

09725

MFN 27173

**CELSO LUIS BERGO**

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CAFEEIRO (*Coffea arabica* L.) ATRAVÉS DE  
ENRAIZAMENTO DE ESTACAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de "Mestre".

**Orientador**

**Prof. Dr. Antônio Nazareno G. Mendes**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS - BRASIL**

**1997**

Ficha Catalográfica preparada pela Seção de Classificação e Catalogação da  
Biblioteca Central da UFLA

Bergo, Celso Luis

Propagação vegetativa do cafeeiro (*coffea arabica* L.) através de enraizamento de estacas / Celso Luis Bergo. -- Lavras : UFLA, 1997.

62 p. : il.

Orientador: Antônio Nazareno Guimarães Mendes.

Dissertação (Mestrado) - UFLA.

Bibliografia.

1. Café - Propagação vegetativa. 2. Enraizamento de estacas. 3. Regulador de crescimento. 4. Estaquia. 5. Ácido indol butírico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-633.733  
-633.7335

CELSO LUIS BERGO

**PROPAGAÇÃO VEGETATIVA DO CAFEIRO (*Coffea arabica* L.) ATRAVÉS DE  
ENRAIZAMENTO DE ESTACAS**


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

APROVADA em 04 de agosto de 1997

  
Prof. Dr. Rubens José Guimarães

  
Pesq. M. Sc. Gladyston Rodrigues Carvalho

  
Prof. Dr. Moacir Pasqual

  
Prof. Dr. Antônio Nazareno G. Mendes  
ORIENTADOR

## **AGRADECIMENTOS**

O autor expressa seus agradecimentos:

À Universidade Federal de Lavras - UFLA;

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA;

A Coodenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES;

Aos Professores e Funcionários do Departamento de Agricultura - UFLA;

Ao orientador - Prof. Antônio Nazareno Guimarães Mendes;

Aos conselheiros: Prof. Messias José Bastos de Andrade;

Prof. Johann Amaral Lunkes;

Ao acadêmico: José Renato Gonçalves Dias;

Aos colegas do Curso de Mestrado em Fitotecnia.

A quantos o ajudaram anonimamente, a fim de que chegasse ao término de seu curso, especialmente Francisco de Sales do Centro de Pesquisa Agroflorestal do Acre CPAF/Acre.

## **BIOGRAFIA**

Celso Luis Bergo, filho de Zeferino Bergo e Geni Bertaglia Bergo, nasceu em 04 de outubro de 1952 em Novo Horizonte, São Paulo.

Concluiu os cursos de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal do Paraná-UFPR em dezembro de 1977 e de Economia, na Universidade Federal do Acre - UFAC em dezembro de 1987.

Trabalhou de 1978 a 1981 em Cooperativismo. De 1982 a 1989 em extensão rural (Emater - Ac), e de 1990 a 1994 em pesquisa agropecuária (Embrapa - Ac)

Iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia/Cafeicultura, na UFLA, em fevereiro de 1995.

3.4 Análise estatística.....	30
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>31</b>
4.1 Percentual de estacas verdes, com e sem raízes.....	31
4.2 Peso da matéria seca do sistema radicular e folhas.....	39
4.3 Número e comprimento médio das raízes.....	49
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>58</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabelas</b>		<b>Página</b>
1	Tratamentos a que foram submetidas as estacas dos cultivares Catuaí Vermelho e Acaiá ( <i>Coffea arabica</i> L.), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon ( <i>Coffea canephora</i> ) .....	28
2	Análise de variância sobre o percentual de estacas verdes (EV%) e de estacas verdes com raízes (EVCR%) em <i>Coffea arabica</i> L. (Catuaí Vermelho e Acaiá) e <i>Coffea canephora</i> (Conillon) quando submetidas a ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997 .....	32
3	Teste de Duncan para médias de tratamento das características percentual de estacas verdes com raízes (EVCR%) e de estacas verdes (EV%) em ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB para os cultivares de cafeeiro (Acaiá e Catuaí Vermelho), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	37
4	Análise de variância do peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas (PRA/100 EST.) e do peso da matéria seca das folhas por 100 estacas (PFO/100 EST.), em <i>Coffea arabica</i> L. (Catuaí Vermelho e Acaiá) e <i>Coffea canephora</i> (Conillon) quando submetidas a ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	40
5	Teste de Duncan para médias de tratamento das características: peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas (PRA/100 EST.) e peso da matéria seca das folhas por 100 estacas (PFO/100 EST.), em ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB para os cultivares de cafeeiro (Acaiá e Catuaí Vermelho), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	48

- 6 Análise de variância do número total de raízes (NTRAIZ) e do comprimento médio das raízes (CMRAIZ) em *Coffea arabica* L. (Catuai Vermelho e Acaiá) e *Coffea canephora* (Conillon) quando submetidas a ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997..... 53
- 7 Teste de Duncan para médias de tratamento das características: número total de raízes (NTRAIZ) e comprimento médio das raízes (CMRAIZ) por estaca, em ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB para os cultivares de cafeeiro (Acaiá e Catuai Vermelho), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997..... 56



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Percentual médio de estacas verdes com raízes, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	33
2	Percentual médio de estacas verdes, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	34
3	Percentual médio de estacas verdes com raízes, em ausência e presença de AIB e Água, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras-MG, 1997.....	35
4	Percentual médio de estacas verdes, em ausência e presença de AIB e Água, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	38
5	Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas e peso da matéria seca das folhas por 100 estacas, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	39
6	Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de Zinco, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	42
7	Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de AIB, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	43
8	Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de Água e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	44

9	Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de AIB e PVP, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras- MG, 1997.....	46
10	Peso da matéria seca das folhas por 100 estacas de cafeeiro, em ausência e presença de AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	47
11	Peso da matéria seca das folhas por 100 estacas, em ausência e presença de Água e PVP. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	49
12	Número total de raízes e comprimento médio das raízes por estaca, em ausência e presença de zinco, água, PVP e AIB, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como testemunha o cultivar Conillon. UFLA, Lavras MG, 1997.....	50
13	Comprimento médio das raízes do cafeeiro, em ausência e presença de zinco. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	51
14	Comprimento médio das raízes do cafeeiro, em ausência e presença de AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.....	54
15	Número total de raízes em ausência e presença de zinco e água, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras- MG, 1997.....	55

## RESUMO

**BERGO, Celso Luis. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) através de enraizamento de estacas. Lavras: UFLA, 1997. 62p.(Dissertação - Mestrado em Agronomia/Fitotecnia).\***

Com o objetivo de desenvolver uma metodologia que permita a regeneração de plantas de *Coffea arabica* L. "in vivo", a partir do enraizamento de estacas, foi conduzido um experimento no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras, MG, em casa de vegetação com sistema automático de irrigação por micro aspersão. As estacas foram coletadas em cafeeiros dos cultivares Catuaí Vermelho e Acaiaá em dezembro de 1995. O experimento foi instalado em esquema fatorial no delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições e 33 tratamentos  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ , com 1 tratamento adicional. 1º fator: Cultivar (2 níveis: Acaiaá e Catuaí Vermelho); 2º fator: Pulverização de solução contendo 0,3% de sulfato de zinco + 0,3% de cloreto de potássio (2 níveis: com e sem aplicação); 3º fator: Imersão das estacas em água corrente (2 níveis: zero e três horas);

---

\*Orientador: Prof. Dr. Antônio Nazareno G. Mendes. Membros da Banca: Prof. Dr. Rubens José Guimarães; Prof. Dr. Moacir Pasqual e Pesq. M. Sc. Gladyston Rodrigues Carvalho.

4º fator: Imersão das estacas em solução de antioxidante polivinil - pirrolidone (PVP), na concentração de 1.500 ppm (2 níveis: zero e três horas); 5º fator: Imersão das estacas em solução com regulador de crescimento - Ácido Indol Butírico (AIB), na concentração de 400 ppm (2 níveis: zero e três horas); tratamento adicional: Estacas do cultivar Conillon - *C. Canephora*, preparadas sem nenhum tratamento.

As avaliações foram feitas em 28.08.96, 6 meses após a implantação, sendo avaliadas as seguintes características: Percentual de estacas verdes, com e sem raízes; peso da matéria seca das raízes e folhas e número e comprimento médio das raízes por estaca. Concluiu-se que: na metodologia proposta, o cultivar Acaiá apresenta-se mais adaptado para enraizamento que o Catuaí Vermelho, sendo que este deverá ter metodologia diferenciada; o zinco, a água e o antioxidante PVP não são eficientes na promoção do enraizamento do cafeeiro na concentração e tempo de imersão testados; a utilização da auxina AIB aumenta o comprimento médio das raízes dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho e o peso da matéria seca do sistema radicular do Acaiá, diminuindo o peso da matéria seca das folhas, independente do cultivar; o enraizamento do cultivar Conillon, sem nenhum tratamento é superior à 90% sob nebulização intermitente.

## ABSTRACT

### **Vegetative propagation of the coffee tree ( *Coffea arabica* L. ) through cutting rooting**

With the objective of developing a methodology which enables the "in vivo" regeneration of *Coffea arabica* L. Plants from the cutting rooting, an experiment was conducted at the Department of Agriculture of the Universidade Federal de Lavras (UFLA) - Lavras, MG, in greenhouse with an automatic irrigation system by micro sprinkling. The cuttings were collected on coffee trees of the cultivars Catuai Vermelho and Acaiá in December, 1995. The experiment was set up in a factorial scheme in the completely randomized design, with three replications and 33 treatments  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2$ , with an additional treatment. 1<sup>st</sup> factor: cultivar (2 levels: Acaiá and Catuai Vermelho); 2<sup>nd</sup> factor: spraying of solution containing 0,3 % of zinc sulphate + 0,3% potassium chloride (2 levels: with and without application); 3<sup>rd</sup> factor: dipping of the cuttings into running water (2 levels: zero and three hours); 4<sup>th</sup> factor: dipping of the cuttings into polyvinil antioxidant-pirrolidone (PVP) solution, at the concentration of 1,500 ppm (2 levels: zero and three hours); 5<sup>th</sup> factor: dipping of the cutting into solution with a growth regulator - Indol butyric acid (IBA), at the concentration of 400 ppm (2 levels: zero and three hours); additional treatment: cuttings of the cultivar Conillon - *C. canephora*, prepared without any treatment.

Evaluations were done on August 28<sup>th</sup>, 1996, 6 months after establishment, being the following characteristics evaluated: percent of green cuttings, with and without roots; weight of the dry matter of leaves and roots and number and average length of the roots per cutting. It was found that: by the proposed methodology, the cultivar Acaiá prove more adapted for rooting than Catuaí Vermelho, being that the latter should have distinct methodology; zinc, water and the antioxidant PVP are no effective in promoting rooting of the coffee tree at the concentration and dipping time tested; use of IBA auxin increases the average length of the roots of the cultivars Acaiá and Catuaí Vermelho and the weight of the dry matter of the root system of Acaiá, decreasing the weight of the dry matter of leaves, regardless the cultivar; rooting of the cultivar Conillon, without any treatment, is superior to 90% under intermittent misting.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção de sementes e mudas de boa qualidade é a base de sustentação de uma cultura, principalmente no caso de planta perene como o cafeeiro.

O gênero *Coffea*, no qual se incluem as espécies *C. arabica* e *C. canephora* apresenta variabilidade genética significativa, especialmente esta última por ser alógama, para características da planta como o porte, vigor vegetativo, frutos, sementes, tolerância ou resistência a pragas, doenças e estresses ambientais. O processo usual de propagação dessas espécies é por sementes, sendo que mais recentemente tem-se utilizado a propagação assexuada na espécie *C. canephora* como alternativa para obtenção de cultivares clonais, mais uniformes e produtivos.

A propagação de *C. arabica* é predominantemente por sementes, por se tratar de planta autógama, cujas progênies em gerações avançadas mantêm o cultivar com um mínimo de variabilidade, a exemplo do Catuaí, Mundo Novo e Rubi, dentre outros. Sua propagação por via assexuada não tem sido praticada em grande escala. A possibilidade de clonagem dessa espécie abre grandes perspectivas para a cafeicultura brasileira, no curto prazo, permitindo a exploração em escala comercial de híbridos de cafeeiro altamente produtivos e com fenótipo desejável para vários caracteres de interesse.

A inexistência de metodologia adequada para multiplicação assexuada de *C. arabica* em escala comercial tem sido a maior restrição ao emprego da propagação vegetativa como estratégia para o uso de híbridos de cafeeiro obtidos pelo melhoramento genético.

A clonagem de híbridos  $F_1$  de *C. arabica*, via propagação vegetativa, pode representar uma revolução no melhoramento do cafeeiro nos próximos anos. Para a espécie *C. canephora* já se dispõe de metodologia para clonagem de plantas matrizes superiores, a partir de fragmentos de ramos ortotrópicos com enraizamento de estacas. O “pegamento” nessa espécie é de 95 - 100%. Para *C. arabica*, contudo, tentativas de adaptação dessa tecnologia não tiveram êxito, pois o “pegamento” mostrou-se reduzido. Técnicas de cultura de tecidos têm possibilitado a obtenção de grande número de plantas, em curto espaço de tempo, mas em algumas espécies o custo da muda assim obtida é elevado, impedindo nestes casos sua utilização em escala comercial.

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver uma metodologia que possibilite a regeneração de *C. arabica* “in vivo”, a partir do enraizamento de estacas.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e importância econômica do cafeeiro.

A história econômica do Brasil confunde-se com o desenvolvimento da cafeicultura, tal a importância dessa atividade na vida do País. Além da sua importância econômica, o café possui um peso muito importante no aspecto social, por ser uma das atividades agrícolas que mais gera empregos no País, constituindo um relevante fator de distribuição de riquezas.

O cafeeiro é planta perene, pertencente à classe das dicotiledôneas, subtribo *coffeinae*, tribo *coffeeae*, família *rubiaceae* e ao gênero *Coffea*.

As espécies mais conhecidas são a *Coffea arabica* (arabica) e a *Coffea canephora* (robusta), sendo estas as mais importantes no mercado internacional. Cerca de 70% do café comercialmente de interesse é do tipo arabica e 30% é do tipo robusta; existem outras espécies que são utilizadas exclusivamente em programas de melhoramento. As espécies silvestres utilizadas em programas de melhoramento possuem quantidade relativamente baixa de flores e frutos e conseqüentemente baixa produção, porém possuem características diferenciadas como a forma dos frutos, flores e resistência a diversas doenças e pragas (Rena e Maestri, 1986).

A espécie *Coffea arabica* é nativa da região sudoeste da Etiópia, Sudão e Quênia. É considerada espécie nobre, com café de boa qualidade, possuindo mais de 40 mutantes e muitas variedades. A *Coffea canephora* é nativa das regiões centrais, tropicais e subtropicais do continente africano desde a República da Guiné até o Zaire (Rena e Maestri, 1986).

No início dos estudos genéticos do gênero *Coffea*, tomou-se como padrão a espécie *Coffea arabica*, sendo primeiramente denominada de *C. arabica* var. *Typica*, descrita por Lineu quando descreveu a espécie.

A espécie *Coffea arabica* possui número somático igual a 44 cromossomos ( $2n = 44$ ), enquanto *Coffea canephora* possui número somático igual a 22 cromossomos ( $2n = 22$ ) (Krug, 1934), sendo o número básico igual a  $x = 11$ , estabelecido por Sibenga em 1960. A maioria das espécies descritas são diplóides, com  $2n = 22$  sendo a *C. arabica* a única espécie tetraplóide (Rena e Maestri, 1986). Ainda segundo os autores, o cafeeiro é planta típica de regiões equatoriais desenvolvendo-se bem quando cultivado em altitudes acima de 1000 m. Temperaturas entre 18° C e 22° C são consideradas ideais para o seu cultivo. No entanto, se desenvolve bem entre 16° C e 24°C. Com relação a precipitação a faixa ótima anual está entre 1.200 a 1800 mm.

