma das épocas de avaliação.

As médias das concentrações de AIB sobre as características avaliadas, foram comparadas com a média das estacas que tiveram sua base tratada somente com água destilada estéril (testemunha), nas três épocas de avaliação (Quadros 5, 6 e 7).

Quadro 5- Médias das concentrações de AIB (mg.L⁻¹) e da água (testemunha) para o número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), em cm, formação de calo (Cal), número de folhas remanescentes na estaca (NFR), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), aos 35 dias de plantio

Conc	NR	CMR	Cal	NFR	Necr	% Sob
0	0,1666 a	0,0805 a	0,4722 a	1,7777 a	0,2777 a	95,0617 a
500	1,2222 a	0,6444 a	0,4166 a	1,8333 a	0,1111 b	95,0617 a
1.000	1,4166 a	0,7472 a	0,5555 a	1,7222 a	0,0555 b	94,4444 a
2.000	4,3611 b	1,0194 b	0,7222 a	1,7777 a	0,0555 b	95,6790 a
4.000	7,5833 b	0,8305 b	0,1055 a	1,8333 a	0,3611 a	91,3580 a
água	0,0550 a	0,0277 a	0,5833 a	1,7222 a	0,4444 a	95,0617 a
C.V. (%)	152,33	124,47	61,42	15,82	135,43	20,02

Médias das concentrações seguidas pela mesma letra da "água", não diferem da mesma, pelo teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Observa-se para todas as características avaliadas, que os resultados obtidos para estacas que tiveram sua base imersa na solução solvente (álcool 50% v/v, com ausência de AIB), não diferiram estatisticamente dos resultados obtidos para estacas que tiveram sua base imersa apenas em água (testemunha), indicando que a solução alcoólica se comportou como a água, não afetando a integridade dos tecidos na base das estacas e nem produzindo efeitos diferenciados sobre os índices de enraizamento. Segundo MURA et al. (1995), HARTMANN et al. (1997) e MANCUSO et al. (1997), o êxito na veiculação de substâncias fitorreguladoras, aplicadas à base das estacas com intuito de melhorar ou promover o enraizamento, consiste em solubilizá-las sem alterar sua estabilidade química. Portanto, se o comportamento da solução solvente foi similar ao comportamento da água pura (testemunha) para esta característica, pode-se pressupor que a mudança de comportamento desta ou de outra característica quando as estacas foram tratadas com as soluções contendo AIB, será devido basicamente ao efeito da concentração desta auxina.

Aos 35 dias após o plantio (Quadro 5), observou-se diferenças estatísticas para o número de raízes e comprimento da maior raiz com concentrações acima de 2000mg.L^{-1} e necrosamento com concentrações de AIB acima de 500mg.L^{-1} . Não se observou diferenças estatísticas entre a testemunha e as concentrações de AIB, para a formação de calo, número de folhas remanescentes e porcentagem de sobrevivência de estacas. Nesta avaliação, as estacas que tiveram suas bases imersas em água, na solução alcoólica sem AIB e na solução de 4000mg.L^{-1} , apresentaram maiores índices de necrosamento, entretanto este necrosamento não afetou o enraizamento, pois estacas tratadas com 4000mg.L^{-1} de AIB, apresentaram um maior número de raízes nesta avaliação.

Aos 52 e 70 dias após o plantio (Quadros 6 e 7), as concentrações de 1000, 2000 e 4000 mg.L⁻¹, apresentaram número de raízes e comprimento da maior raiz estatisticamente superiores à testemunha. Nestas duas épocas de avaliação, a formação de calo, o número de folhas remanescentes na estaca e o necrosamento da base das estacas não foram influenciadas pelas concentrações, indicando que tais características não influenciaram o enraizamento das estacas. Entretanto, observa-se presença de pelo menos uma folha por estaca (Quadros 5, 6 e 7), nas três épocas de avaliação, sugerindo não ter havido um possível efeito fitotóxico ou outro fator ambiental ou endógeno, que induzisse a síntese de etileno (TAIZ e ZEIGER, 1991 e NACHTIGAL et al., 1994), e conseqüentemente a abscisão foliar. Porém, a concentração de 4000 mg.L⁻¹ reduziu a porcentagem de estacas vivas, em relação a água, a partir dos 52 dias de plantio. De acordo com REUVENI e RAVIV (1981) e WANG e ANDERSEN (1989), a retenção de folhas pelas estacas, durante o período de permanência no ambiente de enraizamento, é de suma importância para o processo de formação de raízes.

Em resumo, os resultados dos Quadros 5, 6 e 7 permitem concluir que concentrações entre 2.000 e 4.000 mg.L⁻¹ proporcionaram maior número de raízes por estaca e maior comprimento da raiz principal, apesar de aos 52 e 70 dias após o plantio, a concentração de 1000 mg.L⁻¹ ter sido também superior à água no enraizamento de estacas.

Quadro 6 - Médias das concentrações de AIB (mg.L⁻¹) e da água (testemunha) para o número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), em cm, formação de calo (Cal), número de folhas remanescentes na estaca (NFR), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), aos 52 dias de plantio

Conc	NR	CMR	Cal	NFR	Necr	% Sob
0	0,5277	0,7222 a	0,6111 a	1,5833	0,5277 a	90,7407

	a			a		a
500	2,2500	1,4722 a	0,6666 a	1,3611	0,5000 a	92,5926
	a			a		a
1.000	6,3888	3,8472 b	0,6111 a	1,6666	0,4166 a	91,3580
	b			a		a
2.000	9,3611	4,3166 b	0,7222 a	1,7222	0,5833 a	89,5061
	b			a		a
4.000	11,8333	3,2083 b	0,6666 a	1,6944	0,5555 a	85,1852
	b			a		b
água	0,2500	0,2250 a	0,5833 a	1,6111	0,5555 a	90,7407
	a			a		a
C.V.	78,21	68,56	62,05	26,84	73,62	21,07
	(%)					

Médias das concentrações seguidas pela mesma letra da “água”, não diferem da mesma, pelo teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Quadro 7 - Médias das concentrações de AIB (mg.L^{-1}) e da água (testemunha) para o número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR), em cm, formação de calo (Cal), número de folhas remanescentes na estaca (NFR), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), aos 70 dias de plantio

Conc	NR	CMR	Cal	NFR	Necr	% Sob
0	1,8333a	2,6805a	0,9444	1,7500a	0,8888a	83,950
			a			6a
500	5,4444a	5,8750a	0,777a	1,6388a	0,6388a	87,037
						0a
1.000	7,4444b	8,7555b	0,8888	1,7222a	0,8055a	85,802

			a			4a
2.000	11,3611b	9,3999b	0,8333	1,6666a	0,8333a	83,950
			a			6a
4.000	12,6666b	7,8444b	0,7777	1,8055a	0,7500a	77,777
			a			7b
água	2,3611a	1,8500a	0,9444	1,6944a	0,8055a	84,567
			a			9a
C.V.	65,30	65,79	35,57	23,18	41,03	26,80
(%)						

Médias das concentrações seguidas pela mesma letra da “água”, não diferem da mesma, pelo teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

4.1.2. Variedades

Diversos são os trabalhos com diferentes gêneros e espécies, demonstrando as diferenças entre variedades quanto a capacidade de enraizamento em estacas, entre eles ASHIRU e CARLSON (1968) com macieira (*Malus domestica*, Borkn), SEN e COUVILLON (1983) e SCARPARE FILHO (1990) com pessegueiro (*Prunus persica* L. Batsch), CHALFUN (1989) com *Hibiscus*, DEBNATH e MAITI (1990), PEREIRA et al. (1991) e BACARIN et al. (1994) com goiabeira (*Psidium guajava* L.).

As comparações entre as médias das características avaliadas aos 35, 52 e 70 dias, para as três variedades estudadas, encontram-se nos Quadros 8, 9 e 10.

Quadro 8 - Médias do número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) em cm, formação de calo (Cal), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), para as três variedades estudadas, aos 35 dias de plantio.

Variedade	NR	CMR	Cal	Necr	% Sob
'Paluma'	3,6667 a	0,9514 a	0,5972 a	0,1944 a	98,7654 a
'Pedro-Sato'	1,6389 a	0,2972 b	0,6250 a	0,1667 a	92,9012 ab
'Ogawa-Verm.'	2,0972 a	0,4264 b	0,5556 a	0,2917 a	91,6667 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Quadro 9 - Médias do número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) em cm, formação de calo (Cal), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), para as três variedades estudadas, aos 52 dias de plantio.

Variedade	NR	CMR	Cal	Necr	% Sob
'Paluma'	7,4722 a	3,0903 a	0,7222 a	0,2639 b	96,9136 a
'Pedro-Sato'	4,8611 ab	1,8889 b	0,6250 a	0,5417 a	85,1852 b
'Ogawa-Verm.'	2,9722 b	1,9167 b	0,5833 a	0,7639 a	87,9630 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

Quadro 10 - Médias do número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) em cm, formação de calo (Cal), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), para as três variedades estudadas, aos 70 dias de plantio.

Variedade	NR	CMR	Cal	Necr	% Sob
'Paluma'	11,0278 a	8,5125 a	0,9444 a	0,6528 b	94,4445 a
'Pedro-Sato'	4,0833 b	4,8667 b	0,8056 a	0,8194 ab	74,0741 c
'Ogawa-Verm.'	5,4444 b	4,8236 b	0,8333 a	0,8889 a	83,0247 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

4.1.2.1. 'Paluma'

Para a variedade 'Paluma', os resultados obtidos permitem concluir, que raízes se formaram durante todo o período de estudo, com o número médio de raízes aumentando entre as avaliações. Esta variedade apresentou número médio de raízes estatisticamente superior à variedade 'Ogawa-vermelha' a partir da avaliação realizada aos 52 dias, e superior à variedade 'Pedro-Sato' somente aos 70 dias (Quadros 8, 9 e 10).

Este comportamento da variedade 'Paluma' quanto à maior capacidade e maior velocidade de formar raízes, foi observado por PEREIRA et al. (1991) e BACARIN et al. (1994), que obtiveram em média, maior número de raízes para esta variedade, em relação à variedade Rica. Estes autores concluíram também que houve uma maior formação de raízes no período de 30 a 45 dias, tendendo depois à estabilização ou declínio, o que difere dos resultados obtidos neste trabalho, onde o número de raízes para a variedade 'Paluma' aumentou entre as avaliações, durante todo o período de estudo.

Para a característica comprimento da maior raiz, observa-se superioridade da variedade 'Paluma', que obteve comprimentos médios da maior raiz estatisticamente superiores às variedades 'Ogawa' e 'Pedro-Sato', em todas as épocas de avaliação, e que, da mesma forma que o número de raízes, ocorreu crescimento do comprimento da maior raiz durante todo o período de estudo. Aos 70 dias após o plantio, estacas da variedade 'Paluma' apresentaram comprimento médio da maior raiz de 8,51 cm, valor menor do que o encontrado por DUTTA e MITRA (1991), aos 30 dias após a mergulhia de ramos da variedade de goiaba Harijha (14,62 cm).

