

**COMPORTAMENTO EM PÓS-PLANTIO DE  
CAFEIROS (*Coffea arabica* L.) PROPAGADOS  
VEGETATIVAMENTE**

**MYCHELLE CARVALHO**

**2005**

59155

050441

**MYCHELLE CARVALHO**

**COMPORTAMENTO EM PÓS-PLANTIO DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.) PROPAGADOS VEGETATIVAMENTE**

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

**Orientador**

**Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho**

**LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2005**

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

**Carvalho, Mychelle**

**Comportamento em pós-plantio de cafeeiros (*Coffea arabica* L.)  
propagados vegetativamente / Mychelle Carvalho -- Lavras : UFLA,  
2005.**

**83 p. : il.**

**Orientador: Samuel Pereira de Carvalho.**

**Dissertação (Mestrado) – UFLA.**

**Bibliografia.**

**1. Café. 2. Crescimento vegetativo. 3. Enraizamento de estaca. 4. Pós-  
plantio. 5. Regulador de crescimento. 6. Propagação vegetativa. I.  
Universidade Federal de Lavras. II. Título.**

**CDD-633.7323**

MYCHELLE CARVALHO

COMPORTAMENTO EM PÓS-PLANTIO DE CAFEEIROS (*Coffea arabica* L.) PROPAGADOS VEGETATIVAMENTE

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

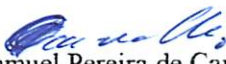
APROVADA em 22 de fevereiro de 2005

Dra. Adriana Madeira Santos Jesus

Pesquisadora/CNPq

Profª. Dra. Ângela Maria Soares

UFLA

  
Prof. Dr. Samuel Pereira de Carvalho  
UFLA  
(Orientador)

LAVRAS  
MINAS GERAIS – BRASIL

A Deus, que sempre se fez presente em minha vida.  
À minha mãe, Maria, meu pai, João, meus irmãos  
Myele e Mychel por todo amor, compreensão e  
incentivo que me concedem.

## **OFEREÇO**

A meu filho Raul, que sempre foi meu estímulo.  
Ao meu marido Ueber, pelo carinho, apoio e paciência.  
À amiga Adriana, por toda ajuda, ensinamentos e amizade.

## **DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade de realizar o curso de Mestrado.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Samuel Pereira de Carvalho, pela orientação, disponibilidade, paciência, amizade e ensinamentos transmitidos.

À Dra. Adriana Madeira Santos Jesus, pela amizade, pelos conselhos diários, pela paciência, pelos ensinamentos, pela disponibilidade. **MUITO OBRIGADA POR TUDO.**

À professora Ângela Maria Soares, pelo apoio e conhecimentos transmitidos.

Ao professor Rubens José Guimarães, pela disponibilidade e valiosas sugestões.

Ao professor Fabyano, do Departamento de Ciências Exatas, pela fundamental ajuda na realização das análises estatísticas.

À minha grande amiga Taislene, pela presença e cumplicidade em todos os momentos.

Ao amigo João Aguilar Massaroto, pelo constante apoio e amizade incondicional.

Aos amigos do curso de pós-graduação, em especial Mariney e Alba, pela amizade e convivência agradável.

Aos amigos Júlia, Carlos Nick e Hidekazu, pela ajuda na realização do trabalho.

Aos funcionários do CEPECAFÉ, pela ajuda na manutenção do experimento.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	i
LISTA DE FIGURAS.....	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vi
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	03
2.1 Gênero <i>Coffea</i> .....	03
2.2 Características da cultivar Acaiá IAC 474 – 19 ( <i>Coffea arabica</i> L.), utilizada no estudo.....	05
2.3 Características do crescimento e do desenvolvimento do cafeeiro.....	05
2.4 Propagação Vegetativa.....	09
2.5 Propagação vegetativa do cafeeiro.....	11
2.6 Comportamento no campo de plantas provenientes do enraizamento de estacas.....	14
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1 Local do experimento.....	16
3.2 Material experimental.....	17
3.3 Delineamento experimental.....	18
3.4 Caracteres avaliados.....	19
3.5 Análises estatísticas.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.1 Altura de Plantas.....	21
4.2 Número de pares de ramos plagiotrópicos.....	32
4.3 Diâmetro de caule.....	40
4.4 Diâmetro de copa.....	44
5 CONCLUSÕES.....	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
ANEXOS.....	66
APÊNDICE.....	81

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>		<b>Página</b>
1	Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	22
2	Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	23
3	Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ aos 12 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	24
4	Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ aos 19 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e das concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	25
5	Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para a altura de plantas (cm) do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	28
6	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	33
7	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiá’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	34
8	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiá’ aos 12 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	35
9	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiá’ aos 19 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	36



10	Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para o número de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaia’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	37
11	Diâmetro médio de caule do cafeeiro ‘Acaia’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	40
12	Estimativas dos contrastes para o diâmetro médio de caule do cafeeiro ‘Acaia’ em função da concentração de AIB, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	41
13	Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para o diâmetro de caule (mm) do cafeeiro ‘Acaia’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	42
14	Diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaia’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	45
15	Diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaia’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	46
16	Estimativas dos contrastes para o diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaia’ em função da concentração de AIB aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	48
17	Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha para o diâmetro de copa (cm) do cafeeiro ‘Acaia’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	48

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura</b>		<b>Página</b>
1	Precipitação média referente aos meses de março a dezembro de 2003, precipitação média mensal do ano de 2004 e precipitação média anual no período de 1965 a 1990 (normais climatológicas). UFLA, Lavras, MG, 2005..	16
2	Temperatura média referente aos meses de março a dezembro de 2003, temperatura média mensal do ano de 2004 e temperatura média anual no período de 1965 a 1990 (normais climatológicas). UFLA, Lavras, MG, 2005.....	17
3	Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaia’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	23
4	Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaia’ aos 19 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	25
5	Altura média de plantas de cafeeiro ‘Acaia’ ao longo do período experimental, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	26
6	Evolução da altura média de plantas do cafeeiro Acaia em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	32
7	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaia’ ao longo do período experimental, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	36
8	Evolução no número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaia’ em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	39
9	Evolução do diâmetro de caule do cafeeiro Acaia em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	44

10	Diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaiá’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	47
11	Evolução do diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaiá’ em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	50

## RESUMO

CARVALHO, Mychelle. **Comportamento em pós-plantio de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) propagados vegetativamente.** 2005. 83 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.\*

A propagação vegetativa por meio do enraizamento de estacas é uma alternativa para a propagação de híbridos de *Coffea arabica* L. em escala comercial. Entretanto, para a utilização da propagação via enraizamento de estacas, é necessário o conhecimento das características de crescimento das plantas no campo. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo de plantas de *C. arabica* cv. Acaiá, provenientes de estaquia, bem como compará-las com plantas provenientes de sementeira. O experimento foi conduzido no Departamento de Agricultura/Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Utilizou-se mudas provenientes de estaquia tratadas na fase de enraizamento com concentrações de AIB (0, 2000 e 4000 mg.L<sup>-1</sup>) e com aquecimento no leito de enraizamento. Como tratamento adicional foram utilizadas mudas provenientes de sementeira. O experimento foi instalado em 2003, adotando o sistema de manejo usualmente empregado na região, no espaçamento 1,60m entre linhas x 0,80m entre plantas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com seis plantas por parcela, sendo quatro plantas úteis e três repetições. Aos 19 meses após o plantio no campo, os resultados mostraram que as plantas provenientes de estaquia, tratadas com AIB nas concentrações de 2000mg.L<sup>-1</sup> e 4000mg.L<sup>-1</sup> com indução por aquecimento basal e AIB na concentração de 2000mg.L<sup>-1</sup> sem indução por aquecimento basal, apresentaram maior altura em relação às plantas provenientes de sementeira. Já para o número de pares de ramos plagiotrópicos, todas as plantas provenientes de estaquia superaram as plantas obtidas por sementeira. O maior diâmetro de caule foi observado nas plantas provenientes de estaquia submetidas à concentração de 2000mg.L<sup>-1</sup> de AIB, sem indução por aquecimento basal. Verificou-se que para o diâmetro de copa, não houve diferença entre as plantas provenientes de estaquia e sementeira.

\*Comitê Orientador: Samuel Pereira de Carvalho – UFLA (Orientador)

## ABSTRACT

CARVALHO, Mychelle. **Postplanting behavior of coffee tree (*Coffea arabica* L.) propagated vegetative.** 2005. 83 p. Dissertation (Master Degree in Plant Science) – Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.\*

The vegetative propagation by rooting of cuttings is an alternative to the propagation of hybrids of *Coffea arabica* L. in commercial scale. However, to use the propagation by rooting of cuttings is necessary to know the behavior of the characteristics of growing of these plants in the field. So, the aim of this work was evaluate the vegetative growing of *C. arabica* plants from rooted cuttings and compare it to plants from seedling. The experiment was carried out at the Department of Agriculture / Coffee Sector, in Lavras Federal University – UFLA. During rooting were used cuttings, treated with three concentrations of AIB (0, 2000 and 4000mg.L<sup>-1</sup>) and basal warming. Plants from seedling were used too. The experiment was established in 2003, adopting the management system usual, spacing 1,60m among lines x 0,80m among plants. The experimental design used was the randomized blocks, with six plants per plot, and three replications. Four plants are useful. After 19 months of the planting the results showed that plants from treatment with basal warming and AIB in the concentrations of 2000mg.L<sup>-1</sup> and 4000mg.L<sup>-1</sup>, and without basal warming and AIB in the concentration of 2000mg.L<sup>-1</sup>, were taller than plants from seedling. The numbers of the pairs of plagiotropics branches, all the plants from rooted cuttings were superior to the plants from seedling. The biggest stem diameter stem was observed in plants from rooted cuttings submitted to concentration of 2000mg.L<sup>-1</sup> of AIB without induction by basal warming. Considering canopy diameter no difference between plants from rooted cuttings and seedlings were noted.

---

\*Guidance Committee: Samuel Pereira de Carvalho – UFLA (Major Professor).

## INTRODUÇÃO

A maioria dos caracteres de interesse econômico no cafeeiro tem o fenótipo favorável condicionado pelo(s) alelo(s) dominante(s), como é o caso do porte baixo, resistência à ferrugem (*Hemileia vastatrix*), uniformidade de maturação de frutos, entre outros. Dessa forma, uma boa cultivar comercial de café deve ser portadora de alelos dominantes para esses genes, seja na condição homozigota ou heterozigota. Essa condição seria facilitada se fosse possível a utilização de híbridos F<sub>1</sub> comercialmente.

Outra vantagem da utilização dos híbridos seria a exploração da heterose. Em *Coffea arabica*, o vigor híbrido, ou heterose, condicionado por combinações alélicas favoráveis, possibilita a obtenção de cafeeiros mais produtivos. Porém, a propagação de híbridos por sementes, além de demandar muitos anos, requer muita mão-de-obra para obtenção das sementes híbridas. De acordo com Fadelli & Sera (2000), o custo de produção por Kg de semente híbrida varia entre US\$29,14 e US\$41,62, inviabilizando seu uso comercial. No entanto, a utilização de híbridos poderia ser viabilizada pela propagação vegetativa, possibilitando o uso de plantas F<sub>1</sub> superiores, obtidas pelo melhoramento genético, em um menor tempo, disponibilizando precocemente o material melhorado ao produtor.

Híbridos F<sub>1</sub>, com expressão favorável para vários caracteres, têm sido obtidos pelo Programa de Melhoramento Genético do Cafeeiro, conduzido em Minas Gerais (EPAMIG/UFLA/UFV), com resistência à ferrugem, porte baixo, maturação uniforme dos frutos, menor bienalidade da produção, além de produtividade superior às cultivares comerciais em até 20 ou 30%.

A propagação por meio de estaquia é viável comercialmente para várias espécies, principalmente para as frutíferas e florestais. Para a espécie *Coffea*

*canephora*, a propagação vegetativa de clones superiores por estaquia é usada comercialmente, especialmente no estado do Espírito Santo. A porcentagem de enraizamento nessa espécie é de 95 a 100%. O crescimento e desenvolvimento das plantas, após o plantio para o campo, ocorrem normalmente, resultando em plantas aptas à produção.

Estudos realizados com a propagação vegetativa de *Coffea arabica* L., geralmente não vão além da fase de enraizamento de estacas, sendo pouco conhecidas as características de crescimento e desenvolvimento destas plantas no campo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar no campo o crescimento vegetativo de plantas de *Coffea arabica* L., provenientes de estaquia, bem como compará-las com outras obtidas por semeadura, do modo convencional.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Gênero *Coffea*

O cafeeiro é uma planta perene pertencente à família *Rubiaceae* e ao gênero *Coffea*. De acordo com a classificação feita por Chevalier em 1942, citado por Guimarães et al. (2002), aproximadamente 100 espécies deste gênero já foram descritas (pelo menos sessenta, considerando alguma controvérsia existente na literatura).

Embora exista grande número de espécies de café, somente as espécies *Coffea arabica* L. e *Coffea canephora* Pierre têm importância econômica mundial (Berthaud & Charrier, 1988), sendo comumente designadas por “café arábica” e “café robusta”, respectivamente.

A espécie *Coffea arabica* é originalmente do Sudoeste da Etiópia, Sudeste do Sudão e Norte do Quênia, em região restrita e marginal às demais espécies, entre 1.000 e 3.000 m de altitude (Carvalho, 1946). Atualmente, esta espécie distribui-se amplamente em regiões de altitudes mais elevadas e temperaturas mais amenas, entre 18 e 21° C, nas Américas e em algumas regiões da África. É a única espécie poliplóide, um alotetraplóide, com  $2n=4x=44$  cromossomos, apresentando comportamento meiótico semelhante ao das espécies diplóides. A taxa de fecundação cruzada é de aproximadamente 10% (Carvalho & Fazuoli, 1993), sendo considerada no melhoramento genético, como espécie autógama.

A espécie *Coffea canephora* tem origem numa extensão geográfica bastante ampla, nas regiões ocidental, centro-tropical e subtropical do continente africano, em altitudes de até 1.300 metros e precipitação entre 1500 e 2000mm anuais. É uma espécie diplóide, com  $2n=2x=22$  cromossomos, que apresenta incompatibilidade gametofítica, ocasionada por uma série alélica S, em um único loco, multiplicando-se por fecundação cruzada, sendo a polinização



realizada principalmente pelo vento. Atualmente, se distribui amplamente no Continente Africano e em algumas regiões da América, caracterizadas por menores altitudes e temperaturas mais elevadas, com média anual entre 22 e 26° C (Mendes & Guimarães, 1998). No Brasil, é cultivada em maior escala no estado do Espírito Santo, sendo utilizada principalmente a cultivar Conilon, a mais importante dentro da espécie (Guimarães et al., 2002).

A introdução do cafeeiro no Brasil se deu em 1727, em Belém do Pará, por meio de uma pequena quantidade de sementes da variedade Typica, trazidas da Guiana Francesa por Francisco de Mello Palheta. Até 1859, quando foi introduzida a variedade Bourbon Vermelho e, posteriormente, em 1896, quando foi introduzida a variedade Sumatra, esta variedade foi a única cultivada no país. Esse material apresentava base genética muito estreita, impossibilitando ganhos com seleções.

O melhoramento genético do cafeeiro no Brasil teve início no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), na década de 1930. A partir do início da década de 1940, grandes avanços foram obtidos pelo programa de melhoramento genético do IAC. Nas décadas de 1940 e 1950, com a seleção da cultivar Mundo Novo, e, posteriormente, nas décadas de 1950 e 1960, com a obtenção da cultivar Catuai, a cafeicultura brasileira tornou-se mais eficiente e competitiva.

O trabalho de melhoramento do cafeeiro no Brasil, executado até os dias atuais, resultou na obtenção de ganhos consideráveis em produtividade, possibilitando um potencial de produção das cultivares, melhoradas cerca de 295% superior ao da cultivar Typica.

## **2.2 Características da cultivar Acaiá IAC 474 – 19 (*Coffea arabica* L.), utilizada no estudo**

Conforme Fazuoli (1986) a cultivar Acaiá IAC 479 - 19 resultou da seleção de plantas produtivas e com sementes de maior tamanho dentro da cultivar Mundo Novo. No dialeto guarani, o termo Acaiá significa “frutos com sementes grandes”. Acredita-se que a característica de sementes maiores tenha sido herdada da cultivar Sumatra, que no cruzamento natural com Bourbon Vermelho originou a cultivar Mundo Novo.

Dada a sua origem, a cultivar Acaiá IAC 479 – 19 possui porte alto, sendo de 4,2m a altura média das plantas adultas. São plantas com boa rusticidade e com arquitetura mais adequada para plantios adensados, apresentando diâmetro médio de copa de 1,8 metros. Os ramos secundários são menos abundantes que na maioria das linhagens de Mundo Novo (Fazuoli, 1986). Apresenta uniformidade na maturação dos frutos, elevada produtividade, sementes com peneira média em torno de 18, frutos vermelhos, folhas novas de cor bronzada. O tempo médio, que vai desde a fecundação até a maturação dos frutos, nas condições de Campinas (SP), é de 220 dias.