## **2.2 Morfologia da planta e características de crescimento**

O cafeeiro apresenta ramos dimórficos e esse dimorfismo está relacionado com a direção tomada por ocasião do seu crescimento. Os ramos que crescem no sentido vertical são denominados de ortotrópicos, enquanto que aqueles com crescimento no

sentido lateral são os plagiotrópicos. Os primeiros, normalmente, ocorrem em número de apenas um por planta, porém ramos ortotrópicos adicionais, chamados "ladrões", podem aparecer em cafeeiros mais velhos ou quando o ramo principal é decapitado. Os plagiotrópicos crescem numa inclinação que varia entre 45° a 90° em relação ao eixo principal. Os ramos laterais, denominados de primários, começam a aparecer na planta a partir do 6° ao 10° nó e daí para a frente continuamente. Ramificações laterais secundárias podem aparecer no cafeeiro adulto (Rena e Maestri, 1986).

Seu sistema radicular é variado em decorrência da própria planta, condições de solo e clima, idade do vegetal e a interação entre esses fatores. Nutmam (1933), citado por (Rena e Maestri, 1986), após estudarem 67 sistemas radiculares de cafeeiros propôs o sistema radicular "tipo" do cafeeiro, segundo o qual apresenta a seguinte constituição: raiz pivotante - raiz curta e grossa; raízes axiais - de crescimento vertical descendente; raízes laterais - crescem mais ou menos de forma paralela à superfície do solo; raízes suportes das absorventes - são radículas que se formam sobre as raízes laterais e axiais, com pequeno espessamento secundário, cutinizadas e desprovidas de pêlos absorventes; raízes absorventes - curtas, delgadas, esbranquiçadas, túrgidas e possuindo pêlos absorventes bem desenvolvidos.

Suas folhas são persistentes, simples, glabras, opostas, cruzadas com pecíolo curto, de forma oval-oblonga, bordos inteiros, comumente coriáceas e cor verde escura, brilhante em sua face superior, mais clara na inferior e seus ramos

ortotrópicos, entre os pecíolos, inserem-se estipulas largas; apesar das folhas serem cruzadas, devido a uma torção do caule à medida que ele cresce, o próximo par aparece deslocado de 120 graus, no plano vertical, em relação ao primeiro e o par

seguinte de 240 graus. O terceiro par, que sofrerá torção de mais 120 graus, aparecerá no mesmo plano vertical do primeiro e assim sucessivamente (Rena e Maestri, 1986).

Ainda segundo estes autores, nos ramos plagiotrópicos a filotaxia é idêntica à do ramo ortotrópico mas em virtude de um torção do entrenó e dos pecíolos, as folhas são colocadas num plano horizontal.

No ramo ortotrópico, a partir do 6º ao 10º nó, na axila de cada folha, existe uma série linear ordenada de 5 a 6 gemas - as gemas seriadas - e isolada, acima da série, outra gema denominada "cabeça-de-série". As gemas seriadas desenvolvem-se em ramos ortotrópicos, ao passo que as gemas "cabeça-da-série" dão origem unicamente a ramos plagiotrópicos.

Os ramos plagiotrópicos possuem, nas axilas das folhas, até seis gemas ordenadas numa série linear. A maior fica junto ao caule e a menor próxima ao pecíolo da folha.

As gemas "cabeça-de-série" raramente aparecem nos ramos plagiotrópicos do cafeeiro arábica. As gemas seriadas podem dar origem a gemas florais ou a ramos laterais secundários. Cada gema seriada origina um eixo curto terminado numa flor (Rena e Maestri, 1986).

De acordo com Hartmann e Kester (1983), o método usual de propagação do cafeeiro "arabica" e "robusta" é por semente, sendo possível, através de técnicas adequadas, sua propagação por métodos assexuais.

Há plantas cujas estacas enraízam mais facilmente, outras regularmente e há aquelas que o fazem com bastante dificuldade. Devido a estes problemas, Inforzato (1957), citado por Scarpate Filho (1990), afirma que os reguladores de crescimento

vegetal têm sido utilizados com o objetivo de provocar o enraizamento em estacas de plantas, principalmente naquelas de difícil enraizamento. Acrescenta que esses reguladores de crescimento apresentam-se na forma de pós e líquidos e, quando empregados em estacas fáceis de se enraizarem, provocam aumento do comprimento e da quantidade de raízes. Nas estacas de difícil enraizamento, geralmente, suscitam um aumento no número de estacas enraizadas.

### **2.3 Reguladores de crescimento e seu emprego na propagação de plantas**

Algumas substâncias químicas naturalmente existentes no interior dos tecidos das plantas têm função de regulador ao invés de função nutricional de crescimento e desenvolvimento. Segundo George (1996), esses componentes, que são ativos em concentrações muito baixas, são conhecidos como “substâncias de crescimento das plantas” (ou “hormônios de crescimento das plantas”). Produtos químicos sintéticos com atividades fisiológicas similares às substâncias de crescimento das plantas, ou componentes que possuem a habilidade de modificar o crescimento da planta por outros meios, são geralmente denominados “reguladores de crescimento de plantas”. Algumas das substâncias naturais de crescimento são preparadas sinteticamente ou através de processos de fermentação e podem ser obtidas de produtos químicos provedores. Há algumas classes reconhecidas de substâncias de crescimento das plantas, que são as auxinas, citocininas, giberelinas, etileno e ácido abscísico (George, 1996).

Auxinas e citocininas são as mais importantes para a regulação de crescimento e da morfogênese no tecido da planta e culturas orgânicas. Nessas classes, foram descobertos reguladores sintéticos com atividade biológica que se iguala ou excede àquela das substâncias de crescimento equivalentes (George, 1996).

Nenhuma substância química alternativa para a giberelina e ácido abscísico naturais é obtível, mas algumas giberelinas naturais são extraídas de fungos cultivados e estão disponíveis para o uso como reguladores exógenos.

Entretanto, algumas classes de substâncias químicas, que são altamente eficientes em bloquear a síntese de giberelina no interior da planta, são reguladores de crescimento muito eficientes. Elas são geralmente determinadas anti-giberelina (George, 1996).

Os gases acetileno e propileno imitam a atividade do etileno, mas concentrações molares consideravelmente mais altas são necessárias para produzir a mesma atividade biológica. O etileno exógeno pode ser usado como regulador de crescimento, mas, sendo um gás, é difícil de administrar e de controlar a concentração disponível, exceto em recipientes muito bem lacrados (George, 1996).

Entretanto, segundo este autor, algumas substâncias químicas que foram sintetizadas artificialmente, são capazes de liberar etileno. Componentes ativos foram tirados de moléculas intactas, mas elas se partem para liberar etileno no interior dos tecidos da planta. Um desses produtos libertadores de etileno é usado como regulador de crescimento para cultura de tecidos.

A propagação de plantas "in vivo", através de estaquia, está sendo largamente utilizada na floricultura, horticultura, fruticultura e, mais recentemente, na silvicultura,

com o objetivo de melhorar e conservar clones, ecotipos ou variedades de importância econômica (Silva, 1985). Segundo Weaver (1976), a resposta de uma planta aos reguladores de crescimento pode variar com a espécie e a variedade, podendo, inclusive, haver resposta diferente, em condições ambientais distintas para a mesma espécie ou variedade

Hartmann e Kester (1983) afirmam que para acelerar o processo de formação de raízes nas estacas, é comum o emprego de auxinas.

· As substâncias são chamadas auxinas se elas forem capazes de controlar vários processos distintos, tais como o crescimento celular e prolongamento celular (George, 1996).

· As auxinas são capazes de iniciar divisão celular e estão envolvidas na origem de meristemas, promovendo crescimento tanto ao tecido desorganizado como para órgãos definidos. No tecido organizado, as auxinas são responsáveis pela manutenção da dominância apical. A auxina natural mais detectada é o AIA (ácido indolil acético).

George (1996), afirma que as auxinas promovem o crescimento dos tecidos da planta de duas maneiras:

1 - Induzindo a secreção de íons de hidrogênio dentro e através da parede da célula. A interação de auxina leva à quebra de lipídeo e acidificação da parede, aumentando a sua extensão. Íons de potássio são colocados na célula para neutralizar a exportação eletrogênica de íons de  $H^+$  (prótons) e isso tem o efeito de reduzir o potencial hídrico da célula, tal que a água entra e a célula se expande. Esta explicação é, agora, comumente aceita para explicar o rápido efeito de simulação de crescimento da auxina.

2 - Por um efeito do metabolismo do RNA (e portanto, síntese protéica), possivelmente induzindo a transcrição das moléculas do RNA (mRNA) mensageiro específico. Os mRNAs são capazes de decodificar proteínas as quais são requisitadas para o crescimento sustentado.

↳ Entretanto, para muitos propósitos, é necessário ou desejável usar um dos muitos análogos químicos do AIA, os quais, por possuírem propriedades biológicas similares, são também chamados auxinas. As auxinas sintéticas mais comumente usadas na cultura de tecidos e no tratamento de estacas são o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxi acético), o AIB (ácido indol butírico) e o ANA (ácido naftaleno acético).

Além das auxinas, Brensheley e Warington (1927) demonstraram a necessidade do boro para o desenvolvimento e crescimento das raízes adventícias, fato mais tarde confirmado por Middleton, Jarvis e Booth (1978). Estes últimos acrescentaram que o ácido bórico estimula o crescimento das raízes e portanto, sua falta inibe o crescimento das mesmas.

Lewis (1980), enfatiza um relacionamento metabólico no qual o boro, compostos fenólicos e peroxidases/AIA-oxidases interagem entre si e com as auxinas. A relação entre boro, auxina e atividade peroxidase/AIA-oxidase não está clara e existem opiniões contraditórias a esse respeito. Por exemplo, a atividade de peroxidase é aumentada pela falta de boro em muitos tecidos (Odhnoff, 1957), mas tem sua atividade diminuída em outros (Dutta e Mcilrath, 1964).

Com relação ao zinco como precursor de auxinas aplicado preventivamente nas plantas antes da coleta de estacas, a literatura não faz nenhuma menção a respeito. Segundo Ferri (1979), nos solos brasileiros a carência de zinco é tão comum quanto a



de boro. Culturas como arroz, milho, cafeeiro, cana-de-açúcar e o gênero Citrus são particularmente afetados. O denominador comum dos sintomas carenciais é o encurtamento dos internódios. Isto reflete duas funções do zinco a nível enzimático. O zinco é necessário para a síntese de triptofano que, depois de várias reações, produz o AIA, uma auxina que contribui para aumentar o volume celular. Além disso o zinco regula a atividade da ribonuclease (RNAse) que, hidrolisando o RNA, causa diminuição na síntese protéica e, portanto, na multiplicação celular (Ferri 1979).

#### **2.4 Influência de fatores do ambiente na propagação vegetativa**

Browse (1979) afirma que embora a estaquia seja um método de propagação utilizado há bastante tempo, só nos últimos cento e cinquenta anos, com a colocação no mercado de equipamentos baratos e o desenvolvimento de estufas e estufins, começou a desempenhar um papel significativo na propagação dos vegetais.

→ Andersen (1986), em revisão feita sobre a influência do meio ambiente no enraizamento de estacas, afirma que pelas informações disponíveis, fica difícil chegar a conclusão geral sobre os fatores que afetam o enraizamento pois, experiências com uma espécie não são aplicáveis a outras. Entretanto o autor relata que se deve ter atenção cuidadosa aos fatores luz, água, nutrientes e temperatura.

Considerações semelhantes foram feitas por Pádua (1983), com relação à temperatura, umidade e luz do leito de enraizamento. O autor comenta que a temperatura da parte inferior do leito deve ser 24° C e a superior de 21 a 26° C durante o dia, e 15 a 21° C durante a noite. A umidade deve ter bom nível e para isto utilizam-

se câmaras de nebulização. A luz favorece o enraizamento de estacas herbáceas com folhas, devido à ação fotossintética e à elaboração de carboidratos, porém, mostra-se prejudicial às estacas lenhosas. Segundo Scarpate Filho (1990), a interação dos diversos fatores dificulta o estabelecimento de parâmetros para cada um deles isoladamente.

Com relação à luminosidade, Hansen (1987) afirma que a formação de raízes em estacas é influenciada pelas condições de luz durante o crescimento das plantas. A exclusão total de luz, anteriormente à propagação, estimula a formação de raízes em algumas espécies lenhosas.

Kossuth et al. (1981), consideram que além dos fatores luz, umidade e temperatura, o estado fisiológico do material colhido, assim como sua localização na planta, a estação do ano e fatores químicos de auxinas, vitaminas, carbono, açúcares, aminoácidos, lipídios, etileno e inibidores de crescimento, podem ter um efeito drástico no enraizamento.

➤ Com relação à época de retirada das estacas da planta-mãe, Evans (1958), trabalhando com estacas de *C. arabica*, obteve maior percentual de enraizamento em estacas de ramos coletados em junho, que corresponde à época de chuvas no Quênia.

Da mesma forma, Purushothan Sulladmath e Ramaiah (1984), trabalhando com estacas de *C. canephora*, também verificaram ser a época das chuvas a melhor para a coleta dos ramos.

Segundo Assaf (1966) a aptidão à emissão de raízes a partir de estacas varia com as espécies vegetais, variedades, clones e mesmo, a idade e natureza dos ramos.

Janich (1968) concorda que existem diferenças entre clones na capacidade de enraizamento de estacas. O autor afirma que é difícil prever se as estacas tomadas de um clone enraizarão ou não com facilidade, para isto, é necessário fazer testes com cada um deles. As estacas de ramos de algumas variedades enraízam com tanta facilidade, que com as instalações e os cuidados mais simples, se podem obter altas porcentagens de enraizamento. Por outro lado, de muitas espécies e variedades não tem sido possível obter enraizamento de estacas em nenhuma circunstância.

## **2.5 Propagação “in vitro”**

O uso de propagação vegetativa “in vivo” tem aumentado rapidamente, especialmente para a multiplicação do cafeeiro Conilon (*C. canephora*), de fecundação cruzada. Neste caso quando se usa sementes para a formação de mudas, a futura lavoura apresentará variação entre as plantas quanto ao aspecto (arquitetura, ângulo dos galhos, tamanho das folhas), tamanho e maturação dos frutos, produtividade e à susceptibilidade às doenças.

Várias técnicas são aplicadas na busca da propagação do cafeeiro por via assexuada, através da multiplicação vegetativa “in vitro” e “in vivo”. A propagação vegetativa in vitro, conhecida também como micropropagação devido ao tamanho dos propágulos, é certamente a aplicação mais usual da cultura de tecidos.

Segundo Chaddad Júnior (1995), o termo cultura de tecidos vegetais é convenientemente usado para descrever todos os procedimentos usados na cultura estéril de materiais como protoplastos, células, órgãos, embriões e plântulas.

A morfogênese “in vitro” como um evento de regeneração de plantas pode ser expressa por um destes métodos: cultura de embriões, embriogênese somática e organogênese.

Os embriões zigóticos são excisados da semente e inoculados num meio nutritivo regenerando plantas na condição estéril. A embriogênese somática é a produção de estruturas semelhantes a embriões zigóticos nas células somáticas. O embrião somático é uma estrutura bipolar independente, não sendo ligado fisicamente ao tecido de origem, posteriormente, estes podem germinar e desenvolver em plântulas. O desenvolvimento das plantas por organogênese é a formação e o crescimento de brotos de calos ou outros tecidos não meristemáticos, sendo os brotos estruturas unipolares e fisicamente conectadas ao tecido de origem (Tisserat, 1987).