Para o caráter calejamento, os resultados permitem concluir que ocorreu a formação de calo durante todo o período de estudo. O número médio de estacas que formaram calo aumentou entre as avaliações. Apesar do aumento na formação de calo para esta variedade, coincidir com o aumento na formação de raízes durante todo o período de estudo, tal comportamento não foi observado para as outras variedades, apesar da formação de calo não diferir estatisticamente entre elas, nas três

épocas de avaliação. GONZALES e SCHIMIDT (1992) ao trabalharem com estacas herbáceas da variedade de goiaba Kumagai, verificaram que 71% delas formaram calo, e que a formação de raízes não acompanhou este processo na mesma intensidade.

Para a característica necrosamento na base das estacas, os resultados permitem concluir que esta variedade, apesar de apresentar aumento de estacas necrosadas ao longo das avaliações, o processo de necrose foi inferior ao ocorrido nas variedades 'Ogawa' e 'Pedro-Sato' aos 52 dias.

A porcentagem de sobrevivência de estacas para a variedade 'Paluma', apresentou os melhores índices nas três épocas de avaliação, possivelmente como consequência do seu maior potencial de formar raízes (Quadro 10). Talvez, em função do maior número de raízes apresentado pelas estacas desta variedade já aos 52 dias, o transplântio das estacas para sacolas plásticas contendo substrato, poderia ser realizado mais precocemente.

4.1.2.2. 'Pedro-Sato'

Para a variedade 'Pedro-Sato', a formação de maior número de raízes ocorreu no período entre 35 e 52 dias após o plantio das estacas, estabilizando-se a partir daí até os 70 dias. Inicialmente (aos 35 dias), esta variedade apresentou número médio de raízes estatisticamente igual às outras duas variedades, porém, ao final do período de avaliação (70 dias), o número de raízes foi inferior à variedade 'Paluma', e estatisticamente igual à variedade 'Ogawa-vermelha' (Quadros 8, 9 e 10)

Em relação ao comprimento da maior raiz, houve incremento nos valores desta característica durante todo o período de enraizamento, sendo que esta variedade obteve comprimentos médios da maior raiz estatisticamente igual à variedade 'Ogawa' e inferior à variedade 'Paluma' em todas as épocas de avaliação.

A formação de calo na base das estacas não diferiu do comportamento das demais variedades estudadas, em todas as épocas

de avaliação, existindo em média, pelo menos uma estaca calejada em cada avaliação (Quadros 8, 9 e 10). Os resultados permitem concluir, que a formação de calo para esta variedade foi mais intensa inicialmente (até 35 dias de plantio), apresentando-se estável até os 52 dias de plantio e novo aumento na formação de calo aos 70 dias.

Para o caráter necrose, esta variedade apresentou comportamento semelhante às outras duas variedades aos 35 dias. À medida que se aproximou dos 70 dias (última avaliação), o necrosamento foi estatisticamente igual à das variedades 'Paluma' e 'Ogawa-vermelha'.

A porcentagem de estacas vivas aos 70 dias após plantio, foi a menor entre as variedades estudadas (Quadro 10).

Pelo fato do número de raízes por estaca ter praticamente estabilizado aos 52 dias, o transplântio das estacas enraizadas desta variedade poderia ser realizado com maior possibilidade de êxito nesta fase, pois apesar das raízes estarem se desenvolvendo (fato observado pelo incremento dos valores do comprimento da maior raiz), o número de raízes não aumentou e as estacas apresentaram pior aspecto (mais necrosadas).

4.1.2.3. 'Ogawa-vermelha'

Para a variedade 'Ogawa-vermelha', até aos 52 dias após o plantio das estacas, o processo rizogênico parece ter sido caracterizado principalmente pelas fases de indução e diferenciação, ou seja, um maior requerimento de tempo para formação do primórdio radicular, visto que neste período se formaram em média, apenas 2,97 raízes por estaca (Quadro 9), número este que praticamente dobrou nos últimos 18 dias de cultivo. Aos setenta dias, o número médio de raízes desta variedade não diferiu estatisticamente da variedade 'Pedro-Sato', porém foi expressivamente menor que o da variedade 'Paluma'.

Para as características comprimento da maior raiz, formação de calo e necrose na base da estaca, a variedade 'Ogawa' apresentou comportamento semelhante ao da variedade 'Pedro-Sato', nas três

épocas de avaliação. A formação de calo para esta variedade, foi acompanhada pelo aumento do número de raízes durante todo o período de enraizamento (Quadros 8, 9 e 10).

Ao final do período de avaliação, a porcentagem de estacas vivas desta variedade foi intermediária entre as outras variedades estudadas.

Nas condições deste trabalho, os resultados parecem indicar que a melhor época para o transplântio das estacas enraizadas, seria no mínimo com 70 dias de permanência no leito de enraizamento, devido a formação do maior número de raízes ocorrer mais tardiamente (após os 52 dias), devido ao incremento de comprimento da maior raiz ocorrer ao longo de todo o período de enraizamento avaliado, e devido à manutenção do aspecto (necrosamento) e sobrevivência de estacas em patamares intermediários (80%).

4.1.3. Tipos de estacas

O efeito do manejo das condições de luz sobre as plantas matrizes foi verificado através dos efeitos dos tipos de estacas (estacas provenientes de plantas matrizes cultivadas a pleno sol ou cultivadas sob 50% da radiação natural). As médias para as características avaliadas nas três épocas de avaliação encontram-se nos Quadros 11, 12 e 13.

Os resultados obtidos permitem concluir que houve efeito da redução da radiação natural sobre as plantas matrizes, quanto à capacidade rizogênica de suas estacas. Estacas obtidas de plantas sombreadas, formaram maior número de raízes durante todo o período de estudo, destacando-se que esse número foi estatisticamente superior a partir da segunda avaliação (52 dias). Estes resultados concordam

Quadro 11 - Médias do número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) em cm, formação de calo (Cal), necrosamento

(Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), para os tipos de estacas, aos 35 dias após plantio

Estaca.	NR	CMR	Cal	Necr	% Sob
Sombreada	3,3333 a	0,6102 a	0,6574 a	0,1852 a	92,1811 a
Pleno Sol	1,6019 a	0,5065 a	0,5278 a	0,2500 a	96,7078 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Quadro 12 - Médias do número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) em cm, formação de calo (Cal), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), para os tipos de estacas, aos 52 dias após plantio.

Estaca	NR	CMR	Cal	Necr	% Sob
Sombreada	6,5093 a	2,5833 a	0,6296 a	0,5185 a	88,0659 a
Pleno Sol	3,6944 b	2,0139 a	0,6574 a	0,5278 a	91,9753 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Quadro 13 - Médias do número de raízes (NR), comprimento da maior raiz (CMR) em cm, formação de calo (Cal), necrosamento (Necr) e porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob), para os tipos de estacas, aos 70 dias após plantio.

Estaca.	NR	CMR	Cal	Necr	% Sob
Sombreada	8,3519 a	6,0630 a	0,8796 a	0,8056 a	82,3045 a
Pleno Sol	5,3519 b	6,0722 a	0,8426 a	0,7085 a	85,3909 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

com os obtidos por JOHNSON e ROBERTS (1971), HANSEN e ERIKSEN (1974), JOHNSON e HAMILTON (1977) e MAYNARD e BASSUK (1992) com *Rhododendron*, Ervilha (*Pea sativum*), *Hibiscus rosa-sinenses* L. e *Carpinus betulus* L., respectivamente.

A mudança no comportamento do enraizamento das estacas, proporcionada pela redução da radiação natural sobre as plantas matrizes, pode estar relacionada a fatores como mudança nos níveis endógenos de reguladores de crescimento (JOHNSON e HAMILTON, 1977; HANSEN, 1987; HARTMAN et al., 1997) e mudanças nos níveis de carboidratos (JOHNSON e ROBERTS, 1971; MOE, 1988).

JOHNSON e HAMILTON (1977), verificaram que o número de raízes por estaca e a porcentagem de estacas enraizadas aumentaram com a redução da irradiância sobre as plantas matrizes de hibiscus, independente de terem sido tratadas ou não com auxinas. Já VOLTOLINI e FACHINELLO (1997), com araçazeiro, apesar de não terem obtido aumento significativo do número de raízes por estaca com o sombreamento das plantas matrizes, obtiveram maior número de raízes (13,3) em estacas não tratadas com AIB, em relação àquelas tratadas com 200 mg.L^{-1} desta auxina (6,0). Estes autores atribuíram tal efeito, aos níveis endógenos de ácido indolacético (AIA) estarem suficientes, devido à baixa atividade do complexo enzimático AIA-oxidase, que age reduzindo o nível endógeno desse hormônio, tornando-o inativo. ZENK e MULLER (1963) mostraram a existência "in vivo" deste complexo enzimático e que, de acordo com Wareing e Phillips (1981) citados por CHALFUN (1989), ocorre nas plantas atuando na degradação do AIA e na formação de outros compostos, o que altera o status do processo rizogênico. Este complexo enzimático requer o manganês como co-fator e tem sua atividade aumentada por monofenóis e reduzida pelos compostos fenólicos cuja estrutura os caracteriza como orto ou paradihidroxifenóis. Como o metabolismo de fenóis pode ser induzido pela luz (Marks e Simpson, 1990 citados por SIERRALTA et al., 1997) e alguns tipos de fenóis podem se complexar com a auxina endógena

(AIA), impedindo que esta seja inativada (HARTMANN et al., 1997), é possível que o maior número de raízes obtido para este tipo de estaca, seja devido à baixa atividade da AIA-oxidase. Entretanto, a não ocorrência de interação entre os tipos de estacas e as concentrações de AIB, ou seja, as respostas ao aumento da concentração de AIB ocorreram tanto em estacas de plantas cobertas quanto em estacas de plantas a pleno-sol, questiona se realmente foi a atividade da AIA-oxidase que provocou aumento do número de raízes.

Quanto ao efeito do conteúdo de carboidratos, vários trabalhos demonstram que estacas herbáceas de goiabeira, em relação a estacas lignificadas, apresentam maior resposta ao processo de enraizamento adventício (PENNOCK e MALDONADO, 1963; BOURDELLES e ESTANOVE, 1967; PEREIRA et al., 1983; PEREIRA e MARTINEZ JR., 1986). Desta forma, é possível que o sombreamento das plantas matrizes tenha contribuído para a redução da relação carbono/nitrogênio das hastes, tornando-as mais herbáceas. Portanto, acredita-se que o sombreamento potencializa uma maior e melhor resposta rizogênica das estacas, porque pode modificar a relação carbono/nitrogênio, tornando esta mais adequada, com um conteúdo de carboidratos menor, porém em uma forma mais prontamente utilizável, fornecendo segundo DAVIS e HARTMANN (1988), energia e carbono para os processos de multiplicação e organização celular envolvidos na formação de raízes.