## **2.3 Características do crescimento e do desenvolvimento do cafeeiro**

O cafeeiro é um arbusto de crescimento contínuo, que tem como característica o dimorfismo de ramos, apresentando ramos ortotrópicos, que crescem verticalmente e ramos plagiotrópicos, que crescem horizontalmente, numa inclinação de 45 a 90° em relação ao eixo principal. Os ramos ortotrópicos são aqueles que dão origem a folhas, a outros ramos ortotrópicos e a ramos plagiotrópicos, os quais dão origem a folhas, outros plagiotrópicos, flores e frutos. No ramo ortotrópico, os pares de folhas crescem com uma torção de 60° e

só aparecerá novo par de folhas no mesmo plano após, a emissão de dois pares intermediários. A filotaxia dos plagiotrópicos é idêntica à dos ortotrópicos, mas, em virtude de uma torção do entrenó e dos pecíolos, as folhas são dispostas num mesmo plano horizontal (Rena & Maestri, 1986).

Os ramos ortotrópicos e plagiotrópicos são originados de gemas diferencialmente determinadas. Na axila de cada folha, nos eixos verticais, existe uma série linear ordenada de 5 a 6 gemas seriadas e, isolada acima da série, uma outra gema, dita “cabeça de série”, que se forma na planta a partir do 8º ao 10º nó (Carvalho et al., 1950, citados por Rena & Maestri, 1986). As gemas “cabeça de série” dão origem unicamente a ramos plagiotrópicos (ramos produtivos), ao passo que as gemas seriadas originam ramos ortotrópicos (verticais) e, quando presentes nos plagiotrópicos, podem originar outros plagiotrópicos (primários, secundários, ou de maior ordem).

De acordo com André (1973), este dimorfismo caulinar caracteriza-se por uma diferenciação somática de natureza permanente e suscetível de ser propagada vegetativamente.

O crescimento das várias partes da planta ocorre em diferentes ritmos e em diferentes épocas do ano, devido à interação de fatores genéticos, nutricionais, hormonais e ambientais (Mohr & Schopfer, 1995; Taiz & Zieger, 1991). As relações entre o crescimento e o desenvolvimento vegetativo são complexas e embora a fotossíntese seja considerada o maior processo fisiológico do crescimento (Kozlowski, 1962, citado por Engel, 1989), por fornecer a matéria-prima necessária, o desenvolvimento de uma planta envolve importantes mecanismos regulatórios de conversão e distribuição de assimilados.

O conhecimento dos padrões de crescimento da parte aérea e do sistema radicular, sob diversos sistemas de cultivo, é fundamental para otimizar as práticas culturais necessárias à cafeicultura (Rena & Maestri, 1989). Várias causas têm sido consideradas para explicar a periodicidade de crescimento,

observada nas regiões cafeeiras, mas, como regra, desde que a temperatura seja favorável, variando de 18 a 21° C de acordo com Alègre (1959), o crescimento do cafeeiro exibe periodicidade, estreitamente associada à distribuição das chuvas (Maestri & Barros, 1977; Rena et al., 1994).

O cafeeiro é uma planta bastante adaptada quanto à variação na distribuição e quantidade de chuvas, crescendo sob ampla faixa de precipitação, desde cerca de 800mm, como em algumas regiões do Quênia, até cerca de 4000mm, como em alguns locais do México (Malavolta, 2000). Contudo, Alègre (1959) sugere que a precipitação anual ótima está entre 1200mm e 1800mm. Ressalta-se, todavia, que quando o solo tem capacidade de reter boa reserva de água na zona radicular, o cafeeiro pode suportar bem um período de deficiência hídrica de até 150mm anuais (Guimarães et al., 2002). Os períodos secos parecem ser importantes para o crescimento das raízes, para a maturação dos ramos formados na estação chuvosa precedente, para a diferenciação floral e para a maturação dos frutos (Haarer, 1962).

O crescimento do cafeeiro no sudeste brasileiro é reduzido no período frio e seco. No período quente e chuvoso, a planta apresenta um rápido crescimento. Tal sazonalidade do crescimento pode ser influenciada pela amplitude de variação da temperatura do ar (Amaral, 1991; Barros et al., 1997; Matta et al., 1999; Mota, 1988; Silva, 2000), pela redução da condutância estomática durante o período frio e seco (Barros et al., 1997; Mota, 1988; Silva, 2000) e pela redução do fotoperíodo (Amaral, 1991).

Os componentes vegetativos do cafeeiro mais influenciados pelo clima referem-se ao crescimento dos ramos plagiotrópicos, à altura da planta e ao número de flores. A intensidade solar, a temperatura média anual e a duração da temperatura máxima, são os elementos do clima que mais se correlacionam com o aumento na altura e no comprimento dos ramos (Jaramillo & Valencia, 1980).

Os cafeeiros crescem mais rapidamente na fase de formação que na fase de produção. O potencial de crescimento do meristema apical do ramo ortotrópico reduz-se acentuadamente com a idade da planta, aproximando a altura de um valor máximo característico de cada cultivar (Fazuoli, 1986). Os frutos, por demandarem prioritariamente os fotoassimilados, podem influenciar o crescimento do cafeeiro (Rena & Maestri, 2000). No entanto, cafeeiros adultos que tiveram os frutos removidos, não alteraram o padrão de crescimento, embora apresentassem maiores taxas de crescimento (Amaral, 1991; Carvalho et al. 1993).

Vários caracteres têm sido utilizados para avaliar as respostas de crescimento de plantas. Dentre estes, a altura é um dos mais freqüentemente utilizados. O crescimento em diâmetro depende da atividade cambial, que, por sua vez, é estimulada a partir de carboidratos produzidos pela fotossíntese corrente. Logo, o diâmetro de caule é um bom indicador da assimilação líquida, já que depende mais diretamente da fotossíntese corrente (Kozlowski, 1962, citado por Engel, 1989). O diâmetro de caule é um importante parâmetro indicativo da adaptabilidade da muda às condições de campo. O maior diâmetro sugere a existência de um sistema radicular mais vigoroso, o que certamente propicia à planta melhores condições de desenvolvimento inicial (Viana, 1981).

O porte da planta, expresso pela altura e diâmetro da copa, é uma característica que freqüentemente apresenta associação com produção, vigor vegetativo, diâmetro do tronco, altura da copa, quantidade de raízes, ramificações secundárias dos ramos plagiotrópicos e arquitetura da planta (Carvalho & Mônico, 1967 e Rocha et al., 1980).

## 2.4 Propagação Vegetativa

A propagação de plantas por meio de estaquia vem sendo largamente utilizada em floricultura, horticultura, fruticultura e silvicultura, com o objetivo de melhorar e conservar clones, ecotipos ou variedades de importância econômica (Silva, 1985). A estaquia apresenta ainda outras vantagens, como a obtenção de um grande número de plantas em curto espaço de tempo a partir de poucas plantas matrizes e a redução do período improdutivo decorrente da juvenilidade.

Os fatores primordiais, que afetam o enraizamento de estacas, têm sido amplamente discutidos por autores como Carlson (1966); Couvillon & Erez (1980); Cheffins & Howard (1982a,b). Segundo estes autores, a capacidade de enraizamento e a qualidade e quantidade de raízes nas estacas variam segundo espécies e cultivares, condições ambientais e condições internas da própria planta.

A utilização de substâncias reguladoras de crescimento de natureza auxínica tem produzido diferenças significativas nas respostas ao enraizamento, tanto nas estacas herbáceas como nas semilenhosas e lenhosas. O uso de substâncias auxínicas promove a iniciação de raízes e acelera o processo de formação das mesmas, garantindo maior porcentagem de estacas enraizadas e melhor qualidade e uniformidade no enraizamento (Fachinello et al., 1995). A dose ideal, no entanto, é variável de acordo com a cultivar (potencial genético) e o tipo de material utilizado (Biasi et al., 2000; Nachtigal, 1999; Shaltout et al., 1998; Trevisan et al., 2000).

As principais auxinas sintéticas encontradas são o AIB (ácido indolbutírico), o ANA (ácido naftalenoacético), o AIA (ácido indolacético), o 2,4-D (ácido 2,4-diclorofenoxiacético) e o 2,4,5-T (ácido triclorofenoxiacético). Destes, o AIB é o regulador de crescimento mais comumente utilizado na

indução do enraizamento adventício, por se tratar de uma substância fotoestável, de ação localizada e menos sensível à degradação biológica, em comparação às demais auxinas sintéticas. Os resultados de enraizamento de estacas, utilizando AIB, são bastante variados, sendo dependentes do tipo de estaca, potencial genético, condição fisiológica e nutricional da planta matriz, idade da planta, concentração e forma de aplicação do regulador de crescimento (Bastos, 2002; Fachinello et al., 1995; Hoffmann et al., 1996; Nogueira, 1983; Oliveira, 2001; Pijut & Moore, 2002; Pio, 2002; Tchoundjeu & Leakey, 2001; Tofanelli et al., 2002; Tofanelli et al., 2003).

No caso das estacas lenhosas, outra alternativa para o enraizamento de estacas é o uso do aquecimento basal no leito de enraizamento, para indução radicular. Diversos autores têm desenvolvido trabalhos que demonstram os efeitos positivos do aquecimento basal no processo de enraizamento de estacas, tais como, altas porcentagens de enraizamento, maior número de raízes por estaca e rápido enraizamento. As temperaturas ideais, que auxiliam o enraizamento, estão entre 21°C e 26°C e 15°C a 21°C, diurnas e noturnas respectivamente (Hartmann & Kerster, 1990; Hartmann et al., 1990).

Em estudo com estacas de *Eucalyptus urophylla*, Valle & Caldeira (1981), concluíram que o aquecimento basal é de importância fundamental tanto no enraizamento, quanto na porcentagem e precocidade da formação de raízes. Os autores obtiveram, no tratamento com regulador de crescimento AIB associado ao aquecimento basal, até 80% de enraizamento.

No cafeeiro, a propagação vegetativa é praticada, sobretudo em *Coffea canephora*, devido à impossibilidade de reprodução uniforme por via sexuada dos indivíduos escolhidos. Em *Coffea arabica* L., a multiplicação é menos utilizada (Berthouly, 2000). A dificuldade no estabelecimento de um protocolo para a propagação vegetativa *in vivo* de *C. arabica* pode estar relacionada à

variabilidade de respostas encontradas para as diferentes cultivares, com relação aos fatores que afetam o enraizamento.

## 2.5 Propagação vegetativa do cafeeiro

Observa-se nas populações de *Coffea canephora*, grande variabilidade entre as plantas, com relação à produtividade, porte, forma e tamanho das sementes, época de maturação dos frutos e tolerância a doenças (Veneziano et al, 2003). Para melhorar a uniformidade das lavouras, desenvolveram-se pesquisas para a formação de mudas por meio do enraizamento de estaca. Vallaeys (1952), citado por Dublin (1964), testou este método com *C. canephora*, cultivar Robusta e Dublin (1964), com a espécie *C. excelsa*, encontrando resultados positivos. Paulino et al. (1984), no Brasil, confirmaram estes resultados em *C. canephora*, cultivar Conilon, salientando que esta espécie é particularmente adequada à propagação vegetativa, pois apresenta a vantagem de ser multicaule, facilitando a obtenção de um grande número de estacas por planta.

Snoeck (1968) afirma que, de maneira geral, estacas de *C. canephora* Pierre enraízam bem sem reguladores de crescimento, embora algumas cultivares necessitem de tratamentos com reguladores para que tenham sua taxa de enraizamento aumentada.

No processo de enraizamento de estacas do cafeeiro, os substratos, contendo areia ou vermiculita, são mais indicados que aqueles com material orgânico. Quanto à época de coleta dos ramos, Evans (1958), obteve maior porcentagem de enraizamento em estacas de ramos coletados em junho, que corresponde à época de chuvas no Quênia. Da mesma forma, Purushothan et al., (1984), também verificaram ser a época das chuvas a melhor para coleta dos ramos.



Em estudo visando selecionar e multiplicar plantas matrizes de café Conilon, Bragança et al. (2001), verificaram que o método de propagação vegetativa possibilitou a obtenção da primeira colheita comercial aos 24 meses de idade. Este comportamento, também verificado em outras espécies, é inerente ao método de propagação assexuada, que determina uma diminuição no período de juvenildade das plantas (Leopold & Kriedemann, 1978).

Em *C. canephora*, a propagação vegetativa de clones superiores, por meio do enraizamento de estacas, vem sendo utilizada comercialmente, especialmente no estado do Espírito Santo e em outras regiões aptas a essa espécie.

Na espécie *C. arabica*, a propagação por via assexual não tem sido praticada em grande escala, sendo a reprodução sexual, o método atualmente mais utilizado (Guimarães et al., 2002). Os trabalhos realizados com híbridos F<sub>1</sub>, obtidos a partir dos cruzamentos Icatu x Catimor; Icatu x Catuai e Catuai x Híbrido de Timor, despertaram o interesse, recentemente, 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.

Assim, a propagação vegetativa, via enraizamento de estacas de *C. arabica* L., justifica-se pela possibilidade da exploração comercial de genótipos com alta produção, resistência a pragas e doenças e outras características desejáveis (Sondahl et al., 2000), e mesmo para a manutenção de materiais de interesse ainda em heterozigose, servindo como instrumento auxiliar em programas de melhoramento (Martins, 1985).

Várias pesquisas têm sido realizadas buscando metodologias que possibilitem o sucesso consistente desse método de propagação, mas não se conseguiu viabilizar sua aplicabilidade em escala comercial.

Em estudo sobre o efeito de quatro reguladores de crescimento (AIA, AIB, ANA e 2,4D) em cinco concentrações (0, 300, 1000, 3000 e 10.000 ppm) na cultivar Bourbon Amarelo, Martins (1985) concluiu que AIA e o ANA não mostraram efeito sobre o enraizamento. O AIB influenciou positivamente o número de raízes e o 2,4D influenciou o enraizamento, contudo mostrou-se fitotóxico.

Ono et al. (1992) relataram que o AIB foi efetivo para o enraizamento (56,25%) e, na ausência deste, não houve enraizamento de estacas da cultivar Mundo Novo. A utilização de auxinas aumentou o número médio de raízes, sendo em média de 5,0 por estaca.

Bergo (1997), obteve uma porcentagem de enraizamento de 92,9% para o 'Acaiá' aos 180 dias com imersão em 400 mg.L<sup>-1</sup> de AIB por 3 horas e de 74%, na ausência do regulador.

Para a cultivar Mundo Novo, Pereira (2000), utilizando diferentes dosagens de ANA associadas a tempos de imersão, concluiu que o uso desse regulador foi efetivo no aumento do número e do peso seco de raízes, sendo que a melhor resposta foi obtida na concentração de 665 mg.L<sup>-1</sup> independentemente do tempo de imersão na solução.

Jesus (2004), estudando o efeito do aquecimento basal e de seis concentrações de AIB (0, 2000, 4000, 6000, 8000 e 10000 mg.L<sup>-1</sup>) no enraizamento de estacas e formação de mudas das cultivares Acaiá e Rubi, concluiu que o aquecimento basal, associado ao AIB, não aumentou a porcentagem total de estacas enraizadas, mas aumentou o número de raízes e o peso da matéria seca de raízes e da parte aérea nas mudas das duas cultivares. A mesma autora, em estudo preliminar do sistema radicular de mudas, obtidas por estaquia e semeadura, observou que o sistema radicular das mudas provenientes de estaquia é maior que o das mudas obtidas de semeadura.

## 2.6 Comportamento no campo de plantas provenientes de estaquia

Para espécies florestais, segundo Rauter (1982), o comportamento silvicultural de plantas propagadas assexuadamente apresenta superioridade, desde o seu estabelecimento até a colheita florestal, em relação às mudas produzidas por sementes. Kikuti (1988) apresenta efeitos expressivos quanto ao método de propagação utilizado, bem como à interação progênie x método de propagação.

Foster et al. (1987), em estudo com *Pinus taeda* L., durante quatro anos, concluiu que as plantas provenientes de estaquia apresentaram maior crescimento em relação às plantas oriundas de semente. Esse mesmo autor, em outro estudo, também com *Pinus taeda* L., não observou nenhuma diferença significativa no crescimento e morfologia da copa entre plantas com três anos, provenientes dos dois tipos de propagação (Foster, 1988). Struve et al. (1984), comparando plantas provenientes de estaquia e semeadura de *Pinus strobis* L., observaram que, após 40 anos, as plantas de estaquia apresentaram altura e diâmetro a altura do peito semelhantes às plantas de semeadura.

Pio (2002), estudando a propagação por meio de estacas apicais de figueira (*Ficus carica* L.), observou que a aplicação exógena de sacarose e AIB, tanto por imersão lenta como por imersão rápida, na fase de enraizamento, não exercem influência no desenvolvimento inicial do sistema radicular e da parte aérea, 120 dias após o plantio no campo.

Os resultados do crescimento e desenvolvimento das plantas provenientes de estaquia são variados, sendo dependentes do potencial genético, da idade da planta matriz, do tamanho e vigor propagativo das mudas no plantio, e morfologia do sistema radicular (Foster & Shaw, 1987; Karlsson & Russell, 1990; Ritchie, 1992; Stelzer et al., 1998; Struve & Mckeand, 1990).

Em cafeeiro, a formação de mudas por estaquia, como acontece comercialmente com o *Coffea canephora*, tem efeitos na estrutura do sistema radicular (Silveira et al., 1997, citado por Zambolim, 2002). Com o propósito de verificar o comportamento de plantas propagadas por estaquia, em relação às plantas propagadas por semente, estudos quanto à conformação do sistema radicular, resistência à seca, longevidade e produtividade das plantas vêm sendo realizados para *C. canephora*.