Este tipo de propagação tem o objetivo de regenerar plantas através de ápices caulinares, conhecendo melhor a fisiologia de crescimento de regiões isoladas sem interferência do resto da planta e do ambiente. Mesmo tendo as investigações um enfoque básico, as várias informações geradas confirmavam a possibilidade de se propagar plantas via cultura de tecidos meristemáticos (George, 1996). Segundo o autor a micropropagação foi aplicada comercialmente na década de 60 ao multiplicar-se orquídeas através da cultura de ápices caulinares. Anos depois, conseguiu-se desenvolver plantas inteiras, a partir de meristemas apicais, sem qualquer primórdio foliar em meio contendo sais minerais e vitaminas enriquecido com fitoreguladores.

A utilização da micropropagação a nível comercial já é realidade em diversos países do mundo, com destaque para os da Europa Ocidental e os Estados Unidos. No Brasil a aplicação comercial da micropropagação é relativamente recente e conta com

diversos grupos trabalhando em instituições públicas de pesquisa e Universidades. A nível de empresas é pouco difundida a prática de se instalar laboratórios junto aos viveiros, exceto para algumas que produzem orquídeas e outras reflorestadoras que, nos últimos anos tem iniciado a propagação “in vitro”.

A nível comercial os esforços são concentrados principalmente na limpeza de viroses, multiplicação de espécies ornamentais, herbáceas e arbustivas, e em segundo plano às lenhosas, com destaque para frutíferas de clima temperado e árvores de elite de essências florestais de rápido crescimento.

A micropropagação é uma técnica bastante complexa, apresenta variabilidade muito grande, não apenas entre espécies do mesmo gênero, mas também entre genótipos da mesma espécie; recomendações específicas dificilmente serão possíveis porque o sucesso com esta técnica depende do controle de um grande número de variáveis, o que dificulta a determinação e protocolo efetivamente comercial de micropropagação.

Piveta (1990), observando o efeito do ácido indol butírico no enraizamento de estacas herbáceas de duas variedades de noqueira macadâmia ( Keaudo e Keauhou), também constatou haver diferenças na habilidade de enraizamento entre variedades de mesma espécie, onde a variedade “Keaudo” apresentou-se superior à “Keauhou” em 11%.

As pesquisas sobre a multiplicação vegetativa “in vitro” de plantas de interesse econômico são cada vez mais numerosas. O cafeeiro é uma dessas plantas, onde várias técnicas são aplicadas para auxiliar os programas de melhoramento genético.

Os métodos disponíveis para propagar plantas "in vitro" são em grande parte extensão dos já desenvolvidos para a propagação convencional. As técnicas "in vitro" apresentam vantagens em relação aos métodos tradicionais, pois as culturas são iniciadas com pedaços muito pequenos de plantas (explantes) e posteriormente pequenos brotos ou embriões são propagados, daí o termo micropropagação para descrever os métodos "in vitro".

Diversos objetivos podem ser atingidos com o emprego dessas técnicas, tais como a viabilidade de cruzamentos inter-específicos, limpeza de patógenos e clonagem rápida, e a obtenção de haplóides. Staristsky (1970), foi o primeiro a obter embriões somáticos via cultura "in vitro" de *C. Canephora*. Os trabalhos pioneiros com cafeeiro, em cultura de tecidos, foram publicados por Staristsky (1970) que teve êxito na indução de calos a partir da espécie *C. canephora*. Depois disso, muitos trabalhos foram realizados em diferentes países usando métodos e espécies diversas.

Segundo Baumann e Neuenschwander (1990), exceto as raízes, todas as outras partes da planta do cafeeiro tem sido utilizadas no cultivo "in vitro".

Os trabalhos pioneiros com microestacas visando a micropropagação do cafeeiro foram feitos por Custer, Van e Buijs (1980), partindo de fragmentos de brotos ortotrópicos e plagiotrópicos de *C. arabica*. O estabelecimento "in vitro" foi relativamente difícil. Por outro lado, os autores comprovaram que brotos obtidos de gemas plagiotrópicas e desenvolvidas "in vitro" apresentavam porte, comparável ao daqueles obtidos de gemas ortotrópicas, sob as mesmas condições, com crescimento vertical.

## 2.6 Propagação vegetativa de *C. canephora*

O cafeeiro Robusta (*C. canephora*) é auto-incompatível, sendo as sementes formadas a partir de fecundação cruzada. Quando se utiliza as sementes para a formação de mudas, a futura lavoura apresenta grande variação entre as plantas. Mesmo que se colham sementes de plantas-mães com fenótipo superior, isso não se pode garantir em relação às plantas que forneceram o pólen, que se encontram espalhadas pelo talhão.

Desta forma, as lavouras de cafeeiro Robusta, apesar da seleção constante, ainda apresentam grande desuniformidade. Assim, buscando-se melhorar a performance destas lavouras, desenvolveram-se pesquisas para a formação de mudas por estacas (reprodução vegetativa). Hoje, é possível obter mudas oriundas de plantas excepcionais, através do enraizamento de estacas, reproduzindo fielmente todos os caracteres da planta-mãe (Paulino e Paulini, 1985).

Snoeck (1968) afirma que, de maneira geral, estacas de *Coffea canephora* enraizam bem sem reguladores de crescimento, embora alguns cultivares necessitem de tratamentos com reguladores para que tenham sua taxa de enraizamento aumentada. Contudo, Domingo e Cataby (1961) citam que o tratamento com reguladores de crescimento em estacas de *Coffea canephora* não afeta o percentual de enraizamento, mas aumenta o número de raízes por estaca.

Snoeck (1968) determinou as melhores condições para a propagação vegetativa por estaquia de *C. canephora*. No ramo ortotrópico ou “ladrão” em crescimento, os melhores nós a partir da ponta são do primeiro ao quinto, que enraízam melhor em relação ao sexto nó em diante, mais lenhosos.

Estacas com folhas cortadas transversalmente pela metade permitem maior sucesso no enraizamento. Substrato contendo areia é mais indicado que aqueles com material orgânico. O estágio de repicagem para sacos de polietileno é quando as raízes tiverem comprimento maior que quatro milímetros e corresponde ao estágio entre dois e três pares de folhas, em média.

As plantas do pomar de matrizes são plantadas em espaçamento 25 x 25 cm, sendo os ramos plagiotrópicos podados assim que aparecem após a primeira colheita de estacas, sendo as plantas podadas a 15-20 cm do solo.

Costa (1995) recomenda a utilização de ramos ortotrópicos novos, que crescem verticalmente na planta. Para a obtenção das estacas pode-se preparar a planta para emissão de quantidade maior de ramos através de vergamento (tombamento) dos galhos principais ou recepa alta de 80 cm a 120 cm de altura.

O rendimento de estacas por planta matriz ao ano é bastante variável, dependendo do sistema utilizado para o forçamento da brotação. Ainda segundo Costa (1995), após três a quatro meses, obtém-se em plantas matrizes com idade superior a três anos, 150 estacas/planta/corte. Fazendo-se dois cortes/planta/ano ter-se-á 300 estacas/planta/ano. As plantas matrizes devem ser conduzidas adequadamente (adubação, irrigação e controle fitossanitário) para que possam sustentar brotações



satisfatórias. Em caso de brotações excessivas, deve-se eliminar os brotos mais fracos para o fortalecimento dos remanescentes.

Algumas recomendações técnicas são sugeridas por Paulino, Matiello e Paulini (1985), que apresentam as seguintes vantagens para a propagação vegetativa do cafeeiro Robusta: 1) Elevação da peneira média, obtendo-se café mais graúdo; 2) Uniformização da maturação dos frutos, melhorando a qualidade final do produto e reduzindo a incidência de broca; 3) Aumento da produtividade; 4) Eliminação nas futuras lavouras de plantas suscetíveis à mancha manteigosa; 5) Redução no percentual de infecção pela ferrugem, pela seleção de plantas resistentes; 6) Redução na incidência de ramos ladrões em relação às mudas oriundas de sementes, reduzindo os gastos com desbrotas e proporcionando melhor formação da “saia” do cafeeiro; 7) Emissão mais rápida dos ramos produtivos (plagiotrópicos), a partir do primeiro ou segundo pares de folhas, ao invés do oitavo par, como ocorre nas mudas obtidas por semente.

Na seleção de plantas matrizes, Paulino e Paulini (1985) mostraram existir variabilidade quanto a capacidade de enraizamento em *C. canephora*. Os ramos utilizados devem ser os ortotrópicos, obtidos após recepa das plantas matrizes selecionadas. Plantas com dez anos de idade, após três meses da recepa, apresentaram 170 brotos, que resultaram em 412 estacas úteis por planta. Após a retirada das estacas, estas podem permanecer por até 24 horas em sacos plásticos úmidos e fechados, ou por 6 horas à seco ou ainda por 12 horas imersas em água, sempre à sombra, sem nenhum prejuízo no índice de enraizamento. A individualização das estacas pode ser feita com o corpo basal inclinado, utilizando-se tesoura de poda

(Paulino e Paulini, 1985). Os ramos ortotrópicos são preparados retirando-se os laterais plagiotrópicos, com o corte parcial das folhas, deixando-se apenas 1/3 do limbo foliar. A estaca pode ser de um nó inteiro (duas gemas) ou de meio nó (uma gema apenas, após corte da estaca no sentido longitudinal). Procura-se uniformizar o tamanho das estacas em torno de 5-6 cm. O substrato pode ser constituído por vários materiais, como areia, vermiculita, pó de serra de madeiras não oleosas, terra + esterco + adubo químico. Paulino, Matiello e Paulini (1985) recomendam o substrato padrão (30% de esterco de curral ou palha de café curtida + 70% de terra de subsolo + adubo químico) em sacos de polietileno próprios para mudas de meio ano, com repicagem direta das estacas. A repicagem deve ser feita à profundidade de 2 - 4 cm, devendo-se evitar o plantio muito raso (Matiello e Paulino, 1989).


Um dos processos adequados à produção de mudas é indicado por Paulino (1985) como sendo a micro-aspersão em viveiro comum. Neste caso, as estacas são colocadas diretamente em sacos de polietileno com substrato normal em viveiros com micro-aspersão. Após 60-80 dias, as mudas podem ser removidas para viveiro comum, com três irrigações diárias. O pegamento é superior a 90%, sem que nenhum regulador de crescimento ou antioxidante seja empregado.

Portanto, em *C canephora*, a propagação vegetativa de clones superiores por estaquia já é realidade. No Estado do Espírito Santo e em outras regiões aptas ao plantio do cafeeiro Robusta, a estaquia tem sido empregada em larga escala, com mudas produzidas em tubetes.

## 2.7 Propagação vegetativa de *C. arabica*

A propagação de *C. arabica* por via assexual não tem sido praticada em grande escala, restringindo-se a propagação por sementes (Sylvain, 1979). O cultivo do cafeeiro "in vitro" já é realidade, mas presta-se apenas para a propagação e conservação em escala reduzida, de híbridos e cultivares heterozigotos com características de resistência à pragas e doenças (Londoño e Orozco, 1986), em razão do custo elevado da muda obtida por esse processo, uma vez que precisa-se de técnicas avançadas para sua operação ser bem sucedida e de instalação de produção especializada e de alto custo. A metodologia é variável, sendo específica para se obter resultados ótimos com cada espécie ou variedade.

Mais recentemente, trabalhos realizados com híbridos  $F_1$ , obtidos a partir dos cruzamentos Icatu x Catimor, Icatu x Catuaí e Catuaí x Híbrido de Timor, despertaram o interesse pela propagação vegetativa desse material, em escala comercial, visando manter a heterose para produtividade e a expressão favorável para caracteres de interesse como a resistência à ferrugem, o porte baixo e a uniformidade de maturação dos frutos. A inexistência de informações sobre macho-esterilidade no cafeeiro Arábica impossibilita a obtenção desses híbridos  $F_1$  por semente. Sondahl, Monaco e Sharp (1981), afirmam ser possível em *C. arabica* aumentar rapidamente certas combinações de alelos favoráveis para resistência à ferrugem da folha, propagadas por via assexual, para fazer face à rápida evolução de raças fisiológicas do fungo.



Uma alternativa bastante viável para a propagação de híbridos de cafeeiro em escala comercial e mesmo a manutenção de materiais de interesse, ainda em heterozigose nos programas de melhoramento, é a propagação vegetativa via enraizamento de estacas, tal como se faz em *C. canephora*. Contudo, várias tentativas foram feitas, sendo o sucesso variável entre os trabalhos, em razão do menor percentual de enraizamento do cafeeiro arábica, provavelmente por problemas de oxidação por fenóis.

George (1996), afirma que o escurecimento ou oxidação por fenóis ocorre nas superfícies de muitos explantes na cultura "in vitro" começando a descolorir logo após a excisão. Os explantes, ou partes deles, freqüentemente continuam a escurecer quando são introduzidos no recipiente de cultura onde eles também podem exsudar substâncias de cor escura para o meio. Este tipo de escurecimento está associado a ferimento. Nem todos os compostos produzidos são inibidores, porém tem sido freqüentemente constatado que uma vez que a descoloração ocorre, o crescimento é inibido e o tecido pode morrer a não ser que vários cuidados sejam tomados.

O grau de escurecimento e inibição de crescimento das culturas é muito dependente do genótipo, sendo especialmente severo em gêneros que contém naturalmente altos níveis de tanino ou outros hidroxifenóis. Ainda segundo George (1996), diferentes genótipos não apenas diferem na quantidade de substâncias fenólicas produzidas, mas as substâncias liberadas também variam na sua toxidez ou as plantas demonstram diferentes susceptibilidades.

Tecidos jovens são freqüentemente menos propensos ao escurecimento na excisão do que tecidos mais velhos (George, 1996).

O escurecimento do tecido tem como causa a ação de enzimas oxidases que contém cobre (catecol oxidase), freqüentemente chamadas de polifenol oxidase, fenolase e tirosinase (monofenol oxidase) que são liberadas, sintetizadas ou apresentam com substratos adequados e condições oxidativas quando tecidos são feridos ou senescentes. A presença de substâncias fenólicas prejudiciais requer portanto a remoção ou dispersão das substâncias à medida que são formadas. Lavagem para remover os produtos liberados de células danificadas é freqüentemente eficaz. Outra alternativa é o uso de antioxidantes. Antioxidantes incluem agentes redutores, que removem o oxigênio de outras moléculas, e também compostos que atuam por mecanismos alternativos, tais como aprisionamento ou desativação de íons, reação com intermediários em um equilíbrio de oxidação - redução.

Agentes redutores que reduzem o potencial redox de soluções são eficazes em prevenir o escurecimento de tecidos de plantas isoladas ou extratos de plantas e freqüentemente presume-se que eles impedem a oxidação de fenóis.

A adsorção por polivinil-pirrolidone (PVP), é um dos recursos utilizados. Bioquímicos constataram que a extração de enzimas vegetais ativas é em algumas ocasiões evitada pela presença de polifenóis ou taninos. Quando este é o caso, vários compostos (principalmente proteínas, amidas e poliamidas) tem sido adicionados para reagir com os fenóis e restaurar a atividade enzimática. A cafeína é uma amida que tem sido usada com sucesso. A poliamina mais valiosa para este propósito é a PVP (George, 1996). Segundo este autor, os fenóis são adsorvidos pelo PVP através de ligação de H, impedindo sua oxidação e polimerização. O PVP pode também combinar

com fenólicos oxidados polimerizados, assim impedindo maior oxidação de enzimas fenolases.