Os comprimentos médios da maior raiz não diferiram entre os tipos de estacas, sofrendo incremento durante todo o período de estudo.

A formação de calo e o necrosamento da base das estacas sofreram incremento em seus valores ao longo das avaliações, mas não foram influenciados pelos tipos de estacas.

Quanto à porcentagem de estacas vivas, as estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas sob 50% da radiação natural, apresentaram em média, maior mortalidade durante todo o período de estudo, apesar de não diferir estatisticamente das estacas obtidas de plantas matrizes cultivadas a pleno-sol. Segundo Walker et al. (1979), citados por

SHAFFER e ANDERSEN (1994), a saturação luminosa é de suma importância para a saúde das folhas de goiabeira, o que de certa forma influencia a sobrevivência das estacas.

4.1.4. Interação entre variedades e tipos de estacas para a característica número de folhas remanescentes

Para a característica número de folhas remanescentes na estaca, existiu interação entre as variedades estudadas e os tipos de estacas ($P > 0,01$) aos 35 dias. Apesar de aos 52 e 70 dias após plantio, esta interação não ter sido significativa, procedeu-se o estudo desconsiderando-se os efeitos das concentrações auxínicas para as variedades dentro de cada tipo de estaca, e para os tipos de estacas dentro de cada variedade. As médias do número de folhas remanescentes em função dos tipos de estacas e das variedades, nas três datas de avaliação, encontram-se no Quadro 14.

As estacas obtidas de plantas matrizes cultivadas sob 50% da radiação natural, apresentaram menor número de folhas remanescentes aos 35 e 52 dias para a variedade 'Ogawa-vermelha' e aos 52 e 70 dias para a variedade 'Pedro-sato'. Para a variedade 'Paluma', o tipo de estaca não influenciou a presença de folhas em nenhuma das avaliações (Quadro 14).

Quadro 14 - Média do número de folhas remanescentes na estaca, em função dos tipos de estacas e das variedades, aos 35, 52 e 70 dias após plantio

Variedades	35 dias		52 dias		70 dias	
	Tipos de Estacas		Tipos de Estacas		Tipos de Estacas	
	Sombreada	Pleno-sol	Sombreada	Pleno-sol	Sombreada	Pleno-sol
'Paluma'	1,8896 Aa	1,9444 Aa	1,9167 Aa	1,9444 Aa	1,8889 Aa	1,9722 Aa
'Pedro-Sato'	1,8056 Aa	1,8056 Aa	1,0556 Bb	1,6667 Aa	1,2500 Bb	1,6389 Aa
Ogawa - verm.	1,3333 Bb	1,8889 Aa	1,4444 Ba	1,6111 Aa	1,6667 Aa	1,8611 Aa

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e pela mesma letra maiúscula na linha, para a mesma idade, não diferem entre si, pelo teste de Tukey e pelo teste F, respectivamente, a 1% de probabilidade.

Os resultados obtidos indicam a importância de uma maior iluminação para a manutenção da integridade das folhas de goiabeira, concordando com Walker et al. (1979), citados por SHAFFER e ANDERSEN (1994) contudo, a variedade 'Paluma' apresentou-se indiferente a condições ambientais de iluminação reduzida.

Entretanto, o fato do maior número de raízes ter se formado em estacas do tipo sombreada (Quadros 11, 12 e 13), reforça a premissa de que a formação de um maior número de raízes foi devido ao pré-condicionamento das plantas matrizes, e que a não persistência das duas folhas nas estacas das variedades 'Pedro-Sato' e 'Ogawa-vermelha' durante o período de enraizamento, não afetou a indução rizogênica e sim a sobrevivência das mesmas e o desenvolvimento das raízes.

Para a variedade 'Ogawa', as estacas do tipo sombreada apresentaram maior queda de folhas até os 35 dias (início do experimento) comparado às outras duas variedades. Entretanto, a queda das folhas foi estabilizada, chegando aos 70 dias com comportamento igual à 'Paluma' (variedade com maior número de folhas remanescentes) e igual às estacas do tipo pleno-sol.

Já a variedade 'Pedro-Sato' apresentou uma maior queda de folhas em estacas do tipo sombreada, a partir dos 52 dias, chegando aos 70 dias com comportamento inferior às duas outras variedades (Quadro 14).

Apesar do tipo de estaca ter influenciado no número de folhas remanescentes nas variedades 'Pedro-Sato' e 'Ogawa-vermelha', existiu em média, pelo menos uma folha por estaca nas três épocas de avaliação, o que demonstra também, que as condições ambientais no ambiente de enraizamento foram favoráveis à manutenção dos tecidos foliares hidratados e fotossinteticamente ativos.

4.2. Experimento 2

Para as características comprimento da maior raiz (CMR), maior diâmetro basal de raízes (MDBR), número de folhas remanescentes na

estaca (NFR), porcentagem de enraizamento (% Enr) e peso de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) de raízes, não ocorreram interações ($P > 0,01$) entre os fatores estudados. Para as características porcentagem de estacas com folhas remanescentes (% FR), porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob) e porcentagem de estacas com calo (% Cal) houve interação entre os fatores variedades e tipos de estacas.

Para a característica número de raízes (NR), houve interação entre os fatores variedades e tipos de estacas e entre as soluções e variedades, sendo que para esta última interação foi estimada uma equação de regressão para cada variedade em função das concentrações de AIB. Também foi realizada a comparação entre as concentrações de AIB com a água, dentro de cada variedade.

4.2.1. Concentrações de Ácido Indolbutírico - AIB

Os resultados para as características avaliadas, com exceção do NR, % FR, % Sob e % Cal, em função das concentrações de AIB, encontram-se no Quadro 15.

Para a característica CMR, as concentrações de AIB ajustaram-se a uma equação de regressão do tipo Response Plateau, obtendo aumento no maior comprimento de raízes até concentração de 486,1320 mg.L^{-1} , apresentando raízes com até 14,59 cm de comprimento. A partir desta concentração, os valores desta características tornaram-se constantes (Figura 8), demonstrando que a utilização das concentrações de 1000, 2000 e 4.000 mg.L^{-1} de AIB potencializaram comprimentos da maior raiz equivalentes aos obtidos com a concentração de 500 mg.L^{-1} . Sem a utilização da auxina (0 mg.L^{-1}), o potencial de elongação da maior raiz foi reduzido em aproximadamente 25%. Os resultados permitem concluir que as características % Enr, PMF e PMS foram influenciadas pelas concentrações de AIB, sendo que entre as concentrações utilizadas, a de 2.000 mg.L^{-1} foi a que apresentou melhor desempenho (Figuras 9, 10 e 11).

As características MDBR e NFR não foram influenciadas pelas concentrações de AIB, apresentando valores médios independentes das concentrações utilizadas (Quadro 15).

Quadro 15 - Equações de regressões para as características comprimento da maior raiz (CMR), em cm, maior diâmetro basal de raízes (MDBR), em mm, número de folhas remanescentes na estaca (NFR), porcentagem de enraizamento (% Enr.) e peso de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) de raízes, em gramas, aos 90 dias de plantio

Característica	Equação de regressão	R ² (%)
CMR	$\hat{Y} = 10,9917 + 0,0074^{**}C$ para $(0 < C < 486,1320)$ e $\bar{Y} = 14,5944$ para $(486,1320 < C < 4000)$	99,99
MDBR	$\bar{Y} = 2,3533$	-
NFR	$\bar{Y} = 1,7555$	-
% Enr	$\hat{Y} = 57,9266 + 0,0204129^{**}C - 0,00000434909^{**}C^2$	87,10
PMF	$\hat{Y} = 2,47097 + 0,00213409^{**}C - 0,000000413254^{**}C^2$	97,49
PMS	$\hat{Y} = 0,393213 + 0,000512309^{**}C - 0,0000000982769^{**}C^2$	97,12

**** Significativo pelo teste T a 1% de probabilidade.**

C= Concentração de AIB.

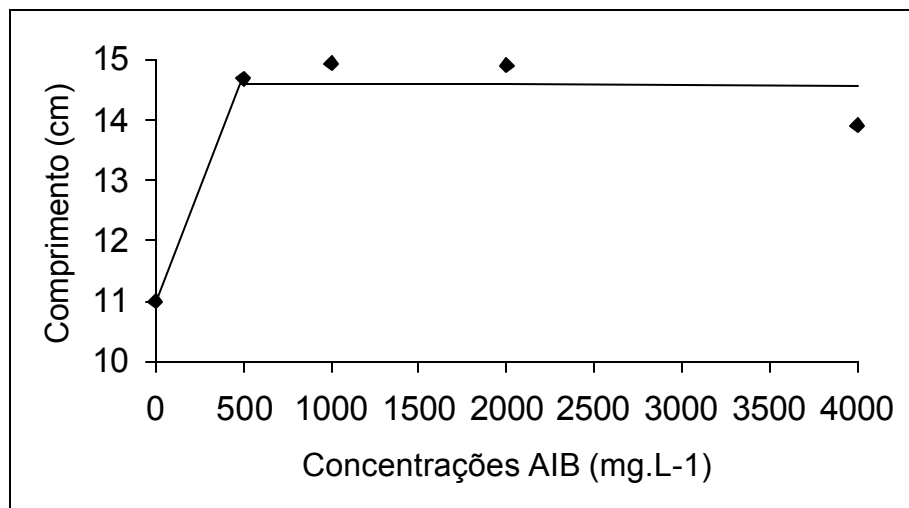


Figura 8 - Curva de regressão para o comprimento da maior raiz (CMR), em função das concentrações de AIB, aos 90 dias após plantio.

Apesar das concentrações de 500 e 1000 mg.L⁻¹ de AIB também apresentarem o mesmo efeito para o comprimento da maior raiz, estes resultados estão próximos aos obtidos por SHARMA e AIER (1989), que obtiveram durante o período de verão, maior comprimento da raiz principal em estacas lenhosas de ameixa (*Prunus sp.*) com a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB, DUTTA e MITRA (1991), que obtiveram o maior comprimento de raiz (14,62 cm) com a utilização de 3.000 mg.L⁻¹ de AIB na mergulhia de ramos de goiabeira, ANTUNES et al. (1996) que obtiveram o maior comprimento da maior raiz (4,09 cm) com a utilização de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB, em estacas semi-lenhosas de pereira (*Pyrus calleryana*) e PATEL et al. (1996), que concluíram ser a concentração de 3.000 mg.L⁻¹ de AIB a que potencializou os maiores comprimentos médios de raízes em alporques de goiabeira. Já o maior diâmetro basal de raízes não se alterou em função das concentrações de AIB, apresentando raízes com o maior diâmetro basal de 2,35 mm, em média (Quadro 15).