Estudos realizados por Ferreira et al. (2004), em cafeeiro Conilon aos quatro anos, revelam que as plantas provenientes de estaca tiveram altura, diâmetro de copa e produtividade superiores às plantas provenientes de semeadura. Também, comparando a produção de cafeeiro Conilon, proveniente de semente e de estaquia, Partelli et al. (2004), observaram que houve uma maior produtividade nas plantas propagadas por estaca, em quatro colheitas. Esses autores verificaram que na terceira e na quarta colheita as diferenças foram menores, em média, 27,8% (9,42 sc/ha). Já, nas duas primeiras colheitas, a diferença foi de 450% (5,63 sc/ha) e 71,3% (37,6 sc/ha), respectivamente, que pode ser explicada pelas diferenças genéticas e também porque as plantas multiplicadas por estaquia são fisiologicamente adultas.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local do experimento

O experimento foi instalado no Departamento de Agricultura/Setor de Cafeicultura da Universidade Federal de Lavras – UFLA, a 21°14' de latitude sul; 45°00'00" de longitude oeste e altitude de 920m. O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO AMARELO Distroférico típico, textura média, com relevo suave ondulado. A região apresenta precipitação anual de 1480mm, concentrada nos meses de outubro a março, temperatura média de 20°C e, segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa.

Foram anotados os dados climatológicos coletados na Estação Meteorológica da Universidade Federal de Lavras. Os dados referentes ao período de março de 2003 a novembro de 2004 (período experimental) são apresentados nas Figuras 1 e 2, onde são observados também dados médios referentes ao período de 1965 a 1990, para a cidade de Lavras.

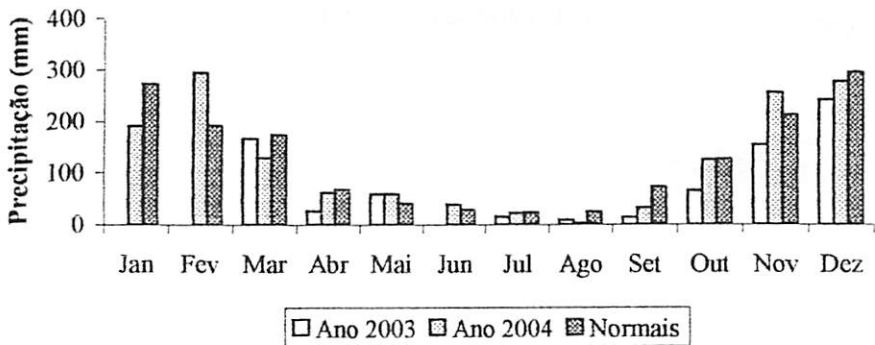


FIGURA 1. Precipitação média referente aos meses de março a dezembro de 2003, precipitação média mensal do ano de 2004 e precipitação média anual no período de 1965 a 1990 (normais climatológicas). UFLA, Lavras, MG, 2005.

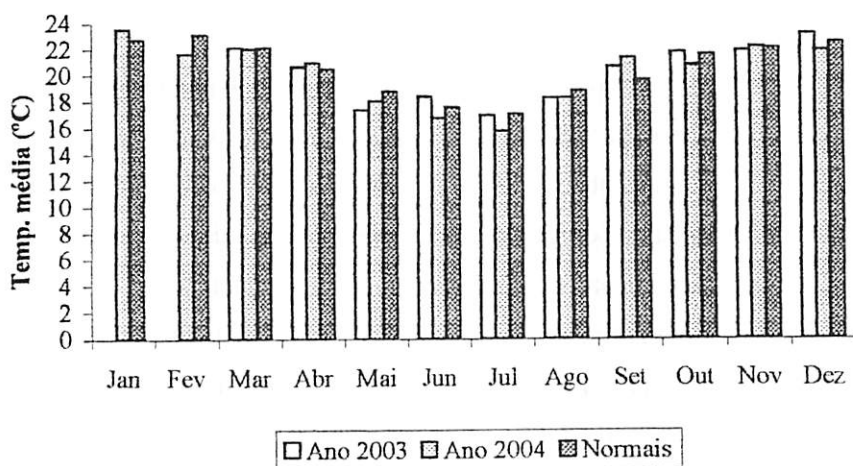


FIGURA 2. Temperatura média referente aos meses de março a dezembro de 2003, temperatura média mensal do ano de 2004 e temperatura média anual no período de 1965 a 1990 (normais climatológicas). UFLA, Lavras, MG, 2005.

### 3.2 Material experimental

As mudas utilizadas neste experimento foram obtidas por Jesus (2004) a partir do enraizamento de estacas caulinares de ramos ortotrópicos, obtidos por meio de recepa de plantas matrizes. Como tratamento para indução do enraizamento das estacas utilizou-se o regulador de crescimento, ácido indol-3-butírico (AIB), nas concentrações de 0, 2000 e 4000 mg.L<sup>-1</sup>, veiculado em talco inerte e aquecimento do leito de enraizamento (com e sem aquecimento). O enraizamento das estacas foi realizado em casa de vegetação, com controle de umidade (85-90%) e temperatura (21-23°C), equipada com sistema automático de irrigação por micro-aspersão. O substrato utilizado no leito de enraizamento foi uma mistura de areia lavada e vermiculita, na proporção de 1:1. Após o

enraizamento, as estacas foram transferidas para sacolinhas convencionais de polietileno para mudas de meio ano com 10 x 20cm, contendo o substrato comercial Bioplante<sup>®</sup> e levadas para viveiro com 50% de sombreamento, onde permaneceram até atingirem o tamanho de muda recomendado para plantio no campo. Foi realizada adubação com o fertilizante de liberação lenta, osmocote<sup>®</sup>, na dosagem de 1 grama por saquinho e foram realizadas três adubações foliares.

O plantio das mudas em local definitivo, após aclimação, foi realizado em março de 2003, seguindo as recomendações de plantio e formação da lavoura usuais da região. A calagem e as adubações de solo e foliares foram realizadas conforme a 5<sup>a</sup> aproximação da CFSMG (1999). As adubações de solo e pulverizações foliares com micronutrientes foram sempre feitas regularmente entre os meses de outubro a março, em número de 3 a 4 aplicações. Os tratamentos fitossanitários e culturais foram efetuados preventiva ou curativamente, visando o controle de pragas, doenças e plantas daninhas.

### **3.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições, no esquema fatorial 2x3, acrescido de 1 tratamento adicional, considerado como testemunha. Os tratamentos foram constituídos por sete tipos de mudas, sendo um tipo caracterizado por mudas provenientes de semeadura, utilizadas como testemunha, e os demais provenientes de estacas enraizadas mediante aplicação de aquecimento basal (2 níveis: com e sem) e AIB, veiculado em talco inerte (3 níveis: 0, 2000 e 4000 mg.L<sup>-1</sup>), combinados entre si, da seguinte forma:

- Sem aquecimento basal e ausência de AIB: Aq=0 e AIB=0
- Sem aquecimento basal e AIB na concentração de 2000 mg.L<sup>-1</sup>: Aq=0 e AIB=2
- Sem aquecimento basal e AIB na concentração de 4000 mg.L<sup>-1</sup>: Aq=0 e AIB=4
- Com aquecimento basal e ausência de AIB: Aq=1 e AIB=0
- Com aquecimento basal e AIB na concentração de 2000 mg.L<sup>-1</sup>: Aq=1 e AIB=2
- Com aquecimento basal e AIB na concentração de 4000 mg.L<sup>-1</sup>: Aq=1 e AIB=4

Cada parcela foi constituída de 6 plantas, sendo as 4 centrais consideradas úteis, plantadas no espaçamento 1,60m entre linhas x 0,80m entre plantas.

### 3.4 Caracteres avaliados

As avaliações do crescimento da parte aérea foram realizadas nos anos de 2003 e 2004, totalizando quatro avaliações: no plantio, aos sete meses (final do período seco de 2003), aos 12 meses (final do período chuvoso de 2004) e aos 19 meses (final do período seco de 2004) após o plantio. Foram avaliados os seguintes caracteres:

**Altura de planta (AP):** medida em centímetros, do nível do solo até o par de folhas terminal do ramo ortotrópico.

**Número de pares de ramos plagiotrópicos (PR)**

**Diâmetro de caule (DC):** medida em milímetros a três centímetros do solo.

**Diâmetro de copa (DP):** expresso em centímetros, obtido pela medida do maior ramo plagiotrópico e multiplicando seu comprimento por dois.



### 3.5 Análises estatísticas

As análises de variância foram as usuais para o arranjo fatorial no delineamento em blocos casualizados, com transformação de dados para  $\sqrt{x + 0,5}$  para as variáveis, número de pares de ramos plagiotrópicos e diâmetro de copa, na primeira avaliação realizada (Plantio).

Procedeu-se também a análise de variância com inclusão de um tratamento adicional (testemunha), representado por mudas provenientes de semeadura. No entanto, o contraste fatorial x testemunha foi utilizado apenas para compor a análise, pois não representa interesse prático no presente estudo. Utilizou-se o teste de Dunnett, visando a comparação dos tratamentos do fatorial com a testemunha (Banzatto & Kronka 1995; Yassin, 2001).

Para os fatoriais, o efeito de aquecimento basal foi avaliado por meio do teste de Skott Knott e os efeitos de AIB e da interação aquecimento basal x AIB foram avaliados por meio da análise de regressão. No entanto, para algumas características avaliadas, devido à utilização de apenas três níveis do fator principal AIB (0, 2000 e 4000 mg/litro), a análise de regressão forneceu uma equação pouco explicativa, não apresentando um bom ajuste. Para essas características, as médias dos tratamentos foram avaliadas por meio da análise de contraste. O mesmo ocorreu no estudo do desdobramento da interação aquecimento basal x AIB, nos tratamentos sem aquecimento basal; por isso, o desdobramento foi realizado nos dois sentidos.

As análises estatísticas foram obtidas utilizando o Programa Computacional "SISVAR" (Ferreira, 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das quatro avaliações realizadas foram analisados separadamente, com o objetivo de verificar os efeitos dos tratamentos durante a fase de pós-plantio. Contudo, será dada ênfase à última avaliação (aos 19 meses após o plantio), por considerar que, após decorrido um período de tempo suficiente para o enraizamento e o crescimento iniciais no ambiente de cultivo definitivo, as plantas começam a expressar seu potencial produtivo.

### 4.1 Altura de Plantas

Os resultados da análise de variância para a altura de plantas nas quatro avaliações realizadas, no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio, são apresentados na Tabela 1A. Nota-se que o fator principal, aquecimento basal, foi significativo apenas na avaliação realizada no plantio. O fator principal AIB não apresentou efeito significativo, apenas aos 12 meses após o plantio e a interação aquecimento basal x AIB apresentou efeito significativo em todas as avaliações realizadas.

No desdobramento da interação aquecimento basal x AIB para a avaliação realizada no plantio (Tabela 1), os tratamentos com concentração AIB=0 e AIB=4 diferiram significativamente quanto ao efeito do aquecimento basal. As plantas, que receberam indução por aquecimento basal durante a fase de enraizamento, apresentaram altura média maior que aquelas que não receberam indução. O aquecimento basal proporcionou aumento de 35% e de 16% na altura das plantas dos tratamentos com concentração AIB=0 e AIB=4, respectivamente. Para a concentração AIB=2 não houve diferença significativa

quanto ao efeito do aquecimento basal, tendo apresentado altura média de 18,7cm.

TABELA 1. Altura média de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Altura média de plantas (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	12,09 b	18,50 a	13,91 b
Com aquecimento	18,68 a	19,04 a	16,58 a

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 1% de probabilidade.

Observou-se diferença significativa entre as concentrações de AIB para os tratamentos com e sem indução por aquecimento basal (Tabela 2A). Pelo modelo linear ajustado para os tratamentos com indução por aquecimento, a maior altura foi observada na ausência de AIB (AIB=0), embora o tratamento com concentração AIB=2 tenha apresentado altura maior (Figura 3).

Na avaliação aos sete meses após o plantio, foi observado efeito significativo do aquecimento basal para as três concentrações de AIB. Os tratamentos com concentração AIB=0 e AIB=4 promoveram maior altura média das plantas quando estas receberam indução por aquecimento basal. Para a concentração AIB=2, o melhor resultado foi obtido sem o uso de indução por aquecimento basal (Tabela 2).

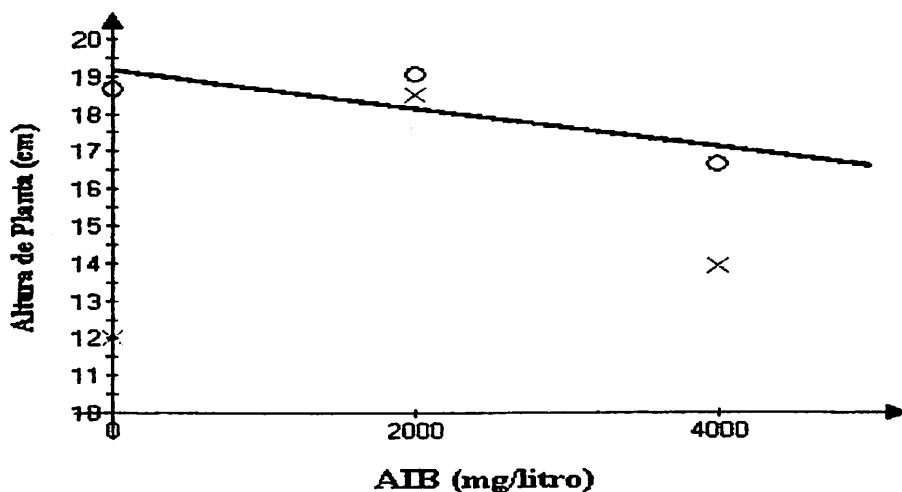


FIGURA 3. Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

TABELA 2. Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Altura média de plantas (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	32,27 b	48,96 a	34,47 b
Com aquecimento	37,04 a	40,88 b	42,08 a

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

Nos tratamentos com indução por aquecimento basal, não houve diferenças significativas entre as concentrações de AIB, apresentando altura média de 40cm. Para os tratamentos sem aquecimento basal, houve efeito das concentrações de AIB (Tabela 2A).

Aos 12 meses após o plantio, verifica-se que os tratamentos nas concentrações AIB=0 e AIB=2 não diferiram estatisticamente quanto ao efeito do aquecimento basal, tendo em média 76,2cm e 83,5cm de altura, respectivamente. Para a concentração AIB=4, plantas com maior altura média (83,8cm) foram observadas nos tratamentos em que se utilizou o aquecimento basal para indução ao enraizamento, na fase de formação de mudas (Tabela 3).

TABELA 3. Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaia’ aos 12 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Altura média de plantas (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	79,73 a	87,46 a	71,95 b
Com aquecimento	72,73 a	79,55 a	83,82 a

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

Nos tratamentos com aquecimento, não ocorreu diferença significativa entre as concentrações de AIB, sendo a altura média de 78,7cm. Nos tratamentos sem aquecimento, houve efeito das concentrações de AIB (Tabela 2A).

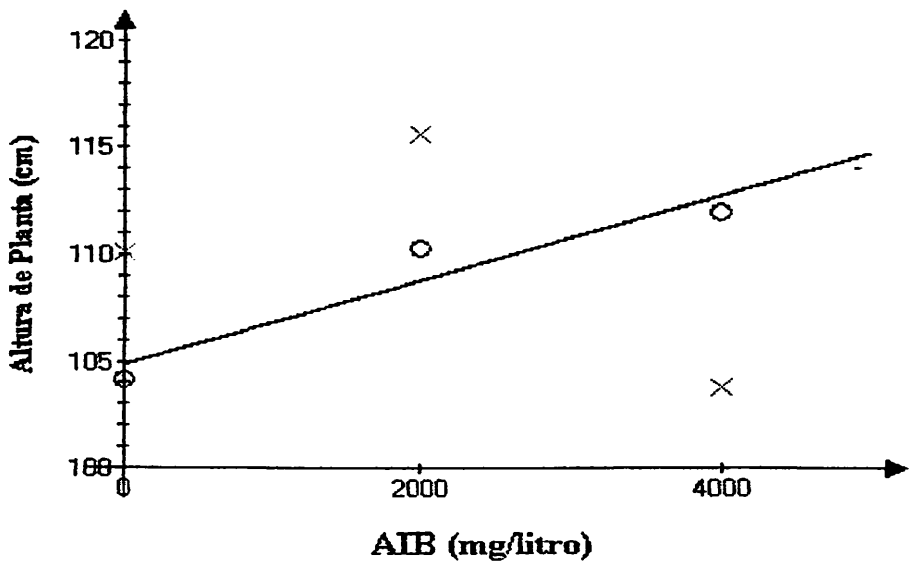
Na avaliação realizada aos 19 meses após o plantio, os tratamentos com concentrações AIB=0 e AIB=2 proporcionaram maior altura média de plantas, 110,11cm e 115,6cm, respectivamente, na ausência de indução por aquecimento basal. Para a concentração AIB=4, o aquecimento basal mostrou-se efetivo, sendo de 111,9cm a altura média das plantas (Tabela 4).

Observa-se na Figura 4, efeito linear para os tratamentos em que as plantas receberam indução por aquecimento basal na fase de enraizamento, indicando que a altura de plantas tende a aumentar com o aumento da concentração de AIB, atingindo maior altura (112,6cm) na concentração de 4000 mg.L<sup>-1</sup>. Para os tratamentos sem aquecimento basal também houve efeito das concentrações de AIB (Tabela 2A).

TABELA 4. Altura média de plantas do cafeeiro 'Acaia' aos 19 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e das concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Altura média de plantas (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	110,11 a	115,60 a	103,74 b
Com aquecimento	104,10 b	110,25 b	111,94 a

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



o Aq=1  $Y = 0,001960x + 104,845833$   $R^2 = 0,90$   
x Aq=0

FIGURA 4. Altura média de plantas do cafeeiro 'Acaia' aos 19 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Para facilitar a visualização, esses resultados são também apresentados na forma de histograma (Figura 5), destacando-se as épocas de avaliação (logo após o plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio).