Hoffmann (1994), expondo estacas de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) por 3 horas em tratamentos antioxidantes (água destilada e ácido ascórbico), concluiu não haver influência do seu uso no percentual de enraizamento.

Mendes (1950) estudou a possibilidade de enraizar estacas contendo apenas uma folha (estaca de meio nó) tratadas com vigortone em pó, colocando-as em areia lavada e estufim; a porcentagem de pegamento foi alta e a quantidade de raízes formadas abundante. Romeiro (1973) obteve enraizamento de estacas de cafeeiro com pegamento superior a 70%, quando tratadas com 200 ppm de ANA; usou estacas de um nó com duas folhas cortadas ao meio, sendo após colocadas em imersão na solução com o regulador de crescimento por 24 horas, à temperatura ambiente.

Estes dados estão de acordo com os trabalhos de Leite e Mendes (1995) e de Rezende (1996). Os autores verificaram, independentemente, que existe diferença entre cultivares quanto ao pegamento das estacas, com tendência das estacas provenientes de linhagens de Mundo Novo exibirem maior pegamento que aquelas provenientes de Catuaí. O cultivar Acaiá, derivado do Mundo Novo, apresentou o mesmo comportamento neste estudo.

Vazquez (1993) fez extensa revisão sobre a estaquia do cafeeiro arábica e concluiu que embora vários trabalhos tenham sido realizados, são necessários mais estudos para garantir o sucesso consistente desse método de propagação, sobretudo para viabilizar a sua aplicabilidade em escala comercial.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em Lavras-MG, em casa de vegetação com controle de umidade e temperatura e com sistema automático de irrigação por micro-aspersão.

Cumprindo o cronograma originalmente proposto, tentou-se obter brotações ortotrópicas numa recepa realizada em agosto de 1995, sem sucesso, possivelmente em razão do longo período de deficiência hídrica ocorrido na região de Lavras (Sul de Minas), em 1995. Posteriormente, nova tentativa foi realizada, dessa vez com sucesso, em pleno período chuvoso (dezembro de 1995). As estacas foram coletadas em cafeeiros de talhões experimentais dos cultivares Catuai Vermelho (LCH 2077-2-5-44) e Acaiá (LCP 474-19), por estarem disponíveis nos campos experimentais da UFLA, em quantidade suficiente para os ensaios.

#### **3.1 Escolha dos ramos e preparo das estacas**

Os cultivares utilizados (Catuai Vermelho e Acaiá), foram recepados a uma altura de 50 cm em 06.12.95 e 07.12.95, respectivamente, objetivando a obtenção de estacas no período de crescimento vegetativo mais intenso (período chuvoso).

Em 01.03.96 as brotações ortotrópicas dos dois cultivares e do tratamento adicional (Conillon), foram pulverizadas com o fungicida Benomyl, na concentração de 0,1% e com o bactericida Agrimicina na concentração de 0,2% objetivando estacas livres de doenças quando da implantação do experimento em casa de vegetação.

Os ramos utilizados foram os ortotrópicos novos, que cresciam verticalmente dos troncos remanescentes e foram coletados no período da manhã entre 6:30 - 7:00 horas. Logo após sua retirada, estes foram colocados em baldes com água, procedendo-se em seguida sua preparação, que consistiu na eliminação dos ramos plagiotrópicos (produtivos) e ao corte parcial das folhas, com tesoura de poda, deixando-as com 1/3 do limbo foliar.

A preparação das estacas a partir destes ramos foi realizada através da individualização dos nós (nó inteiro), utilizando-se tesoura de poda. As estacas foram uniformizadas num comprimento de 6 a 8 cm com diâmetro de 0,3 a 0,5 cm. O corte superior da estaca foi reto e ficou 1 cm acima da interseção dos ramos plagiotrópicos já eliminados. Na base da estaca fez-se um corte em bisel, objetivando maior enraizamento. De cada ramo utilizaram-se apenas os internódios intermediários (em torno de 3 a 5), eliminando-se os das extremidades, muito novos ou velhos.

### **3.2 Tratamentos**

Após o preparo, as estacas foram submetidas a uma bateria de tratamentos, arranjos num fatorial  $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1$  tratamento adicional, como segue:

**1º fator:** Cultivar ( 2 níveis: Acaiá e Catuaí Vermelho);



**2º fator:** pulverizações de solução contendo 0,3% de sulfato de zinco + 0,3% de cloreto de potássio aplicadas em 31.01.96 e em 15.02.96, nos 2 cultivares ( 2 níveis: com e sem aplicação);

**3º fator:** imersão em água corrente após a coleta dos ramos e preparo das estacas (corte), para lavagem de constituintes oxidantes - fenóis ( 2 níveis: zero e 3 horas);

**4º fator:** imersão em solução de antioxidante polivinil - pirrolidone (PVP<sub>40</sub>), na concentração de 1.500 ppm ( 2 níveis: zero e 3 horas);

**5º fator:** imersão em solução com regulador de crescimento para enraizamento - Ácido Indol Butírico (AIB) na concentração de 400 ppm ( 2 níveis: zero e 3 horas);

**Tratamento adicional:** Estacas do cultivar Conillon de *C. canephora*, preparadas sem nenhum tratamento com micronutrientes, água corrente, antioxidante e regulador de crescimento, como usualmente se propaga nas regiões produtoras de mudas clonais desse material, por enraizamento de estacas.

Dessa forma o experimento foi constituído por 33 tratamentos conforme Tabela 1.

TABELA 1. Tratamentos a que foram submetidas as estacas dos cultivares Catuai Vermelho e Acaia (Coffea arabica L.), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon (Coffea canephora).

TRATA- MENTO	CULTIVARES		ZINCO		ÁGUA		P.V. P		A.I.B	
	ACAIA	CATUAI	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM	COM	SEM
1	x			x		x		x		x
2	x			x		x		x	x	
3	x			x		x	x			x
4	x			x		x	x		x	
5	x			x	x			x		x
6	x			x	x			x	x	
7	x			x	x		x			x
8	x			x	x		x		x	
9	x		x			x		x		x
10	x		x			x		x	x	
11	x		x			x	x			x
12	x		x			x	x		x	
13	x		x		x			x		x
14	x		x		x			x	x	
15	x		x		x		x			x
16	x		x		x		x		x	
17		x		x		x		x		x
18		x		x		x		x	x	
19		x		x		x	x			x
20		x		x		x	x		x	
21		x		x	x			x		x
22		x		x	x			x	x	
23		x		x	x		x			x
24		x		x	x		x		x	
25		x	x			x		x		x
26		x	x			x		x	x	
27		x	x			x	x			x
28		x	x			x	x		x	
29		x	x		x			x		x
30		x	x		x			x	x	
31		x	x		x		x			x
32		x	x		x		x		x	
33	Tratamento adicional - Cultivar Conillon (C. canephora).									

### 3.3 Delineamento e condução do experimento

O experimento foi instalado em março de 1996, em esquema fatorial com 33 tratamentos ( $2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 + 1$ ) utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições, sendo cada parcela constituída de 12 estacas (12 células de bandeja de isopor tipo "speedling"), contendo substrato comercial Plantimax, com a seguinte composição: vermiculita expandida e material de origem vegetal, com capacidade de retenção em água com um mínimo de 200% em massa. Utilizou-se de casa de vegetação com controle de umidade e temperatura e com sistema automático de irrigação por micro-aspersão onde a nebulização intermitente funcionava o dia todo, com intervalo de 6 minutos entre as nebulizações, com duração de 10 segundos. O ensaio foi sombreado utilizando sombrite de cor escura, objetivando reduzir em 50% a incidência de raios solares sobre as estacas.

Durante o período de implantação (março de 1996) até a avaliação (agosto de 1996) o experimento recebeu alguns tratamentos culturais e fitossanitários, tais como:

- 19.03.96 - aplicação de benomyl (0,1%) e Agrimicina (0,2%);
- 06.05.96 - aplicação de deltametrin (30ml /100 litros de água);
- 28.05.96 - aplicação de benomyl (0,1%) e Agrimicina (0,2%);
- 18.07.96 - adubação foliar com macronutrientes: Superfosfato Simples (4,5%); Cloreto de Potássio (0,45%) e Sulfato de Amônio (0,03%);
- 23.07.96 - adubação foliar com macro e micronutrientes: Cloreto de Potássio (0,3%) Sulfato de Zinco (0,3%) e Ácido Bórico (0,3%).

Após 6 meses da instalação do experimento, nos dias 28 e 29.08.96 foram avaliadas as seguintes características: % de estacas verdes; % de estacas verdes com raízes; Peso da matéria seca do sistema radicular; Peso da matéria seca do sistema radicular por estaca; Peso da matéria seca das brotações; Peso da matéria seca das brotações por estaca; Número total de raízes; Número de raízes por estaca verde com raízes e Comprimento médio das raízes por estaca verde com raízes. Para avaliação do peso da matéria seca do sistema radicular e parte aérea, após preparadas as 12 plantas de cada parcela em laboratório, as amostras foram secas em estufa a 60° C até peso constante, (Malavolta, Vitti e Oliveira, 1989), e os resultados expressos em gramas.

### **3.4 Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo transformados em arco sen  $\sqrt{X/100}$  para as características percentual de estacas verdes com raízes e percentual de estacas verdes e  $\sqrt{X}$  para a característica número total de raízes, segundo Stell, Torrie (1960). Aplicou-se para comparação de médias o teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Percentual de estacas verdes, com e sem raízes

O resumo da análise de variância para as características percentual de estacas verdes (EV %) e de estacas verdes com raízes (EVCR %) em função dos tratamentos é apresentado na Tabela 2. Observa-se que houve diferença significativa entre cultivares, tanto para a característica EVCR % (Figura 1) como para EV % (Figuras 2). Houve também efeito do Ácido Indol Butírico - AIB isoladamente. Das interações estudadas, apresentou significância a interação Cultivar x Água x AIB (Figura 3).

Com relação ao comportamento diferenciado entre cultivares, a literatura traz exemplos que corroboram a observação. Segundo Assaf (1966) a aptidão à emissão de raízes a partir de estacas varia com as espécies vegetais, as variedades, os clones e mesmo a idade e natureza dos ramos.

Janich (1968) afirma que existem grandes diferenças entre clones na capacidade de enraizamento de estacas. O autor afirma que é difícil prever se as estacas tomadas de um clone enraizarão ou não com facilidade, sendo necessário realizar testes com cada um deles.

TABELA 2. Análise de variância sobre o percentual de estacas verdes (EV%) e de estacas verdes com raízes (EVCR%) em *Coffea arabica* L. (Catuai Vermelho e Acaiá) e *Coffea canephora* (Conillon) quando submetidas a ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997. 1✓

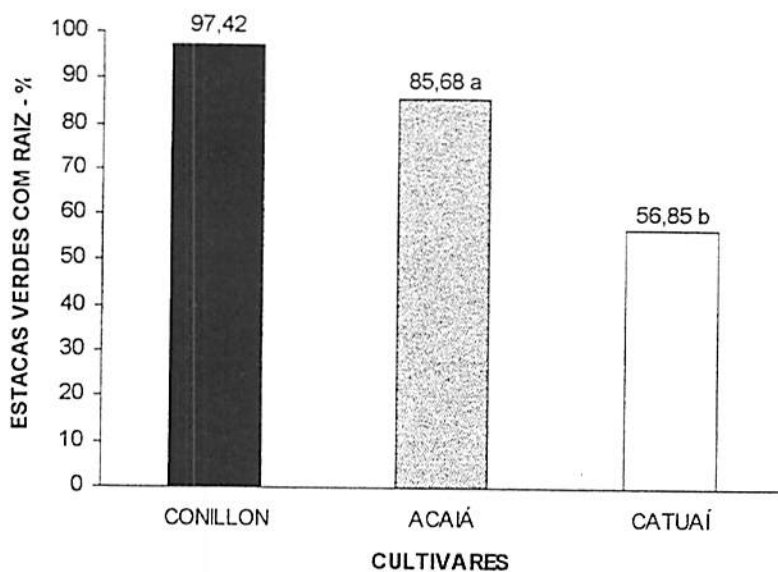
FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		EV %	EVCR %
Cultivar	1	3.071,6038 **	8.504,0894 **
Zinco	1	89,2551	166,0390
Água	1	20,9914	28,2076
PVP	1	0,0776	0,5373
AIB	1	1.081,8760 *	1.008,3170 *
Cul x Zin	1	780,9703	530,9256
Cul x Águ	1	133,6941	182,1234
Cul x PVP	1	320,6057	224,1368
Cul x AIB	1	163,2359	282,8103
Zin x Águ	1	9,6646	12,8985
Zin x PVP	1	57,5957	1,4879
Zin x AIB	1	2,1744	0,0931
Águ x PVP	1	21,0708	118,6263
Águ x AIB	1	64,9637	31,7563
PVP x AIB	1	5,2789	61,0656
Cul x Zin x Águ	1	440,6712	96,8329
Cul x Zin x PVP	1	0,0844	46,4804
Cul x Zin x AIB	1	3,0274	21,2358
Cul x Águ x PVP	1	41,1569	149,4777
Cul x Águ x AIB	1	1.501,0909 *	986,8672 *
Cul x PVP x AIB	1	152,0324	354,3946
Zin x Águ x PVP	1	12,1430	0,2789
Zin x Águ x AIB	1	3,1588	1,7027
Zin x PVP x AIB	1	77,8574	251,2919
Águ x PVP x AIB	1	442,7682	163,3188
Cul x Zin x Águ x PVP	1	6,2207	156,3853
Cul x Zin x Águ x AIB	1	257,0817	220,5683
Cul x Zin x PVP x AIB	1	261,5137	266,8419
Cul x Águ x PVP x AIB	1	88,4860	59,9970
Zin x Águ x PVP x AIB	1	9,5646	69,4790
Cul x Zin x Águ x PVP x AIB	1	0,4611	47,2509
Conillon vs Fatorial	1	914,5193 *	1.460,4055 **
Residuo	66	225,1241	195,9742
C.V. (%)		23,60	23,71
MÉDIA GERAL (arco seno $\sqrt{x}$ )		63,56	59,03
MÉDIA GERAL (%)		73,56	68,72

1✓ Análise realizada com dados transformados em arco seno  $\sqrt{x}$

\*\* - significativo a 1%; \* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

As estacas de ramos de algumas variedades enraízam com tanta facilidade que com as instalações e os cuidados mais simples se podem obter altas porcentagens de enraizamento. Por outro lado, de muitas espécies e variedades não tem sido possível haver enraizamento de estacas em nenhuma circunstância.

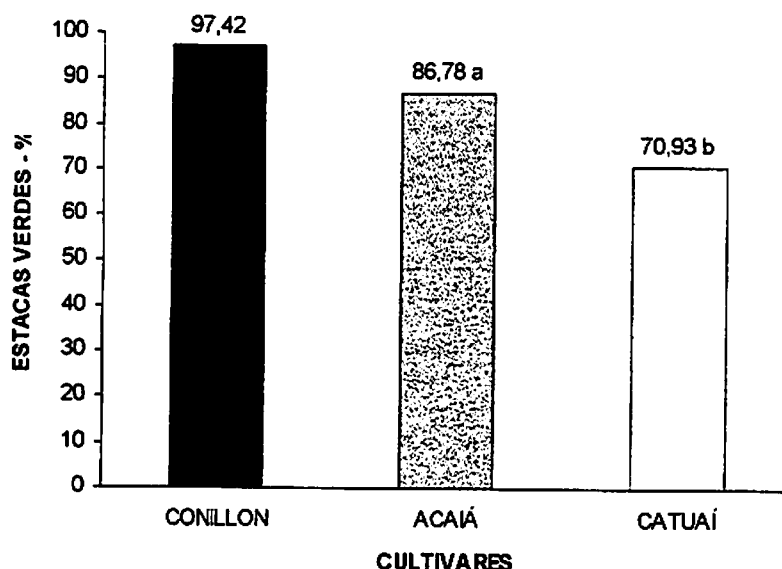
O experimento mostra a variação entre cultivares de mesma espécie, Acaiá e Catuaí Vermelho de *C. arabica*, e entre estes e a espécie *C. Canephora*. Dos cultivares de *C. arabica* testados, para a característica percentual de estacas verdes com raízes, o cultivar Acaiá superou o Catuaí em 28% ( Figura 1).