O número de folhas remanescentes na estaca, apresentou valor médio de 1,75 folhas remanescentes por estaca avaliada (Quadro 15). Este resultado demonstra, que as estacas de maior potencial rizogênico, apresentavam em média, pelo menos uma folha aos 90 dias após o plantio. REUVENI e RAVIV (1980), trabalhando com abacate (*Persea americana*) e PEREIRA et al. (1983) com goiabeira, relatam que a presença de folhas na estaca durante o período de enraizamento, está relacionada a uma melhor formação de raízes. Desta forma, se as concentrações de AIB não influenciaram negativamente a persistência de folhas nas estacas, indiretamente potencializaram uma melhor formação de raízes.

Para a característica porcentagem de enraizamento, as concentrações de AIB ajustaram-se a uma equação de regressão de segundo grau, com a porcentagem de enraizamento máxima (90,60%) sendo obtida com a concentração de 2.347,65 mg.L⁻¹ (Figura 9). Estes resultados são próximos aos obtidos por DHUA et al. (1984), que

obtiveram 100% de enraizamento utilizando 3.000 mg.L⁻¹ de AIB em estacas herbáceas de ramos de goiabeira, associado a aplicação de

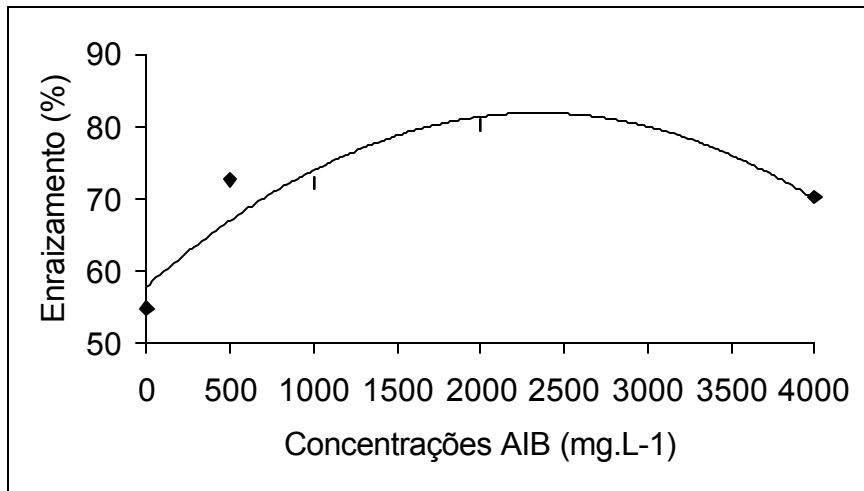


Figura 9 - Curva de regressão para a porcentagem de estacas enraizadas, em função das concentrações de AIB, aos 90 dias após o plantio.

ethephon às plantas matrizes, e REDDY e SINGH (1988) que obtiveram 87,5% de enraizamento, utilizando 2.500 mg.L⁻¹ de AIB mais anelamento, em estacas lenhosas de ramos de goiabeira. Entretanto, MARCO et al. (1998) obtiveram apenas 25% de enraizamento em estacas herbáceas desta mesma espécie, com a concentração de 2.000 mg.L⁻¹ de AIB. Já MUKHTAR et al. (1998), obtiveram porcentagem de enraizamento máxima (93%) em estacas herbáceas de ramos de goiabeira, com a utilização de 4.000 mg.L⁻¹ de AIB, o que difere dos resultados obtidos no presente trabalho, onde esta concentração promoveu ligeira redução na porcentagem de enraizamento. Também Vijay e Chauhan (1974) citados por REDDY e SINGH (1988), KERSTEN e IBANÉZ (1993) e TAVARES et al. (1995), obtiveram resultados diferentes aos obtidos neste estudo, com porcentagens máximas de enraizamento de estacas de ramos de goiabeira, sendo obtidas com concentrações de AIB que oscilaram entre 4.000 e 8.000 mg.L⁻¹. A porcentagem de enraizamento obtida com a concentração de 0

mg.L^{-1} de AIB (57,92) condiz com os relatos de PEREIRA e NACHTIGAL (1997), de que viveiristas obtêm cerca de 60% de enraizamento de estacas de ramos de goiabeira, sem a utilização de reguladores de crescimento, durante o período primavera-verão, e são superiores aos resultados obtidos por GONZALEZ e SCHIMIDT (1992), que obtiveram apenas 3,37% de enraizamento em estacas herbáceas de goiabeira, sem a aplicação de auxina (0 mg.L^{-1}). As concentrações de 500 e 1.000 mg.L^{-1} promoveram um enraizamento de 67,04 e 73,99% das estacas, respectivamente.

Para as características peso de matéria fresca e seca de raízes, as concentrações de AIB ajustaram-se a uma equação de regressão de segundo grau, sendo que o peso de matéria fresca máximo (5,21 g/estaca) foi obtido com $2.452,97 \text{ mg.L}^{-1}$ e o peso de matéria seca máximo (1,06 g/estaca) obtido com $2.600,55 \text{ mg.L}^{-1}$ (Figuras 10 e 11).

Estes resultados vêm confirmar que as concentrações ao redor de 2.000 mg.L^{-1} foram as que potencializaram um maior desenvolvimento de raízes, apesar do diâmetro basal não ter sido influenciado. Resultado semelhante a este, com resposta quadrática quanto ao peso de matéria seca de raízes em estacas de ramos de goiabeira, em função das concentrações de AIB, foi observado por TAVARES et al. (1995), porém com peso máximo de raízes secas (0,65 g/estaca) sendo obtido com 4.347 mg.L^{-1} de AIB. Também NACHTIGAL et al. (1994), trabalhando com estacas semilenhosas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine), obtiveram resposta quadrática com peso seco de raízes máximo (0,22 g/estaca), sendo obtido com a concentração de 200 mg.L^{-1} de AIB, pelo método de imersão lenta. LIMA et al. (1992) com acerola (*Malpighia glabra*), ANTUNES et al. (1996) com pereira (*Pyrus calleryana*) e RUFATO et al. (1999) com pêssego (*Prunus persica* L. Batsch) semelhante ao ocorrido neste experimento, obtiveram os maiores peso de matéria seca de raízes por estaca, com a concentração de 2.000 mg.L^{-1} de AIB. A não utilização da auxina (0 mg.L^{-1} de AIB), reduziu em 62% o peso seco de raízes em relação à concentração que propiciou o peso seco de raízes máximo

(2.600,55 mg.L⁻¹). Os valores médios das características avaliadas para estacas tratadas com AIB nas diferentes concentrações, foram comparados com os valores médios das estacas que tiveram sua base tratada somente com água destilada estéril (testemunha), como mostra o Quadro 16.

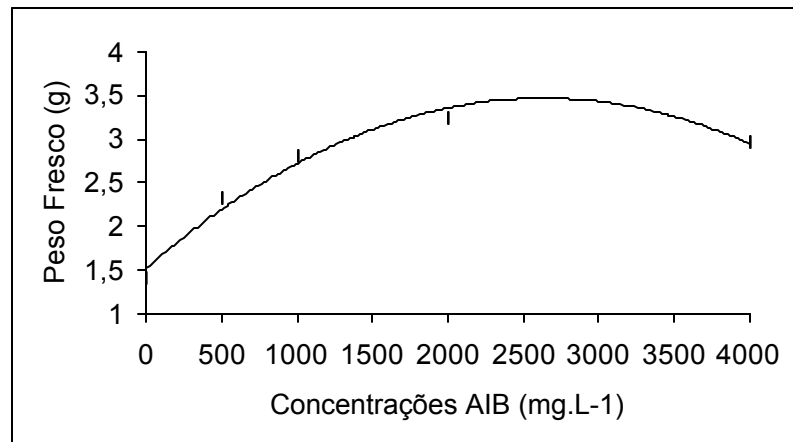


Figura 10 - Peso da matéria fresca de raízes, em estacas herbáceas de ramos de goiabeira, em função das concentrações de AIB, aos 90 dias de plantio.

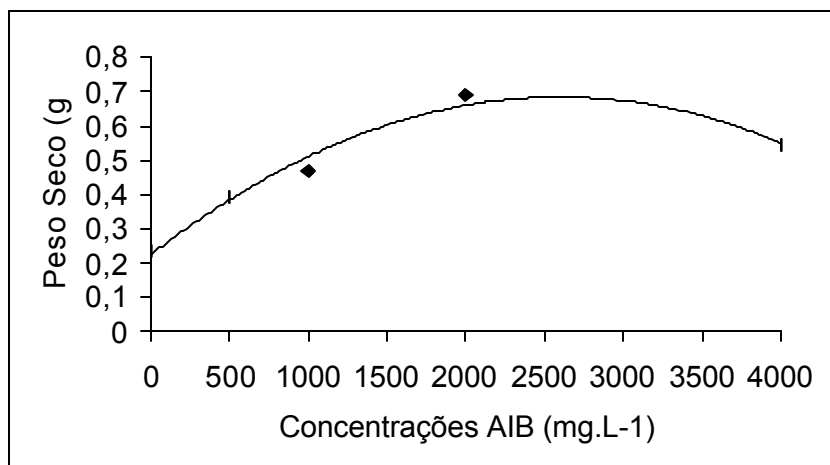


Figura 11 - Peso da matéria seca de raízes, em estacas herbáceas de ramos de goiabeira, em função das concentrações de AIB, aos 90 dias de plantio.

Quadro 16 - Comparações entre os efeitos das concentrações de AIB e a água, sobre o comprimento da maior raiz (CMR), em cm, maior diâmetro basal de raízes (MDBR), em mm, número de folhas remanescentes na estaca (NFR), porcentagem de enraizamento (% Enr.) e peso de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) de raízes, em gramas, em estacas de ramos de goiabeira

CONC	CMR	MDBR	NFR	% Enr	PMF	PMS
0	10,9916 a	2,2027b	1,6388 a	54,9388b	2,3066a	0,4077a
500	14,6972 b	2,4861b	1,7500 a	72,6083b	3,6216b	0,6350b
1000	14,9583 b	2,3277b	1,6944 a	72,2233b	4,3027b	0,7505b
2000	14,9111 b	2,3361b	1,9166 a	80,2477b	4,9211b	1,0627b
4000	13,9138 b	2,4138b	1,7777 a	70,2933b	4,4266b	0,8638b
Água	6,3333a	1,62250a	1,6388 a	38,2711a	0,9433a	0,1538a
C.V. (%)	32,23	23,96	18,62	22,56	39,35	42,34

Médias seguidas pela mesma letra da água, não diferem da mesma, pelo teste de Dunnet, a 1% de probabilidade.

Observa-se que as concentrações de 500, 1000, 2000 e 4000 mg.L⁻¹ de AIB, foram efetivas em potencializar um maior comprimento médio de maior raiz e um maior peso fresco e seco de raízes, em relação à testemunha (água), demonstrando a efetividade do AIB na formação e desenvolvimento destas. Os resultados também demonstram, que apesar da porcentagem de estacas enraizadas, em todas as concentrações de AIB, ter sido superior à porcentagem de enraizamento obtida com o tratamento da base das estacas somente com água, o número de folhas remanescentes na estaca, não diferiu da mesma, indicando talvez que a presença de folhas na estaca durante o período de permanência no ambiente de enraizamento, não esteve condicionada ao enraizamento proporcionado pelo AIB.