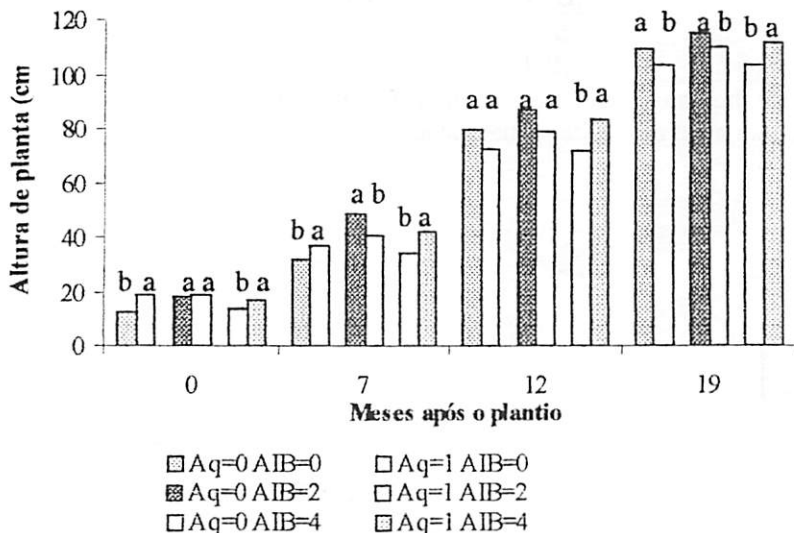


FIGURA 5: Altura média de plantas do cafeeiro ‘Acaia’ ao longo do período experimental, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

↳ Pode-se inferir que a maior altura, observada nas plantas que foram submetidas ao aquecimento basal, seja decorrência do seu maior número de raízes, pois, segundo Himmelbauer et al. (2002) e Jesus (2004), o aquecimento proporciona tanto um maior comprimento da região enraizada, como também raízes mais finas e com maior número de raízes secundárias, responsáveis pela absorção de nutrientes. Em geral, o crescimento da parte aérea é dependente do crescimento do sistema radicular.

No entanto, observando os resultados apresentados pelo tratamento com concentração AIB=2, nas avaliações realizadas aos sete e aos 19 meses após o plantio, constata-se maior altura de planta, quando estas não foram submetidas à

indução por aquecimento basal, na fase de enraizamento. Como estas avaliações foram realizadas no final do período de seca, este fato pode estar relacionado com a presença de raízes mais grossas nessas plantas. De acordo com Jesus (2004), as raízes originadas em estacas sem aquecimento basal se apresentam com espessura maior, assemelhando-se às raízes pivotantes. Segundo Cannell (1971), Cannell & Huxley (1969) citados por Rena & Guimarães (2000), durante o período de seca, as raízes mais finas, de diâmetro inferior a 3mm, crescem às expensas dos carboidratos armazenados nas raízes mais grossas. Wakefield (1933) citado por Rena & Guimarães (2000), sugeriu que o crescimento das raízes finas antecede o início do crescimento da parte aérea, às custas das reservas de carboidratos existentes nas próprias raízes grossas. Portanto, o maior número de raízes finas, promove uma absorção mais eficiente de nutrientes, possibilitando maior desenvolvimento.

Buscando a comparação do comportamento entre as plantas provenientes de semeadura (testemunha) e as plantas provenientes da estaquia (tratamento do fatorial), realizou-se uma análise de variância complementar, cujos resultados são apresentados na Tabela 3A. Pode-se notar que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (fatorial + testemunha) para todas as épocas de avaliação. Os resultados do teste de Dunnett encontram-se na Tabela 5. Para facilitar a visualização dos resultados, uma vez que o teste de Dunnett compara as médias dos tratamentos com a da testemunha, as médias são apresentadas na Tabela 4A.

No plantio, pode-se observar que a testemunha (17,71cm) diferiu estatisticamente apenas dos tratamentos (Aq=0 e AIB=0) e (Aq=0 e AIB=4), superando-os, em altura, 5,6cm e 3,7cm, respectivamente.



TABELA 5. Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para a altura de plantas (cm) do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Contrastes	Estimativas			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0 - T	-5,61*	-7,21*	1,95	5,04
Aq=0 e AIB=2 - T	0,78	9,47*	9,69	10,52*
Aq=0 e AIB=4 - T	-3,79*	-5,01	-5,81	-1,32
Aq=1 e AIB=0 - T	0,96	-2,44	-5,04	-0,97
Aq=1 e AIB=2 - T	1,33	1,39	1,77	5,18*
Aq=1 e AIB=4 - T	-1,12	2,59	6,05	6,86*

\* Significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Valores positivos correspondem aos tratamentos superiores à testemunha.

Para a avaliação aos sete meses após o plantio, verificou-se que a testemunha, com altura média de 39,49cm por planta, diferiu significativamente das plantas obtidas por estaquia (tratamentos do fatorial), apenas nos tratamentos (Aq=0 e AIB=0) e (Aq=0 e AIB=2), apresentando estas altura média de 32,27cm e 48,96cm por planta, respectivamente.

Apesar do efeito significativo para os tratamentos na análise de variância complementar, na avaliação aos 12 meses após o plantio, as plantas provenientes de estaquia não diferiram estatisticamente das plantas provenientes de semeadura, embora possa ser observado que alguns tratamentos tiveram alturas relativamente maiores que a testemunha (77,77cm), como o Aq=0 e AIB=2 com 9,69cm e o Aq=1 e AIB= 4 com 6,05cm. Portanto, houve diferença apenas entre as plantas provenientes de estaquia.

Aos 19 meses após o plantio, os tratamentos (Aq=0 e AIB=2), (Aq=1 e AIB=4) e (Aq=1 e AIB=2) apresentaram melhores resultados em altura média (115,6cm, 111,9cm e 110,2cm respectivamente), diferindo significativamente,

pelo teste de Dunnett, das plantas obtidas por semeadura (testemunha), as quais apresentaram altura média de 105,07cm.

Observando os resultados do teste de Dunnett para as quatro avaliações realizadas (Tabela 5), verifica-se que mesmo nos tratamentos em que se obtiveram alturas médias inferiores à testemunha nas avaliações anteriores, aos 19 meses após o plantio, esses tratamentos propiciaram melhores resultados em relação à testemunha, exceto os tratamentos (Aq=0 e AIB=4) e (Aq=1 e AIB=0).

Jesus (2004), em estudo preliminar do sistema radicular de mudas de *Coffea arabica* cv Acaiá, verificou que as mudas, provenientes de estaca sem o uso de qualquer indução para o enraizamento, apresentam sistema radicular maior que as mudas obtidas por semeadura. Portanto, como esta última avaliação foi realizada em novembro, logo após o período seco, infere-se que, mudas com sistema radicular maior, possibilitam o crescimento das raízes até locais de maior umidade, mantendo a absorção da água do solo durante o período sem precipitação, promovendo, assim, o crescimento da parte aérea (Freitas et al., 2000).

Outro fator que poderia explicar os resultados obtidos, ainda que não tenha sido avaliado, foi a observação do maior número de folhas que permaneceram nas plantas provenientes de mudas de estaquia, durante e após o período da seca, possivelmente por causa do sistema radicular mais desenvolvido. Segundo Pereira (1991), as folhas são centros de reservas e produção de biomassa, extremamente importantes na produção e exportação de substâncias responsáveis pelo crescimento das raízes formadas. Desse modo, o maior número de folhas promove maior fotossíntese, contribuindo assim para um maior desenvolvimento dessas plantas, quando comparadas às plantas provenientes de mudas de sementes.

Stelzer et al. (1998) também observaram maior altura nas plantas propagadas por estaquia no primeiro ano de pós-plantio em *Pinus taeda* L.

Segundo esses autores, esta diferença é devida à qualidade do sistema radicular. Ritchie et al (1993), comparando o crescimento de plantas de pinheiro (Douglasfir), propagadas por estaquia e sementeira, verificaram que houve uma tendência significativa de aumento na altura, com maior número de raízes. Contudo, após 2 anos no campo, não houve relação entre o número de raízes e sobrevivência ou vigor. No entanto, houve uma correlação positiva entre o número de raízes e o crescimento em altura. Vários estudos têm mostrado relação positiva entre qualidade do sistema radicular e subsequente crescimento no pós-plantio (Foster et al., 1985; Paul et al., 1993; Struve et al., 1984; Ying & Bagley, 1974). Porém, Rook & Sweet (1977), também em estudo de comparação de plantas provenientes de estaquia e semente de *Pinus radiata*, verificaram crescimento menos vigoroso das plantas propagadas por estaquia, concluindo que essas diferenças poderiam ser devidas ao desempenho das raízes ou às diferenças nas taxas de área foliar.

Ferreira (2004), trabalhando com mudas de *C. canephora*, verificou maior altura das mudas de estaca em sacolas, em relação às mudas de sementes em sacolas e tubetes.

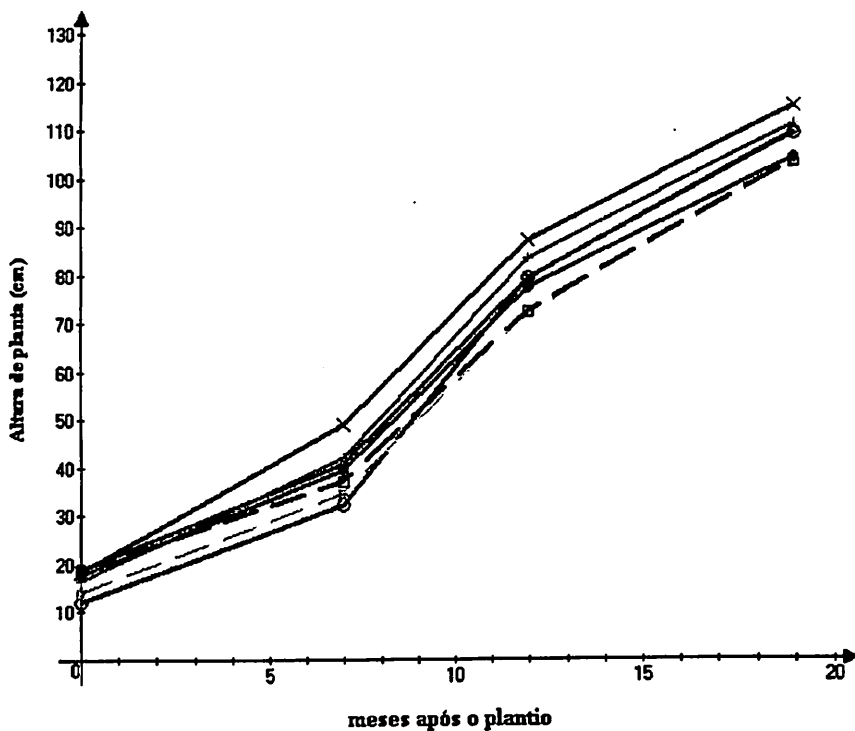
Dias (2002), avaliando o crescimento vegetativo e a produção de 25 cultivares de *C. arabica* L., verificou que plantas com maior incremento em altura tiveram maior produção de grãos. Plantas, que apresentam maior altura, tendem a apresentar maior número de ramos plagiotrópicos, assim como maior número de gemas, influenciando diretamente no aumento da produção (Karasawa, 2001).

Na Figura 6 é apresentado o comportamento da altura de plantas ao longo das avaliações realizadas, podendo-se verificar a evolução desta em cada um dos tratamentos. O maior incremento em altura, observado entre o 7º e o 12º mês após o plantio, está associado ao período chuvoso (novembro a abril). De acordo com Garcia et al. (2001), o período de maior crescimento do cafeeiro, na

região em que o experimento foi conduzido, ocorre entre setembro a abril, por ocasião das maiores temperaturas e precipitações. Observando a Figura 6, associada à Figura 4 e à Tabela 5 (aos 19 meses após o plantio), verifica-se que os tratamentos ( $Aq=0$  e  $AIB=2$ ), ( $Aq=1$  e  $AIB=4$ ) e ( $Aq=1$  e  $AIB=2$ ) foram superiores aos demais tratamentos, inclusive em relação à testemunha.

Pelos resultados observados, pode-se dizer que, no campo, até os 19 meses após o plantio, o efeito benéfico do AIB foi mantido. Como o AIB promove formação de maior número de raízes na fase de enraizamento, no pós-plantio ocorre um desenvolvimento mais rápido da planta, garantindo um bom “pegamento”.

Estes resultados observados para o cafeeiro diferem dos de Pio (2002), o qual observou que a aplicação de diferentes concentrações de AIB, na fase de enraizamento, não influenciou a altura da parte aérea das plantas de figueira, posteriormente ao transplante para o campo. Segundo o autor, a razão pode estar relacionada à aplicação exógena de auxina, mais importante durante a fase de indução dos primórdios foliares, do que no seu desenvolvimento subsequente, concordando com as afirmações de Haissig (1970). Vale ressaltar que o autor utilizou vasos para acondicionar as plantas, o que pode ter limitado o desenvolvimento radicular das mesmas e o que pode ter proporcionado a igualdade dos tratamentos, devido à limitação física para o desenvolvimento das raízes. Pivetta (1990), concordando com os autores acima, afirma que as plantas, oriundas de estacas, tendem a emitir novas raízes e passam a ter crescimento no campo, influenciado por outros fatores e não devido à influência da aplicação de AIB na fase de enraizamento.



- Aq=0 e AIB=0
- ×—×—×—× Aq=0 e AIB=2
- ◊—◊—◊—◊ Aq=0 e AIB=4
- ◻—◻—◻—◻ Aq=1 e AIB=0
- ◇—◇—◇—◇ Aq=1 e AIB=2
- +—+—+—+ Aq=1 e AIB=4
- Testemunha (semente)

FIGURA 6. Evolução da altura média de plantas do cafeeiro Acaiá em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.

#### 4.2 Número de pares de ramos plagiotrópicos (RP)

A análise de variância para o número de pares de ramos plagiotrópicos, no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio, encontra-se na Tabela 5A. Observa-se que o fator principal, aquecimento basal,

não apresentou efeito significativo para as épocas avaliadas. Já o AIB foi significativo apenas na avaliação realizada aos sete meses após o plantio. Os resultados revelam efeito significativo da interação aquecimento basal x AIB para todas as épocas avaliadas.

Para a avaliação realizada no plantio, os dados coletados foram transformados para  $\sqrt{x+0,5}$ . Assim são também apresentados, entre parênteses, os números naturais equivalentes ao valor transformado. Na Tabela 6 observa-se que os tratamentos com concentrações AIB=2 e AIB=4 não mostraram diferença significativa quanto ao efeito do aquecimento basal. No tratamento com concentração AIB=0, um maior número de pares de ramos plagiotrópicos foi observado nas plantas que foram submetidas à indução por aquecimento basal na fase de formação de mudas. Nesta concentração, nas plantas que não receberam indução por aquecimento basal, não houve formação de ramos plagiotrópicos. Isso pode ser explicado pela pequena altura média (12,09cm) apresentada por essas plantas, como foi mostrado na Tabela 1.

TABELA 6. Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiaí’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG. 2005.

	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	0,70 b	1,00 a	0,84 a
Com aquecimento	1,04 a	0,93 a	0,76 a

Médias seguidas da mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Scott Knott, ao nível de 1% de probabilidade.

Dados transformados:  $\sqrt{x+0,5}$

Nos tratamentos sem aquecimento e com aquecimento, não houve diferença significativa entre as concentrações de AIB (Tabela 6A), sendo de

0,85 (0,23) e 0,91 (0,35), respectivamente, o número médio de pares de ramos plagiotrópicos.

Aos sete meses após o plantio (Tabela 7), verifica-se que para o tratamento com concentração AIB=2, as plantas que não receberam indução por aquecimento basal apresentaram número médio de pares de ramos plagiotrópicos (7,0 pares por planta) maior, em relação às plantas que receberam aquecimento basal (5,5 pares por planta). Os tratamentos com concentrações AIB=0 e AIB=4 não diferiram estatisticamente quanto ao efeito do aquecimento basal, apresentando em média 4,93 e 5,08 pares de ramos, respectivamente.

**TABELA 7.** Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro 'Acaia' aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	4,63 a	7,00 a	4,66 a
Com aquecimento	5,22 a	5,58 b	5,50 a

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

Para os tratamentos com aquecimento basal, não ocorreu diferença significativa entre as concentrações de AIB, apresentando em média 5,4 pares de ramos plagiotrópicos por planta. Nos tratamentos sem aquecimento basal, ocorreu diferença significativa entre as concentrações de AIB (Tabela 6A). A maior média observada foi na concentração de 2000 mg.L<sup>-1</sup> de AIB (AIB=2), como já foi mostrado na Tabela 7.

Para a avaliação realizada aos 12 meses pós-plantio, apesar do efeito significativo da interação aquecimento basal x AIB, verifica-se que, para as três concentrações de AIB, não ocorreu efeito significativo para a indução por aquecimento basal (Tabela 8). O número médio de pares de ramos

plagiotrópicos foi de 12,6 nos tratamentos com concentrações AIB=0 e AIB=4 e de 13,7 na concentração AIB=2.