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 1. Percentual médio de estacas verdes com raízes, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.

O maior pegamento do cultivar Acaiá, quando comparada com o cultivar Catuaí, também se mantém para a característica percentual de estacas verdes. Nota-se pela Figura 2 que o cultivar Acaiá superou em 16% o Catuaí Vermelho



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

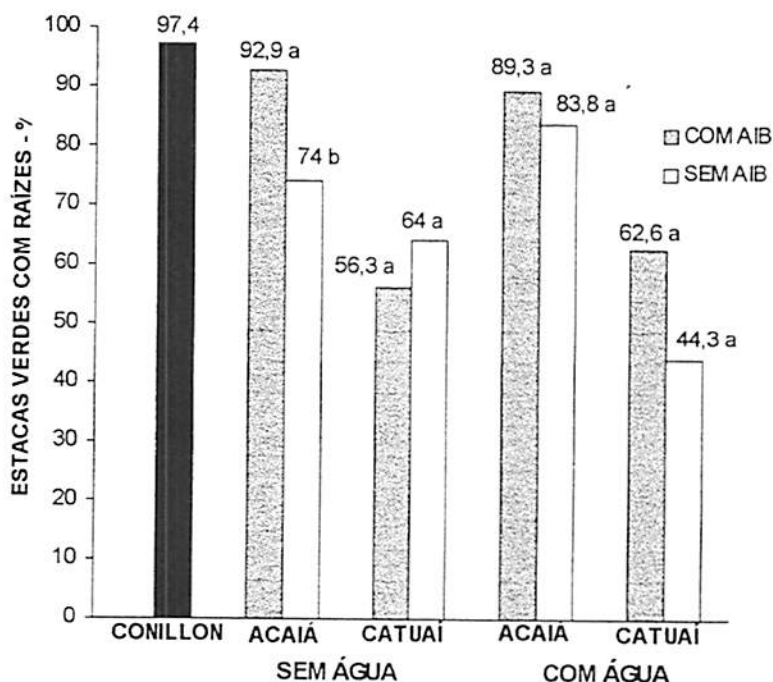
FIGURA 2. Percentual médio de estacas verdes, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.

Pela Figura 3, observa-se que o tratamento com AIB, na ausência de água promoveu maior enraizamento para o cultivar Acaiá, aumentando as estacas verdes com raízes, em média, de 74 para 92,9%. Estes resultados estão de acordo com as observações de Hartmann e Kester (1983), que afirmam que para acelerar o processo de formação de raízes nas estacas, é comum o emprego de auxinas. Para o cultivar Catuaí Vermelho, o tratamento não teve efeito, chegando a promover um ligeiro



decréscimo de (-7%) no enraizamento quando as estacas foram tratadas com AIB na ausência de água. As estacas submetidas ao tratamento com AIB, na presença de água, não apresentaram resultados significativos apesar de mostrarem um ligeiro aumento no percentual de estacas verdes com raízes para ambos os cultivares.

Estes resultados estão de acordo com Piveta (1990) que constatou haver diferenças na habilidade de enraizamento entre variedades de uma mesma espécie, onde a variedade de noqueira "Keudo" apresentou-se superior à "keauhou" em 11% quando submetidas ao tratamento com AIB.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 3. Percentual médio de estacas verdes com raízes, em ausência e presença de AIB e Água, dos cultivares Acaiá e Catuai Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras- MG, 1997.

O teste de Duncan para médias de tratamentos desconsiderando-se o fatorial, para o percentual de estacas verdes com raízes e de estacas verdes (Tabela 3), evidencia a tendência do cultivar Acaiá manter maior percentual médio de estacas verdes com raízes. Nota-se que dos 16 primeiros tratamentos, 14 envolvem esse cultivar, com variação aproximada de 76% para a combinação Acaiá, com Zinco, Água, PVP e sem AIB a 98% para a combinação Acaiá, sem Zinco e Água e com PVP e AIB.

Resultado semelhante foi também observado para o percentual de estacas verdes, sendo que dos 16 primeiros tratamentos, 14 envolvem o cultivar Acaiá (Tabela 3).

Quando se compara a Figura 1 com a 2, observa-se que o cultivar Catuaí apresentou tendência de manter 14% a mais de estacas verdes, mas sem a formação de raízes, bem acima do cultivar Acaiá que foi de aproximadamente 1%. Como o interesse do trabalho é no percentual de enraizamento, verifica-se que o cultivar Acaiá é mais promissor que o Catuaí Vermelho. Mais ainda, essa variação entre cultivares é indicativo de diferenças entre genótipos distintos de cafeeiro quanto a capacidade de enraizamento "in vivo"; o que deve ser previsto e testado para híbridos F1 quando do emprego da técnica em escala comercial.

Pela Figura 4, observa-se que o tratamento com AIB, na ausência de água foi também superior para o cultivar Acaiá, aumentando o percentual de estacas verdes, sem o desenvolvimento de raízes, de 75,3 para 93,9.

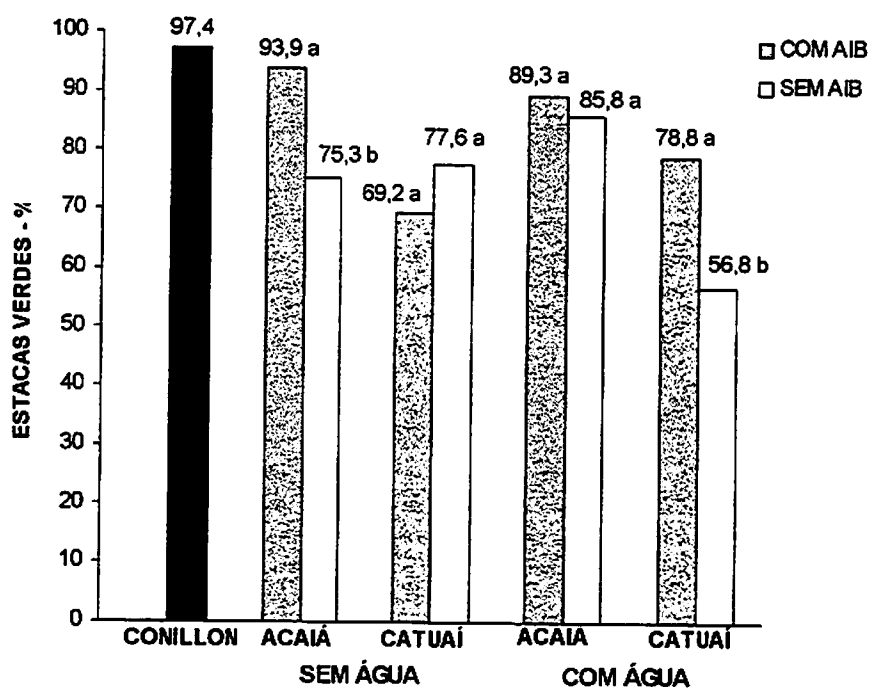
TABELA 3. Teste de Duncan para médias de tratamento das características percentual de estacas verdes com raízes (EVCR%) e de estacas verdes (EV%) em ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB para os cultivares de cafeeiro (Acaiá e Catuaí Vermelho), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997. \*

CULT.	TRATAMENTOS				EVCR %		EV %	
	ZINCO	ÁGUA	P.V.P	I.B.A				
Acaiá	Sem	Sem	Com	Com	98,60	a	99,90	a
Robusta	-	-	-	-	97,42	a	97,42	ab
Acaiá	Sem	Sem	Sem	Com	95,83	a	95,83	abc
Acaiá	Sem	Com	Com	Com	93,96	ab	93,96	abc
Acaiá	Sem	Com	Com	Sem	92,22	abc	92,22	abc
Acaiá	Com	Sem	Com	Com	90,50	abcd	90,50	abcd
Acaiá	Com	Com	Com	Com	89,17	abcde	89,17	abcd
Acaiá	Com	Com	Sem	Com	89,17	abcde	89,17	abcd
Acaiá	Sem	Com	Sem	Sem	85,53	abcdef	87,86	abcd
Acaiá	Sem	Com	Sem	Com	83,94	bcdefg	83,94	abcd
Catuaí	Sem	Com	Sem	Com	83,33	bcdefg	91,67	abcd
Acaiá	Com	Sem	Sem	Com	81,63	bcdefg	81,63	abcd
Acaiá	Sem	Sem	Sem	Sem	80,53	bcdefg	82,69	abcd
Acaiá	Sem	Sem	Com	Sem	78,90	bcdefg	78,90	abcd
Acaiá	Com	Com	Sem	Sem	78,90	bcdefg	78,90	abcd
Acaiá	Com	Com	Com	Sem	76,51	bcdefg	82,69	abcd
Catuaí	Sem	Sem	Com	Sem	74,10	bcdefg	74,10	abcd
Catuaí	Com	Sem	Sem	Sem	71,62	bcdefg	89,79	abcd
Catuaí	Com	Com	Sem	Com	68,74	bcdefg	83,45	abcd
Acaiá	Com	Sem	Com	Sem	68,23	bcdefg	68,23	bcd
Catuaí	Com	Sem	Com	Com	68,23	bcdefg	82,69	abcd
Acaiá	Com	Sem	Sem	Sem	67,45	bcdefg	79,29	bcd
Catuaí	Com	Sem	Com	Sem	58,50	bcdefg	78,80	abcd
Catuaí	Sem	Sem	Sem	Com	58,50	bcdefg	61,50	bcd
Catuaí	Com	Sem	Sem	Com	53,06	cdefg	72,12	abcd
Catuaí	Com	Com	Com	Com	51,41	cdefg	66,13	bcd
Catuaí	Sem	Sem	Sem	Sem	50,64	defg	71,35	bcd
Catuaí	Com	Com	Com	Sem	50,00	defg	55,65	cd
Catuaí	Com	Com	Sem	Sem	46,30	efg	62,04	bcd
Catuaí	Sem	Sem	Com	Com	44,92	fg	58,68	cd
Catuaí	Sem	Com	Com	Com	44,08	fg	69,70	bcd
Catuaí	Sem	Com	Com	Sem	42,07	fg	62,04	bcd
Catuaí	Sem	Com	Sem	Sem	38,85	g	47,21	d

\* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Para o cultivar Catuaí, o tratamento não teve efeito significativo, chegando a decrescer em cerca de 8% o percentual de estacas verdes, quando tratadas com AIB na ausência de água. As estacas do Acaiaí, submetidas ao tratamento com AIB, na presença de água, não apresentaram diferenças significativas apesar de mostrarem um ligeiro aumento no percentual de estacas verdes quando comparadas com as que não receberam AIB.

Para o cultivar Catuaí, as diferenças foram significativas entre as estacas que receberam AIB, na presença de água, com um aumento de 22% no percentual de estacas verdes em relação à ausência do tratamento com AIB.



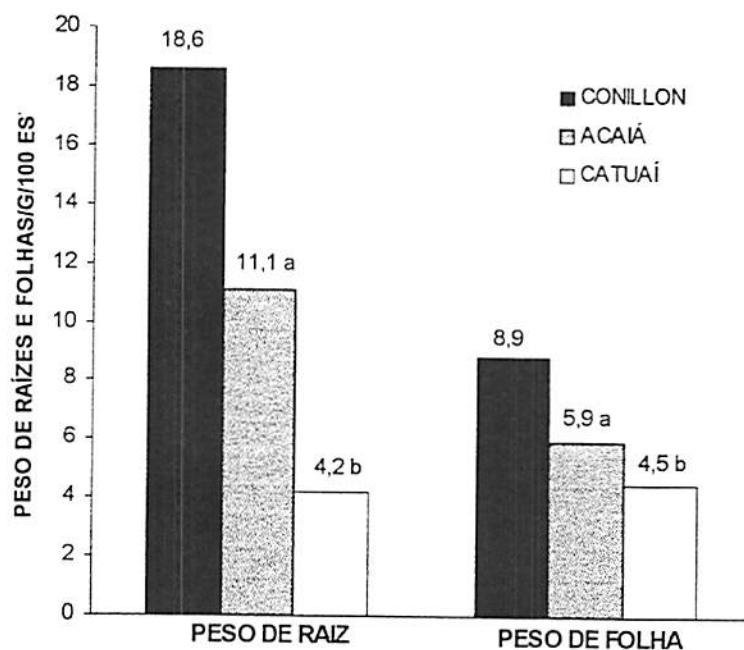
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 4. Percentual médio de estacas verdes, em ausência e presença de AIB e Água, dos cultivares Acaiaí e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.

## 4.2 Peso da matéria seca do sistema radicular e folhas

O resumo da análise de variância para as características peso da matéria seca do sistema radicular e folhas por 100 estacas submetidas aos tratamentos é apresentado na Tabela 4.

Observa-se que houve diferença significativa entre cultivares, tanto para a característica peso da matéria seca do sistema radicular como para o peso da matéria seca das folhas (Figura 5).



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 5. Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas e peso da matéria seca das folhas por 100 estacas, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.

TABELA 4. Análise de variância do peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas (PRA/100 EST.) e do peso da matéria seca das folhas por 100 estacas (PFO/100 EST.), em *Coffea arabica* L. (Catuaí Vermelho e Acaia) e *Coffea canephora* (Conillon) quando submetidas a ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		PRA/100 EST	PFO/100 EST
Cultivar	1	129,362 **	47,124 **
Zinco	1	77,167 **	0,383
Água	1	1,231	10,388
PVP	1	0,204	0,006
AIB	1	176,611 **	67,067 **
Cul x Zin	1	73,377 **	15,666
Cul x Águ	1	10,969	0,878
Cul x PVP	1	0,005	1,260
Cul x AIB	1	180,484 **	2,829
Zin x Águ	1	1,463	8,178
Zin x PVP	1	9,096	0,728
Zin x AIB	1	9,071	10,088
Águ x PVP	1	0,253	33,135 *
Águ x AIB	1	37,688 *	1,000
PVP x AIB	1	32,376 *	0,238
Cul x Zin x Águ	1	9,232	0,030
Cul x Zin x PVP	1	4,865	0,000
Cul x Zin x AIB	1	10,540	1,170
Cul x Águ x PVP	1	21,537	0,038
Cul x Águ x AIB	1	9,331	0,001
Cul x PVP x AIB	1	35,685 *	2,727
Zin x Águ x PVP	1	1,142	0,327
Zin x Águ x AIB	1	1,930	0,370
Zin x PVP x AIB	1	0,168	4,638
Águ x PVP x AIB	1	9,532	3,132
Cul x Zin x Águ x PVP	1	0,066	3,241
Cul x Zin x Águ x AIB	1	6,843	0,003
Cul x Zin x PVP x AIB	1	5,573	0,774
Cul x Águ x PVP x AIB	1	4,554	2,795
Zin x Águ x PVP x AIB	1	5,699	1,148
Cul x Zin x Águ x PVP x AIB	1	0,938	0,725
Conillon vs Fatorial	1	349,038 **	38,613 **
Residuo	66	7,419	5,109
C.V. (%)		34,05	42,40
MÉDIA GERAL (GR/100 ESTACAS)		11,44	5,59

\*\* - significativo a 1%; \* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

A Figura 5 ilustra a superioridade do cultivar Acaiá em relação ao Catuaí Vermelho, com peso médio de 164% e 31% maior para as médias de peso da matéria seca do sistema radicular e das folhas, respectivamente, em relação ao cultivar Catuaí.