A embebição da base das estacas somente em água, promoveu uma porcentagem de enraizamento de 38,27%, inferior à obtida por BACARIN et al. (1994) com as variedades de goiabeira 'Rica' e 'Paluma'. Estes autores detectaram que a simples embebição da base das estacas em água, fez com que houvesse elevação significativa na porcentagem final de enraizamento (68,3% para 'Rica' e 78,3% para 'Paluma'), atribuindo à diminuição da resistência mecânica na base da estaca, pelo aumento na permeabilidade da parede celular.

Os resultados permitem concluir, que em relação à água, a embebição da base das estacas na solução solvente promoveu uma melhora na porcentagem de enraizamento, entretanto não melhorou o desenvolvimento posterior das raízes formadas, apresentando comprimento de maior raiz e peso fresco e seco de raízes iguais a ela (água).

4.2.2. Variedades

Os resultados e as comparações entre as médias das características listadas para as três variedades estudadas, encontram-se no Quadro 17.

Quadro 17 - Valores médios do comprimento da maior raiz (CMR), em cm, maior diâmetro basal de raízes (MDBR), em mm, número de folhas remanescentes na estaca (NFR), porcentagem de enraizamento de estacas (% Enr.) e peso de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) de raízes, em gramas, em função das três variedades estudadas

Variedade	CMR	MDBR	NFR	% Enr	PMF	PMS
'Paluma'	16,8000	2,5514a	1,9722a	90,0858	4,4811a	0,8867a
	a			a		
'Ogawa-Verm.'	11,4847	2,3528a	1,8472a	65,4328	3,9122a	0,6833b
	b			b		
'Pedro-sato'	9,6181b	1,7917b	1,3889b	38,7728	1,8678b	0,3969c
				c		

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

A variedade 'Paluma' foi a que apresentou um melhor enraizamento de estacas, apresentando após 90 dias de plantio, 90% de enraizamento. Além disso, esta variedade também apresentou raiz principal com maior comprimento (16,8 cm) e maior peso seco de raízes (0,88 g/estacas). Entretanto, o maior diâmetro basal de raízes, e o peso de matéria fresca de raízes, apesar de superiores à variedade 'Pedro-sato', não diferiram estatisticamente da variedade 'Ogawa-vermelha'.

O número de folhas remanescentes na estaca (1,9722) demonstra que, potencialmente, as estacas da variedade 'Paluma' apresentaram praticamente o mesmo número de folhas ao final do experimento, em relação ao plantio, o que pode ter proporcionado um melhor desempenho no enraizamento. Desta forma, é possível que fatores endógenos como carboidratos, compostos nitrogenados e auxinas que podem ser normalmente supridos pelas folhas (Van Overbeek et al.,

1946; Veirskov et al., 1976 e Hess, 1976, citados por WANG e ANDERSEN, 1989), atuaram sinergisticamente para estimular o enraizamento da estaca.

Concordando com os resultados obtidos neste trabalho, onde a variedade 'Paluma' obteve porcentagem de estacas enraizadas estatisticamente superior às outras duas variedades estudadas, PEREIRA et al. (1983) concluíram que estacas de goiabeira com maior número de folhas remanescentes apresentaram enraizamento superior, além de maior porcentagem de enraizamento (70,22%).

O peso médio de matéria fresca de raízes para a variedade 'Paluma' foi de 4,48 g/estaca, superior estatisticamente apenas à variedade 'Pedro-sato'. Entretanto, o peso médio de matéria seca de raízes (0,88 g/estaca) apresentou-se estatisticamente superior às outras duas variedades, demonstrando a melhor qualidade no enraizamento dessa variedade. Estes resultados são semelhantes aos obtidos por PEREIRA et al. (1991), que obtiveram para a variedade 'Paluma' 0,44 g de matéria seca de raízes por estaca, aos 60 dias após plantio, e BACARIN et al. (1994) que obtiveram entre a variedade 'Paluma' e 'Rica', maior peso de matéria seca de raízes (0,35 g/estaca), em estacas da variedade 'Paluma', aos 45 dias após plantio.

A variedade 'Ogawa-vermelha' apresentou um enraizamento intermediário entre as outras duas variedades estudadas, apresentando ao final de 90 dias, porcentagem de enraizamento (65,43%) e peso seco de raízes (0,68 g/estaca) estatisticamente inferior a variedade 'Paluma', porém, superior à variedade 'Pedro-sato'. O comprimento da maior raiz e o maior diâmetro basal de raízes, demonstram que a variedade 'Ogawa-vermelha' apresentou um enraizamento com raízes com menor potencial de alongação (em média 11,48 cm), porém com mesmo diâmetro basal em relação à variedade 'Paluma'. O número de folhas remanescentes na estaca foi estatisticamente superior ao obtido pela variedade 'Pedro-sato'.

A variedade 'Pedro-sato' apresentou os piores índices de enraizamento, com 38,77% de estacas enraizadas aos 90 dias após

plantio. Por sua vez, as raízes formadas apresentaram um menor potencial de alongação (9,61 cm) e engrossamento da base (1,79 mm), acarretando menores pesos de matéria fresca e seca de raízes, quando comparadas às outras duas variedades. O número de folhas remanescentes na estaca demonstra que, apesar de apresentar em média pelo menos uma folha remanescente por estaca (1,38 folha/estaca) ao final ao experimento, esta característica foi estatisticamente inferior, influenciando talvez no pior desempenho desta variedade.

Diferenças obtidas entre variedades, quanto aos índices de enraizamento de estacas, provavelmente se devem à constituição genética, à condição fisiológica e características anatômicas da variedade (DAVIES e HARTMANN, 1988; SHARMA e AIER, 1989); às diferenças nos conteúdos endógenos de substâncias reguladoras de crescimento (BERTRAM et al., 1987; WANG e ANDERSEN, 1989) e às diferenças quanto a capacidade de mobilização de material da estaca ou disponibilidade de material translocável (PEREIRA et al., 1991). Outros autores como COUVILLON (1988), MOE (1988) e HARTMAN et al. (1997) também mencionam o efeito genotípico sobre o enraizamento de estacas.

4.2.3. Tipos de estacas

Os resultados apresentados no Quadro 18 permitem concluir que nas condições deste estudo, o fator luz isoladamente, não promoveu diferença estatística quanto ao CMR, MDBR, NFR., % Enr., PMF. e PMS.

Quadro 18 - Valores médios do comprimento da maior raiz (CMR), em cm, maior diâmetro basal de raízes (MDBR), em mm, número de folhas remanescentes na estaca (NFR), porcentagem de enraizamento de estacas (% Enr) e peso de matéria fresca (PMF) e seca (PMS) de raízes, em gramas,

aos 90 dias após plantio, em função das condições de luz sobre as plantas matrizes

Estaca	CMR	MDBR	NFR	% Enr	PMF	PMS
Sombreada	12,3139	2,1861 a	1,7222	61,8574	3,1904	0,6207
	a		a	a	a	a
Pleno-sol	12,9546	2,2778 a	1,7500	67,6702	3,6504	0,6706
	a		a	a	a	a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

MAYNARD e BASSUK (1992) também não obtiveram efeito dos níveis de sombreamento, sobre o comprimento de raízes em estacas de *Carpinus betulus*. Entretanto, a redução de 50% da intensidade de luz sobre as plantas matrizes promoveu um enraizamento de 73% das estacas, enquanto que estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas sob nenhum tipo de restrição de luz (0% sombreamento), apresentaram apenas 11% de enraizamento, diferindo dos resultados obtidos no presente estudo. KNOX e HAMILTON (1982) também não obtiveram diferença no comprimento de raízes e na porcentagem de enraizamento em estacas de *Berberis thumbergii* e *Berberis thumbergii* 'Atropurpurea', quando as plantas matrizes foram cultivadas a 37, 53, 70 e 100% da luz solar plena. Entretanto, o peso fresco de raízes foi superior em estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas a 70% da luz solar plena (30% sombreamento). Os resultados obtidos no presente estudo também concordam com os resultados obtidos por estes autores, que para a variedade 'Atropurpurea' não obtiveram diferença quanto ao peso de matéria seca de raízes, e diferem dos resultados obtidos para *Berberis thumbergii*, que apresentou peso de matéria seca de raízes superior, quando as estacas eram provenientes de plantas matrizes cultivadas sob 70% da intensidade de luz.

Os resultados obtidos também concordam com os de VOLTOLINI e FACHINELLO (1997), que concluíram que o sombreamento não modificou o comprimento de raízes em estacas de araçá (*Psidium*

cattleyanum Sabine), e diferem quanto à porcentagem de estacas enraizadas, que foi máxima (80,3%) em estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas sob 70% de sombreamento e não tratadas com AIB.

JOHNSON e ROBERTS (1971), JOHNSON e HAMILTON (1977), ELIASSON e BRUNES (1980), STRONQUIST e HANSEN (1980), também verificaram maior porcentagem de enraizamento em estacas provenientes de plantas matrizes cultivadas sob menores intensidades de luz.

De acordo com HANSEN (1987), DAVIS et al. (1986), MOE (1988) e HARTMAN et al.(1997) , o manejo dos níveis de irradiância sobre as plantas matrizes pode ter efeito positivo, negativo ou nulo no enraizamento de estacas. É de consenso entre estes autores, que os níveis de irradiância sobre as plantas matrizes de diferentes espécies, promovem mudanças direta ou indiretamente no metabolismo de auxinas e ou carboidratos, sendo os resultados influenciados pelo genótipo e demais condições ambientais como nutrição, CO₂, umidade relativa, fotoperíodo, status hídrico e temperatura.

Sendo assim, nas condições do experimento 2, é possível que a redução de 50% da irradiância sobre a plantas matrizes de goiabeira, não tenha sido suficiente para promover alterações no metabolismo destes compostos, não influenciando o desempenho do enraizamento, quanto ao comprimento, diâmetro, peso fresco e seco de raízes, bem como a porcentagem de estacas enraizadas e o número de folhas remanescentes na estaca.

4.2.4. Interação entre tipos de estacas e variedades de goiabeira, para as características número de raízes (NR), porcentagem de estacas com folhas remanescentes (% FR), porcentagem de sobrevivência de estacas (% Sob) e porcentagem de estacas com calo (% Cal)

A variedade 'Paluma' obteve número de raízes estatisticamente superior em estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas a pleno-sol (Quadro 19), concordando com os resultados obtidos por MOE (1977)

com *Campanula isophylla*, BOROWSKI et al. (1981) com *Chrysanthemum* e WANG e ANDERSEN (1989) com *Hibiscus*, que obtiveram maior número de raízes em estacas retiradas de plantas matrizes cultivadas sob maior intensidade de luz, atribuindo tal resultado ao incremento de substâncias de reserva pela planta matriz.