TABELA 8. Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro 'Acaiá' aos 12 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	12,88 a	14,50 a	12,00 a
Com aquecimento	12,33 a	12,91 a	13,25 a

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

Nos tratamentos com aquecimento basal, não houve também diferença significativa entre as concentrações de AIB, sendo de 12,8 o número médio de pares de ramos plagiotrópicos (Tabela 6A). Para os tratamentos com aquecimento basal, ocorreu diferença significativa entre as concentrações de AIB, sendo a maior média observada na concentração de 2000 mg.L<sup>-1</sup> (AIB=2), com já mostrado na Tabela 8.

Aos 19 meses após o plantio, os tratamentos com concentrações AIB=0, AIB=2 e AIB=4 não diferiram estatisticamente quanto ao efeito do aquecimento basal, apresentando número médio de pares de ramos plagiotrópicos de 18,5, 19,6 e 18,9 respectivamente, (Tabela 9).

Não houve efeito significativo das concentrações de AIB, para os tratamentos sem e com aquecimento, sendo de 19,2 e 18,9, respectivamente, o número médio de pares de ramos plagiotrópicos (Tabela 6A).



TABELA 9. Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaia’ aos 19 meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	19,00 a	20,30 a	18,16 a
Com aquecimento	18,00 a	19,08 a	19,66 a

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

Para facilitar a visualização, esses resultados são também apresentados na forma de histograma (Figura 7), destacando-se as épocas de avaliação (logo após o plantio, aos sete, 12 meses e 19 meses).

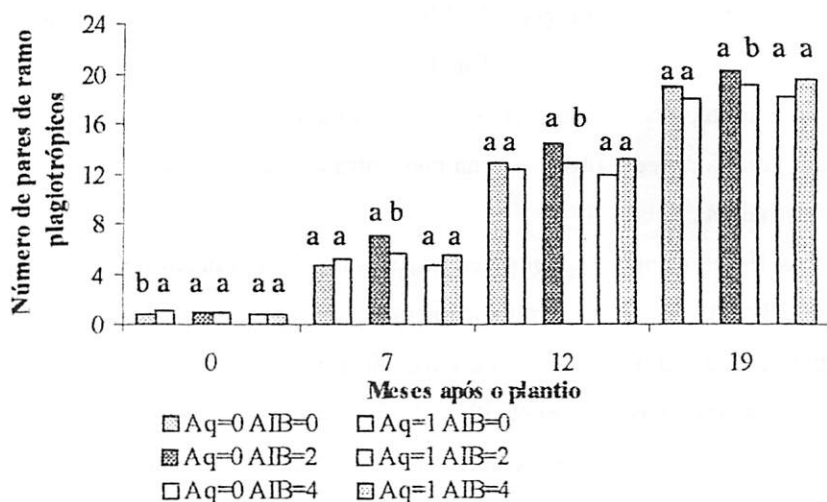


FIGURA 7. Número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaia’, ao longo do período experimental, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Na análise de variância complementar (Tabela 7A), o fator tratamentos apresentou diferença significativa, para todas as épocas de avaliação. Assim,

realizou-se o teste de Dunnett (Tabela 10) para todas as épocas de avaliação. Para auxiliar na visualização dos resultados apresentados pelo teste de Dunnett, as médias são apresentadas na Tabela 8A.

TABELA 10. Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para número de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro 'Acaiaí' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Contrastes	Estimativas			
	Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0 - T	0,00	0,38	2,55*	4,21*
Aq=0 e AIB=2 - T	0,29	2,75*	4,16*	5,52*
Aq=0 e AIB=4 - T	0,13	0,41	1,66	3,38*
Aq=1 e AIB=0 - T	0,33*	0,97	2,00	3,21*
Aq=1 e AIB=2 - T	0,23	1,33	2,58*	4,30*
Aq=1 e AIB=4 - T	0,05	1,25	2,91*	4,88*

Significativo a 5 % de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Valores positivos correspondem aos tratamentos superiores à testemunha.

<sup>1</sup> Dados transformados:  $\sqrt{x + 0,5}$

Na avaliação realizada no plantio, apenas o tratamento (Aq=1 e AIB=0) diferiu significativamente da testemunha, superando-a em 0,33 (0,59) par de ramos plagiotrópicos.

Aos sete meses após o plantio, observa-se que a testemunha apresentou número médio de pares de ramos plagiotrópicos de 4,2 por planta, diferindo significativamente do tratamento (Aq=0 e AIB=2), o qual proporcionou em média 7,0 pares de ramos plagiotrópicos por planta.

Pode-se verificar que aos 12 meses após o plantio, as plantas provenientes de estaquia, que foram submetidas aos tratamentos (Aq=0 e AIB=0), (Aq=0 e AIB=2), (Aq=1 e AIB=2) e (Aq=1 e AIB=4), apresentaram número médio de pares de ramos plagiotrópicos entre 12,8 a 14,5 por planta, sendo superiores à testemunha, que apresentou 10,3 por planta.

Aos 19 meses após o plantio, pode-se observar que as plantas provenientes de estaquia, em todos os tratamentos, apresentaram maior número médio de pares de ramos plagiotrópicos em relação às plantas provenientes de semeadura (testemunha).

→ Observa-se a tendência de aumento do número de pares de ramos plagiotrópicos em função da maior altura de planta. Veneziano et al. (2003), avaliando clones de café conilon (*C. Canephora*), na região de Rondônia, constatou correlação significativa entre altura de planta, número de ramos plagiotrópicos e produção. No entanto, quando se compara planta proveniente de estaca e de semeadura, não é somente a altura de planta o fator que determina maior ou menor número de pares de ramos plagiotrópicos. Conforme Bragança et al. (2001), nas mudas formadas a partir de sementes, a emissão dos primeiros ramos plagiotrópicos ocorre somente entre o 8º e 10º par de folhas verdadeiras, enquanto nas plantas propagadas por estaca, a emissão dos ramos ocorre no início do seu desenvolvimento, devido à muda ser formada a partir de tecido diferenciado fisiologicamente. Esse comportamento, também verificado em outras espécies, é inerente ao método de propagação assexuada, que determina uma diminuição no período de juvenildade das plantas (Leopold & Kriedemann, 1978).

Portanto, esse maior número de ramos plagiotrópicos, associado ao maior número de folhas, que foi observado durante e após os períodos de seca nas plantas propagadas por estaquia, podem indicar que essas plantas poderão apresentar maior produção. No cafeeiro, tem-se observado estreita relação entre o número de gemas florais, presentes no momento da florada, e o número de folhas no mesmo ramo. Isso demonstra a grande importância da área foliar na produção de gemas florais e indica, ainda, que a presença de carboidratos em quantidade adequada é um dos fatores determinantes da produção (Tomaziello et al., 2000).

Para melhor visualizar a diferença do número de pares de ramos plagiotrópicos entre os tratamentos, na Figura 8 é apresentado o seu comportamento ao longo das avaliações realizadas. Novamente, o maior incremento no número de pares de ramos plagiotrópicos observado entre o 7º e o 12º mês após o plantio corresponde ao período chuvoso (novembro a abril).

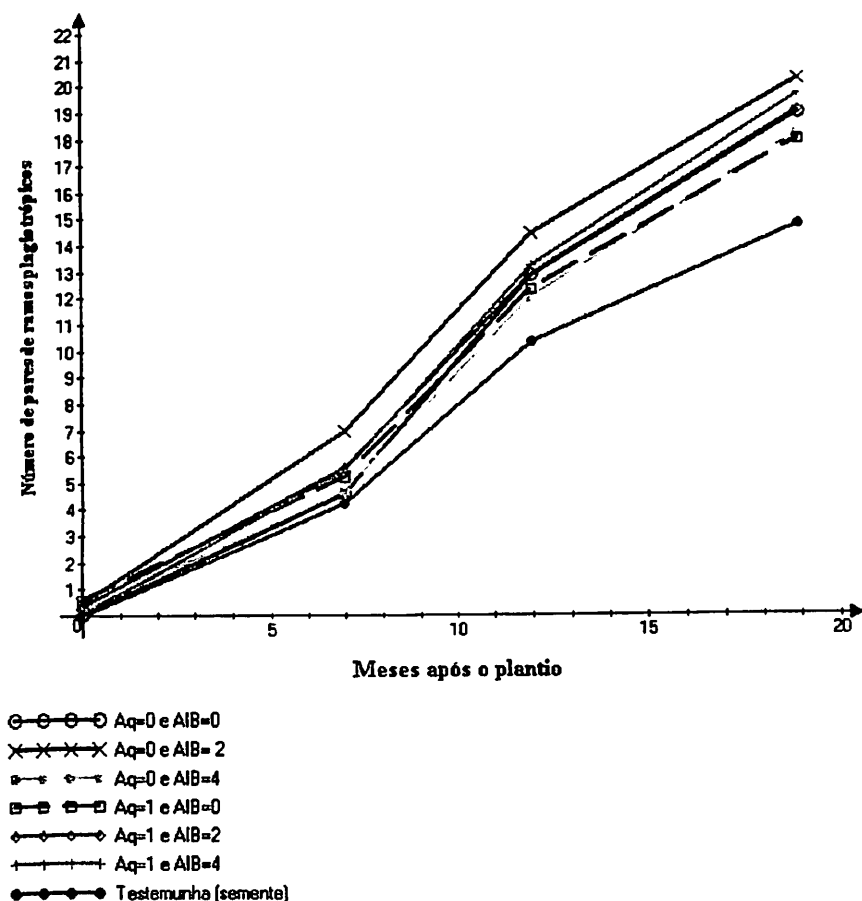


FIGURA 8. Evolução no número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro 'Acaia' em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.

### 4.3 Diâmetro de caule

Os resultados da análise de variância para diâmetro de caule, no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio, encontram-se na Tabela 9A. Nota-se que o fator principal, aquecimento basal, não apresentou efeito significativo para as diferentes épocas de avaliação. O fator principal AIB apenas não foi significativo na avaliação realizada no plantio e a interação aquecimento basal x AIB foi significativa na avaliação realizada aos sete meses.

No plantio, o diâmetro médio de caule, apresentado pelas plantas provenientes de estaca nos diferentes tratamentos com aquecimento basal e AIB, não apresentou diferença significativa, sendo de 2,8mm por planta.

Para a avaliação realizada aos sete meses, constata-se que para os tratamentos com concentração AIB=0 e AIB=4, não houve efeito significativo do fator aquecimento basal. Na concentração AIB=2, o maior diâmetro médio de caule (11,5mm), foi obtido na ausência do aquecimento basal (Tabela 11).

TABELA 11. Diâmetro médio de caule de cafeeiro 'Acaia' aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Diâmetro médio de caule (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	6,92 a	11,51 a	7,79 a
Com aquecimento	7,83 a	8,97 b	8,96 a

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

Houve diferença significativa entre as concentrações de AIB, somente para os tratamentos sem indução por aquecimento basal (Tabela 10A).

Na avaliação realizada aos 12 meses após o plantio, as comparações entre as diferentes concentrações de AIB foram efetuadas por meio dos

contrastes  $\hat{y}_1 = AIB=0 - (AIB=2 + AIB=4)/2$  e  $\hat{y}_2 = (AIB=2) - (AIB=4)$ , sendo significativo pelo teste de F apenas o contraste  $\hat{y}_1$ , com estimativa de  $-2,19$  cm, demonstrando que a média dos tratamentos com concentração AIB=2 e AIB=4 é superior à concentração AIB=0 (Tabela 11). Apesar de o contraste  $\hat{y}_2$  não ser significativo, observando sua estimativa, verifica-se que a concentração de 2000 mg.L<sup>-1</sup> (AIB=2) apresentou um maior diâmetro médio de caule por planta.

Novamente, aos 19 meses após o plantio, a análise para as concentrações de AIB foi realizada por meio dos contrastes  $\hat{y}_1 = AIB=0 - (AIB=2 + AIB=4)/2$  e  $\hat{y}_2 = (AIB=2) - (AIB=4)$ . O diâmetro médio de caule apresentou o mesmo comportamento observado aos 12 meses, sendo superior nas plantas provenientes de estacas tratadas com AIB, nas concentrações de 2000 (AIB=2) e 4000 mg.L<sup>-1</sup> (AIB=4). E, apesar de não significativa, a estimativa de  $\hat{y}_2$  demonstra que a concentração AIB=2 apresenta uma tendência de proporcionar maior diâmetro médio de caule por planta (Tabela 12).

TABELA 12. Estimativas dos contrastes para o diâmetro médio de caule do cafeeiro 'Acaia' em função da concentração de AIB, nas avaliações aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Contrastes	Estimativa do diâmetro médio de caule (mm)	
	12 meses	19 meses
$\hat{y}_1=(AIB=0)-(AIB=2 + AIB=4)/2$	-2,19*	-3,36*
$\hat{y}_2=(AIB=2)-(AIB=4)$	2,79	2,53

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Visando constatar se houve diferença entre as plantas provenientes de semeadura (testemunha) e as plantas obtidas de estaquia (tratamentos do fatorial), realizou-se a análise de variância complementar (Tabela 11A). Pode-se notar que houve diferença significativa entre os tratamentos apenas aos sete e aos 19 meses após o plantio. Pelos resultados do teste de Dunnett (Tabela 13),

observa-se que aos sete e aos 19 meses após o plantio, o tratamento  $Aq=0$  e  $AIB=2$  foi superior à testemunha. Para auxiliar na visualização dos resultados do teste de Dunnett, as médias são apresentadas na Tabela 12A.

TABELA 13. Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para o diâmetro de caule (mm) do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Contrastes	Estimativas			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
$Aq=0$ e $AIB=0 - T$	- 0,48	-0,74	- 0,03	1,82
$Aq=0$ e $AIB=2 - T$	- 0,19	3,85*	2,92	7,19*
$Aq=0$ e $AIB=4 - T$	- 0,58	0,12	- 0,55	1,47
$Aq=1$ e $AIB=0 - T$	- 0,07	0,16	- 1,99	- 0,72
$Aq=1$ e $AIB=2 - T$	0,12	1,30	0,62	3,16
$Aq=1$ e $AIB=4 - T$	- 0,44	1,30	1,73	3,82

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Valores positivos correspondem aos tratamentos superiores à testemunha.

Observou-se que, na avaliação realizada no plantio, não houve diferença significativa entre o diâmetro de caule das plantas, nos diferentes tratamentos.

Comparando o diâmetro de caule com a altura de plantas aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio, observa-se uma relação entre essas características, onde plantas mais altas também apresentam maior diâmetro de caule. Adão (2002) também verificou correlação entre essas características, avaliando progênies de cafeeiros. O autor ainda afirma que são escassos os estudos que relacionam o diâmetro de caule com o desempenho das plantas.

Ritchie et al. (1993), em estudo do desenvolvimento pós-plantio, durante dois anos, de plantas de pinheiro (Douglas fir), provenientes de semeadura e estaquia, também observaram essa relação entre diâmetro e crescimento em altura. Esses autores fizeram uma classificação do diâmetro de caule e verificaram que plantas com maior diâmetro ficaram maiores do que as de

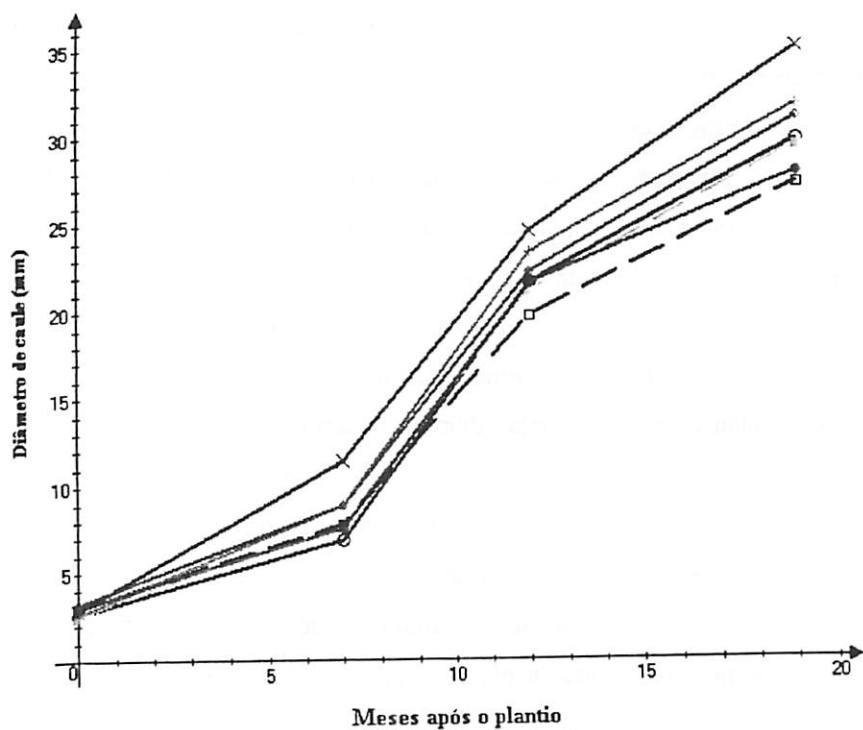
diâmetro intermediário ou de menores diâmetros, e, dentro das classes de diâmetro, a qualidade do sistema radicular influenciou no crescimento. Viana (1981) afirma que o maior diâmetro de caule sugere a existência de um sistema radicular mais vigoroso.