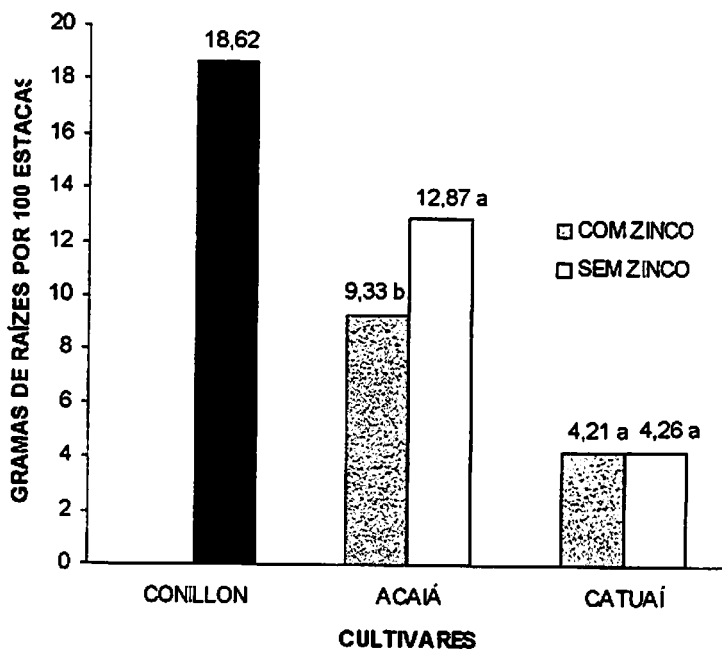
Estes dados estão de acordo com os trabalhos de Leite e Mendes (1995) e de Rezende (1996). Os autores verificaram, independentemente, que existe diferença entre cultivares quanto ao pegamento das estacas, com tendência das estacas provenientes de linhagens de Mundo Novo exibirem maior pegamento que o Catuaí Vermelho. O cultivar Acaiá, derivado do Mundo Novo, apresentou o mesmo comportamento neste estudo.

Efeitos significativos isolados ocorreram para a aplicação de Zinco (peso da matéria seca do sistema radicular) e do Ácido Indol Butírico - AIB, tanto para peso das raízes como das folhas.

Das interações testadas, mostraram-se significativas para a característica peso da matéria seca do sistema radicular, as interações Cultivar x Zinco (Figura 6), Cultivar x AIB (Figura 7), Água x AIB (Figura 8), Cultivar x PVP x AIB (Figura 9). Para a característica peso da matéria seca das folhas o efeito da aplicação do AIB é ilustrado na Figura 10, e a única interação (Água x PVP) na Figura 11.

Apesar da literatura fazer poucas referências a respeito do zinco como precursor de auxina, aplicado preventivamente nas plantas antes da coleta das estacas, a expectativa era de que este, contribuiria para um maior peso de matéria seca das raízes e das folhas, uma vez, que segundo Ferri (1979), nos solos brasileiros a carência de zinco é tão comum quanto a de boro, cujo denominador comum dos sintomas carenciais é o encurtamento dos internódios e que ainda o zinco é necessário

para a síntese de triptofano que, depois de várias reações, produz o ácido indolil acético (AIA) que é uma auxina que contribui para o aumento do volume celular; além disso o zinco regula a atividade da ribonuclease (RNAase) que, hidrolisando o RNA, causa diminuição na síntese protéica e portanto da multiplicação celular. A Figura 6 mostra que a interação Cultivar x Zinco, contraria essa expectativa inicial, uma vez que houve um decréscimo de aproximadamente 27% no peso da matéria seca do sistema radicular para o cultivar Acaiá, quando da aplicação do zinco, não diferindo para o cultivar Catuaí.



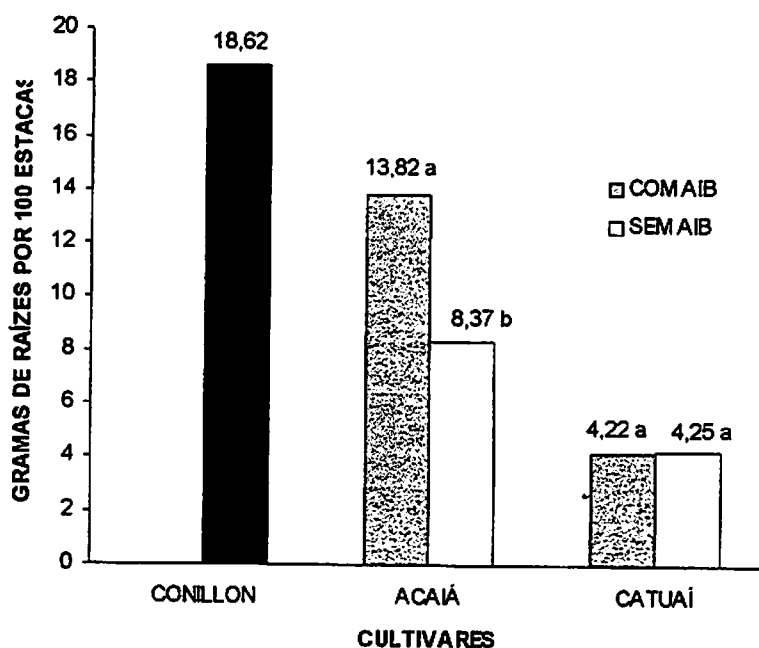
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 6. Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de Zinco, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.



A Figura 7 ilustra o efeito da interação Cultivar x AIB, para a característica peso da matéria seca do sistema radicular por cem estacas. Quando o cultivar analisado é o Acaiá com uso da auxina AIB, este cultivar apresentou um acréscimo de peso das raízes de aproximadamente 65%. O mesmo não ocorre com o cultivar Catuaí, onde a aplicação do AIB não resultou em diferença significativa. Estes resultados estão de acordo com Weaver (1976).

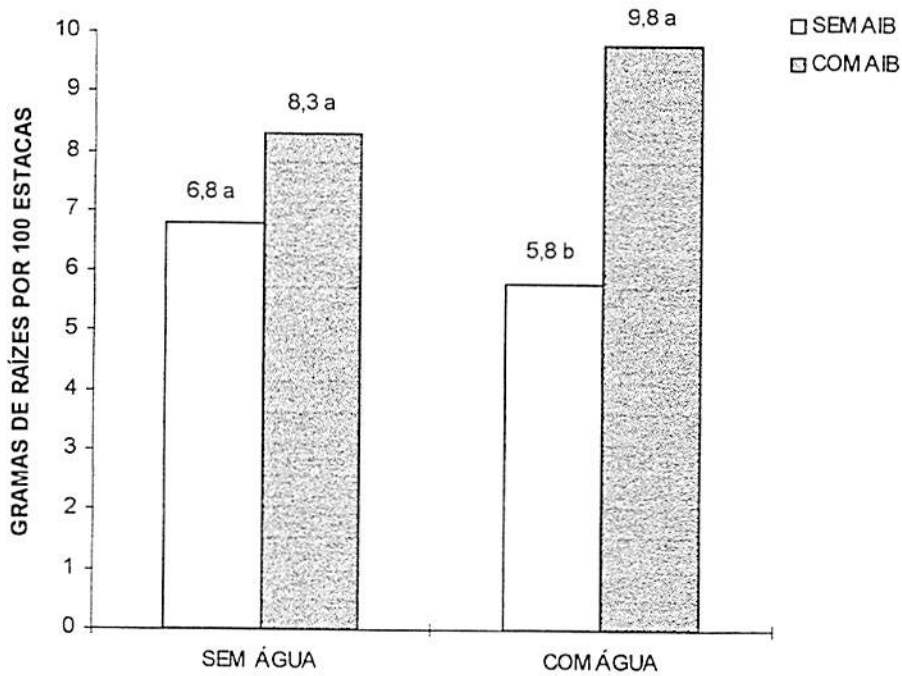
Segundo este autor, a resposta de uma planta aos reguladores de crescimento pode variar com a espécie e a variedade, podendo, inclusive, haver resposta diferente, em condições ambientais distintas para a mesma espécie ou variedade



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 7. Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de AIB, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997.

Ainda para a característica peso da matéria seca do sistema radicular, independente do cultivar, observamos na Figura 08 que o AIB não teve efeito significativo na ausência de água, mas quando as estacas foram submetidas ao tratamento, sua aplicação foi significativa, aumentando o peso da matéria seca em 69%. Provavelmente o tratamento com água reduziu a oxidação na base das estacas, permitindo melhor atuação do AIB.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 08. Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de Água e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.

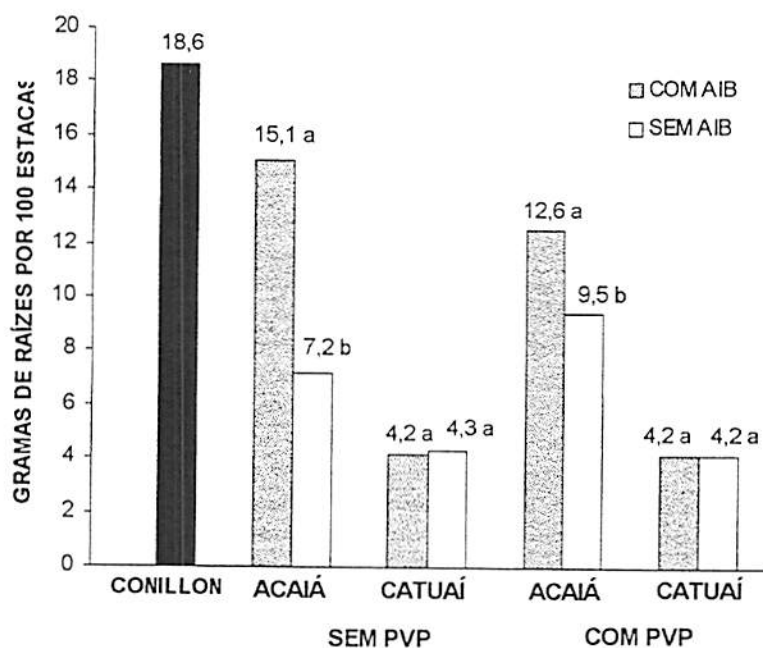
Na interação tripla AIB x PVP x Cultivar, ilustrada na Figura 9, mostra que o tratamento com AIB, na ausência de PVP foi significativo para o cultivar Acaiaí,



aumentando o peso da matéria seca do sistema radicular em média de 7,2 para 15,1g por cem estacas (109%). Houve também efeito significativo do AIB na presença de PVP quando aplicados nas estacas do cultivar Acaiá, aumentando seu peso da matéria seca do sistema radicular, porém num percentual menor (32%) quando comparado à ausência de PVP.

Para o cultivar Catuaí o emprego de AIB ou PVP não teve efeito significativo sobre o peso da matéria seca do sistema radicular.

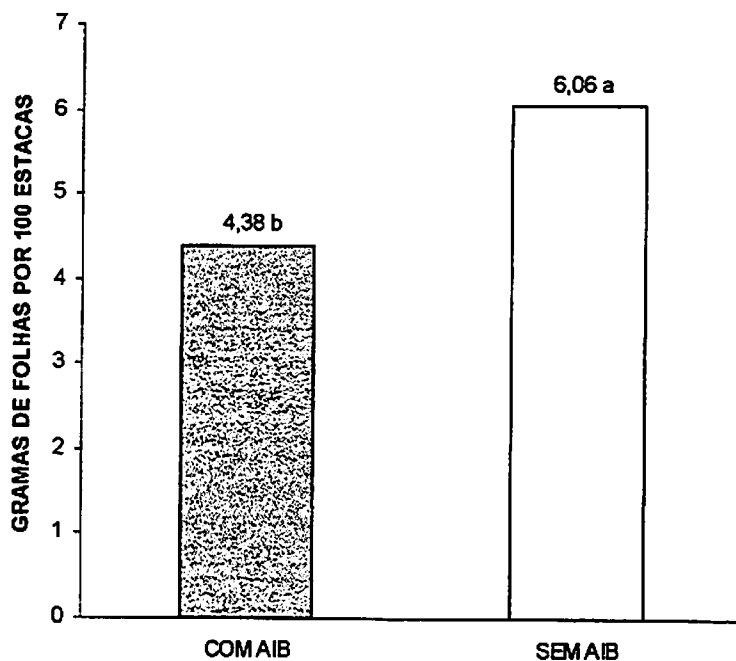
Estes dados estão de acordo com Coutinho et al. (1992), que observaram que o uso associado do antioxidante PVP ao AIB não foi suficiente para estimular o enraizamento de estacas de goiabeira serrana. Hoffmann (1994), afirma no que se refere aos tratamentos com antioxidantes, que não foi confirmada a hipótese de que a redução da oxidação com uso de antioxidante seria eficaz no aumento do enraizamento de estacas de mirtilo. A rejeição desta hipótese segundo o autor, pode ser atribuída à pouca significância do processo de oxidação de compostos fenólicos na redução do enraizamento de estacas de mirtilo e a forma de aplicação dos antioxidantes. Os antioxidantes podem ter tido efeito apenas durante o período de imersão da base das estacas, mas após a colocação no substrato, a oxidação pode ter voltado a ocorrer.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 9. Peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas, em ausência e presença de AIB e PVP, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras- MG, 1997.

Considerando o peso da matéria seca das folhas, a ação isolada do AIB foi significativa, embora tenha contrastado com sua ação no cultivar Acaiá quando aumentou o peso da matéria seca do sistema radicular. Neste caso houve redução em aproximadamente 28% no peso da matéria seca das folhas como mostra a Figura 10.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 10. Peso da matéria seca das folhas por 100 estacas de cafeeiro, em ausência e presença de AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.

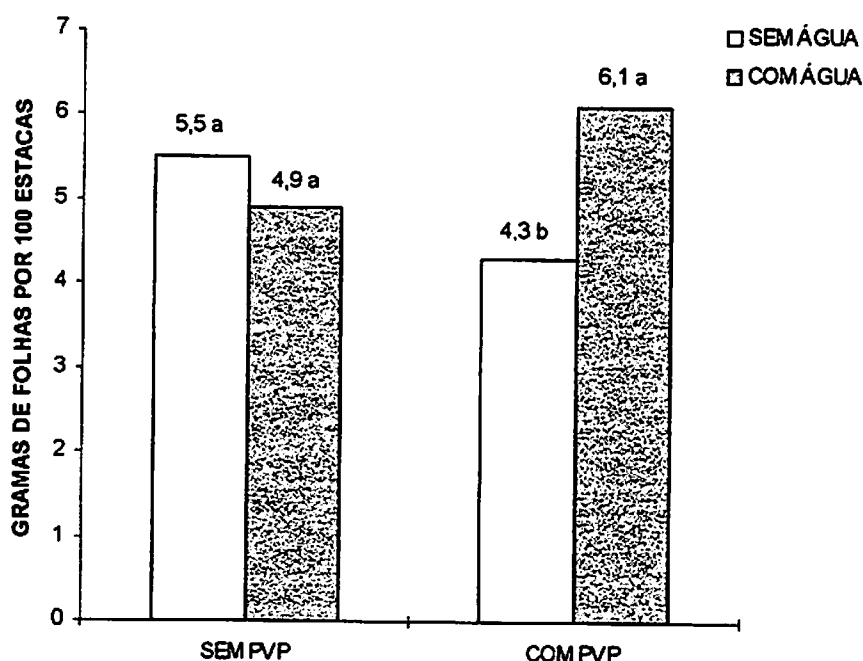
O teste de Duncan para médias de tratamentos das características peso da matéria seca do sistema radicular e das folhas por cem estacas (Tabela 5), mostra a tendência do cultivar Acaiá em apresentar melhores resultados que o Catuai Vermelho, para as duas características analisadas, sendo que para os 5 melhores tratamentos 4 são do cultivar Acaiá e um quinto do cultivar Conillon.