MOE (1988), baseando-se em diferentes pesquisas e metodologias, atribui a diferença de enraizamento entre espécies, quanto ao incremento de irradiância, a diferentes requerimentos de luz para a síntese de auxinas, diferente sensibilidade a foto destruição das auxinas, diferente translocação paterna de promotores de enraizamento, diferente produção e demanda de carboidratos para o enraizamento e alterações morfológicas. Admitindo-se que o mesmo se aplica para variedades da mesma espécie e, analisando-se conjuntamente a superioridade da porcentagem de estacas com folhas remanescentes para a variedade 'Paluma', o maior número de raízes obtido por esta variedade com estacas do tipo pleno-sol, pode ser devido ao fato desta variedade ter produzido e armazenado nestas condições, uma maior quantidade de material translocável (carboidratos e solutos orgânicos), induzindo à formação de um número maior de raízes. Estes resultados condizem com as conclusões obtidas por PEREIRA et al. (1991), de que a variedade 'Paluma' apresenta maior disponibilidade de material translocável e que a contribuição das folhas foi muito importante em produzir e exportar material para o processo de enraizamento. Entretanto, VEIERSKOV e ANDERSEN (1982) obtiveram maior conteúdo de carboidratos (frutose, inositol, glucose, sacarose e amido) em estacas, com o incremento de irradiância sobre as plantas matrizes, porém o conteúdo de carboidratos não esteve correlacionado com o processo de diferenciação e iniciação de primórdios radiculares e sim com o desenvolvimento das novas raízes formadas.

Quadro 19 - Valores médios do número de raízes (NR), porcentagem de estacas com folhas remanescentes (% FR), porcentagens de sobrevivência de estacas (% Sob) e porcentagem de

estacas com calo (% Cal), aos 90 dias após plantio, em função das variedades e das condições de luz em que se desenvolveram as plantas matrizes.

Variedade	NR		% FR		% Sob		% Cal	
	Estaca		Estaca		Estaca		Estaca	
	Sombreada	Pleno-Sol	Sombreada	Pleno-Sol	Sombreada	Pleno-Sol	Sombreada	Pleno-Sol
'Paluma'	15,8333 Ab	23,6778 Aa	93,7506 Aa	97,5311 Aa	96,9136 Aa	98,1481 Aa	96,8367 Aa	97,5311 Aa
'Ogawa-verm.'	11,1944 Aa	9,0556 Ba	56,7966 Bb	69,7539 Ba	69,1358 Ba	81,4815 Ba	68,5194 Ba	75,3100 Ba
'Pedro-sato'	8,4167 Ba	5,3611 Ba	27,1589 Cb	51,8522 Ca	48,1481 Cb	76,5432 Ba	41,9761 Cb	69,7539 Ba
C.V. (%)	54,49		20,72		18,80		22,17	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey e pela mesma letra minúscula na linha, para a mesma característica, não diferem entre si, pelo teste F, a 1% de probabilidade.

Observa-se que a variedade 'Paluma' foi a que apresentou o melhor desempenho quanto à % Sob e % Cal (Quadro 19), sendo estatisticamente superior às outras duas variedades. Os resultados também demonstram que, com exceção do número de raízes, estacas do tipo pleno sol e do tipo sombreada apresentaram o mesmo comportamento, demonstrando que para estas características, a variedade 'Paluma' foi a menos sensível à mudança nas condições de luz.

Para as variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato', o manejo das condições de luz sobre as plantas matrizes, não influiu no número de raízes formadas, concordando com os trabalhos de CHRISTENSEN et al.(1980) com estacas da variedade de porta-enxerto de macieira M-26, BEHRENS (1988) com *Acer palmatum* variedade 'Atropurpurium' e VOLTONI e FACHINELLO (1998) com araçá, que também não obtiveram efeito significativo no número de raízes por estaca, com diferentes níveis de intensidade de luz sobre as plantas matrizes. Estacas da variedade 'Ogawa-vermelha' apresentaram melhor desempenho que estacas da variedade 'Pedro-sato' quando as plantas matrizes foram submetidas a redução de radiação natural. Tanto a variedade 'Ogawa-vermelha' quanto a variedade 'Pedro-sato', apresentaram maior % FR em estacas do tipo pleno-sol, demonstrando que o sombreamento afetou a retenção de folhas pelas estacas destas duas variedades.

A variedade 'Pedro-sato', quando se utilizou estacas do tipo pleno-sol, apresentou melhora na % Sob e % Cal, se igualando estatisticamente à variedade 'Ogawa-vermelha'. Os resultados também permitem concluir, com exceção do número de raízes, que a variedade 'Pedro-sato' apresentou maior sensibilidade ao efeito das mudanças nas condições de luz sobre as planta matrizes e que as estacas do tipo pleno-sol, foram as que apresentaram melhor desempenho para esta variedade.

4.2.5. Interação entre as variedades de goiabeira e concentrações de AIB, para a característica número de raízes

Houve efeito diferenciado quanto ao número de raízes por estaca, em função das concentrações de AIB, sendo estimada uma equação de regressão para cada variedade. As curvas de regressão encontram-se na Figura 12.

Pelos resultados pode-se concluir que a variedade 'Paluma' apresentou um comportamento representado por uma equação linear do tipo Response Plateau ($\hat{Y} = 7,5 + 0,033^{**}C$) para $0 < C < 582,8283$, com o número máximo de raízes por estaca (26,73), sendo obtido com a concentração de $582,8283 \text{ mg.L}^{-1}$ de AIB, e $\bar{Y} = 26,7333$ para $582,8283 < C < 4000$ ($R^2 = 88,97\%$) (Fotos 3, 4, 5 e 6). Para as variedades 'Ogawa-vermelha' ($\hat{Y} = 5,5850 + 0,003766667^{**}C$) ($R^2 = 85,73\%$), e

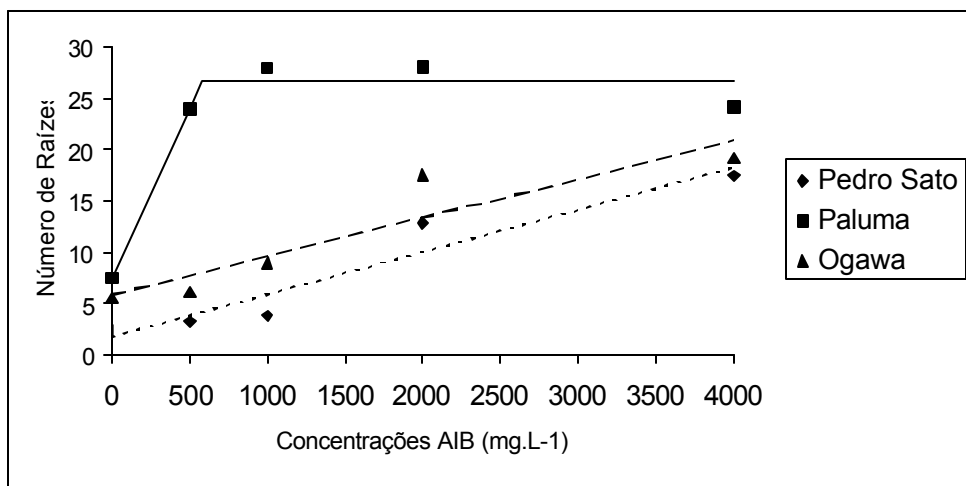


Figura 12 - Número de raízes por estaca, em função das variedades de goiabeira e das concentrações de AIB, aos 90 dias após plantio.



Foto 3 - Raízes formadas em estacas da variedade 'Paluma', tratadas com 500 mg.L⁻¹ de AIB.



Foto 4 - Raízes formadas em estacas da variedade 'Paluma', tratadas com 1000 mg.L⁻¹ de AIB.



Foto 5 - Raízes formadas em estacas da variedade 'Paluma', tratadas com 2000 mg.L⁻¹ de AIB.



Foto 6 - Raízes formadas em estacas da variedade 'Paluma', tratadas com 4000 mg.L⁻¹ de AIB.

'Pedro-sato' ($\hat{Y}=1,7250 +0,004150**C$) ($R^2=92,78\%$), a estimativa das equações de regressão demonstram que o número de raízes por estaca foi influenciado linearmente pelas concentrações de AIB, com a concentração de 4.000 mg.L⁻¹ potencializando a formação de 20,65 e 18,32 raízes por estaca, respectivamente (Fotos 7 e 8).

O maior número de raízes em estacas da variedade 'Paluma', com concentrações mais baixas de AIB, demonstra a maior resposta desta variedade à aplicação exógena de auxinas (foto 3). Os resultados apresentados no Quadro 20 permitem concluir que as concentrações de 0 e 4000 mg.L⁻¹ de AIB, não promoveram diferenças estatísticas entre as três variedades, quanto ao número de raízes formadas. Para as demais concentrações (500, 1000 e 2000 mg.L⁻¹) as variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato' obtiveram menor número de raízes. Verifica-se também para estas duas variedades, que somente as concentrações de 2000 e 4000 mg.L⁻¹ potencializaram a formação de um número de raízes estatisticamente superior ao número de raízes potencializado pela



Foto 7 - Raízes formadas em estacas da variedade 'Ogawa-vermelha', tratadas com 4000 mg.L⁻¹ de AIB.



Foto 8 - Raízes formadas em estacas da variedade 'Pedro-sato', tratadas com 4000 mg.L⁻¹ de AIB.

Quadro 20 - Comparações entre os efeitos do ácido indolbutírico (AIB), da água (testemunha) e das variedades de goiabeira, quanto ao número de raízes por estaca, após 90 dias de plantio

Conc. (mg.L ⁻¹ de AIB)	Número de raízes/estaca		
	'Paluma'	'Ogawa-vermelha'	'Pedro-sato'
0	7,5000 Aa	5,5833 Aa	2,3333 Aa
500	24,0000 Ba	6,1667 Ab	3,2500 Ab
1000	28,0000 Ba	9,0000 Ab	3,8333 Ab
2000	28,0333 Ba	17,5833 Bab	12,8333 Bb
4000	24,1667 Ba	19,1667 Ba	17,5000 Ba
Água (testemunha)	6,8333 Aa	3,2500 Aa	1,5833 Aa

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna, não diferem da água, pelo teste de Dunnett e médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 1% de probabilidade.

água. Já a variedade 'Paluma', apresentou número de raízes superior à testemunha, em todas as concentrações de AIB acima de 0 mg.L⁻¹.