Na comparação entre as plantas provenientes de estaquia e sementeira, observou-se que, nos períodos secos, ou seja, nas avaliações realizadas aos sete meses e aos 19 meses após o plantio, o tratamento  $Aq=0$  e  $AIB=2$  superou o diâmetro de caule das plantas provenientes de sementeira (testemunha). Novamente, esse fato está relacionado com o maior desenvolvimento da parte aérea observada nessas plantas e, principalmente, devido ao maior número de folhas que permanece nessas plantas durante o período de seca, pois são as auxinas o principal hormônio envolvido no crescimento cambial e essas são produzidas nas folhas. A nova camada cambial inicia nos ramos menores e avança de modo descendente, em direção à extremidade das raízes (Taiz & Zeigler, 2004). Como o crescimento do diâmetro de caule está associado à capacidade assimilatória líquida da planta, a atividade cambial estimulada por fotoassimilados influencia o aumento do diâmetro (Oliveira, 2002).

O comportamento do diâmetro de caule nos diferentes tratamentos, ao longo das avaliações realizadas, é apresentado na Figura 9.

Pode-se notar que o crescimento em diâmetro de caule foi maior entre as avaliações realizadas aos sete e aos 12 meses após o plantio, que corresponde ao período chuvoso (novembro a abril). Segundo Barros & Maestri (1974), as maiores taxas de crescimento do diâmetro ocorrem em janeiro e fevereiro, simultaneamente à redução no crescimento dos ramos.





- Aq=0 e AIB=0
- ×—×—× Aq=0 e AIB=2
- ▲—▲—▲ Aq=0 e AIB=4
- Aq=1 e AIB=0
- ◆—◆—◆ Aq=1 e AIB=2
- +—+—+ Aq=1 e AIB=4
- Testemunha (semente)

FIGURA 9. Evolução do diâmetro de caule de cafeeiro Acaia em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.

#### 4.4 Diâmetro de copa

Os resumos das análises de variância para o diâmetro de copa avaliado no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio, são apresentados na Tabela 13A. Observa-se que não houve efeito significativo do

fator principal, aquecimento basal, para as diferentes épocas de avaliação. O fator principal AIB foi significativo nas avaliações realizadas no plantio, aos sete meses e aos 19 meses após o plantio, enquanto a interação aquecimento basal x AIB apresentou efeito significativo somente para as avaliações realizadas no plantio e aos sete meses após o plantio.

Os dados obtidos na avaliação realizada no plantio foram transformados para  $\sqrt{x+0,5}$ . Assim são também apresentados, entre parênteses, os números naturais equivalentes ao valor transformado. De acordo com o desdobramento da interação, aquecimento basal x AIB, no plantio (Tabela 14), os tratamentos com concentração AIB=2 e AIB=4 não diferiram estatisticamente quanto ao efeito do aquecimento basal, apresentando diâmetro médio de copa de 1,92cm (3,49) e 1,22cm (1,08), respectivamente. A concentração AIB=0 apresentou maior diâmetro médio de copa, 1,91cm (3,15) por planta, quando foi utilizada a indução por aquecimento basal na fase de formação de mudas. Nos tratamentos sem aquecimento, o diâmetro de copa correspondeu a 0,70cm (0,0). Como o diâmetro de copa é obtido pelo comprimento do ramo plagiotrópico, esse resultado para o tratamento na ausência de AIB (AIB=0) justifica-se pela ausência de ramos plagiotrópicos nas plantas que não receberam indução por aquecimento basal.

TABELA 14. Diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaia’ no plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

	Diâmetro médio de copa (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	0,70 b	2,09 a	1,53 a
Com aquecimento	1,91 a	1,76 a	0,90 a

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

Dados transformados:  $\sqrt{x+0,5}$

Não houve diferença significativa entre as concentrações de AIB nos tratamentos com aquecimento basal, sendo de 1,53cm (2,20) o diâmetro médio de copa por planta. Nos tratamentos sem aquecimento basal, houve diferença significativa entre as concentrações de AIB (Tabela 14A). O maior diâmetro de copa observado foi 2,09cm (3,86), para o tratamento sem aquecimento na concentração de 2000mg.L<sup>-1</sup> (AIB=2), como já foi mostrado na Tabela 14.

Para a avaliação realizada aos sete meses após o plantio, o melhor resultado para a concentração AIB=2 foi obtido quando não houve aquecimento basal. Resultado contrário verifica-se para a concentração AIB=4, onde a indução por aquecimento basal proporcionou maior diâmetro de copa às plantas. Para o tratamento na ausência de AIB (AIB=0), não ocorreu efeito da indução por aquecimento basal, sendo de 27,37cm o diâmetro médio de copa (Tabela 15).

TABELA 15. Diâmetro médio de copa do cafeeiro 'Acaia' aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

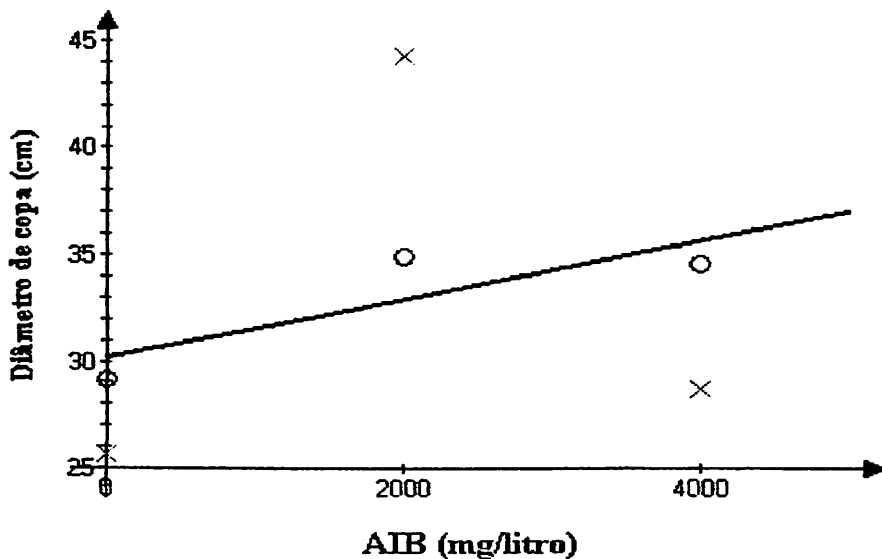
	Diâmetro médio de copa (cm)		
	AIB=0	AIB=2	AIB=4
Sem aquecimento	25,63 a	44,23 a	28,68 b
Com aquecimento	29,11 a	34,90 b	34,56 a

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

Nos tratamentos com aquecimento basal, observa-se um aumento linear do diâmetro de copa, associado ao aumento das concentrações de AIB, atingindo, na concentração de 4000mg.L<sup>-1</sup> (AIB=4), o diâmetro médio de copa de 35,58cm por planta (Figura 10). Houve diferença significativa, também, para os tratamentos sem aquecimento basal (Tabela 14A), sendo que o maior

diâmetro de copa (44,23cm) foi observado na concentração de 2000mg.L<sup>-1</sup> de AIB (AIB=2), conforme já foi mostrado na Tabela 14.

Na avaliação realizada aos 12 meses após o plantio, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o diâmetro médio de copa equivalente a 117,5cm por planta.



o Aq=1     $Y = 0,001363x + 30,136111$      $R^2 = 0,70$   
x Aq=0

FIGURA 10. Diâmetro médio de copa do cafeeiro ‘Acaia’ aos sete meses após o plantio, em função do aquecimento basal e concentrações de AIB. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Aos 19 meses após o plantio, observa-se (Tabela 16) que as plantas oriundas de estaquia, tratadas com AIB nas concentrações de 2000mg.L<sup>-1</sup> (AIB=2) e 4000mg.L<sup>-1</sup> (AIB=4), apresentaram maior diâmetro médio de copa por planta, quando comparadas às plantas provenientes de estaquia não tratadas

com AIB (AIB=0). E, apesar de não significativa, a estimativa de  $y_2$ , demonstra que a concentração AIB=2 apresenta tendência de proporcionar maior diâmetro médio de copa por planta.

TABELA 16. Estimativas dos contrastes para o diâmetro médio de copa do cafeeiro 'Acaia' em função da concentração de AIB aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Contrastes	Estimativas do diâmetro médio de copa
$y_1=(AIB=0)-(AIB=2 + AIB=4)/2$	10,11*
$y_2=(AIB=2)-(AIB=4)$	4,76

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F.

Para a comparação do comportamento entre as plantas provenientes de semeadura (testemunha) e as plantas provenientes da estaquia, realizou-se uma análise de variância complementar, cujos resultados são apresentados na Tabela 15A. Ocorreu diferença significativa entre os tratamentos (fatorial + testemunha) para as avaliações realizadas no plantio e aos sete meses após o plantio. Os resultados do teste de Dunnett encontram-se na Tabela 17.

TABELA 17. Estimativas dos contrastes entre os tratamentos do fatorial e a testemunha (T) para o diâmetro de copa do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Contrastes	Estimativas			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0 - T	0,00	-2,54	-1,15	3,81
Aq=0 e AIB=2 - T	1,38*	16,05*	11,01	13,73
Aq=0 e AIB=4 - T	0,82	0,50	-6,26	3,96
Aq=1 e AIB=0 - T	1,20*	0,93	-4,39	-7,26
Aq=1 e AIB=2 - T	1,06	6,71*	4,43	7,80
Aq=1 e AIB=4 - T	0,19	6,38*	8,96	8,03

\* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Valores positivos correspondem aos tratamentos superiores à testemunha.

Para facilitar a visualização dos resultados, uma vez que o teste de Dunnett compara as médias dos tratamentos com a da testemunha, as médias são apresentadas na Tabela 16A.

Na avaliação realizada no plantio, a testemunha apresentou diâmetro médio de copa de 0,70cm (0,0) por planta, diferindo significativamente dos tratamentos (Aq=0 e AIB=2) e (Aq=1 e AIB=0), nos quais verificou-se diâmetro médio de copa de 2,09cm (3,86) e 1,9cm (3,15), respectivamente, sendo superiores à testemunha.

Aos sete meses após o plantio, a testemunha apresentou diâmetro médio de copa de 28,18cm por planta, diferindo estatisticamente dos tratamentos (Aq=0 e AIB=2), (Aq=1 e AIB=2) e (Aq=1 e AIB=4), sendo estes superiores, com diâmetros médios de copa de 44,23cm, 34,9cm e 34,5cm por planta, respectivamente.

Na avaliação realizada aos 12 meses após o plantio, as plantas provenientes de estaquia não diferiram estatisticamente das plantas provenientes de semeadura quanto ao diâmetro de copa.

Novamente, aos 19 meses após o plantio, não houve diferença significativa entre as plantas provenientes de semeadura e estaquia.

Visualiza-se, pela Figura 11, o comportamento do diâmetro de copa das plantas nos diferentes tratamentos, ao longo do período experimental. A exemplo das demais características avaliadas, o diâmetro de copa também apresentou maior incremento durante o período chuvoso (novembro a abril), entre o 7º e o 12º mês após o plantio.

Observando a Figura 11, em associação à Tabela 17 (19 meses), nota-se que apenas o tratamento (Aq=1 e AIB=0) apresentou diâmetro de copa (144,7cm) inferior à testemunha (152,03cm), e, a exemplo das demais características avaliadas, novamente houve tendência de as plantas de maior altura apresentarem também maior diâmetro de copa.

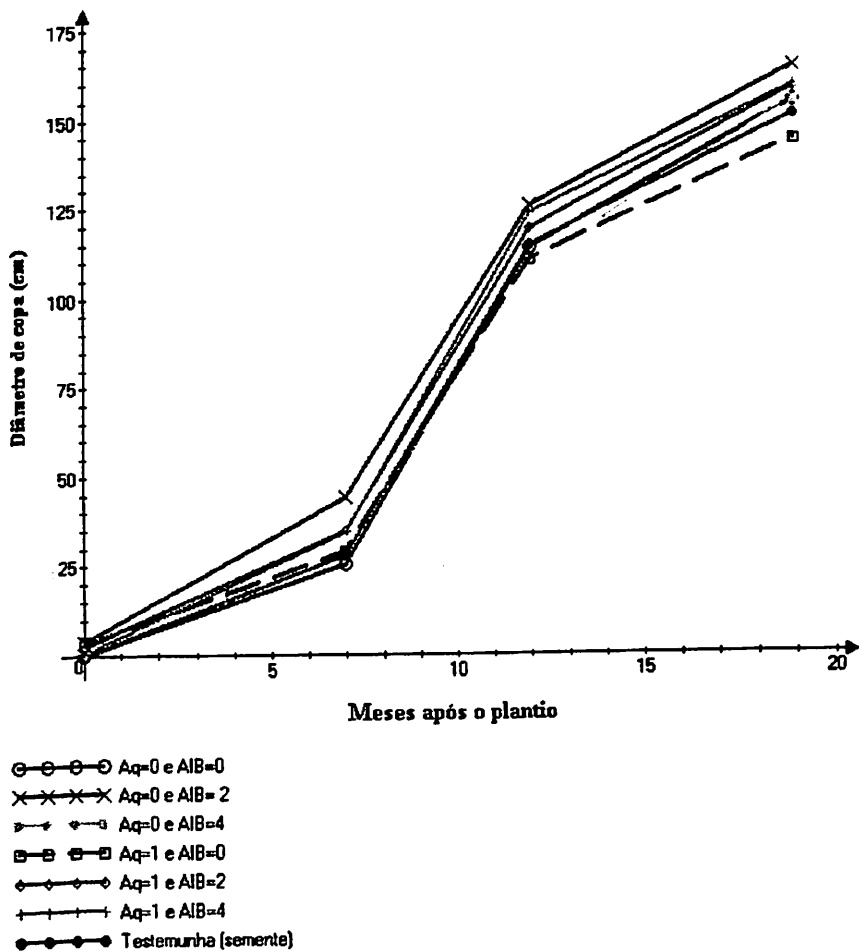


FIGURA 11. Evolução do diâmetro médio de copa do cafeeiro Acaia em função dos tratamentos ao longo do período experimental. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Ferreira et al. (2004), comparando o desenvolvimento de cafeeiros Conilon (*C. canephora* Pierre), propagados por estaquia e semeadura, em lavoura com quatro anos, também observaram maior altura e maior diâmetro de copa nas plantas propagadas por estaquia. Resultados similares foram

observados por Adão (2002), Dias (2002), Fonseca (1999), Veneziano et al. (2003). Também, Miranda (2003), avaliando progênies de cafeeiro, encontrou correlação significativa entre altura e diâmetro de copa, e ainda observou correlação destas, com a produtividade. Sera (1987), afirma que a característica vegetativa que mais freqüentemente apresenta associação com a produção é o porte da planta, expresso pela altura e diâmetro de copa. Essa associação também foi observada por outros autores (Carvalho et al., 1964; Rocha et al., 1980 e Van Der Vosse, 1985).

Em estudo do crescimento vegetativo de cultivares de *C. arabica* em Brejão, PE, Freitas (2004) verificou que o número de ramos plagiotrópicos apresentou alta correlação com o crescimento dos ramos plagiotrópicos e com o número de internódios, mostrando que o maior número de ramos plagiotrópicos no cafeeiro está associado ao comprimento dos ramos e ao número de internódios. A grande importância de haver o maior número de internódios nos ramos plagiotrópicos está relacionada diretamente ao potencial produtivo da planta. Segundo Rena & Maestri (1986), as gemas seriadas localizadas nos internódios dos ramos plagiotrópicos (axilas das folhas), originarão ramos e frutos, enquanto as gemas cabeça-de-série originarão apenas ramos plagiotrópicos secundários ou de maior ordem, o que influenciará diretamente no potencial produtivo da planta.

Nas plantas propagadas por estaquia, verificou-se comportamento diferente com relação aos tratamentos utilizados no enraizamento. As mudas, provenientes de estaquia nos melhores tratamentos, apresentam um crescimento inicial mais rápido em relação às plantas provenientes de semeadura, pois como essas mudas possuem um sistema radicular maior, sendo capazes de explorar maior volume de solo, isso reflete no crescimento da parte aérea, proporcionando menor queda de folhas no período seco e, conseqüentemente, um maior crescimento da planta durante esse período. Além disso, essas plantas



apresentam inicialmente maior número de ramos plagiotrópicos (produtivos), o que está relacionado não só à ausência do período de juvenildade, mas também ao maior crescimento em altura, apresentado por essas plantas. Esse maior número de pares de ramos plagiotrópicos está diretamente relacionado à primeira produção, a qual poderá ser significativamente maior em relação às plantas propagadas por sementeira, pois a produção do cafeciro ocorre nos ramos desenvolvidos no ano anterior, e, portanto, existe relação direta entre produtividade e crescimento vegetativo, medido pelo número de entrenós emitidos no ano anterior.

Fotos de algumas plantas provenientes de estaquia e sementeira são apresentadas nas Figuras 1A e 2A.

## 5 CONCLUSÕES

Plantas provenientes de estaquia podem atingir maior altura inicial, maior diâmetro de caule e maior número de pares de ramos plagiotrópicos em relação às plantas provenientes de semeadura.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADÃO, W. A. **Análise de cultivares do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) por meio de características morfológicas e agronômicas.** 2002. 59 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ALEGRE, C. **Climates etcaféiers d'Arabie.** *Agronomie Tropicale*, Paris, v. 14, p. 23-58, 1959.

AMARAL, J. A. T. **Crescimento vegetativo e estado nutricional do cafeeiro e suas interações com fontes de nitrogênio, fotoperíodo, fotossíntese e assimilação do nitrogênio.** 1991. 139 p. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ANDRÉ, M. **Observations sur L'orthotropisme et le plagiotropisme des rameaux chez *Coffea arabica* L.** *Café Cacao Thé*, Paris, v. 27, n. 2, p. 125-128, avr./juí. 1973.

BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. do N. **Experimentação agrícola.** Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.