TABELA 5. Teste de Duncan para médias de tratamento das características: peso da matéria seca do sistema radicular por 100 estacas (PRA/ 100 EST.) e peso da matéria seca das folhas por 100 estacas (PFO/ 100 EST.), em ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB para os cultivares de cafeeiro (Acaiá e Catuai Vermelho), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997. \*

CULT.	TRATAMENTOS				PRA/100 EST.		PFO/100 EST.	
	ZINCO	ÁGUA	P.V.P	I.BA				
Acaiá	Sem	Com	Com	Sem	19,84	a	5,48	abcd
Robusta	-	-	-	-	18,62	a	8,86	a
Acaiá	Sem	Com	Com	Com	15,85	ab	5,57	abcd
Acaiá	Sem	Sem	Com	Com	15,59	ab	4,09	bcd
Acaiá	Com	Com	Com	Sem	15,19	ab	3,61	bcd
Acaiá	Sem	Sem	Com	Sem	13,65	bc	4,64	abcd
Acaiá	Sem	Sem	Sem	Com	11,79	bcd	6,82	abc
Acaiá	Com	Sem	Com	Sem	11,59	bcd	5,48	abcd
Acaiá	Sem	Com	Sem	Com	10,16	cde	8,98	a
Acaiá	Com	Com	Com	Com	9,97	cdef	6,35	abcd
Acaiá	Sem	Sem	Sem	Sem	9,38	cdefg	7,83	ab
Acaiá	Com	Sem	Com	Com	8,90	cdefgh	4,08	bcd
Acaiá	Com	Sem	Sem	Com	8,18	defghi	4,89	abcd
Acaiá	Com	Com	Sem	Com	7,90	defghi	5,72	abcd
Acaiá	Com	Com	Sem	Sem	6,79	defghi	5,83	abcd
Acaiá	Sem	Com	Sem	Sem	6,68	defghi	7,69	ab
Catuai	Com	Sem	Sem	Sem	6,25	efghi	6,06	abcd
Acaiá	Com	Sem	Sem	Sem	6,07	efghi	7,66	ab
Catuai	Sem	Com	Sem	Com	5,14	efghi	7,24	abc
Catuai	Com	Sem	Com	Sem	4,86	fghi	4,17	bcd
Catuai	Com	Com	Com	Com	4,80	fghi	4,87	abcd
Catuai	Sem	Com	Com	Sem	4,78	fghi	3,76	bcd
Catuai	Sem	Sem	Sem	Sem	4,51	ghi	5,01	abcd
Catuai	Sem	Com	Com	Com	4,45	ghi	4,32	bcd
Catuai	Com	Sem	Sem	Com	4,36	ghi	4,57	abcd
Catuai	Sem	Sem	Com	Sem	4,08	ghi	2,92	cd
Catuai	Sem	Sem	Sem	Com	4,05	ghi	3,79	bcd
Catuai	Com	Sem	Com	Com	4,03	ghi	4,04	bcd
Catuai	Sem	Sem	Com	Com	3,57	hi	2,20	d
Catuai	Sem	Com	Sem	Sem	3,49	hi	4,19	bcd
Catuai	Com	Com	Com	Sem	3,21	i	4,56	abcd
Catuai	Com	Com	Sem	Com	3,18	i	6,10	abcd
Catuai	Com	Com	Sem	Sem	3,03	i	4,51	abcd

\* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Com relação a característica peso da matéria seca das folhas, verifica-se pela Figura 11, que independente do cultivar, a Água não teve efeito significativo na ausência de PVP, mas quando as estacas foram submetidas ao tratamento, seu uso foi significativo aumentando o peso da matéria seca em 41 %, ocorrendo sinergia entre PVP e água na eliminação dos fenóis ou redução da oxidação.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 11. Peso da matéria seca das folhas por 100 estacas, em ausência e presença de Água e PVP. UFLA, Lavras - MG, 1997.

#### 4.3 Número e comprimento médio das raízes

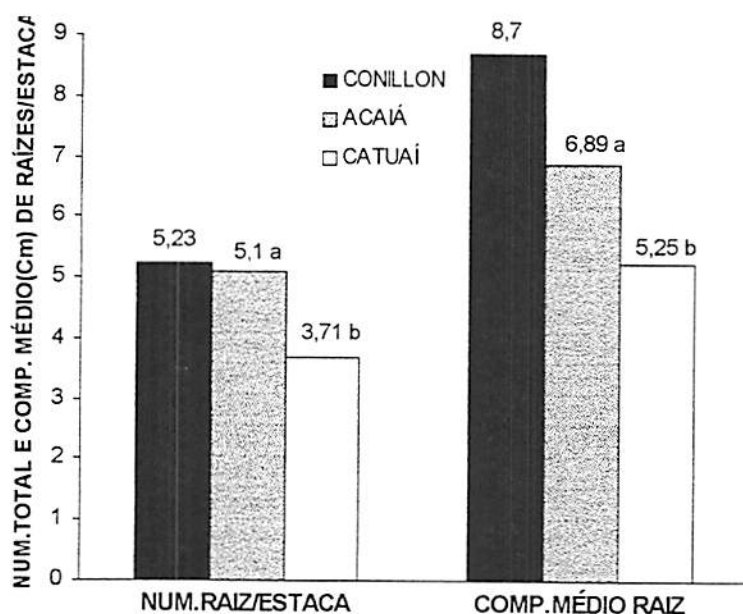
O resumo da análise de variância para as características número total de raízes e comprimento médio de raízes em função dos tratamentos em ausência e presença de zinco, água, PVP e AIB para os cultivares Acaia e Catuai Vermelho, é apresentada na



Tabela 6. Observa-se que houve diferença significativa entre cultivares para ambas às características. As médias comparadas ao cultivar Conillon são ilustradas na Figura 12.

Houve também efeitos isolados do zinco (Figura 13) e do AIB (Figura 14) para a característica comprimento médio das raízes. Das interações estudadas, apresentou significância cultivar x zinco x água para a característica número total de raízes (Figura 15).

A exemplo das outras características analisadas, também para estas, o cultivar Acaiá superou o Catuaí Vermelho em número total e comprimento médio das raízes em 37 e 31% respectivamente (Figura 12).



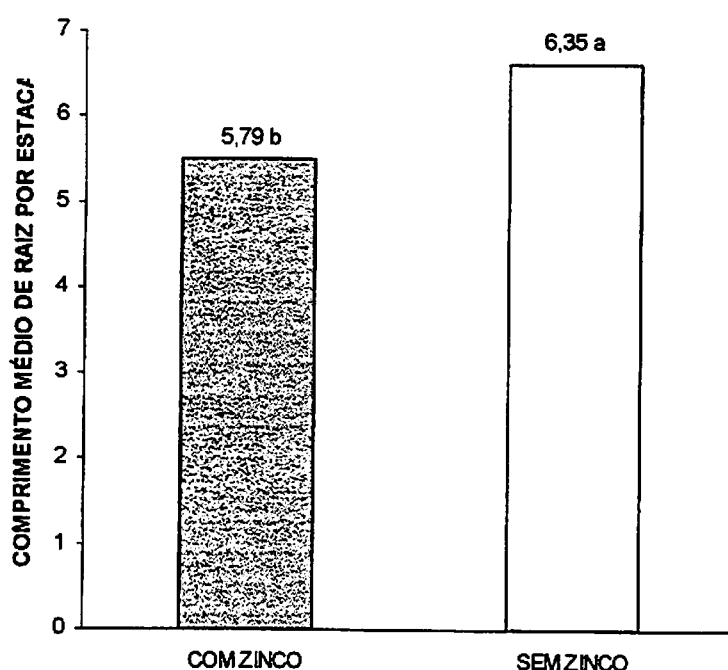
Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 12. Número total de raízes e comprimento médio das raízes por estaca, em ausência e presença de zinco, água, PVP e AIB, dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho, tendo como testemunha o cultivar Conillon. UFLA, Lavras MG, 1997.

A Figura 12 mostra a tendência das estacas provenientes de linhagens de Mundo Novo, como é o caso do Acaiá exibirem um maior pegamento quando comparadas ao Catuai Vermelho, concordando com as observações de Leite e Mendes (1995).

A característica comprimento médio das raízes respondeu negativamente à aplicação de zinco (Figura 13), onde as estacas que não receberam zinco apresentaram raízes maiores em média de 6,35cm contra 5,79 cm para aquelas tratadas (-8,82%).

Estas observações corroboram a análise do peso da matéria seca do sistema radicular por cem estacas (Figura 6), onde também houve decréscimo (-27,51%) para o cultivar Acaiá, quando da aplicação do zinco.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 13. Comprimento médio das raízes do cafeeiro, em ausência e presença de zinco. UFLA, Lavras - MG, 1997.

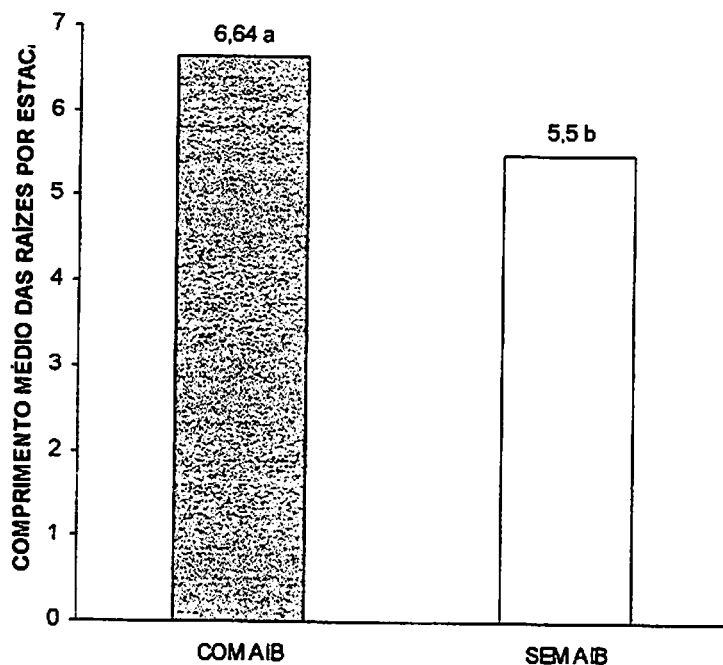
Segundo George (1996), as substâncias são chamadas auxinas se elas forem capazes de controlar vários processos distintos, tais como o crescimento e prolongamento celular e estão envolvidas na origem de meristema, promovendo crescimento tanto ao tecido desorganizado como para órgãos definidos. No experimento a auxina AIB, mesmo não influenciando significativamente o número total de raízes por estaca (Tabela 6), influenciou o comprimento médio das raízes, aumentando-o em aproximadamente 21% como mostra a Figura 14.

TABELA 6. Análise de variância do número total de raízes (NTRAIZ) e do comprimento médio das raízes (CMRAIZ) em *Coffea arabica* L. (Catuaí Vermelho e Acaiaí) e *Coffea canephora* (Conillon) quando submetidas a ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997. 1✓

FONTES DE VARIAÇÃO	G.L.	QUADRADOS MÉDIOS	
		NTRAIZ	CMRAIZ
Cultivar	1	6.417,846 **	649483,330 **
Zinco	1	268,084	76178,552 *
Água	1	223,061	4,966
PVP	1	42,773	55245,180
AIB	1	19,911	314701,612 **
Cul x Zin	1	88,421	6810,396
Cul x Águ	1	19,608	749,914
Cul x PVP	1	161,004	2468,030
Cul x AIB	1	188,518	44104,691
Zin x Águ	1	224,955	1435,071
Zin x PVP	1	280,145	17719,387
Zin x AIB	1	837,207	4,991
Águ x PVP	1	193,171	12972,322
Águ x AIB	1	46,002	49237,454
PVP x AIB	1	55,556	16319,488
Cul x Zin x Águ	1	2709,107 *	4698,920
Cul x Zin x PVP	1	651,807	17120,923
Cul x Zin x AIB	1	1433,903	102,561
Cul x Águ x PVP	1	683,324	38091,756
Cul x Águ x AIB	1	397,713	1535,456
Cul x PVP x AIB	1	465,618	32632,051
Zin x Águ x PVP	1	363,623	8342,976
Zin x Águ x AIB	1	7,197	15337,181
Zin x PVP x AIB	1	142,860	8138,780
Águ x PVP x AIB	1	1393,737	12617,686
Cul x Zin x Águ x PVP	1	324,669	15478,484
Cul x Zin x Águ x AIB	1	0,220	3895,714
Cul x Zin x PVP x AIB	1	20,904	9759,707
Cul x Águ x PVP x AIB	1	1,210	25088,843
Zin x Águ x PVP x AIB	1	152,661	16851,025
Cul x Zin x Águ x PVP x AIB	1	670,672	9119,885
Conillon vs Fatorial	1	1115,371	201356,278 *
Residuo	66	443,812	17204,126
C.V. (%)		10,04	21,32
MÉDIA GERAL - RAIZ ( X + 0 ) - N%/C. Médio		2,10	6,36
MÉDIA GERAL - N%/C. Médio		4,64	6,36

1✓ Análise realizada com dados transformados segundo raiz ( X + 0 ), para a característica NTRAIZ.

\*\* - significativo a 1%; \* - significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

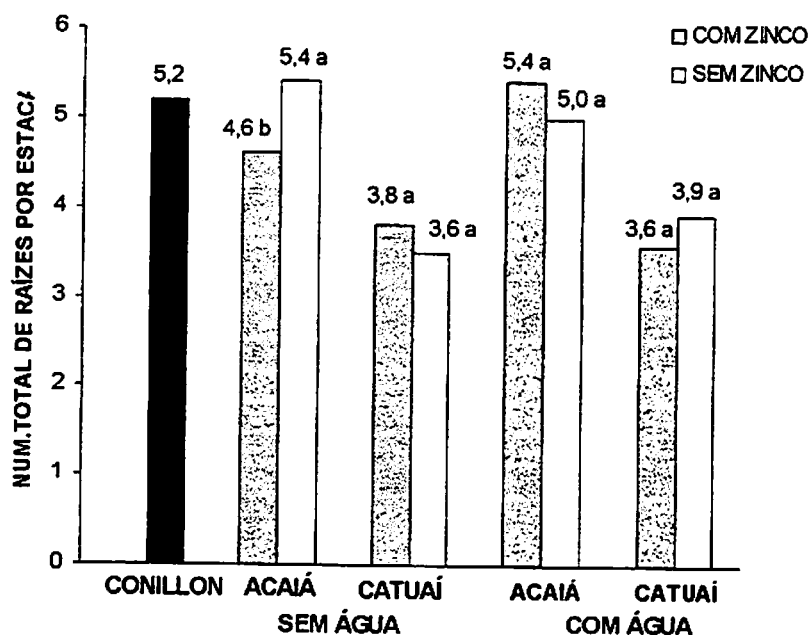


Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 14. Comprimento médio das raízes do cafeeiro, em ausência e presença de AIB. UFLA, Lavras - MG, 1997.