Os resultados obtidos no presente estudo, diferem dos resultados de DEBNATH e MAITI (1990), sobre o uso de reguladores de crescimento (AIB, ANA e AIA) no enraizamento de estacas herbáceas de cinco variedades de goiabeira (West bengal, India, Baruipur, Sardah e Harijha), onde a concentração de 2500 mg.L⁻¹ de AIB foi a que induziu a melhor performance quanto ao número de raízes formadas, independente da variedade, enquanto que a concentração de 3500 mg.L⁻¹ de AIB reduziu os diferentes parâmetros do enraizamento.

O maior número de raízes em estacas da variedade 'Paluma', pode ser devido ao fato desta variedade ter apresentado um maior conteúdo e/ou disponibilizado maior quantidade de substâncias translocáveis (carboidratos), o que com o aumento das concentrações de AIB, potencializou a formação de um maior número de raízes. Segundo HAALAND (1976) e BOROWSKI et al. (1981), para que ocorra uma boa formação de raízes, é preciso um balanço endógeno adequado entre auxinas e substâncias de reserva. Como esta variedade, em pesquisa

realizada por PEREIRA et al. (1991), apresentou maior disponibilidade de material translocável, é possível que nas condições do presente estudo, tal fato possa ter ocorrido, potencializando o efeito das concentrações de AIB. Associado a isto e atuando de forma indireta, o fato das estacas da variedade 'Paluma' sempre apresentarem maior capacidade de retenção de folhas, estas além de contribuírem com os fotoassimilados, atuariam melhor utilizando o AIB aplicado à base das estacas e potencializando os efeitos das concentrações de AIB.

Para as variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato', a possibilidade destas variedades terem apresentado um menor conteúdo e ou disponibilidade de material translocável, associado a menor retenção de folhas pelas estacas, poderia ter acarretado uma menor eficácia do AIB aplicado à base das mesmas, bem como uma menor contribuição do par de folhas com fotoassimilados, de tal forma que o efeito das concentrações de AIB foram potencialmente reduzidos, havendo a necessidade de concentrações mais altas para produzir um mesmo efeito obtido com a variedade 'Paluma'. Desta forma, o incremento na concentração de AIB resultou em aumento no número de raízes por estaca, porém o possível desbalanço entre auxinas, carboidratos e outros fatores envolvidos no processo de rizogênese, refletiu em piores índices de enraizamento obtidos por estas duas variedades.

5. CONCLUSÕES

5.1. Experimento 1

- Estacas caulinares da variedade ‘Paluma’, apresentaram melhor desempenho quanto a capacidade de formar e desenvolver raízes adventícias.
- As variedades ‘Ogawa-vermelha’ e ‘Pedro-sato’ apresentaram desempenho semelhante quanto a capacidade de formar raízes adventícias em estacas herbáceas de ramos caulinares, entretanto a variedade ‘Pedro-sato’ apresentou menor sobrevivência de estacas, ao 70 dias de plantio.
- Estacas provenientes de plantas matrizes sombreadas apresentaram maior número de raízes ao final do período de estudo, entretanto o comprimento da maior raiz e a sobrevivência das estacas não foram influenciados.
- Para a variedade ‘Pedro-sato’, estacas provenientes de plantas matrizes sombreadas, apresentaram menor número de folhas remanescentes aos 52 e 70 dias de plantio.
- Estacas tratadas com ácido indolbutírico apresentaram melhora na formação de raízes.
- As concentrações de 2000 e 4000 mg.L⁻¹ promoveram a formação de um maior número e comprimento de raízes.
- A solução solvente (0 mg.L⁻¹ de AIB) e a concentração de 500 mg.L⁻¹ de AIB, não diferiram do tratamento da base das estacas somente com água.
- O número de raízes e comprimento da maior raiz não foram afetados pelas concentrações de AIB aos 35 dias após plantio.

5.2. Experimento 2

- A variedade ‘Paluma’ foi a que apresentou melhor enraizamento de estacas, seguida pela variedade ‘Ogawa-vermelha’, que apresentou enraizamento intermediário.
- Estacas da variedade ‘Pedro-sato’ apresentaram os piores índices de enraizamento, com uma menor porcentagem de estacas enraizadas, um menor número de folhas remanescentes na estaca e menor peso fresco e seco das raízes formadas.

- O sombreamento das plantas matrizes não afetou o comprimento da maior raiz, bem como a porcentagem de enraizamento e o peso fresco e seco das raízes formadas.
- Estacas da variedade 'Paluma' apresentaram maior número de raízes, quando as plantas matrizes foram cultivadas a pleno sol.
- O sombreamento das plantas matrizes não influenciou no número de raízes formadas em estacas caulinares das variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato'.
- As variedades 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato' apresentaram maior porcentagem de folhas remanescentes, em estacas de plantas matrizes cultivadas a pleno sol.
- Dentre as concentrações utilizadas, a de 2000 mg.L⁻¹ de AIB, foi a que apresentou melhor desempenho quanto a porcentagem de enraizamento e peso fresco e seco de raízes.
- A concentração de 500 mg.L⁻¹ foi suficiente para promover a formação de raízes em estacas caulinares da variedade 'Paluma'.
- Para a variedade 'Ogawa-vermelha' e 'Pedro-sato' o maior número de raízes por estacas foi obtido com a concentração de 4000 mg.L⁻¹.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL. Anuário da Agricultura Brasileira. 435p. São Paulo. 2000.**
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. Rio de Janeiro, RJ: IBGE, 1998, 8-29p.**
- ALVEZ, R.E., SILVA, A.A., SILVA, H.E., MUSSER, R.S. Contribuição ao estudo da cultura da acerola. I. Efeitos do AIB e da sacarose do enraizamento de estacas. Revista Brasileira de Fruticultura. v.13, n.2, p. 19-26, 1991.**
- ANTUNES, L.E.C., HOFFMANN, A., RAMOS, J.D., CHALFUN, N.N.J. e OLIVEIRA JÚNIOR, A.F. Efeito do método de aplicação e concentrações do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas semilenhosas de *Pyrus calleryana*. Revista Brasileira de Fruticultura. v.18, n.3, p.371-376, 1996.**
- ASHIRU, G.A. and CARLSON, R.F. Some endogenous rooting factors associated with rooting of East Malling II and Malling Merton 106 apple clones. Proceedings American Society for Horticultural Science. v.92, p. 106-112, 1968.**
- BACARIN, M.A., BENINCASA, M.M.P., ANDRADE, V.M.M. e PEREIRA, F.M. Enraizamento de estacas aéreas de goiabeira (*Psidium guajava* L.): Efeito do ácido indolbutírico (AIB) sobre a iniciação radicular. Científica. v.22, n.1, p. 71-79, 1994.**
- BEHRENS, V. Influence of light intensity on the propagation success of *Acer palmatum* 'Atropurpureum' propagated by cuttings. Acta Horticulturae. v.226, p. 321-326, 1988.**
- BERTRAM, L., ANDERSEN, A.S. and KARLSEN, P. Rooting of *Hibiscus cuttings* in water culture. Acta Hort. v.226, p. 145-153, 1987.**
- BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; SILVA, M.F.F., SOUSA, A.A.M. Enraizamento de estacas herbáceas de acerola com ácido indolbutírico e ácido alfa naftaleno acético a baixas concentrações em duas épocas. Revista Brasileira de Fruticultura. v.14, n.1, p.1-6, 1992.**
- BOROWSKI, E., HAGEN, P., MOE, R. Stock plant irradiance and rooting of *Chrysanthemum cuttings* in light or dark. Scientia Horticulturae. v.15, n.3, p.245-253, 1981.**

- BOURDELLES, J.L., ESTANOVE, P. LA GOYAVE AUX ANTILLES.** Fruits. v.22, p.397-412, 1967.
- CHALFUN, N.N.J.** Fatores bioquímicos e fisiológicos do enraizamento de estacas de *Hibiscus rosa sinensis* L. 1989, 85p., Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CHANDRA, R. and GOVIND, S.** Efficacy of cane sugar and auxins in relation to rooting and survival of guava layers in acid alfisol. Progressive Horticulture. v.23, n.1-4, p. 22-25, 1991.
- CHRISTENSEN, M.V.; ERIKSEN, E.N. AND ANDERSEN, A.S.** Interaction of stock plant irradiance and auxin in the propagation of apple rootstocks by cuttings. Scientia Horticulturae. v.12, n.1, p. 11-17, 1980.
- COUTINHO, E.F. MIELLE, M.S.; ROCHA, M.S., DUARTE, O.R.** Enraizamento de estacas semilenhosas de fruteiras nativas da família myrtaceae com o uso do ácido indolbutírico. Revista Brasileira de Fruticultura. v.13, n.1, p.167-171, 1991.
- COUVILLON, G.A.** Rooting responses to different treatments. Acta Horticulturae. v.227, p.187-196, 1988.
- DAVIES, F.T. Jr.** Shoot RNA, cambial activity and indolebutyric acid effectively in seasonal rooting of juvenile and mature *Ficus pumila* cuttings. Physiologia Plantarum. v.62, n.1-7, p. 571-575, 1984.
- DAVIES, JR. F.T. and HARTMANN, H.T.** The physiological basis of adventitious root formation. Acta Horticulturae. v.227, p.113-120, 1988.
- DAVIS, T.D., HAISSING, B.E. AND SANKHLA, N.** Adventitious root formation in cuttings. Portland, Dioscorides Press. 1986.
- DAVIS, T.D., POTTER, JR.** Current photosynthate as a limiting factor in adventitious root formation on leafy pea cuttings. Journal American Societe for Horticulturae Science. v.106, n.3, p. 278-282, 1981.
- 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. v.19, n.1-2, p.79-85, 1990.
- DHUA, R.S., MITRA, S.K., SEN, S.K. et al.** Effect of ethephon and IBA on rooting of Guava. Horticultural Abstracts. v.54, n.1, p.378, 1982.