BARROS, R. S.; MAESTRI, M. **Influência dos fatores climáticos sobre a periodicidade de crescimento vegetativo do café (*Coffea arabica* L.).** *Revista Ceres*, Viçosa, v. 21, n. 116, p. 268-279, 1974.

BARROS, R. S.; MOTA, J. W. S.; MATTA, F. M. da; MAESTRI, M. **Decline of vegetative growth in *Coffea arabica* L. in relation to leaf temperature, water potential and stomatal conductance.** *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 54, n. 1, p. 65-72, Aug. 1997.

BASTOS, D. C. **Efeito da época de coleta, estágio do ramo e do tratamento com IBA no enraizamento de estacas de caramboleira (*Averrhoa carambola* L.).** 2002. 75 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

BERGO, C. L. **Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.) através do enraizamento de estacas.** Lavras: UFLA, 1997. 62 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BERTHAUD, J.; CHARRIER, A. Genetic resources of *coffea*. In: CLARKE, R. J.; MACRAE, R. (Ed.). *Coffee*. London: Elsevier Applied Science, 1988. v. 4, p. 1-42.

BERTHOULY, M. Biotecnologias aplicadas al mejoramiento genético del cafetero. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 1999, Londrina. *Proceedings...* Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p. 9-22.

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

BRAGANÇA, S. M.; CARVAHO, C. H. S.; FONSECA, A. F. A.; FERRÃO, R. G. Variedades clonais de café Conillon para o Espírito Santo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 36, n. 5, p. 765-770, maio 2001.

CARVALHO, A. Distribuição geográfica e classificação botânica do gênero *Coffea* com referência especial à espécie *Arabica*. *Separata dos boletins da Superintendência dos Serviços do Café*, São Paulo, n. 226-230, 1946.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C. Melhoramento do cafeeiro. XXXI – Ensaio de populações F<sub>2</sub> de híbridos entre cultivares de *Coffea arabica*. *Bragantia*, Campinas, v. 26, n. 5, p. 79-92, mar. 1967.

CARVALHO, A.; MÔNACO, L. C.; CAMPANA, M. P. Melhoramento do cafeeiro; XXVII. Ensaio de seleções regionais de Jaú. *Bragantia*, Campinas, v. 23, n. 13, p. 129-142, jun. 1964.

CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Café. In: FURLANI, A. M. C.; VIEGAS, G. P. D. *Melhoramento de plantas do Instituto Agrônômico*. Campinas, 1993. p. 29-76.

CARVALHO, C. H. S.; RENA, A. B.; PEREIRA, A. A.; CORDEIRO, A. T. Relação entre a produção, teores de N, P, K, Ca, Mg, amido e a seca de ramos do Catimor (*Coffea arabica* L.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 28, n. 6, p. 665-673, Jun. 1993

CARLSON, R. F. Factors influencing root formation in hardwood cutting of fruit trees. *Quarterly Bulletin Michigan Agricultural Experimental Station*, East Lansing, v. 48, n. 3, p. 449-454, 1966

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

CHEFFINS, N. J.; HOWARD, B. H. Carbohydrate changes in leafless winter apple cuttings. II Effects of ambient air temperature during rootings. *Journal of Horticultural Science*, London, v. 57, n. 1, p. 9-15, Jan. 1982b.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação*. Viçosa, 1999. p. 289-302.

COUVILLON, G. A.; EREZ, A. Rooting survival and development of several pech cultivars propagated from semi hardwood cuttings. *Hortiscience*, Alexandria, v. 15, n. 1, p. 41-43, Feb 1980.

DIAS, F. P. *Caracterização de progênies de cafeeiros (Coffea arabica L.) por meio de técnicas multivariadas*. 2002. 64 p. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

DUBLIN, P. Le bouturage du caféier Excelsa. *Café, Cacao, Thé*, Paris, v. 8, n. 1, p. 3-16, jan./mar. 1964.

ENGEL, V. L. *Influência do sombreamento sobre o crescimento de mudas de essências nativas, concentração de clorofila nas folhas e aspectos de anatomia*. 1989. 202 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)-ESALQ, Piracicaba.

EVANS, H. R. Recent work on the propagation of coffee from cuttings in Kenya. *Tropical Agriculture*, Trinidad, Guilford, v. 35, n. 1, p. 67-76, Jan. 1958.

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

FADELLI, S.; SERA, T. Custo de produção de sementes híbridas de café. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE BIOTECNOLOGIA NA AGROINDÚSTRIA CAFEEIRA, 3., 200, Londrina. *Anais...* Londrina, 2000. p. 251-254.

FAZUOLI, L. C. Genética e melhoramento do cafeeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE OS FATORES QUE AFETAM A PRODUTIVIDADE DO CAFEIEIRO, 1986, Poços de Caldas. Anais.... Piracicaba: POTAFOS, 1986. p. 86-113.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERCONTINENTAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais... São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FERREIRA, J. M.; PARTELLI, F. L.; ANDRADE, W. E. B.; VIEIRA, H. D. Desenvolvimento e produtividade de cafeeiros Conilon (*Coffea canephora* Pierre) oriundos de mudas de sementes em diferentes recipientes e idades e mudas de estacas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEIRAS, 30., 2004, São Lourenço. Resumos... Rio de Janeiro: MARA/PROCAFÉ, 2004. p. 206 - 207.

FONSECA, A F. A da. Análises biométricas em café Conilon (*Coffea canephora* Pierre). 1999. 121 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

FOSTER, G. S. Growth and morphology of rooted cuttings and seedlings of loblolly pine and their genetic analysis. In: NORTH AMERICAN FOREST BIOLOGY WORKSHOP, 10., 1988, Vancouver, BC. Proceedings... Vancouver, BC: University of British Columbia, 1988. p. 67-78.

FOSTER, G. S.; CAMPBELL, R. K.; ADAMS, W. T. Clonal selection prospects in western hemlock combining rooting traits with juvenile height growth. *Canadian Journal Forest Research*, Ottawa, v. 12, n. 3, p. 488-493, 1985.

FOSTER, G. S.; LAMBERTH, C. C.; GREENWOOD, M. S. Growth of loblolly pine rooted cuttings compared with seedlings. *Canadian Journal Forest Research*, Ottawa, v. 17, n. 2, p. 157-164, Feb. 1987.

FOSTER, G. S.; SHAW, D. V. A tree improvement program to develop clones of loblolly pine for reforestation. In: SOUTHERN FOREST TREE IMPROVEMENT CONFERENCE, 19., 1987, College Station, Tex. Proceedings... College Station: Texas Agricultural Experiment Station, 1987. p. 17-21.

FREITAS, R. B.; OLIVEIRA, E. D.; SOARES, A. M.; FARIA, M. A.; DELÚ FILHO, N. Comportamento fisiológico de dois cultivares de *Coffea arabica* L.

submetidos à duas condições de disponibilidade hídrica. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 1., 2000, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas: Consórcio Brasileiro de Pesquisas e Desenvolvimento do Café, 2000. p. 917-919.

FREITAS, Z. M. T. S. Características fenológicas de cafeeiros (*Coffea arabica* L.) em pós-plantio no agreste de Pernambuco. 2004. 52 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

GARCIA, A. W. R.; MIGUEL, A. E.; FERREIRA, R. A. Avaliação fenológica e periodicidade de crescimento vegetativo do cafeeiro correlacionada a fatores climáticos com dados coletados pela Estação de Avisos Fitossanitários do M. A. -PROCAFÉ – Varginha, MG. 1998 à 2001 In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 27., 2001, Uberaba. Resumos.... Rio de Janeiro: MARA/PROCAFÉ, 2001. p. 352 - 355.

GUIMARÃES, R. J.; MENDES, A. N. G.; SOUZA, C. A. S. *Cafeicultura*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 317 p.

HAARER, A E. *Modern coffee production*. London: Leonard Hill, 1962. 495 p.

HAISSIG, B. E. Influence of indole-3-butyric acid on adventitious root primordia of brittle willow. *Planta*, Berlin, v. 95, n. 1, p. 27-35, 1970.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. *Propagacion de plantas: principios y practicas*. 4. ed. México: Continental, 1990. 760 p.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T. *Plant propagation: Principles and practices*. 5. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1990. 647 p.

HIMMELBAUER, M.; LOISKANDL, W.; KASTANEK, F. Estimation of root morphological characteristics using Images analyses systems. In: *WCSS*, 17., 2002, Thailand.

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

JARAMILLO, R.; VALENCIA, G. Los elementos climáticos y el desarrollo de *Coffea arabica* L. em Chinchiná. *Cenicafé, Chinchiná*, v. 3, n. 3, p. 80-104, jul./set. 1980.

JESUS, A. M. S. Propagação vegetativa do cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 2004. 170 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KARASAWA, S. Crescimento do cafeeiro (*Coffea arabica* L. cv. Topázio MG - 1190) sob diferentes manejos de irrigação localizada. 2001. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

KARLSSON, I.; RUSSEL, J. Comparisons of yellow cypress trees of seedling and rooted cutting origins after 9 and 11 years in the field. *Canadian Journal Forest Research*, Ottawa, v. 20, n. 1, p. 37-42, Jan. 1990.

KIKUTI, P. Parâmetros genéticos em progênies de meios irmãos e clonais numa população de *Eucaliptus grandis* (Hill) maiden na região de Telêmaco Borba-PR. 1988. 119 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

LEOPOLD, A. C.; KRIEDEMANN, P. E. *Plant growth and development*. New Delhii: Mcgraw-Hill, 1978. 545 p.

MAESTRI, M.; BARROS, R. S. Coffee. In: ALVIM, P. T.; KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press, 1977. p. 249-278.

MALAVOLTA, E. *História do café no Brasil*. São Paulo: Editora Agrônômica Ceres, 2000. 456 p.

MARTINS, A. B. G. Uso de reguladores de crescimento no enraizamento de estacas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.). 1985. 23 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

MATTA, F. M. da; AMARAL, J. A. T. do; RENA, A. B. Growth periodicity in trees of *Coffea arabica* L. in relation to nitrogen supply and nitrate reductase activity. *Field Crops Research*, Amsterdam, v. 60, n. 3, p. 223-229, Feb. 1999.

MENDES, A. N. G.; GUIMARÃES, R. J. *Genética e melhoramento do cafeeiro*. Lavras: UFLA, 1998. 99 p



MIRANDA, J. M. Avaliação de progênies de cafeeiro quanto a herdabilidade, correlações fenotípicas, produtividade e resistência à ferrugem. 2003. 101 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP.

MOHR, H.; SCHOPFER, P. *Plant physiology*. Berlim: Springer, 1995. 629 p.

MOTA, J. W. S. Fatores associados à queda sazonal do crescimento do cafeeiro arábico em Viçosa MG. 1988. 68 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

NACHTIGAL, J. C. Obtenção de porta-enxertos ‘Okinawa’ e de mudas de pessegueiro (*Prunus persica* (L.) Batsch) utilizando métodos de propagação vegetativa. 1999. 165f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.

NOGUEIRA, D. J. P. Os porta-enxertos na fruticultura. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 9, n. 101, p. 23-41, maio 1983.

OLIVEIRA, A. F. de Enraizamento de estacas semilenhosas e cultura de embriões in vitro de oliveira (*Olea europala* L.). 2001. 122 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.


OLIVEIRA, C. R. M. de. Características biofísicas e anatômicas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) e seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) na fase de estabelecimento em diferentes cultivos de Lavras – MG. 2002. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; PINHO, S. Z. Interações entre auxina e ácido bórico no enraizamento de estacas caulinares de *Coffea arabica* L. Cv Mundo Novo. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 49, n. 1, p. 23-27, mar. 1992.

PARTELLI, F. L.; SILVA, M. P.; VIEIRA, H. D.; AMARAL, J. A. T.; LOPES, J. C. Avaliação de produtividade e de desbrota de plantas propagadas por sementes e por estacas de cafeeiros Conilon (*Coffea canephora* Pierre). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIROS, 30., 2004, São Lourenço. *Resumos....* Rio de Janeiro: MARA/PROCAFÉ, 2004. p. 151 – 152.

PAUL, A. D.; FOSTER, G. S.; LESTER, D. T. Field performance, C effects, and their relationship to initial rooting ability for western hemlock clones. *Canadian Journal of Research*, Ottawa, v. 23, n. 9, p. 1947-1952, Sept. 1993.

PAULINO, A. J.; PAULINI, A. E.; MATIELLO, J. B. Observações preliminares sobre a formação de lavouras de *coffea canephora* cv. Conilon através de estacas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 11., 1984, Londrina. Anais.... Londrina, 1984. p. 765-770.

PEREIRA, A. B. Enraizamento de estacas de *Coffea arabica* L. 2000. 75 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. 

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

PIJUT, P. M.; MOORE, M. J. Early season softwood cuttings effective for vegetative propagation of *Juglans cinerea*. HortScience, Alexandria, v. 37, n. 4, p. 697-700, July 2002.

PIO, R. Ácido indolbutírico e sacarose no enraizamento de estacas apicais e desenvolvimento inicial da figueira (*Ficus carica* L.). 2002. 107 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

PIVETTA, K. F. L. Efeito do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de noqueira macadâmia (*Macadamia integrifolia*) e desenvolvimento inicial de mudas. 1990. 91 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, SP.

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.

RAUTER, R. M. Recent advances in vegetative propagation including biological and economic consideration and future potencial. In: IUFRO. JOINT MEETING OF WORKING PARTIES ON GENETICS ABOUT BREEDING STRATEGIES INCLUDING MULTICLONAL VARIETIES, 1982, Escherode. Proceedings... Escherode, 1982. p. 33-57.

RENA, A. B.; BARROS, R. S.; MAESTRI, M.; SÖNDAHL, M. R. Coffee. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P. C. (Ed.). Handbook of environmental

physiology of tropical fruit crops: subtropical and tropical crops. 2. ed. Boca Raton: CRC Press, 1994. p. 101 – 122.

RENA, A. B.; GUIMARÃES, P. T. G. **Sistema radicular do cafeeiro: estrutura, distribuição, atividade e fatores que o influenciam.** Belo horizonte: EPAMIG, 2000. 80 p. (EPAMIG. Serie Documentos, n. 37).

RENA, A. B.; MAESTRI, M. Fisiologia do cafeeiro. In: Rena, A. B.; MALAVOLTA, E.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (Ed.). **Cultura do cafeeiro: fatores que afetam a produtividade do cafeeiro.** Piracicaba: POTAFÓS, 1986. p. 13-85.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. **Relações hídricas no cafeeiro. Irrigação e Tecnologia Moderna,** Brasília, v. 48, p. 34-41, 2000.

RENA, A. B.; MAESTRI, M. The vegetative growth of the coffee plant. **Indian Coffee,** Bangalore, v. 53, n. 4, p. 19-23, Apr. 1989.

RITCHIE, G. A. The commercial use of conifer rooted cuttings in forestry: a world overview. **New Forest,** Dordrecht, v. 5, n. 3, p. 247-257, 1992

RITCHIE, G. A.; TANAKA, Y.; MEADE, R.; DUKE, S. D. Field survival and early height growth of Douglas-fir rooted cuttings: relationship to stem diameter and root system quality. **Forest Ecology and Management,** Amsterdam, v. 60, n. 3/4, p. 237-256, Sept. 1993.

ROCHA, T. R.; CARVALHO, A.; FAZUOLI, L. C. Melhoramento do cafeeiro. XXXVIII. Observações sobre progênies de cultivar Mundo Novo de *Coffea arabica* L. na Estação Experimental de Mococa. **Bragantia,** Campinas, v. 39, n. 15, p. 148-160, dez. 1980.

ROOK, D. A.; SWEET, G. B. Comparison of the growth of seedlings and rooted cuttings of radiata pine. **HortResearch New Zealand Controlled Environment Laboratory.** Setembro, 1977.

SERA, T. **Possibilidade de emprego de seleção nas colheitas iniciais de café (*Coffea arabica* L. cv. Acaíá).** 1987. 147 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba, 1987.

SHALTOUT, A. D.; SALAMA, M.; EL-WAKEEL, H. F.; AZIZ, M. B. A.; ISMAIL, O. M. Propagation of Nemaguard peach by stem hardwood cuttings and layerings. *Annals of Agricultural Science*, Cairo, v. 3, p. 865-879, 1998.

SILVA, E. A. da. Periodicidade do crescimento vegetativo em *Coffea arabica* L.: relações com a fotossíntese em condições de campo. 2000. 31 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

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

SNOECK, J. La rénovation de la cafcultura Malgashe a partir de clones sélectionnés. *Café, Cacao, Thé*, Paris, v. 12, n. 3, p. 223-235, July/Sept. 1968.

SONDAHL, M. R.; SONDAHL, C. N.; GONÇALVES, W. Custo comparativo de diferentes técnicas de clonagem. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON BIOTECHNOLOGY IN THE COFFEE AGROINDUSTRY, 3., 1999, Londrina. *Proceedings...* Londrina: IAPAR/IRD, 2000. p 59-65.

STRUVE, D. K.; MCKEAND, S. E. Growth and development of eastern white pine rooted cuttings compared with seedlings through 8 years of age. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 20, n. 3, p. 365-368, Mar. 1990.

STRUVE, D. K.; TALBERT, J. T.; MCKEAND, S. E. Growth of rooted cuttings and seedlings in a 40-year-old plantation of eastern white pine. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 14, n. 3, p. 462-464, Mar. 1984

STELZER, H. E.; FOSTER, G. S.; SHAW, V.; MCRAE, J. B. Ten-year growth comparison between rooted cuttings and seedlings of loblolly pine. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, v. 28, n. 1, p. 69-73, Mar. 1998.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. Auxina: O hormônio de crescimento. In: \_\_\_\_\_. *Fisiologia vegetal*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. p. 449-479.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. *Plant physiology*. California: The Benjamin/Cummings, 1991. 559 p.