A interação cultivar x zinco x água foi também significativa para o número de raízes por estaca. Na Figura 15 observa-se que o tratamento com zinco na ausência de água foi prejudicial para o cultivar Acaiá, reduzindo o número de raízes por estaca de 5,4 para 4,6 (-14,81%). Para o cultivar Catuaí o tratamento não exerceu efeito significativo.

Na presença de água, as estacas de Acaiá e Catuaí, tratadas ou não com zinco, não apresentaram diferenças significativas para a característica número total de raízes.



Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

FIGURA 15. Número total de raízes em ausência e presença de zinco e água, dos cultivares Acaiá e Catuai Vermelho, tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras- MG, 1997.

O teste de Duncan para médias de tratamento das características número total e comprimento médio das raízes por estaca (Tabela 7), mostra que não há diferença estatística para as 18 primeiras médias. Contudo, evidencia-se a clara tendência de maior desenvolvimento de raízes no cultivar Acaiá

Ainda nesse quadro observa-se que o cultivar Robusta é a 8ª para número total de raízes por estaca e a primeira com relação ao comprimento médio das raízes por estaca (8,70 cm).

TABELA 7. Teste de Duncan para médias de tratamento das características: número total de raízes (NTRAÍZ) e comprimento médio das raízes (CMRAÍZ) por estaca, em ausência e presença de Zinco, Água, PVP e AIB para os cultivares de cafeeiro (Acaiá e Catuai Vermelho), tendo como tratamento adicional o cultivar Conillon. UFLA, Lavras - MG, 1997. \*

CULT.	TRATAMENTOS				NTRAÍZ		CMRAÍZ	
	ZINCO	ÁGUA	P.V.P	I.B.A				
Acaiá	Sem	Sem	Com	Com	6,05	a	8,38	ab
Acaiá	Sem	Com	Sem	Com	6,02	ab	8,09	abc
Acaiá	Com	Com	Sem	Sem	5,63	abc	5,22	defgh
Acaiá	Com	Com	Sem	Com	5,53	abc	8,10	abc
Acaiá	Com	Com	Com	Sem	5,45	abc	6,00	bcdefgh
Acaiá	Sem	Sem	Com	Sem	5,38	abcd	7,40	abcde
Acaiá	Sem	Sem	Sem	Com	5,30	abcde	7,31	abcdef
Robusta	-	-	-	-	5,23	abcdef	8,70	a
Acaiá	Sem	Sem	Sem	Sem	5,06	abcdefg	6,17	abcdefgh
Acaiá	Com	Sem	Com	Sem	5,00	abcdefg	6,32	abcdefgh
Acaiá	Sem	Com	Com	Com	4,98	abcdefg	8,37	ab
Acaiá	Com	Com	Com	Com	4,93	abcdefgh	6,80	abcdefg
Acaiá	Com	Sem	Sem	Sem	4,92	abcdefgh	5,39	defgh
Acaiá	Sem	Com	Com	Sem	4,78	abcdefgh	6,72	abcdefgh
Catuai	Sem	Com	Sem	Sem	4,54	abcdefgh	4,02	h
Acaiá	Com	Sem	Com	Com	4,51	abcdefgh	6,67	abcdefg
Catuai	Com	Sem	Sem	Sem	4,32	abcdefgh	4,22	gh
Acaiá	Sem	Com	Sem	Sem	4,29	abcdefgh	5,63	cdefgh
Catuai	Com	Sem	Com	Com	4,16	bcdefgh	5,15	defgh
Catuai	Com	Com	Com	Sem	4,12	cdefgh	4,37	gh
Catuai	Sem	Com	Sem	Com	4,03	cdefgh	5,49	cdefgh
Acaiá	Com	Sem	Sem	Com	3,98	cdefgh	7,72	abcd
Catuai	Sem	Sem	Sem	Sem	3,84	cdefgh	5,63	cdefgh
Catuai	Sem	Com	Com	Sem	3,64	defgh	5,49	cdefgh
Catuai	Com	Com	Com	Com	3,61	defgh	6,35	abcdefgh
Catuai	Sem	Sem	Sem	Com	3,55	efgh	5,47	defgh
Catuai	Sem	Com	Com	Com	3,53	efgh	7,33	abcdef
Catuai	Com	Sem	Sem	Com	3,49	fgh	5,65	cdefgh
Catuai	Sem	Sem	Com	Com	3,42	gh	4,98	efgh
Catuai	Sem	Sem	Com	Sem	3,40	gh	5,15	defgh
Catuai	Com	Com	Sem	Com	3,35	gh	4,44	gh
Catuai	Com	Com	Sem	Sem	3,26	h	4,74	fgh
Catuai	Com	Sem	Com	Sem	3,24	h	5,50	cdefgh

\* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Duncan.

Considerando todas as características analisadas, o tratamento adicional com o cultivar Conillon, sem nenhum tratamento com micronutrientes, água corrente, antioxidante e regulador de crescimento, exibiu diferença significativa pelo teste de Duncan para 5 delas quando comparado com os demais fatores e interações, excetuando-se apenas a característica número total de raízes.

O cultivar Conillon destaca-se particularmente no percentual de estacas verdes com raízes e percentual de estacas verdes com média de 97,42 para ambas. Paulino (1985) afirma que um dos processos mais indicados para a produção de mudas de Robusta por estaca é por micro-aspersão em viveiro comum, e que seu pegamento é superior a 90%, sem que nenhum regulador de crescimento ou antioxidante seja empregado. Fato comprovado para estas características e as demais, com exceção da característica número total de raízes, onde a melhor média de tratamento foi de 6,05 raízes por estaca para o cultivar Acaiá, enquanto que para o Conillon ficou em 5,23, 86% deste valor.

Contudo, Domingo e Cataby (1961) citam que o tratamento com reguladores de crescimento em estacas de *Coffea canephora* não afeta o percentual de enraizamento, mas aumenta o número de raízes por estaca, o que não foi testado neste experimento, uma vez que o cultivar Conillon não recebeu tratamento algum. Snoek (1968) afirma que, de maneira geral, estacas de *Coffea canephora* enraízam bem sem reguladores de crescimento, embora alguns cultivares necessitem de tratamentos com reguladores para que tenham sua taxa de enraizamento aumentada.



## 5 - CONCLUSÕES

Os tratamentos e avaliações realizadas permitiram concluir que:

- Na metodologia proposta, o cultivar Acaiá apresenta-se mais adaptado para enraizamento que o Catuaí Vermelho, sendo que este deverá ter metodologia diferenciada.
- O zinco, a água e o antioxidante PVP não são eficientes na promoção do enraizamento do cafeeiro na concentração e tempo de imersão testados.
- A utilização da auxina AIB aumenta o comprimento médio das raízes dos cultivares Acaiá e Catuaí Vermelho e o peso da matéria seca do sistema radicular do Acaiá, diminuindo o peso da matéria seca das folhas, independente do cultivar.
- O enraizamento do cultivar Conillon, sem nenhum tratamento é superior à 90% sob nebulização intermitente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSEN, A.S. Environmental influences on adventitious rooting in cuttings of non-woody species. In: JACKSON, M.B. (ed.). **New root formation in plants and cuttings**. Dordrecht: Martinus Nijhoff, 1986. p.223-53.
- ASSAF, R. Aptitude a l' enracinement des noeuds et merithalles successifs des rameaux de quelques especes frutieres. **Journal d Agriculture Tropicale et d Botanique Appliqueé**, Paris, v. 6, n.7, p. 289-329, 1966.
- BAUMANN, T. W. ; NEUENSCHWANDER, B. Tissue culture in coffee biotechnonology. **Café, Cacao, Thé**, Paris, v.34, n.2, p.159-164, avr./jui. 1990.
- BRENSHELEY, W.E.; WARINGTON, K. The role of boron in the growth plants. **Annals of Botany**, London, v. 41, p. 167-187, 1927.
- BROWSE, P.M. **A propagação das plantas**. 2.ed. [S.I.]: Publicações Europa-América, 1979. 229p. (Coleção Euroagro, 8).
- CHADDAD JUNIOR, J. **Influência de fitoreguladores na micropropagação da pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.)**. Piracicaba: ESALQ, 1995. 81p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- COSTA, E.B.da (coord.) **Manual técnico para a cultura do café no Estado do Espírito Santo**. Vitória: PMV-ES/CETCAF, 1995. 163p.
- COUTINHO, E.F.; KLUGE, R.A.; JORGE, R.O.; HAERTER, J.A.; SANTOS Fº, B.G.; FORTES, G.R.L. Efeito do ácido indolbutírico e antioxidante na formação de calos em estacas semilenhosas de goibeira serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.141-143, 1992.
- CUSTER, J.B.M.; VAN, E.G; BUIJS, L.C. Clonal propagation of *Coffea arabica* by nodal culture. In: INTERNATIONAL SCIENCE COLLOQUIUM ON COFFE, 9, Londres, 1980. **Proceedings...**, Paris: ASIC, 1980. P.586-596.
- DOMINGO, B.S.; CATABY, F.G. An experiment on the use of hormone in the propagation of coffee by cuttings. **Araneta Journal of Agriculture**, Malabou, v.8, p.28-38. 1961.
- DUTTA, T.R.; MCILRATH, W.J. Effects of boron on growth and lignification in sunflower tissue. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 125, p.89, 1964.
- EVANS, H. R. Recent work on the propagation of coffee from cuttings in Kenya. **Tropical Agriculture**, Trinidad, v.35, p.67-76, 1958.

- FERRI, M.G. (coord.). **Fisiologia vegetal 1**. 2.ed.rev.e atu. São Paulo: E.P.U, 1979. 361p.
- GEORGE, E.F. **Plant propagation by tissue culture: in practice**. 2.ed. Great Britain, Butter & Tanner, 1996. 1261p.
- HANSEN, J. Stock plant lighting and adventitious root formation. **American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.22, n.5, p. 746-749, 1987.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. **Plant propagation: principles and practics**. 4. ed. New York: Englewood Clippis, 1983. 727p.
- HOFFMANN, A. **Propagação de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de estacas**. Pelotas: UFPEL, 1994. 85p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- JANICK, J. **A ciência da horticultura**. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1968. 485p.
- KOSSUTH, S.V. ; BIGG, R.H. ; WEBB, P.G.; PORTIER, K.M. Rapid propagation techniques for fruit crops. **Proceedings of the Flórida State Horticultural Society**, Tallahassee, v.94, p.323-328, 1981.
- LEITE, C.; MENDES, A.N.G. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) "IN VIVO" através do enraizamento de estacas. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESAL/UFLA, 8, E SEMINÁRIO DE AVALIAÇÃO DO PIBIC/CNPq, 3, Lavras, 1995. **Resumos...** Lavras: UFLA, 1995. p.204.
- LEWIS, D.H. Boron lignification and the origin of vascular plants - a unified hypothesis. **New Phytologist**, Cambridge, v. 84, n. 2, p. 209-229, Apr. 1980.
- LONDOÑO, R.L.C. ; OROZCO, C.F.J. Método de propagacion de cafetos mediante cultivo in vitro. **Cenicafé**, Chinchina-Caldas, v.37, n.4, p.119-133, oct./dic. 1986.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A.de. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. Piracicaba: Associação Brasileira para a Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1989. 201p.
- MATIELLO J. B.; PAULINO, A. J. Profundidade de plantio de estacas de café conilon nas sacolinhas. **Cafeicultura Moderna**, Rio de Janeiro, v.5, p.18-19, 1989.
- MENDES, A.J.T. Multiplicação do cafeeiro por estacas de uma folha. **Bragantia**, Campinas, v.10, n.7, p.209-211, jul. 1950.
- MIDDLETON, W.; JARVIS, B.C.; BOOTH, A. The boron requirement for root development In stem cuttings of *Phaseolus aureos roxb*. **New Phytologist**, Cambridge, v. 81, n.2, p.287, Jan. 1978.

- ODHNOFF, C. Boron deficiency and growth. *Physiologia Plantarum*, Copenhagen, v.10, p.984-1000, 1957.
- PÁDUA, T. Propagação de árvores frutíferas. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.9, n.101, p.11-19, maio 1983.
- PAULINO, A. J. Produção de mudas enraizadas de *Coffea canephora* cv. Conilon - Comparação entre os sistemas de estufim e viveiro de micro-aspersão. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, Caxambu, 1985. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA 1985. p. 88-89.
- PAULINO, A. J. ; MATIELLO, J. B. ; PAULINI, A. E. **Produção de mudas de café "conilon" por estacas: instruções técnicas sobre a cultura de café no Brasil.** Rio de Janeiro: IBC/GERCA, 1985. 12p.
- PAULINO, A.J; PAULINI, A. E. Observações preliminares sobre épocas de enraizamento na formação de mudas de conilon através de estacas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 12, Caxambu, 1985. **Resumos...** Rio de Janeiro: IBC/GERCA 1985. p. 92-93.
- PIVETTA, K.F.L. **Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia*) e desenvolvimento inicial das mudas.** Jaboticabal: UNESP, 1990. 91p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia)
- PURUSHOTHAM, K. ; SULLADMATH, U. V.; RAMAIAH, P. K. Seasonal changes in biochemical constituents and their relation to rooting of coffee (*Coffea canephora* Pierre) sucher cuttings. *Journal Coffee Research*, Karnataka State, v.14, p.117-130, 1984.
- RENA, A.B; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. in: RENA et al. **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade.** Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 1986. p. 13-85.
- REZENDE, R.A. **Efeito de fitorreguladores, antioxidante e defensivos na propagação vegetativa "In vivo" e "In vitro" de *Coffea arabica* L.** Lavras: UFLA, 1996. 51p. (Dissertação - Mestrado em Fitotecnia).
- ROMEIRO, R. da S. Enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) em leito de areia. *Seiva*, Viçosa, v. 78, n.78 p.1-8, abr./jun. 1973.
- SCARPARE FILHO, J.A. **Enraizamento de estacas herbáceas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch), sob efeito de reguladores de crescimento, em sistema de nebulização intermitente.** Piracicaba: ESALQ, 1990. 50p. (Dissertação-Mestrado em Fitotecnia).

SILVA, I.C. Propagação vegetativa; aspectos morfo--fisiológicos. **Boletim Técnico CEPLAC**, Itabuna, v.4, p. 1-26, 1985.

SNOECK, J. La rénovation de la cafeiculture malgache a partir de clones selectionnes. **Café, Cacao, Thé**, Paris, v. 12, n.3, p.223-235. juil./sept. 1968.

SONDAHL, M.R. ; MONACO, L.C.; SHARP, W.R. In vitro methods applied to coffee. In: THORPE, T.A. (ed.) **Plant Tissue culture: methods and applications in agriculture**. New York: Academic Press, 1981. p. 325-348.

STARITSKY, G. Embryoid formation in callus tissue of coffee. **Acta Botanica Neerlandica**, Netherlands, v.19, n.4, p.509-514, Aug. 1970.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J. H. **Principles and procedures of Statistic**. New York: Mcgraw-Hill, 1960. 481p.

SYLVAIN, P.G. **Inovaciones agrotecnicas in cafeicultura**. Turrialba: Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas. 1979. 34p. (Publication Miscelania , 202).

TISSERAT, B. Embriogenesis, organogenesis and plant regeneration. In: DIXON R.A., (ed.) **Plant cell culture; a proctical approach**. 2.ed. Oxford: IRL Press, 1987. P.79-105.

VAZQUES, G.H. **Aplicabilidade da propagação vegetativa na cultura do cafeeiro** (*Coffea arabica* L.). Piracicaba: ESALQ/USP. 1993. 49p. (Monografia).

WEAVER; R.J. **Reguladores del crecimiento de las plantas en la agricultura**. México: Editorial Trillas, 1976. 544p.