- DUARTE, O., HUETE, M., LÜDDERS, P.** Propagation of jabuticaba (*Myrciaria cauliflora* (Mart) Berg) by terminal leafy cuttings. *Acta Horticulturae*, v.452, p.123-128, 1997.
- DUTTA, P. and MITRA, S.K.** Effect of etiolation on stooling of guava. *Indian Agriculturist*. v.35, n.2, p. 101-105, 1991.
- ELIASSON, L. and BRUNES, L.** Light effects on root formation in aspen and willow cuttings. *Physiologia Plantarum*. v.48, n.2, p. 261-265, 1980.
- GONZAGA NETO, L.** Estudos de métodos de propagação de porta-enxertos e de enxertia de goiabeira (*Psidium guajava* L.). 1982, 51p., Tese (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- GONZÁLEZ, M.G.N. e SCHIMIDT, C.A.P.** Estudo do efeito de duas concentrações de ácido indolbutírico (AIB) e ácido naftalenoacético (ANA) no enraizamento de estacas herbáceas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) cv. Kumagai. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.14, n.3, p.229-232, 1992.
- HAALAND, E.** The effect of light and CO₂ on the carbohydrates in stock plants and cuttings of *Campanula isophylla* Moretti. *Scientia Horticulturae*. v.5, p.353-361, 1976.
- HAFFEZ, U.R, KHAN, M.A., KHOKHAR, K.M. AND LAGHARI, M.H.** Effect of season on rooting ability of tip cuttings of guava (*Psidium guajava* L.) treated with paclobutrazol. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. v.61, n.6, p. 404-406, 1991.
- HANSEN, J. and ERICKSEN, E.N.** Root formation of Pea cuttings in relation to the irradiance of the stock plants. *Physiologia plantarum*. v.32, n.1-4, p. 170-173, 1974.
- HANSEN, J.** Stock plant lighting and adventitious root formation. *Hortscience*. v.22, n.5, p. 746-749, 1987.
- HANSEN, J., STRONQUIST, L.H. AND ERICSSON, A.** Influence of irradiance on carbohydrate content and rooting of cuttings of pine seedlings (*Pinus silvestris* L.). *Plant Physiology*. v.61, n.6, p. 975-979, 1978.
- HARTMANN, H.T.L., KESTER, D.E., DAVIES, JR, F.T., GRENEVE, R.L.** In: *Plant propagation: principles and practices*. New Jersey, Prentice-Hall, 1997, 770p.
- JOHNSON, C.R. and ROBERTS, A.N.** The effect of shading rhododendron. Stock plants on flowering and rooting. *Journal of*

the American Society for Horticultural Science. **v.96, n.2, p. 166-168, 1971.**

JOHNSON, C.R. and HAMILTON, D.F. Rooting of *Hibiscus rosa-sinensis* L. cuttings as influenced by light intensity and ethophon. Hortscience. v.12, n.1, p. 39-40, 1977.

KERSTEN, E., IBANEZ, V.A. Efeito do ácido indolbutírico (IBA) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em condições de nebulização e teor de aminoácidos totais. Revista Brasileira de Fruticultura. v.15, n.1., p.87-89, 1993.

KNOX, G.W., HAMILTON, D.F. Rooting of *Berberis* and *Ligustrum* cuttings from stock plants growth at selected light intensities. Scientia Horticulturae. v.16, n.1, p. 85-90, 1982.

KOMISSAROV, D.A. Biological basis for the propagation of woody plants by cuttings. Jesuralem: IPST Press, 1968, 226p.

LARCHER, W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: EPU, 1986, 319p.

LENNART ELIASSON. Interaction of light and auxin in regulation of rooting in Pea stem cuttings. Physiologia plantarum. v.48, n.1-4, p.78-82, 1980.

MANCUSO, S., RIVALDELLI, E., MURA, P., FAUCCI, M.T. AND MANDERIOLI, A. Employment of indolebutyric and indoleacetic acids complexed by α -ciclodextrin on cutting rootin in *Olea europaea* L. cv. Leccio del corno. Effects of concentration and treatment time. Advances in Horticultural Science. v.11, p.153-157, 1997.

MARCO, C.A., KERSTEN, E. e SILVA, J.G.C. Influência do ethephon e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Ciência rural. v.28, p.221-224, 1998.

MARTIN, S.J. e KATO, K. Processamento: produtos, características e utilização. In: Série Frutas Tropicais n.6 - Goiaba. ITAL, Campinas, 1988, 175p.

MAYNARD, B.K. e BASSUK, N.L. Stock plant etiolation, Shading and Banding effects on cutting propagation of *Carpinus betulus*. Journal of the American Society for Horticultural Science. v.117, n.5, p.740-744, 1992.

MITRA, S.K. e BOSE, T.K. Standardisation of propagation techniques by cutting of some tropical fruit crops. Scientific-Horticulture, v.5, n.1, p.1-7, 1996.

- MOE, R. Effect of light, temperature and CO₂ on the growth of *Campanula isophylla* stock plants and the subsequent growth and development of their cuttings. *Scientia Horticultural*. v.6, n.2, p.129-141, 1977.
- MOE, R. Effect of stock plant environment on lateral branching and rooting. *Acta Horticulturae*, v.226, p. 431-444, 1988.
- MUKHTAR, A., IFTIKHAR, A., LAGHARI, M.H. e HYDAYATULLAH. Effect of growth regulators ou rooting in softwood cutting of guava under mist condition. *Sardah Journal of Agriculture*. v.14, n.5, p.423-425, 1998.
- MURA, P., CECCARELLI, L., FAUCCI, M.T., NIVALDELLI, E., MANCUSO, S. Improvment of solubility of indolebutiric acid by complexation com α -ciclodextrin and rhixogenic activity in *Olea europaea* L. cv. Leccio del corno. *Advances in Horticultural Science*. v.9, n.3, p.119-121, 1995.
- NACHTIGAL, J.C., HOFFMAN, A., KLUGE, R.A., FACHINELLO, J.C. E MAZZINI, A.R.A. Enraizamento de estacas semilenhosas de Araçazeiro (*Psidium cattleyanum* Sabine) com o uso do ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura*. v.16, n.1, p.229-235, 1994.
- NATALE, W., COUTINHO, E.L.M., BOARETTO, A.E., CORTEZ, G.E.P. e FESTUCCI, A.J. Extração de nutrientes por frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). *Científica*. v.22, n.2, p. 249-253, 1994.
- PATEL, R.K., BASE, N.S. and TRIPATHI, S.K. Effect of growth regulators and wrappen on succen and survival of air layering in guava cv. Allahabad safeda. *Crop-Research-Hisar*. v.12, n.1, p. 56-60, 1996.
- PENNOCK, W., MALDONADO, G. The propagation of guava from stem cuttings. *Journal Agriculture University of Porto Rico*. v.47, p.280-289, 1963.
- PEREIRA, F.M., OIOLI, A.A.P., BANZATTO, D.A. Enraizamento de diferentes tipos de estacas enfolhadas de goiabeira (*Psidium guajava* L.) em câmaras de nebulização. *Científica*. v.11, n.2, p.239-244, 1983.
- PEREIRA, F.M., MARTINEZ JR., M. Goiabas para industrialização. *Jaboticabal: Legis Summa*, 1986, 137p.
- PEREIRA, F.M., PETRECHEN, E.H., BENINCASA, M.M.P. e 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. v.19, n.2, p.199-206, 1991.
- PEREIRA, F.M. e NACHTIGAL, J.C. Propagação da goiabeira. In: PEREIRA, et al. (Eds.). Anais. 1º Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da Goiabeira. FCAV, Jaboticabal-SP, p.17-32, 1997.
- REDDY, K.M. and SINGH, R.N. Efficacy of plastic-house in propagation of guava (*Psidium guajava* L.) through hardwood cuttings. Indian Journal of Agricultural Sciences. v.58, n.1, p. 81-82, 1988.
- REUVENI, O., RAVIV, M. The importance of leaf number to rooting avocado cuttings. Journal of the American Society for Horticultural Science. v.106, n.2, p.127-130, 1981.
- RUFATO, L., ROSSI, A., LOMBARDI, S.R., RIBEIRO, E., KERSTEN, E. Efeito de diferentes concentrações de floroglucinol no enraizamento de estacas lenhosas de duas cultivares de pessegueiro (*Prunus persia* L. Batsch) tratadas com AIB. Revista Brasileira Fruticultura. v.21, n.3, p. 297-300, 1999.
- SAROJ, P.L. and PATHAK, R.K. Role of nurse shoot in propagation of guava through stool layering. Indian Forester. v.121, n.12, p. 1172-1173, 1995.
- SCAPARE FILHO, J.A. Enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) BATSCH), sob efeito de reguladores de crescimento, em sistema de nebulização intermitente. 1990, 50p., Tese (Mestrado em Agronomia). Escola de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, SP.
- SCARPARE FILHO, J.A., NETO, J.T., COSTA JÚNIOR, W.H., KLUGE, R.A. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de jaboticabeira 'Sabará' (*Myrciaria jaboticaba*) em condições de nebulização. Revista Brasileira Fruticultura. v.21, n.2, p. 146-149, 1999.
- SEN, S.N. e COUVILLON, G.A. Factors affecting survival of "in field", rooted hardwood peach cuttings. Hortscience. v.18, n.3, p.324-325, 1983.
- SHAFFER, B., ANDERSEN, P.C. (Ed.). Handbook of environmental physiology of fruit crops. Boca Raton: CRC Press, v.2, p. 213-215, 1994.
- SHARMA, S.D. and AIER, N.B. Seasonal rooting behaviour of cuttings of plum cultivars as influenced by IBA treatments. Scientia Horticulturae. v.40, p. 297-303, 1989.

- SIERRALTA, S.L., MORENO, L.A. e VILORIA, Z. Efecto de la exposición solar de las plantas donantes en la indicación del cultivo in vitro de Guayabo (*Psidium guajava* L.). Revista de la Facultad de Agronomía. (Luz). v.14, n.1, p.47-53, 1997.**
- SINGH, M. and JAIN, B.P. Propagation of Guava (*Psidium guajava* L.) by air-layering. Scientific-Horticulture, v.5, n.1, p. 49-50, 1996.**
- SRIVASTAVA, R.P. Effects of growth regulation on rooting in cutting of guava (*Psidium guajava* L.). The Journal Science Research. v.7, p. 238-240, 1961/62.**
- STRÖNQVIST, L.H. and HANSEN, H. Effects of auxin and irradiance on the rooting of cuttings of *Pinus silvestris*. v.49, n.4, p. 346-350, 1980.**
- TAIZ, L., ZEIGER, E. In: Plant Physiology. California: The Benjamin/Cummings, 559p, 1991.**
- TAVARES, M.S.W., KERSTEN, E. e SIEWERDT, F. Efeitos do ácido indolbutírico e da época de coleta de enraizamento de estacas de goiabeira (*Psidium guajava* L.). Scientia Agrícola. v.52, n.2, p.310-317, 1995.**
- VEIERSKOV, B, ANDERSEN, A.S. Dynamics of extractable carbohydrates in *Pisum sativum*. III. The effect of IAA and temperature on content and translocation of carbohydrates in pea cuttings during rooting. Physiologia Plantarum. v.55, n.2, p.179-182, 1982.**
- VOLTOLINI, J.A. e FACHINELLO, J.C. Effect of shading cattley guava stock plant (*Psidium cattleyanum* Sabine) on propagation by cuttings. Acta Horticulture. v.452, p. 59-62, 1997.**
- WANG, Q. AND ANDERSEN, A.S. Propagation of *Hibiscus rosa-sinensis*: relations treatments. Acta Horticulturae. v.251, p.289-309, 1989.**
- WOTT, A. and TUKEY JR, H.R. Influence of nutrient mist on the propagation of cuttings. Proceedings American Society for Horticultural Science. v.90, p 456-461, 1967.**
- ZENK, M.H. and MULLER, G. In vivo destruction of exogenously applied indolyl-3-acetic acid as influenced by naturally occurring phenolic acids. Nature, v.200, n.4908, p. 761-763, 1963.**