TCHOUNDJEU, Z. E.; LEAKEY, R. R. B. Vegetative propagation of *Lovoa trchilioides*: effects of provenance, substrate, auxinas and leaf area. *Journal of Tropical Forest Science*, Kuala Lumpur, v. 13, n. 1, p. 116-129, June 2001.

TOFANELLI, M. B. D.; CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; CHALFUN JÚNIOR, A. Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de ameixeira com várias concentrações de ácido indolbutírico. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 583-585, ago. 2002.

TOFANELLI, M. B. D.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O. Enraizamento de estacas lenhosas de pessegueiro cv. Okinawa em diferentes diâmetros de ramos, substratos e recipientes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 437-442, maio/jun. 2003.

TOMAZIELLO, R. A.; FAZUOLI, L. C.; PEZZOPANE, J. R. M.; FAHL, J. I.; CARELLI, M. L. C. Café arábica: cultura e técnicas de produção. Campinas: IAC, 2000. 82 p. (IAC. Boletim Técnico; 187)

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

VALLE, C. F.; CALDEIRA, C. F. Efeito do aquecimento basal no enraizamento de *E. urophylla*. *Silvicultura*, São Paulo, n. 14, n. 2, p. 121-124, 1981. Edição Especial.

VAN DER VOSSEN, H. A. M. Coffee breeding and selection. In: CLIFORD, M. N.; WILSON, R. C. (Ed.). *Coffee botany biochemistry and production of beans and beverage*. London: Croom Helm, 1985. p. 84-96.

VENEZIANO, W.; FONSECA, A. F. A.; FAZUOLI, L. C. Avaliação de clones de café conilon em Rondônia. In: SIMPÓSIO DE PESQUISAS DOS CAFÉS DO BRASIL, 3., 2003, Porto Seguro. *Anais... Porto Seguro: Consórcio Brasileiro de pesquisas e Desenvolvimento do Café*, 2003. p. 219.

VIANA, A. S. Aclimação e poda das folhas de mudas de cafeeiro *Coffea arabica* L. cv. Catuai, visando a adaptabilidade às condições de campo. 1981. 65 p. Dissertação (Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

ZAMBOLIM, L. O estado da arte de tecnologias na produção de café. Viçosa: UFV, 2002. 568 p.

YASSIN, N. Análise de experimentos fatoriais de dois fatores com tratamentos adicionais. 2001. 161 p. Dissertação (Mestrado em Estatística Experimental) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

YING, C. C.; BAGLEY, W. T. Genetic variation of eastern cottonwood.  
Lincoln: University of Nebraska, Department of Forestry, 1974. (Progress  
Report, 1).

TABELA 3A. Resumo das análises de variância complementar para altura de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,4627	1,2994	6,8541	2,2824
Tratamentos	6	21,3204**	90,7055**	93,1006*	55,6275**
Resíduo	12	0,6625	4,6937	25,2770	4,8305
Total	20				
CV (%)		4,88	5,51	6,36	2,02

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 4A. Médias de altura de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos 7 meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Altura média (cm)			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0	12,09	32,27	79,73	110,11
Aq=0 e AIB=2	18,50	48,96	87,46	115,60
Aq=0 e AIB=4	13,91	34,47	71,95	103,74
Aq=1 e AIB=0	18,68	37,04	72,73	104,10
Aq=1 e AIB=2	19,04	40,88	79,55	110,25
Aq=1 e AIB=4	16,58	42,08	83,82	111,94
Testemunha	17,71	39,49	77,77	105,07

YING, C. C.; BAGLEY, W. T. Genetic variation of eastern cottonwood.  
Lincoln: University of Nebraska, Department of Forestry, 1974. (Progress  
Report, 1).





ANEXOS

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela</b>	<b>Página</b>	
1A	Resumo das análises de variância para altura de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	70
2A	Resumo das análises de variância do desdobramento das concentrações de AIB dentro de aquecimento basal, para a altura média do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	71
3A	Resumo das análises de variância complementar para altura de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	72
4A	Médias de altura de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos 7 meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	72
5A	Resumo das análises de variância para o número de pares de ramos plagiotrópicos de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	73
6A	Resumo das análises de variância do desdobramento das concentrações de AIB dentro de aquecimento basal, para o número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	74
7A	Resumo das análises de variância complementar para o número de pares de ramos plagiotrópicos de plantas do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	75
8A	Médias do número de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro ‘Acaiá’ no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.....	75

TABELA 3A. Resumo das análises de variância complementar para altura de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,4627	1,2994	6,8541	2,2824
Tratamentos	6	21,3204**	90,7055**	93,1006*	55,6275**
Resíduo	12	0,6625	4,6937	25,2770	4,8305
Total	20				
CV (%)		4,88	5,51	6,36	2,02

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 4A. Médias de altura de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos 7 meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Altura média (cm)			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0	12,09	32,27	79,73	110,11
Aq=0 e AIB=2	18,50	48,96	87,46	115,60
Aq=0 e AIB=4	13,91	34,47	71,95	103,74
Aq=1 e AIB=0	18,68	37,04	72,73	104,10
Aq=1 e AIB=2	19,04	40,88	79,55	110,25
Aq=1 e AIB=4	16,58	42,08	83,82	111,94
Testemunha	17,71	39,49	77,77	105,07

TABELA 2A. Resumo das análises de variância do desdobramento das concentrações de AIB dentro de aquecimento basal (com e sem), para a altura média do cafeeiro 'Acaiaí' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	Aquecimento	GL	Plantio		7 meses		12 meses		19 meses	
			QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)
AIB	C/ aquecimento	2	5,2932*	62,31	20,7747	91,66	93,8880	98,28	51,1252**	90,21
AIB	S/ aquecimento	2	32,6938**	7,67	246,6734**	1,47	180,4438*	25,14	105,6175**	28,86
Resíduo		10	0,7761		5,5581		28,0419		4,2056	

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 3A. Resumo das análises de variância complementar para altura de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	GL	Quadrados Médios			
		Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,4627	1,2994	6,8541	2,2824
Tratamentos	6	21,3204**	90,7055**	93,1006*	55,6275**
Resíduo	12	0,6625	4,6937	25,2770	4,8305
Total	20				
CV (%)		4,88	5,51	6,36	2,02

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 4A. Médias de altura de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos 7 meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Altura média (cm)			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0	12,09	32,27	79,73	110,11
Aq=0 e AIB=2	18,50	48,96	87,46	115,60
Aq=0 e AIB=4	13,91	34,47	71,95	103,74
Aq=1 e AIB=0	18,68	37,04	72,73	104,10
Aq=1 e AIB=2	19,04	40,88	79,55	110,25
Aq=1 e AIB=4	16,58	42,08	83,82	111,94
Testemunha	17,71	39,49	77,77	105,07

TABELA 5A. Resumo das análises de variância para o número de pares de ramos plagiotrópicos de plantas do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,0183	0,7521	1,2366	1,5487
Aquecimento basal	1	0,0181	0,0001	0,3948	0,3706
AIB	2	0,0418	3,3356**	2,3779	0,4472
Aq. basal x AIB	2	0,0843*	2,2812**	3,0859*	4,1274*
Fatorial x testemunha	1	0,0788*	3,6122**	18,0321**	47,0347**
Resíduo	12	0,0153	0,3012	0,7410	0,7781
Total	20				
CV (%)		14,43	10,42	6,83	4,78

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 6A. Resumo das análises de variância do desdobramento das concentrações de AIB dentro de aquecimento basal (com e sem), para o número médio de pares de ramos plagiotrópicos do cafeeiro 'Acaiá' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG. 2005.

FV	Aquecimento	GL	Plantio <sup>1</sup>		7 meses		12 meses		19 meses	
			QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)
AIB	C/ aquecimento	2	0,0617	97,98	0,1071	53,95	0,6458	97,58	2,1458	97,09
AIB	S/ aquecimento	2	0,0644	21,78	5,5097**	0,01	4,8180*	12,29	2,4288	80,14
Resíduo		10	0,0177		0,3364		0,7579		0,9154	

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 7A. Resumo das análises de variância complementar para o número de pares de ramos plagiotrópicos de plantas do cafeeiro 'Acaiaí' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,0183	0,7521	1,2366	1,5487
Tratamentos	6	0,0582**	2,4743**	4,8924**	9,4257**
Resíduo	12	0,0153	0,3012	0,7410	0,7781
Total	20				
CV (%)		14,43	10,42	6,83	4,78

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 8A. Médias do número de pares de ramos plagiotrópicos de cafeeiro 'Acaiaí' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Número médio de pares de ramos plagiotrópicos			
	Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0	0,70	4,63	12,88	19,00
Aq=0 e AIB=2	1,00	7,00	14,50	20,30
Aq=0 e AIB=4	0,84	4,66	12,00	18,16
Aq=1 e AIB=0	1,04	5,22	12,33	18,00
Aq=1 e AIB=2	0,93	5,58	12,91	19,08
Aq=1 e AIB=4	0,76	5,50	13,25	19,66
Testemunha	0,70	4,25	10,33	14,78

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$



TABELA 9A. Resumo das análises de variância para o diâmetro de caule do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,0245	0,2126	1,3690	1,6831
Aquecimento basal	1	0,3886	0,1024	1,9279	8,9295
AIB	2	0,3492	12,7191**	11,7274*	32,2304*
Aq. basal x AIB	2	0,0292	6,4654*	9,8182	16,7575
Fatorial x testemunha	1	0,1954	2,5868	0,5209	20,0768
Resíduo	12	0,1097	0,9829	2,6599	5,5437
Total	20				
CV (%)		11,59	11,62	7,34	7,70

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 10A. Resumo das análises de variância do desdobramento das concentrações de AIB dentro de aquecimento basal (com e sem), para o diâmetro médio de caule do cafeeiro 'Acaia' aos sete meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	Aquecimento	GL	7 meses	
			QM	R <sup>2</sup> (%)
AIB	C/ aquecimento	2	1,2946	74,63
AIB	S/ aquecimento	2	17,8898**	3,18
Resíduo		10	1,0699	

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste de F.

TABELA 11A. Resumo das análises de variância complementar para o diâmetro de caule do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,0245	0,2126	1,3690	1,6831
Tratamentos	6	0,2235	6,8430**	7,5900	21,1637*
Resíduo	12	0,1097	0,9829	2,6599	5,5437
Total	20				
CV (%)		11,59	11,62	7,34	7,70

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

TABELA 12A. Médias para o diâmetro de caule do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Diâmetro médio de caule (mm)			
	Plantio	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0	2,60	6,92	21,77	30,01
Aq=0 e AIB=2	2,90	11,51	24,72	35,37
Aq=0 e AIB=4	2,50	7,79	21,24	29,65
Aq=1 e AIB=0	3,02	7,83	19,81	27,45
Aq=1 e AIB=2	3,22	8,97	22,42	31,34
Aq=1 e AIB=4	2,64	8,96	23,54	32,01
Testemunha	3,09	7,66	21,80	28,18

TABELA 13A. Resumo das análises de variância para o diâmetro de copa do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,2994	2,5447	93,7782	25,7531
Aquecimento basal	1	0,0327	0,0003	14,6106	83,7778
AIB	2	0,8947*	229,6761**	167,9062	238,5530*
Aq. basal x AIB	2	1,4479**	100,3639**	206,9496	88,9537
Fatorial x testemunha	1	1,5621*	56,1561**	11,3706	64,6190
Resíduo	12	0,1951	5,4837	54,7662	50,4416
Total	20				
CV (%)		32,12	7,27	6,31	4,54

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 14A. Resumo das análises de variância do desdobramento das concentrações de AIB dentro de aquecimento basal (com e sem), para o diâmetro médio de copa do cafeeiro 'Acaia' no plantio e aos sete meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

FV	Aquecimento	GL	Plantio <sup>1</sup>		7 meses	
			QM	R <sup>2</sup> (%)	QM	R <sup>2</sup> (%)
AIB	C/ aquecimento	2	0,8893	85,51	31,6302*	70,43
AIB	S/ aquecimento	2	1,4532*	35,31	298,4098**	2,33
Resíduo		10	0,2241		5,6135	

\* e \*\* Significativo a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$

TABELA 15A. Resumo das análises de variância complementar para o diâmetro de copa do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Bloco	2	0,2994	2,5447	93,7782	25,7531
Tratamentos	6	1,0466**	119,3727**	129,282	133,9017
Resíduo	12	0,1951	5,4837	54,7662	50,4416
Total	20				
CV (%)		32,12	7,27	6,31	4,54

\*\* Significativo a 1% de probabilidade teste de F.

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$

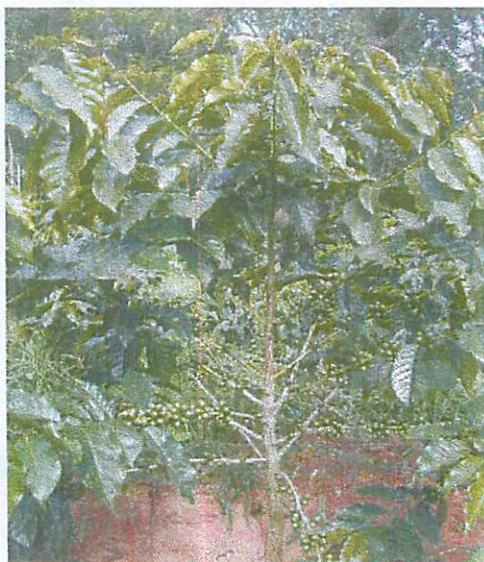
TABELA 16A. Médias do diâmetro de copa do cafeeiro 'Acaia' no plantio, aos sete meses, aos 12 meses e aos 19 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Diâmetro médio de copa (cm)			
	Plantio <sup>1</sup>	7 meses	12 meses	19 meses
Aq=0 e AIB=0	0,70	25,63	114,20	155,84
Aq=0 e AIB=2	2,09	44,23	126,36	165,76
Aq=0 e AIB=4	1,53	28,68	109,08	156,00
Aq=1 e AIB=0	1,91	29,11	110,95	144,76
Aq=1 e AIB=2	1,76	34,90	119,78	159,83
Aq=1 e AIB=4	0,90	34,56	124,31	160,06
Testemunha	0,70	28,18	115,35	152,03

<sup>1</sup> Dados transformados para  $\sqrt{x + 0,5}$



Estaquia: Aq=0 e AIB=2



Semeadura

FIGURA 1A. Cafeeiros 'Acaia' provenientes de estaquia (Aq=0 e AIB=2) e sementeira aos 22 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.



Estaquia: Aq=1 e AIB=2



Semeadura

FIGURA 2A. Cafeeiros 'Acaia' provenientes de estaquia (Aq=1 e AIB=2) e sementeira aos 22 meses após o plantio. UFLA, Lavras, MG, 2005.

## APÉNDICE

APÊNDICE 1. Incremento médio em altura de plantas (cm) do cafeeiro 'Acaiaí'.  
UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Período seco 2003	Período chuvoso 2003-2004	Período seco 2004
Aq=0 e AIB=0	20,18	47,46	30,38
Aq=0 e AIB=2	30,46	38,50	28,14
Aq=0 e AIB=4	20,56	37,48	31,79
Aq=1 e AIB=0	18,36	35,69	31,37
Aq=1 e AIB=2	21,84	38,67	30,70
Aq=1 e AIB=4	25,50	41,74	25,88
Testemunha	21,78	38,28	27,30

APÊNDICE 2. Incremento médio em número de pares de ramos plagiotrópicos  
de plantas do cafeeiro 'Acaiaí'. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Período seco 2003	Período chuvoso 2003-2004	Período seco 2004
Aq=0 e AIB=0	4,63	8,17	6,11
Aq=0 e AIB=2	6,50	7,50	5,80
Aq=0 e AIB=4	4,45	7,34	6,16
Aq=1 e AIB=0	4,63	7,08	5,70
Aq=1 e AIB=2	5,21	7,32	6,18
Aq=1 e AIB=4	5,43	7,75	6,41
Testemunha	4,25	6,08	4,45

APÊNDICE 3. Incremento médio em diâmetro de caule de plantas (mm) do cafeeiro 'Acaia'. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Período seco 2003	Período chuvoso 2003-2004	Período seco 2004
Aq=0 e AIB=0	4,32	14,85	8,24
Aq=0 e AIB=2	8,61	13,21	10,65
Aq=0 e AIB=4	5,29	13,45	8,41
Aq=1 e AIB=0	4,81	11,98	7,64
Aq=1 e AIB=2	5,75	13,45	8,92
Aq=1 e AIB=4	6,32	14,58	8,47
Testemunha	4,57	14,24	6,38

APÊNDICE 4. Incremento médio em diâmetro de copa de plantas (cm) do cafeeiro 'Acaia'. UFLA, Lavras, MG, 2005.

Tratamentos	Período seco 2003	Período chuvoso 2003-2004	Período seco 2004
Aq=0 e AIB=0	25,63	88,57	41,64
Aq=0 e AIB=2	40,37	82,13	39,4
Aq=0 e AIB=4	26,83	80,4	46,92
Aq=1 e AIB=0	25,96	81,84	33,81
Aq=1 e AIB=2	31,78	84,88	40,05
Aq=1 e AIB=4	34,24	89,75	35,75
Testemunha	28,18	87,17	36,68



